

# Logros y avances en la investigación del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*. L) en la escuela de agronomía de la facultad de ciencias agropecuarias y ambientales, FACAAM – UTELV de Esmeraldas.



*Achievements and advances of research in the cultivation of cocoa  
(Theobroma cacao L) in the agronomy school, faculty of agricultural and  
environmental sciences, FACAAM, of UTELVT, Esmeraldas.*

Patricio Alejandro. Merino Córdova.<sup>1</sup>, Byron Fabricio. Estupiñan Cox.<sup>2</sup>, Rosa Clemencia.  
Cruel Angulo.<sup>3</sup> & Javier Antonio Caicedo.<sup>4</sup>

Recibido: 22-03-2019 / Revisado: 27-04-2019 / Aceptado: 26-05-2019/ Publicado: 05-06-2019

## Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.525>

With the aim of determining the state of art of scientific production, and achievements of studies and research in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L) in the Department of Agronomy, the Faculty of Agricultural and Environmental Sciences of the UTELVT, studies and publications related to the cocoa cultivation in this department were consulted and revised. It was found that there has been a significant volume of scientific information in studies carried out in the area of influence of the university, in the Experimental field of Mutile, the Association of Cocoa Producers (APROCANE) and in farms of cocoa producers in areas and cantons of the Province of Esmeraldas, having published these results in scientific journals, and in reports of

<sup>1</sup>Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres”. Esmeraldas, Ecuador, patric\_merino@hotmail.com

<sup>2</sup>Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres”. Esmeraldas, Ecuador, byrondj627@hotmail.com

<sup>3</sup>Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres”. Esmeraldas, Ecuador, ross\_cruel2002@hotmail.com

<sup>4</sup>Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres”. Esmeraldas, Ecuador, jacaicedo1990@gmail.com

Workshops and Seminars held at the university. The bibliographic review made it possible to identify significant advances in research on the cultivation of cocoa, highlighting the identification of promising materials and clones for the genetic improvement of the crop. The morpho agronomic characterization of the materials allowed the identification of clones and individuals that present more than one desirable characteristic for high productivity and resistance to diseases and pests, as well as, materials with desirable organoleptic qualities. Limitations were detected in the production system of the crop, being notorious the susceptibility to the attack of the Moniliasis and the Escoba de Brujas and absence to materials resistant to these diseases as well as failures in the agronomic management of the crop and training of the small and medium producer

**Keywords:** Cocoa, Plant Breeding, Moniliasis, Esmeraldas Province

**Resumen.**

Con el objetivo de determinar el estado de arte de la producción científica, y logros de los estudios e investigaciones en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L) en el Departamento de Agronomía, de la Facultad de Ciencia Agropecuarias y Ambientales de la UTELVT, se consultaron los estudios y publicaciones referente al cultivo en dicho departamento. Se pudo constatar que se ha producido un significativo volumen de información científica en estudios realizados en el área de influencia de la universidad, en el campo Experimental de Mutile, la Asociación de productores de Cacao (APROCANE) y en fincas de productores del cultivo en diferente zonas y cantones de la Provincia de Esmeraldas, habiendo sido publicados estos resultados en revistas científicas, y en memorias de Talleres y Seminarios realizados en la universidad. La revisión bibliográfica realizada, permitió identificar significativos avances en la investigación sobre el cultivo del cacao, destacando la identificación de materiales y clones promisorios para el mejoramiento genético del cultivo. La caracterización morfo agronómica de los materiales permitieron la identificación de clones e individuos que presentan más de una característica deseable para la alta productividad y la resistencia a enfermedades y plagas, así como también, materiales con cualidades organolépticas deseables. Se detectaron limitaciones en el sistema de producción del cultivo, siendo notoria la susceptibilidad al ataque de la Moniliasis y

la Escoba de Brujas y ausencia a materiales resistentes a dichas enfermedades así como fallas en el manejo agronómico del cultivo y capacitación del pequeño y mediano productor.

**Palabras claves:** Cocoa, Plant Breeding, Moniliasis, Esmeraldas Province

## Introducción

Con una producción mundial superior a los 4,0 millones de toneladas para el periodo 2014-2015, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es considerado uno de los cultivos perennes más importantes generando un comercio de exportación superior a los 5000 millones de \$/año. Ecuador está considerado el primer productor de cacao en Latinoamérica y el sexto productor a nivel mundial, siendo el rendimiento promedio de 0,5 ton ha<sup>-1</sup> en el 2015 (ICCO, 2016).

En la actualidad es el tercer rubro agropecuario de exportación. Su producción anual representa el 6,7% del PIB. Se estima que, en la actualidad, existen alrededor de 500.000 hectáreas sembradas en aproximadamente 100.000 fincas, gran parte de estas fincas, de 5 hectáreas promedio, pertenecen a pequeños productores.

En el año 2005, el país produjo 114.000 toneladas métricas de cacao, volumen que representó uno de los records históricos de producción y una generación de ingresos de 173 millones de dólares. Del volumen total, el 72% se exporta en grano, el 24% se convierte en materia prima útil para la fabricación de chocolates y semielaborados y el 4% se destina a industrias artesanales del país.

