

Determination of the grain index and husk percentage of regional cocoa genotypes FSV41, FEAR5 and FLE2 and universal genotype CCN 51

INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Determinación del índice de grano y del porcentaje cascarilla de los genotipos de cacao regionales FSV41, FEAR5 y FLE2 y genotipo universal CCN 51

Alberto García-Jerez^{1§}, Lucas Fernando Quintana-Fuentes¹, Edith Moreno Martínez²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia, ²Federación Nacional de Cacaoteros

§alberto.garcia@unad.edu.c, lucas.quintana@unad.edu.co, edith.moreno@fedecacao.com.co

Recibido: 29 de junio de 2021 – Aceptado: 18 de octubre de 2021

Abstract

The determination of the physical characteristics of cocoa such as the bean index and the percentage of husk is a parameter of interest in the commercialization of dry cocoa. This methodology is supported by the Colombian Technical Standard NTC 1252, to determine the physical characteristics in the regional genetics FSV41, FEAR5, FLE2 and the universal genotype CCN51, cultivated in the municipality of Rionegro, department of Santander. This research was conducted with the main harvest of 2019 and the analysis of the information was valued in triplicate for each of the samples supporting the statistical analysis and the results obtained. The results present the FSV41 genotype with outstanding characteristics such as the large grain

Como citar:

García-Jerez A, Quintana-Fuentes LF. Determinación del índice de grano y del porcentaje cascarilla de los genotipos de cacao regionales FSV41, FEAR5 y FLE2 y genotipo universal CCN 51. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 2022; e21411420. <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i2.11420>



index and lower percentage of husk, in addition, the FSV41 genotype has fine attributes of flavor and aroma and is considered a promising genetic material of interest for its attributes in crop renewal and implementation of cocoa plantations for the economic and social contributions in the cultivated areas.

Keywords: *bean index, cocoa, genotype, percentage of husk, variety.*

Resumen

La determinación de las características físicas del cacao como el índice de grano y el porcentaje de testa o cascarilla es un parámetro de interés en la comercialización del cacao seco. Esta metodología está soportada en la Norma técnica colombiana la NTC 1252, para determinar las características físicas en los genéticos regionales FSV41, FEAR5, FLE2 y el genotipo universal CCN51, cultivados en el municipio de Rionegro, departamento de Santander. Esta investigación se realizó con la cosecha principal del 2019 y el análisis de la información se valoró por triplicado para cada una de las muestras soportando el análisis estadístico y los resultados obtenidos. Los resultados presentan el genotipo FSV41 con características sobresalientes como el índice de grano grande y menor porcentaje de cascarilla o testa, además el genotipo FSV 41 presenta atributos finos de sabor y aroma, y es considerado un material genético promisorio de interés por sus atributos en la renovación de cultivos e implementación plantaciones de cacao por los aportes económicos y sociales en las zonas cultivadas.

Palabras clave: *cacao, genotipo, índice de grano, porcentaje de cascarilla, variedad.*

1. Introducción

El cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae), es un árbol que tiene origen en la parte alta de la cuenca del río Amazonas en América del Sur, esta región fue el puente para las migraciones humanas entre la región amazónica y Centroamérica, que transportaron ejemplares vegetales a latitudes más al norte como México, estableciendo los primeros cultivos por los Mayas, Aztecas y Pipil -Nicarao (pueblos de centro América y México), que realizaron bebidas del cacao “xocoatl” según los registros de los españoles ^(1,2).

Los cultivos de cacao que existen en el mundo surgen a partir de variedades de importancia económica seleccionados de tres grupos genéticos principales; la variedad denominada Criollo se encuentra en Centroamérica, esta variedad fue aislada geográficamente en Mesoamérica y México, preservando atributos especiales de aroma y sabor. En la actualidad es considerado como “cacao fino de sabor y aroma” y no superan el 10% de la producción mundial ⁽³⁻⁵⁾.

La variedad Forasteros se conocen como cacaos corrientes y el origen de la población es la cuenca Amazónica (Colombia, Perú, Ecuador y Brasil) y se designa como *Theobroma cacao*. Esta variedad es la más extendida en los cultivos y aporta el 80% del chocolate producido globalmente ^(2,4,6).

Un tercer grupo es Trinitarios y ha surgido en trinidad y Tobago por cruces entre Criollo y Forastero y son híbridos con gran variedad genética, dando resistencia a enfermedades y con aceptable rentabilidad de los cultivos ⁽³⁾.

En la actualidad existen diversos materiales genéticos producto de la selección artificial que se ha realizado en todo el mundo con el fin de obtener las mejores características en genotipos resistentes a enfermedades, con los mejores atributos sensoriales y un gran rendimiento, determinado por variables físicas como del índice de grano y el porcentaje de cascarilla o testa ^(7,8).

El tamaño del grano se determina por las técnicas establecida en la norma NTC 1252 que indica que para índice de grano medio el promedio es de 1.4 a 1.6 g/grano: esta relación se

es resultado de tomar 100 gramos cacao seco, y se pesan para determinar la relación de 100 granos en 100 gr. Para dar soporte estadístico, esta operación se realiza por triplicado a cada uno de los materiales genéticos de estudio obtenidos durante una cosecha determinada.

La cascarilla o testa del grano del cacao es residuo de la transformación del grano cacao tostado. La cascarilla se retira del grano y la semilla o grano de cacao, bien fermentado toma la forma arriñonada con surcos múltiples que al separar la cascarilla dividen en fragmentos llamados los nibs de cacao, materia prima para la elaboración del licor de cacao. La testa o cascarilla es un subproducto que puede variar de 10% a un 16% del peso total del grano de cacao, estas diferencias son marcadas entre distintos materiales genéticos de cacao. Este es un parámetro físico de importancia en la comercialización y esta descrito en la norma NTC 1252 de 2021.

En las últimas tres décadas en Colombia se ha seleccionado nuevas variedades de cacao denominadas materiales genéticos regionales, con el propósito de obtener las características diferenciales de los fenotipos de cacao especiales, finos de sabor y aroma, con mayores rendimientos en kilogramos de cacao seco por árbol de cacao y números de árboles por hectárea, la resistencia a las condiciones ambientales y las enfermedades. La selección de materiales genéticos promisorios puede llevar varios años, antes de obtener registros comerciales, de ahí la importancia de estos estudios que determinan los distintos atributos ^(9,10).

En Colombia se cultivan los materiales universales o introducidos de diversos países como por ejemplo CCN 51, material de origen ecuatoriano con propiedades reconocidas en los cultivos a nivel mundial, por su alta productividad y adaptabilidad y que para esta

investigación es un referente porque esta descrito ampliamente en diversos estudios ⁽⁵⁾.

La caracterización de los materiales genéticos permite determinar las diferencias que presenta en los parámetros físicos como son el índice de grano y el porcentaje de cascarilla, para promover en el cultivo de cacao de variedades que presenten los mejores atributos, genéticos, sensoriales y de productividad.

En la actualidad hay renovación de plantaciones envejecidas de cacao en distintas zonas del país, especialmente la región agroecológica de la Montañas Santandereana y la zona marginal baja cafetera, además de la siembra de nuevas áreas en las regiones agroecológicas del bosque húmedo tropical y el valle interandino seco, además de sustitución de otros cultivos para incrementar la producción anual en toneladas de grano seco, según los planes del gobierno Colombiano; de otra parte estas acciones están encaminadas a mejorar la vida de las comunidades campesinas y en general los actores de la cadena del cacao.

En Colombia el cultivo de cacao es sembrado en cuatro regiones agroecológicas que se denominan:

- Valle Interandino Seco (Huila, Cesar, Cauca, Guajira, Magdalena, Sur del Tolima).
- Montaña Santandereana (Rionegro, El Playón, Landázuri, El Carmen, San Vicente de Chucurí, Región de Carare Opón).
- Zona Marginal Baja Cafetera (El Gran Caldas, Norte del Tolima, Suroeste Antioqueño, Nororiente Caldense, Occidente de Cundinamarca).
- Bosque Húmedo Tropical (Urabá, Arauca, Caquetá, Putumayo, Catatumbo, Bajo Cauca).