En el año 2016, el Ecuador produjo alrededor de 253 mil toneladas métricas de cacao (*Theobroma cacao* L.). El 70% de la producción, es considerado como cacao fino y de aroma, con denominación “Sabor arriba”. El principal problema de la cadena de cacao es el bajo nivel de productividad de las plantaciones de cacao del genotipo “Nacional” (INIAP, 2014)

La denominación “Sabor arriba” proviene del hecho de que este tipo de cacao se encuentra y cultiva en la parte de arriba de la cuenca del río Guayas.

Desde la llegada de los españoles ya se conocía la cultura del cacao en Ecuador. La presencia de árboles de cacao en la región del pacífico ecuatoriano es muestra de la utilización de este cultivo en la región costera de Esmeraldas.

Uno de los factores que limitó el desarrollo del cultivo del cacao en Ecuador a finales del siglo XIX y principios del siglo XX fue la presencia de enfermedades como la moniliásis o escoba de bruja, lo que generó la introducción de variedades de cacao foráneas, principalmente de Venezuela los cuales posteriormente a su introducción se cruzaron con las

variedades locales, generando híbridos vigorosos y productivos, pero cuyos frutos eran de una menor una calidad organoléptica y aromática.

Existen registros de que Ecuador produce cacao desde 1780, pero en 1911 fue cuando llegó a ser uno de los mayores exportadores. La mayor parte del cacao ecuatoriano corresponde a una mezcla de Nacional y trinitario introducidos después de 1920 por considerarse más resistente a las enfermedades. Actualmente la mayor parte del cacao exportado por Ecuador corresponde a la mezcla de esos cacaos introducidos entre 1930 y 1940, provenientes de Venezuela y se conoce como “Complejo Tradicional”.

El país tiene su propia variedad de cacao, llamado “Nacional” o “Arriba”, que es muy apreciado por los fabricantes del chocolate gourmet y, consecuentemente, obtiene precios elevados en el mercado. Este tipo de cacao conocido como “Arriba” sigue estando presente en Ecuador por su adaptación a las condiciones agro-climáticas de la región del pacífico ecuatoriano, pero es la variedad preferida por los fabricantes de chocolate, por la calidad de sus granos y la finura de su aroma. Esta variedad también conocida como “Nacional” es autóctona y cultivada desde principios del siglo XVIII, se caracteriza por ser más homogénea que los de la variedad Trinitario, y su almendra, por su excelente calidad, obtiene precios más altos con relación a otros cacaos comerciales (Quiroz et al, 2009)

La aparición de las enfermedades “Escoba de bruja” (*Crinipellis pernicioso*) y “Monilia” (*Moniliophthora roreri*) a finales del siglo XIX, provocó un marcado descenso en la producción de cacao, lo que llevó al Ecuador a vivir una crisis económica y política, porque el cultivo fue siempre una fuente importante de divisas.

Sin embargo, la variedad 'Nacional' es más susceptible a enfermedades, por lo que algunos agricultores prefieren cultivar variedades de menor calidad, como la CCN51, que es más productiva y resistente. Esto afecta a la diversidad de los cultivos de la región y podría conducir a la extinción de la planta nativa “Nacional” a largo plazo.

Debido a los precios bajos ofrecidos por las variedades del cacao común, se necesita grandes superficies de producción para ser cultivadas a fin de ser rentable, mientras que el cacao de alta calidad ya es lucrativo en pequeñas parcelas y por lo tanto es ideal para agricultores familiares. El Ministerio Ecuatoriano de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) ha creado un plan para promover el cacao fino de aroma, ya que lo considera un producto estratégico para la economía nacional.

El cultivo se caracteriza por una baja productividad debido a ausencia de eficientes prácticas de manejo. El cacao se cultiva sin riego y el uso limitado de fertilizantes es muy limitado, y con una evidente falta de técnicas agrícolas. Existe la tendencia a sustituir cacao fino de aroma por una variedad de menor calidad, especialmente CCN51, más productiva, pero que

devalúa la capacidad genética del cultivo a la resistencia a enfermedades y lo hace más vulnerable a las enfermedades como la escoba de brujas.

Según Loor y Amores (2003), no se ha encontrado una variedad nacional genéticamente pura en Ecuador, el autor manifiesta que lo que existe es una mezcla de materiales híbridos agrupados en el complejo “Nacional X Trinitario” y algunos grupos localizados al norte de la provincia de Esmeraldas denominado “Criollo”.

La producción de cacao en el Ecuador ha constituido un importante renglón para la economía nacional, en especial por su significativa contribución a la generación de divisas por concepto de exportación y por su participación en la generación de empleo, estimándose que da ocupación al 5% de la población económicamente activa del país, tanto en la fase de producción en 60 000 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), como en la comercialización e industrialización. El 75% de las unidades de producción tiene una superficie menor a 20 ha y dentro de este porcentaje, el 40 % tiene una superficie menor a 12 ha. (Agricultura Tropical, 2010)

Las plantaciones comerciales de cacao se encuentran localizadas principalmente en la región Litoral del país, en una franja altitudinal que va desde el nivel del mar hasta 500 m.s.n.m., en la que se identifican tres zonas características: norte, centro y sur. La zona norte comprende entre otras, a la provincia de Esmeraldas, donde las plantaciones de cacao se ubican principalmente en las localidades de Quinindé, Viche, Esmeraldas, San Lorenzo y Muisne.