El cultivo de cacao es sembrado tradicionalmente bajo sistemas agroforestales, entendido como la correlación de otras especies de plantas. Esta relación es de importancia en el manteniendo el ciclo continuo de los nutrientes, formando microclimas ideales que preservan los recursos hídricos de una región.

Determinar las variables físicas del grano de cacao seco cultivado en Colombia y en particular en la región agroecológica a de la montaña Santandereana en la zona del municipio de Rionegro Santander es de trascendencia para la economía de la región que está incrementando las áreas sembradas y los planes de renovación de los cacaotales envejecidos y con altos índices de productividad y atributos especiales de sabor y aroma.

2. Metodología

2.1. Descripción de los genotipos: FSV41, FEAR 5, FLE 2 y CCN51

En Colombia los genotipos FSV41, FEAR5 y FLE2 hacen parte de varios materiales genéticos seleccionados por medio del programa SVP o Selección varietal participativa del de la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao), trabajo realizado en fincas de agricultores con investigaciones continuas por más de 10 años de evaluación, desde la selección de árboles promisorios hasta el registro de cultivares comerciales que otorga el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA.

Nuevos cultivos se implementan en Colombia con estos genotipos que presentan atributos sensoriales y rendimientos de interés para los cacaocultores, fortaleciendo el gremio con impactos económicos y sociales. En esta investigación se trabajó con tres materiales regionales y un universal que corresponde al CCN 51⁽¹⁰⁾.

El genotipo regional FSV41 o Fedecacao San Vicente 41, fue seleccionado en el año 2008 en municipio de San Vicente de Chucuri, departamento de Santander y es considerado un híbrido trinitario descritos con una productividad 1993 kilos por hectárea por año; el índice de mazorca o de fruto de 13,2 kilogramos tomado como base 12 frutos; el índice de grano de 2,0 g/ grano que es considerado un grano grande; el porcentaje de cascarilla de 11.2%, cuya valoración es mediana. Además Sensorialmente se describe como un genotipos que presenta sabor a vino, frutas maduras, sabor dulce y suave⁽¹¹⁾.

El genotipo regional FLE2 o Fedecacao Lebrija 2, es considerado un híbrido trinitario, seleccionado en el año 2002, en el municipio de Lebrija, departamento de Santander. Según la descripción presenta una productividad 1.612 kilos por hectárea por año; un índice de mazorca o fruto de 13 kilogramos tomado como base 12 frutos; el índice de grano 2,0 g/ grano que es considerado grande; el porcentaje de cascarilla de 11,54 es categorizado como mediano. De las características sensoriales esta descrito como un licor con aroma suave, afrutado y buen sabor a cacao⁽¹¹⁾.

El genotipo FEAR 5, Fedecacao Arauquita 5, seleccionado en el departamento de Arauca, en el año 2002 es un híbrido trinitario con rendimientos 1.689 kilos por hectárea por año; presenta un índice de mazorca o fruto de 17 kilogramos tomado como base 12 frutos; el índice de grano 1.62 g/ grano que es considerado de tamaño mediano; el porcentaje de cascarilla 11.5 % que se considera mediano. Las características sensoriales del licor de cacao, destaca las notas afrutadas cítricas, florales y excelente sabor a cacao⁽¹¹⁾.

El genotipo CCN 51' (Colección Castro Naranjal) es un material genético desarrollado en Ecuador por el licenciado en agronomía Homero Castro a partir de cruces entre los genotipos ICS

95 (Imperial Collage Selection) e IMC 67 (Iquitos Marañon Coleccion) en 1960 y el primer cultivo se estableció en la zona de Naranjal sur de Guayaquil. Es un material genético de alto rendimiento, resistente a enfermedades, además presenta como características la acidez y astringencia, no posee atributos especiales de sabor y aroma, pero se utiliza con éxito en las coberturas de chocolates. Presenta rendimientos 1.441 kilos por hectárea por año; Un índice de mazorca o fruto de 15 kilogramos tomado como base 12 frutos; con un índice de grano 1.6 g/grano que es considerado de tamaño mediano y con un porcentaje de cascarilla de 11.9% se considera mediano ⁽¹²⁾.

La comercialización del cacao está influida desde los procesos de cosecha y poscosecha que tienen incidencia en las buenas prácticas agrícolas y de transformación a través de procesos bioquímicos al interior del grano durante el beneficio y secado que dan los atributos particulares de aroma y sabor de los distintos materiales genéticos que se cultivan. Además, es importante en la implementación de nuevas plantaciones de cacao a partir de materiales genéticos promisorios, los parámetros físicos asociados con el índice de grano y el porcentaje de cascarilla, en la Tabla 1 se presentan como las principales variables de comercialización ⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Tabla 1. Características de los residuos.

| Característica | Alto | Medio | Bajo |
|---------------------------|------|---------|------|
| Cascarilla (%) | >13 | 11-12 | <11 |
| Índice de grano | >1.7 | 1.4-1.6 | 1.3 |
| Índice de Mazorca o fruto | >21 | 16- 20 | <15 |
| Contenido de grasa (%) | >55 | 52-55 | <52 |

Fuente Fedecacao ⁽¹⁰⁾

Esta investigación es de tipo cuantitativo con un arreglo factorial 4x3, cuatro genotipos por tres fermentaciones, para una cosecha. Para determinar las características físicas de los materiales de estudio se estableció un protocolo de seguimiento de la fermentación y el secado.

Esta actividad se realizó en la finca cacaotera llamada “la Alegría” en Santander, en una vereda que limita con el municipio de Rionegro y el municipio de Bucaramanga en Colombia.

De los materiales genéticos cultivados en esta región, se eligieron los árboles de cacao de cada genotipo evaluado que presentaran frutos sanos y suficientes (30 a 50 mazorcas o frutos de cacao). De cada uno de los materiales se recolectó un kilo de granos de cacao seco, para realizar el análisis de las pruebas físicas y para elaborar licores de cacao para evaluación sensorial. El proceso de fermentación del cacao se realizó en cajones de madera por el método de micro fermentación, que consiste aislar cada una de las muestras en empaques tipo malla e incluir las mismas en la masa de total de cacao que se fermenta, la malla permite el paso libre de los lixiviados. Con esta metodología se registra la temperatura y el pH. También se registró la remoción mecánica, de toda la masa de cacao incluyendo las muestras de la micro fermentación ⁽¹⁶⁾.

El manejo de la fermentación siguió los protocolos y guía técnica, según las recomendaciones de la Federación nacional de cacaoteros ⁽¹⁰⁾, que indica que la primera remoción de la masase realice a las 48 horas y posteriormente remociones cada 24 horas hasta completar entre 144 horas de fermentación, en total 5 volteos a las 48, 72, 96, 120 y 144 horas ^(17,18).

El proceso de deshidratación del grano de cacao se realizó sobre una estructura de secado por acción directa del sol denominada “casa Elva”, las muestras se extendieron en las bandejas de 2 por 4 metros. Para el primer día de secado las muestras por exposición directa al sol por dos horas, con volteo de la masa cada 20 minutos; el segundo día, durante cuatro horas y cada 20 minutos se realiza el volteo para el secado uniforme, para el tercer día durante 8 horas, hasta llegar a una humedad del 7% ⁽¹⁹⁾.

2.2. Índice de grano

El índice de grano de cacao para la comercialización en Colombia está determinado el peso promedio de grano en gramos, a partir de una muestra de 100 granos de cacao seco según NTC 1252 de 2013 ⁽²⁰⁾. En Colombia según Fedecacao en su guía técnica de 2016 Fedecacao Índice de grano Alto >1.7 g/ gramo medio 1.4- <1.7 g/grano y bajo < 1.4 g/grano, como lo muestra la Tabla 1 ⁽²¹⁾.