El cacao representa entre el 70 al 90 % del ingreso familiar. La edad promedio de las huertas de cacao es superior a los 20 años y más de la mitad se ubica en el rango de 10 a 30 años.

Aproximadamente el 35% constituye materia prima para la fabricación de semi elaborados (torta, licor, pasta, manteca y polvo) y chocolates; el 5% se destina a industrias artesanales del país, gracias a la característica de calidad del cacao Nacional (Agricultura Tropical, 2010).

Los estudios agronómicos han tenido en los últimos años una estrecha relación con los estudios fisiológicos en el contexto ecológico y su interacción con el ambiente, todo ello con el objetivo de lograr una agricultura sostenible y ambientalmente amigable, como los sistemas agroforestales, considerados una de las pocas alternativas sustentables ante la problemática del cambio climático.

### **La Investigación Universitaria**

La actividad investigativa se encuentra inserta en las dinámicas del campo intelectual universitario de cada país, y es un requerimiento comúnmente señalado en los informes de evaluación y acreditación de dichas instituciones; ellas contribuyen a promover el

crecimiento de las propias instituciones universitarias y a la generación de un pensamiento liberador (Rodríguez, 2012).

La Ley se refiere al papel de la investigación como quehacer de las instituciones de educación superior en varios párrafos dispersos: cuando menciona que una de las funciones del sistema de educación superior es "Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico, que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional" (Ley Orgánica Educación Superior, 2010).

En el contexto de los procesos de valoración y acreditación, documentar la actividad investigativa es fundamental para las universidades ecuatorianas. Más allá de la necesidad de debatir las disposiciones legales emitidas por el gobierno, hoy por hoy es necesario que una institución de educación superior investigue para que pueda mantener su condición de universidad de docencia e investigación (Rodríguez, 2012).

Uno de los objetivos explícitos debe ser que los estudiantes más jóvenes realicen su aprendizaje en investigación de manera idónea, y que la conduzcan con el apoyo que cada uno precise. Para ello —y sobre las bases de que la investigación no se aparta de la docencia, y de que cada miembro del equipo es importante— se debe atender al desarrollo individual del estudiante y darles apoyo en diversos momentos del proceso; de manera que resulte adecuado a su experiencia, su bagaje y sus recursos; para que realicen una búsqueda orientada y más eficiente de información; para que formulen con precisión la pregunta específica (objetivos) del proyecto; y para discutir los elementos metodológicos del mismo.

Durante el periodo 2004 – 2017 como requisito final de grado para optar al título de ingeniero agrónomo, en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAAM), de la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, se realizó un número significativo e importante de Tesis de Grado producto de experimentos de campo realizados en el Campo Experimental Mutile y en fincas de productores e instituciones cercanas a la provincia de Esmeraldas. El contenido de las mismas versa sobre diferentes tópicos, todos relacionados mayormente con cultivos de importancia económica para el área de influencia de la provincia del Esmeralda y provincias vecinas, destacando entre ellas el cultivo del cacao., dada la importancia económica del cultivo del Cacao (*Theobroma cacao*. L) para la región y áreas circunvecinas.

La mayoría de estas publicaciones han pasado a engrosar lo que se conoce como “Literatura Científica Gris”, es decir, resultados de trabajos de investigación y tesis cuyo contenido nunca se divulga y por tanto no es accesible a otros usuarios del mundo científico y productores del sector agrícola.

La presente revisión de material bibliográfico, se basó en un exhaustivo análisis de trabajos científicos y publicaciones realizadas y presentadas en seminarios y talleres, por profesores e investigadores del Departamento de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTELVT, con el objetivo de actualizar y diseminar los avances y logros de las investigaciones realizadas sobre el cultivo del cacao. Igualmente se consultaron y revisaron los artículos científicos presentados en el “Taller Teórico Práctico: Bases Agronómicas, Fisiológicas y Tecnológicas del Café y Cacao (2017)” (Tezara - Escalante editores, 2017).

### **Logros en la Investigación en Cacao (*theobroma cacao*) en el Departamento de Agronomía de la FACAAM – UTELVT.**

### **El Comportamiento y la Caracterización Morfológica de Variedades e Híbridos de Cacao (*Theobroma cacao*) en la Provincia de Esmeraldas**

Algunos autores señalan que la baja producción del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) en algunas regiones del planeta, y en especial en Ecuador, se debe a una alta presencia de árboles de mucha edad en las plantaciones (árboles viejos), además de una alta incidencia de enfermedades, principalmente fungosas y la ausencia o el bajo nivel de manejo agronómico en las plantaciones. Aunque se tiene información de producción y tolerancia a enfermedades de la mayoría de cultivares de café y los clones de cacao, los programas de mejoramiento genético en Ecuador adolecen de información fisiológica en cacao. (Tezara et al, 2015).

Hay tres tipos o grupos morfo-geográficos de cacao conocidos como "Criollo", "Forastero" y "Trinitario", que difieren en calidad, vigor y rendimiento. Sin embargo, Motamayor *et al.* (2008), (citado en Tezara *et al.*, 2015), sugirió una nueva clasificación del cacao agrupada en 10 grupos genéticos (Amelonados, Contamana, Curaray, Criollo, Guiana, Iquitos Marañón, Nacional, Nanay y Purús), lo que reflejaría más adecuadamente la amplia diversidad genética disponible para los mejoradores que la clasificación anterior.

Con el desarrollo de descriptores agromorfológicos y otros métodos, ha sido posible iniciar estudios de colecciones de germoplasma de forma más eficiente; sistemática y rápida, planteándose objetivos fácilmente alcanzables desde el punto de vista del mejoramiento genético de plantas (Reynel, 2017).

La caracterización morfo-agronómica del germoplasma de cacao es un proceso largo que mediante la utilización de métodos tradicionales o biotecnológicos permite conocer y organizar los materiales e identificar genotipos valiosos para ser usados directamente en los programas de mejoramientos genéticos, y además contribuye la obtención de variedades que pueden ser la solución de problemas actuales y futuros.

Un sistema eficiente de conservación y de caracterización es vital para generar información de cada entrada en relación a caracteres cualitativos y cuantitativos. Los resultados de la caracterización son valiosos para los mejoradores de plantas, que generalmente seleccionan individuos con más de una característica deseable, dándose prioridad a aquellos genotipos que muestran simultáneamente, resistencia a enfermedades y alta producción (Reynel, 2017).

El mayor número de trabajos de grado en el cultivo del cacao realizados en el Departamento de agronomía se refieren a estudios de caracterización fenotípica, morfológica y agronómica de la planta del cacao (Medina, 2008); (Montaño, 2008) y estudios del comportamiento de clones (Castillo, 2009); (Morales, 2011); (Castro, 2012).

Con objetivo general de caracterizar morfológica y agronómicamente los cacaos tipo Criollo y Nacional en el norte de Esmeraldas, Medina, 2008; desarrolló un proyecto de investigación fincas cacaoteras de la parroquia de Colón Eloy, Cantón Eloy Alfaro (Provincia de Esmeraldas). Estudio similar fue realizado por Montaño, 2008; en las zonas de Atacames y Muisne, caracterizando fenotípica y agronómicamente los mismos tipos de cacao.

Otro objetivo de los dos estudios, era identificar árboles elites, conocer la variabilidad genética y capacidad del uso del germoplasma, y seleccionar árboles elites de cacao adaptados a la zona, para ser usados en futuros programas de mejoramiento genético y conservar los pool genéticos con características sobresalientes.

En el primero de los estudios, se caracterizaron 32 árboles (tres fueron usados como testigos), registrándose datos en flores, mazorcas, semillas y hojas, además variables productivas y sanitarias (Medina, 2008). En el segundo estudio se caracterizaron 59 árboles y se registraron datos en flores, mazorcas, semillas y hojas, además 9 variables productivas y sanitarias (Montaño, 2008).

Las variables cualitativas más discriminantes fueron (en orden de importancia): intensidad de pigmentación del pedúnculo floral, ángulo apical de la hoja, el color de la semilla, intensidad de pigmentación del filamento estaminal e intensidad de pigmentación del sépalo. En el segundo estudio, estas variables fueron: forma de la mazorca, ángulo basal de la hoja, forma de la hoja, y color del estaminodio.

Los caracteres cuantitativos con mayor valor discriminantes fueron: espesor del surco, espesor del lomo, largo de la hoja, ancho de la hoja, largo desde lo ancho de la hoja hasta el mayor ancho, peso fresco de la semilla con pulpa y testa, peso fresco de la semilla sin pulpa y testa y el índice de semilla (Medina, 2008); y largo de la hoja desde la base hasta el mayor ancho en cm, largo de la mazorca, ancho de la mazorca, grosor de la mazorca, grosor del surco, peso fresco de la semilla sin pulpa y testa, peso seco con pulpa y testa, peso seco sin testa, peso pulpa más testa, espesor de la semilla, índice de semilla y ancho de la semilla.



En el estudio de Montaña (2008), en el cantón Eloy Alfaro, los materiales identificados para la producción no alcanzaron los niveles de selección propuestos, mientras que en los cantones de Muisne y Atacames, usando los criterios de índice de selección se determinó que ciertos árboles de esta localidad cumplen dichos parámetros para estudios futuros en mejoramiento genético del cultivo.

En la caracterización agronómica se evaluaron 10 variables usando el método Jerárquico de Cluster. Los árboles testigos demostraron tener menor producción. Todos los grupos 1, 2, 3 y 4 presentaron almendras rojo oscuro, donde se está comprobando que el cacao tipo nacional tiene sus almendras teñidas y el grupo 3 también demostró tener almendras blancas que son característicos del cacao criollo (Montaña, 2008).

Durante el estudio se presentaron dos períodos de intensa floración, en los meses de septiembre - octubre y en diciembre - enero y dos picos de brotación en los meses de julio - agosto y en abril (Medina, 2008).

Con el objetivo de caracterizar fenotípica y agronómicamente el cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional y Criollo de la provincia de Esmeraldas, Bolaños (2017), realizó una investigación en la que utilizó variables y características deseables que deberían tener las plantas de cacao que puedan ser utilizadas en el mejoramiento genético del cultivo. Para ello, aplicó una serie de indicadores que permitieran conocer la variabilidad genética y ver el potencial de uso del germoplasma identificado. Se utilizaron indicadores como: índice de mazorcas (IM)  $\leq$  a 20, índice de semillas (IS)  $\geq$  a 1,2 g, número de mazorcas por año  $\geq$  a 80; porcentaje de mazorcas enfermas  $\leq$  a 30; rendimiento por peso en Kg/ha  $\geq$  5 Kg/año. Los individuos seleccionados como árboles élites de cacao tipo Nacional y Criollo, deberían cumplir con los indicadores antes mencionados.