Para la determinación del índice de cascarilla cada muestra es pesada 50 granos, a los cuales se les retiró la cascarilla y se colocaron en recipientes por separados cascarilla y cotiledón,

Tabla 2. Caracterización de los principales genotipos por índice de grano cultivados en Colombia.

| Clasificación índice de grano | Genotipos |
|-------------------------------|--|
| pequeño < 1,4 | IMC 67, TSH 565, FLE 3, FSA 13 |
| medio 1,4 -1,7 | FEAR 5, ICS 95, FTA 2, FEC 2, CCN 51, ICS 1, FLE 2 |
| Alto > 1,7 | FSV 41, SCC 61, ICS 60, EET 8, ICS 39 |

Fuente: propia.

2.3. Porcentaje de cascarilla

La cáscara del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), es un subproducto de la transformación del grano de cacao en nibs de cacao y posteriormente a licor de cacao. La cáscara es retirada de los granos por procesos mecánicos después del proceso térmico del tostado.

En Colombia no existe procesos industriales de aprovechamiento de este subproducto a pesar de que se ha descrito por diversos autores los contenidos de compuestos orgánicos de interés como polifenoles (aproximadamente 1 a 2%), alcaloides como la teobromina (aproximadamente 1 a 2%), vitaminas como la D, minerales como calcio y fósforo, aminoácidos y fibras dietéticas solubles e insolubles (aprox. 25-30%) ⁽²²⁾.

Actualmente se ha incrementado estudios relacionados con este tipo de residuos y su posible utilización en nuevos productos, debido a que representan un importante componente del

posteriormente es determinado el peso de la cascarilla y del cotiledón, para calcular los porcentajes correspondientes ^(8,22,23).

Según la Guía técnica para el cultivo de cacao de Fedecacao del 2016, el porcentaje de cascarilla se clasifica en: Alto > 13 %, medio 11% < 13 %, y bajo < 11% ⁽²¹⁾. El porcentaje de cascarilla fue determinado para cada uno de los materiales genéticos en estudio. Este proceso se realiza por triplicado para generar un promedio. Como se muestra en la Tabla 2, sobre la caracterización del índice de grano de los principales materiales genéticos promovidos por Fedecacao para cultivos en Colombia.

que puede oscilar por encima de 200 kilos de cascarilla por cada tonelada de cacao en grano ⁽²⁰⁾.

La cáscara encierra el cotiledón y sobre la superficie exterior se adhiere al mucilago. Dependiendo de los materiales genéticos, la cáscara puede estar presente en porcentajes desde 11% a un 14% del peso total del grano ⁽¹⁸⁾.

3. Resultados

En los resultados de índice de grano y del porcentaje cascarilla de los genotipos de estudio evaluado para el departamento de Santander en el municipio de Rionegro evidencia que la diversidad fenotípica de las variedades del cacao que se cultiva en Colombia y que hace parte de programas de selección para implementar nuevas plantaciones y renovar gran parte de los que están establecidas con el propósito de establecer un cultivo de cacao que presente mayores

rendimiento y aporte desarrollo económico y social al país.

El material genético FSV 41, Fedecacao San Vicente (Santander) es un híbrido trinitario y presenta un índice de grano de 2 con los mayores rendimientos de importancia en la transformación a licor de cacao y subproductos, como se muestra en la Figura 1a. Además de tener unas características de “fino de sabor y aroma” de interés para la industria del cacao.

El índice de grano del FSV 41 es de interés para los mercados por los atributos, tanto físicos sensoriales y de adaptabilidad a distintas zonas agroecológicas de Colombia en donde se cultiva el cacao, en la actualidad haya programas para

renovar más de 70 mil hectáreas. De los materiales genéticos estudiados el FSV 41 es el que presenta el mayor índice de grano y está incluido para las nuevas plantaciones del país.

El genotipo FLE 2, Fedecacao Lebrija (Santander) es un Híbrido trinitario que presentó un índice de grano de 1.8. Para este estudio disminuye el índice de grano, según la clasificación reportada por Fedecacao. Esta variación se considera normal porque inciden factores ambientales, la temporada de la cosecha y de circulación de nutrientes entre otros variables. El material genético FLE 2, presenta características ideales en cuanto a su rendimiento como se indica en la Figura 1b.

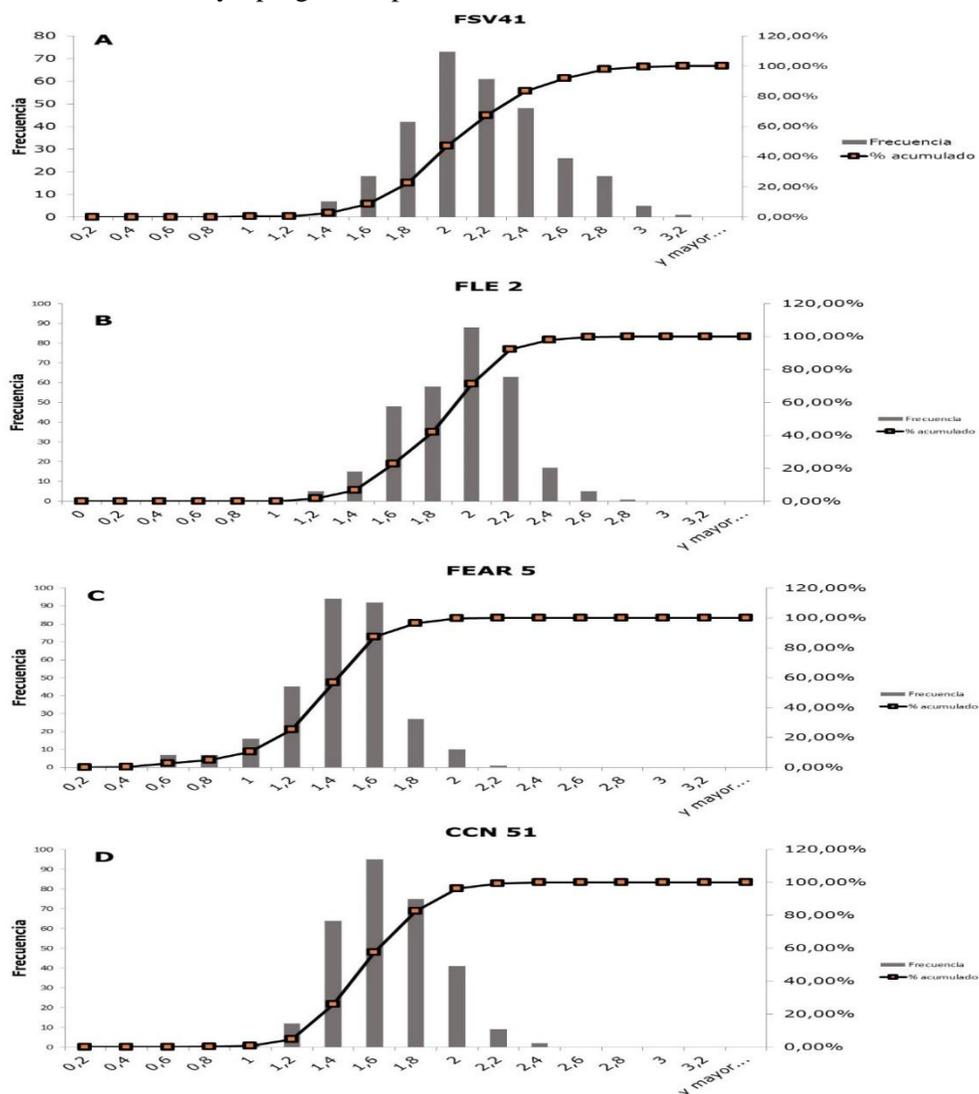


Figura 1. Caracterización índice de grano para genotipos (a) FSV41 (b) FEAR5 (c) FLE2 (d) CCN51. Fuente: propia

En cuanto a el genotipo FEAR 5, Fedecacao Arauquita (Arauca) Híbrido trinitario presenta, presenta el valor más bajo de índice de grano de 1.6 que se considera un tamaño mediano, como se presenta en el Figura 1c. Este material genético, según estudios de Fedecacao presenta índice de grano más grande en comparación al obtenido en esta investigación, esto puede ser concordante a otros estudios en donde influye las condiciones ambientales en la expresión de este atributo.