La caracterización morfo agronómica de los 59 árboles de los tipos Nacional y Criollo, permitió seleccionar cinco árboles con un alto potencial genético y mayor potencial para la producción, sobresaliendo el árbol número 28 con un IM (20,00) y producción de cacao seco (11,96), el árbol MB1 con 37 semillas y un índice de semillas de 1,6, siendo el segundo en cuanto al índice de mazorcas (IM) con 19,39 y en producción con 7,37 kg, presentando el mejor comportamiento agronómico entre los materiales estudiados, Bolaños (2017). Esta investigación permitió la obtención de 10 materiales regionales de cacao de alto rendimiento, adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Esmeraldas, y tener excelentes atributos sensoriales que permitirían incursionar en el mercado internacional con la gama de cacaos fino y de aroma.

Como parte del proceso de vinculación de la UTEL V con los sectores productivos de la provincia de Esmeraldas, en una finca propiedad de la Asociación de Productores de cacao

del norte de Esmeraldas (APROCANE), ubicada en la zona de “Colón Eloy”, Cantón Eloy Alfaro, se realizaron varios estudios para conocer el comportamiento agronómico de variedades e híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L) de los tipos Criollo y Nacional, (Castillo, 2009), (Morales, 2011), (Castro, 2012).

En dichos estudios, Castillo (2009), realizó una comparación fenológica, productiva y sanitaria de 21 clones de cacao Nacional, y 8 clones de cacao Criollos, Los clones CCN-51 (considerado trinitario) y el EET-103 tipo Nacional fueron los testigos en el estudio. Entre junio del 2009 y junio del 2010, Morales (2011), trabajo con los mismos materiales. Posteriormente, desde julio del 2010 a agosto del 2011, en la misma finca, se evaluó el comportamiento agronómico de 31 clones de cacao nacional en una plantación de 4 años y 5 meses, en etapa 3 de desarrollo (Castro, 2012).

Fenológicamente, se detectó que la mayor brotación se produjo en el mes de agosto, la mayor intensidad de floración ocurrió entre Julio y Septiembre, y los picos de fructificación se produjeron en los meses de Agosto y Septiembre, destacándose los clones, CCAT-2143 y CCAT-2564. El clon más tolerante a escoba de brujas fue CCN-51 seguido de EET-103. Como clones con potencial productivo destacaron el CCN-51, el CCN-51xEET-233, el CCN-51xEET-534, y el EET-426xCCN-51 los cuales presentaron alto número de mazorcas sanas, alto índice de semilla, vigor alto, una forma de copa erecta, alta fructificación y alta floración, lo que permite considerarlos potencialmente promisorios para las condiciones agroecológicas de la parroquia Colón Eloy (Castillo, 2009).

En estudio posterior en la misma finca, se reportó que el clon con mayor rendimiento en peso fresco y peso seco, fue el A-2634 con 973.23 kg ha<sup>-1</sup> y 389.96 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. En dicho estudio los resultados aseveran que los clones en estudio poseen un vigor medio. Los 31 clones presentaron copas semi erectas, a excepción del CCN-51xEET-462 cuya copa es erecta. El clon con mayor altura fue el CCN-51xEET-387. El mayor índice de Cherelles se presentó durante los meses Julio y Septiembre. La escoba de brujas tuvo menor presencia en el clon CCN-51xEET-233, lo cual coincide con lo reportado por Castillo (2009), siendo el clon D-16 (Domingo Baltazar) con mayor presencia de Escoba de Brujas (Morales, 2011).

El estudio realizado por Castro (2012), reporta que todo el año se produjeron brotaciones, destacando el clon CCN-51 x EET – 462 con un 100%, el mismo autor señala que los clones B- 12, D -18 y D -7 (Domingo Baltazar) tuvieron poca producción. La mayor intensidad de floración ocurrió en los meses de marzo, julio, y agosto, destacándose los clones CCN-51 x EET- 462 con 100% (abundante) y el clon EET-426 x CCN-51 con 75% considerada moderada. Los picos de fructificación se produjeron en los meses de marzo, julio, y agosto, destacándose el clon CCN-51 x EET- 462 con 100% (abundante), lo que se corresponde con la alta floración de este clon. En cuanto a las características agronómicas, sanitarias y

productivas; destacaron en el estudio los clones CCN- 51 x CCAT -2119 y EET- 426 x CCN-51, siendo los menos destacados el D 18 (Domingo Baltazar) y el clon B-12.

En la Parroquia San Gregorio, Ortiz (2009) comparó fenológica, productiva y sanitariamente 31 genotipos de cacao procedentes de la colección de la E.E.T. Pichilingue y Centro-Sur de la provincia de Esmeraldas. En general, la brotación fue mínima y muy variable, y los picos de floración se presentaron en los meses de Mayo y Junio, siendo de mayor intensidad en los clones CCN-51xEET-387, CCN-51xEET-233 y CCN-51xCCAT2119. Al finalizar el estudio otros clones no habían iniciado la emisión floral. Los clones CCN-51 x EET-387, EET-426 x CCN-51 y CCN-51 fueron los más vigorosos.

En general, la fructificación fue mínima, destacando el clon CCN-51. La incidencia de escoba de bruja fue prácticamente nula apreciándose que el 99.4% de las plantas estuvieron sanas, y tampoco se presentaron frutos enfermos. En cuanto a las plagas solo se detectó la hormiga arriera (*Attax spp.*) que no causó mayores daños. A partir de este estudio se concluyó que el clon CCN-51, CCN51xEET450 y EET446xCCN-51 presentaron la mejor producción y demostraron ser los más adaptados a la zona agroecológica de tres vías. Ortiz (2009).

En investigación realizada en la Estación Experimental “Mutile”, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAAM-UTELVT) en Esmeraldas, se evaluó el Comportamiento Agronómico de 12 clones de cacao en etapa de vivero y trasplante definitivo, de los cuales 10 eran clones experimentales del tipo Nacional y como testigos se utilizaron los clones EET-103 y CCN-51; todos ellos provenientes provincia del Guayas. Montaña (2010).

En el Vivero la mayor mortalidad la presentaron los clones CCA 21-43 y CCA 11-19 y en el Campo la mayor mortalidad la tuvo el clon CCA 18-58 y el clon CCA 46-88 tuvo 100% de sobrevivencia. En Vivero atacó el Taladrador del tallo (*Xyleborus.spp.*) el mismo que provocó la presencia del Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*). En el campo hubo ataque del Esqueletizador de la hoja (*Cerconota dimorpha*) y de las hormigas Arrieras (*Attax spp.*). Las enfermedades presentes en el vivero fueron: la Pudrición parda (*Phytophthora palmivora*), y el Mal del Machete. En el campo volvió a atacar la Pudrición parda, cuya incidencia fue mayor en los clones: CCAT 29-4 y CCN-51 Montaña (2010).

Los clones que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales de la zona y a la vez presentaron buena tolerancia-resistencia a las plagas y enfermedades que fueron: CCAT 46-75, CCAT 21-38, CCAT 26-64, CCAT 44-98, EET-103 y CCN-51

## Propiedades Organolépticas del Cacao

Con el objetivo de conocer los efectos de los diferentes tipos de secado (artificial o natural), sobre las características organolépticas de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.), se realizó una investigación en el trayecto del eje vial Esmeraldas – La Concordia, Provincia de Esmeraldas (Loor, 2014).

Los métodos utilizados fueron secado a gas, secado a diesel, en carretera de asfalto, en carretera de concreto, en tendal de concreto y en tendal de marquesina. Se aplicó la prueba de corte para evaluar el grado de fermentación a través del color interno que presentaban las almendras; realizar los análisis sensoriales del licor de cacao, tomando en cuenta cada característica organoléptica y también las pruebas químicas para determinar la prueba de metales contaminantes (cadmio y plomo). El 40% de las muestras estaban en proceso de fermentación, el 60% restante no presentaba fermentación. El método natural de secado requiere al menos de 4 días para el secado de las almendras, a diferencia de los métodos artificiales que requieren solo pocas horas. Los análisis indicaron presencia de 0,02 mg/kg de cadmio en todas las muestras y de 0,09 mg/kg de plomo, valores que están dentro de los niveles de tolerancia que exige la Unión Europea de entre 0,1 a 0,3 mg/kg respectivamente, lo que permite el consumo humano.

El análisis organoléptico de las almendras permitió concluir que el secado en tendales de concreto y marquesina favorecen la calidad de las almendras (aroma a especies, algo dulce y sabor a nuez). Los otros métodos utilizados disminuyeron las cualidades organolépticas y la calidad de las almendras (sabor amargo y astringente y sensación a plástico quemado y picante). El estudio concluye que los métodos de secado en tendales permiten que las almendras de cacao obtengan características organolépticas beneficiosas para la calidad de las mismas (Loor, 2014).

## Control de Enfermedades Fungosas

Bajo el enfoque del control de plagas sostenible, con dependencia mínima de agroquímicos y agro tóxicos, se realizó un proyecto de investigación en la Provincia de Esmeraldas, basado en experiencias cubanas en áreas de producción cafetaleras y cacaoteras, mediante el empleo de prácticas agroecológicas como: (1) Manejo y Regulación del sombrero del Agrosistema estratificado y diverso con una floresta arbustiva de doble techo asociada e intercalada mediante Sistemas de Poda y Raleo de las plantaciones; (2) Empleo de coberturas vivas y muertas del suelo; (3) Labores culturales Agro y Fitotécnicas acorde al contexto del cultivo de la finca; (4) Uso de insumos endógenos mediante el reciclaje de los desechos en la nutrición vegetal y (5) Aplicación de medios biológicos como alternativa económicamente viable y ecológicamente segura para el control de plagas (Simón et al, 2017).

El proyecto desarrolla un Programa de Capacitación a los finqueros y productores de las áreas concebidas como módulos experimentales con vista a la implementación de un Plan de Manejo Agroecológico de las Plantaciones.

En el 100% de las fincas cacaoteras, se reportó la presencia de enfermedades producidas por hongos fitopatógenos entre los cuales se destacan la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) con una incidencia del 85 %; Escoba de bruja (*Monoliophthera perniciosa*) con 62 % y Pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora palmivora*) con 69 % (Simón et al, 2017).

Los resultados preliminares del proyecto señalan en primer lugar el reconocimiento por parte de los productores de la problemática existente en los cultivos del café y cacao en el área de estudio, producto ello, de la capacitación recibida en los talleres y charlas, y en segundo lugar, la implementación de medidas agroecológicas, fitotécnicas y fitosanitarias con énfasis en: poda, saneamiento de las plantaciones, manejo y regulación del sombrío, medidas de conservación de los suelos con abono verde, arroje, coberturas vivas, control de malezas y construcción de canales de drenaje, junto con la aplicación de estrategias locales para el control de nematodos del suelo (Simón et al, 2017).

#### **Análisis Socio Económico de las Familias Productoras de Cacao.**

En estudio realizado en el periodo 2014 – 2015, en zonas productoras de cacao en la Provincia de Esmeraldas (Cedeño, 2017), se preguntaba “¿mejora la calidad de vida de los pequeños productores el cultivo de cacao considerado como uno de los commodities con mayor demanda en los mercados de cotización?” La metodología de investigación fue de carácter cualitativo e incluyó entrevistas, historias de vida y talleres grupales.

Los sistemas de agricultura familiar dentro del marco de la ruralidad, tienen como aspectos relevantes el rol de género y la identidad en la sostenibilidad de estos sistemas, el estudio tuvo como objetivo hacer un análisis teórico bajo el concepto de agricultura familiar y ruralidad en las condiciones actuales de las fincas productoras de cacao de la Zona Norte de Ecuador, específicamente en las comunidades negras del norte de Esmeraldas (Cedeño, 2017).

Los resultados mostraron las relaciones de intercambio desigual existente entre los distintos eslabones de la cadena de comercial de cacao, así como de las necesidades básicas insatisfechas de las comunidades.

La autora concluye que “El cultivo de cacao bajo mecanismos de producción familiar que se definió en un inicio como sistemas limitados en cuanto a tierra y recursos, no genera un rubro representativo que dé respuestas a las demandas básicas de los productores con respecto a alimentación, educación, agua salud y servicios básicos”. Las redes de comercialización no

establecen sistemas de transacción justas que den cuenta de aspectos cualitativos de la fruta lo cual “racializa” en cierta medida a los productores (Cedeño, 2017).

## Conclusiones

- Durante los últimos 15 años, el Departamento de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTELVT, ha producido un significativo volumen de información científica en estudios realizados en el área de influencia de la universidad, en el campo Experimental de Mutile, la Asociación de productores de Cacao (APROCANE) y en fincas de productores del cultivo en diferentes zonas y cantones de la Provincia de Esmeraldas, cuyos resultados han sido publicados en revistas científicas, y en memorias de Talleres y Seminarios realizados en la universidad.
- La intensa revisión bibliográfica realizada, permite concluir que en el Departamento de Agronomía, se han realizado importantes avances en la investigación sobre el cultivo del cacao, destacando el hecho de que dichos estudios, han permitido la identificación de variedades y clones promisorios para el mejoramiento genético del cultivo en diferentes zonas agroecológicas de la Provincia.
- Los estudios han permitido realizar una caracterización morfo agronómica de materiales con potencial para el mejoramiento genético, habiéndose identificado clones e individuos que presentan más de una característica deseable para la alta productividad y la resistencia a enfermedades y plagas, así como también, materiales con cualidades organolépticas deseables tanto en el mercado nacional como internacional, favoreciendo de esta manera la exportación de la almendra de este cultivo.
- Se han identificado debilidades y limitaciones en el sistema de producción, siendo notorio la susceptibilidad al ataque de la Moniliasis y la Escoba de Brujas y ausencia a materiales resistentes a dichas enfermedades. También son evidentes muchas limitaciones en el manejo agronómico del cultivo y ausencia de políticas en la capacitación del pequeño y mediano productor.

## Referencias Bibliográficas

2010. Agricultura Tropical. El Cacao Ecuatoriano.

Recuperado de:

<http://agricultura-tropical-ecuador.blogspot.com/2010/11/el-cacao-ecuatoriano.html>

Castillo, C. (2009). “*Comparación del comportamiento de veinte y tres genotipos de cacao nacional vs. ocho criollos (theobroma cacao l.) en la parroquia Colon Eloy (norte de Esmeraldas)*”. Tesis de Pregrado (N°411). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.

- Castro, S. (2012). “*Evaluación del comportamiento agronómico de clones de cacao nacional (Theobroma cacao l.), Etapa 3 en la zona de Colón Eloy, Provincia de Esmeraldas, período 2010-2011*”. Tesis de pregrado (N° 479). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Cedeño, J. (2017). *Breve análisis de la situación económica de las familias productoras de cacao (Theobroma cacao), en la zona norte de Ecuador*. En: Memorias del Seminario Taller Teórico Práctico “Bases Fisiológicas, Agronómicas y Tecnológicas de Café y Cacao” (Tezara, W y E.E. Escalante. Editores). Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” UTELVT: Esmeraldas. Pp. 101 – 109. CIDE. ISBN: 978-9942-8657-6-2. 1° Edición, Enero 2017.
- INIAP. (2014). *Theobroma cacao L. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Recuperado de: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>
- International Cocoa Organization (ICCO) (2016). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*. Vol. 39. N°2. 2014/15. Recuperado de: <https://www.icco.org/home/latest-news.html>
- Ley Orgánica de Educación Superior. (2010). En: Registro oficial. Presidencia Constitucional República de Ecuador. Año II, Núm. 298, Título I, Artículo 8, Literal f, p. 5.
- Loor, A. (2003). *Explorando la variabilidad del cacao tipo Nacional para identificar clones elite*. Revista Sabor Arriba 2(4):18–19.
- Loor, O. (2014). “*Estudio comparativo de los tipos de secado de cacao (Theobroma cacao l.) y su efecto en la calidad organoléptica de las almendras*”. Tesis de Pregrado. (N° 555). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Medina, F. (2008). “*Caracterización morfológica y agronómica del cacao (Theobroma cacao l.) tipo criollo y nacional, en el norte de Esmeraldas. Parroquia Colón Eloy*”. Tesis de Pregrado (N° 406). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Molineros, L. (2019) “*Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia*”. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/325987820\\_SEMILLERO\\_INTERNACIONAL\\_DE\\_INVESTIGACIONTransformando\\_Comunidades\\_Hacia\\_el\\_Desarrollo\\_Local](https://www.researchgate.net/publication/325987820_SEMILLERO_INTERNACIONAL_DE_INVESTIGACIONTransformando_Comunidades_Hacia_el_Desarrollo_Local)
- Montaño, J. (2010). “*Evaluación del comportamiento agronómico de 12 clones de cacao (Theobroma cacao l.) en la estación experimental mutile en etapa de vivero y trasplante*”

- definitivo*”. Tesis de grado N° 445. Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Motamayor, L., Da Silva, E., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J. and Schnell, R. (2008): “*Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (Theobroma cacao L)*”. **PLoS One** 3:1–8.
- Montaño, N. (2008): “*Caracterización fenotípica y agronómica del cacao (Theobroma cacao l.) tipos nacional y criollo en las zonas de Atacames y Muisne de la provincia de Esmeraldas*”. Tesis de Pregrado (N° 408). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Morales, H. (2011): “*Evaluación del comportamiento agronómico de treinta y un clones de cacao nacional (Theobroma cacao l.) en la zona de Colón Eloy, provincia de Esmeraldas*”. Tesis de Pregrado N° 457. Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Ortiz, P. (2009). “*Evaluación del comportamiento agronómico de 31 genotipos de cacao nacional (Theobroma cacao l.) de la colección nacional E.E.T Pichilingue y centro-sur de Esmeraldas*”. Tesis de grado (N° 412). Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). Provincia de Esmeraldas. Ecuador.
- Quiroz, A. (2009): *El Cultivo del Cacao. Programa de Capacitación en la Cadena del Cacao*. Recuperado de: <http://www.camaren.org/produccion-el-cultivo-del-cacao/>
- Reynel, V. (2017). *Caracterización orfoagronómica de materiales de café y cacao para determinar parámetros de variabilidad genética*. En: Memorias del Seminario Taller Teórico Práctico “Bases Fisiológicas, Agronómicas y Tecnológicas del Café y Cacao” (Tezara, W y E.E. Escalante. Editores). Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” UTELVT. Esmeraldas. Pp. 28 – 38. CIDE. ISBN: 978-9942-8657-6-2. 1° Edición.
- Rodríguez, M. (2012): “*Líneas de investigación y dialogismo en los procesos investigativos en el campo universitario ecuatoriano*”. Latinoamérica, México. N° 54, p. 155-181



Simón, F., Bolaños, M., Guerrero, B. y Espinoza, E. (2017): “*Prospección del manejo agroecológico de plagas del café y cacao en la Provincia de Esmeraldas*”. En: Memorias del Seminario Taller Teórico Práctico “Bases Fisiológicas, Agronómicas y Tecnológicas del Café y Cacao” (Tezara, W y E.E. Escalante. Editores). Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres”  
UTELVT. Pp. 68 – 73. CIDE. ISBN: 978-9942-8657-6-2. 1° Edición.

Tezara W., De Almeida J., Valencia E., Cortes J. y Bolaños M. (2015). “Actividad fotoquímica de clones élites de cacao (*Theobroma cacao* l.) Ecuatoriano en el norte de la provincia Esmeraldas”. *Investigación y Saberes (IV)* 3: 37-52

Tezara, W. y Escalante, E. (Eds). (2017). “*Memorias del Taller Teórico Práctico “BASES FISIOLÓGICAS, AGRONÓMICAS Y TECNOLÓGICAS DEL CAFÉ Y CACAO”*”. Departamento de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAAM). Universidad Técnica de Esmeraldas “Luis Vargas Torres” (UTELVT). ISBN: 978-9942-8657-6-2. 1° Edición. CIDE Editorial. Ecuador.

**PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.**

Merino Córdova, P., Estupiñan Cox, B., Cruel Angulo, R., & Caicedo, J. (2019). Logros y avances en la investigación del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*. L) en la escuela de agronomía de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, FACAAM – UTELV de Esmeraldas. *Ciencia Digital*, 3(2.6), 162-179. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.525>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