El material genético CCN 51, Colección Castro Naranjal (Ecuador) es un material universal de características conocidas en los distintos lugares del mundo en donde se cultiva y presenta como principales características, altos rendimientos y resistencia a patógenos como la Monilia (*Moniliophthora roreri*). El genotipo CCN 51, presentó un índice de grano de 1.5, consistente con la clasificación realizada por Fedecacao, como se muestra en el Figura 1d.

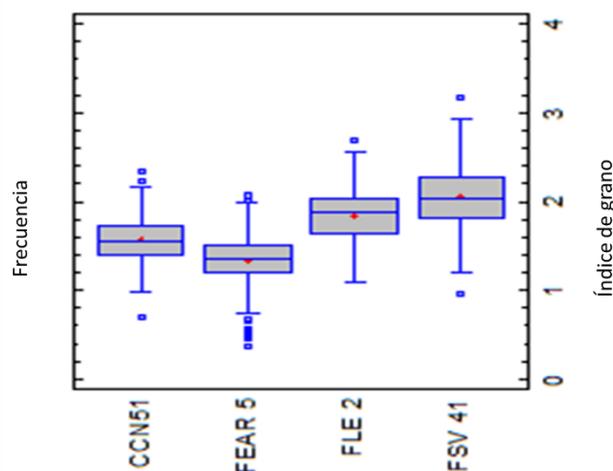


Figura 2. Índice de grano para los clones CCN51, FEAR5, FLE2 y FSV41. Fuente: propia

El índice de grano que es un parámetro importante en la comercialización por los altos rendimientos de licor de cacao por los materiales genéticos FLE2 y FSV41, los cuales tienen un

comportamiento de tamaño alto como se muestra en la Tabla 1 y la guía técnica para el cultivo de cacao de la Federación de cacaoteros (Fedecacao). Este comportamiento se puede sustentar en estudios realizados en San Vicente de Chucuri, y en las cuatro regiones productoras en Colombia^(18,24).

Los genotipos de cacao FSV41 y CCN51 están cerca al estándar de grano alto, el FLE2 tiene una tendencia a medio bajo y el FEAR 5 a medio alto. De igual forma este comportamiento es similar al de estudios en otras zonas del país^(17,18).

El índice de cascarilla de los materiales genéticos en estudio presentó los siguientes resultados para el análisis por triplicado de 50 granos por cada de los materiales genéticos FSV 41, FEAR 5, FLE 2 y CCN 51. En la Figura 3, se presentan los resultados para el porcentaje de cascarilla y se puede apreciar que el FEAR 5 presenta el porcentaje más alto cerca al 15%, este índice no concuerda con la clasificación realizada por Fedecacao. Estas variaciones pueden presentarse por condiciones ambientales.

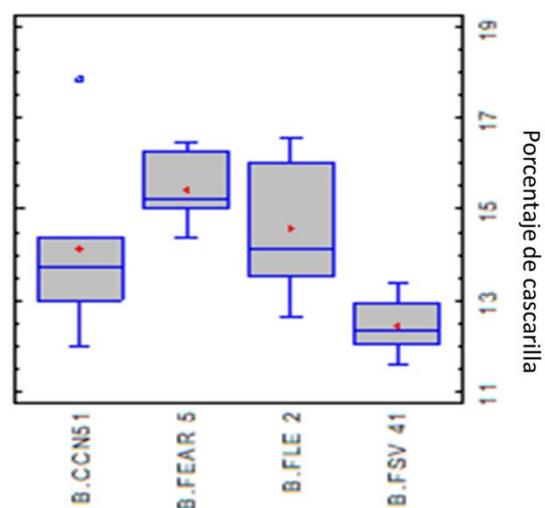


Figura 3. Porcentaje de cascarilla para los clones CCN51, FEAR5, FLE2 y FSV41. Fuente: propia

De este resultado se destaca que el genotipo FSV 4, que presenta un índice de grano mayor y menor porcentaje de cascarilla destacándose como un material ideal por su rendimiento. Otro resultado de interés presenta esta tendencia como por ejemplo para el FLE2, y el FEAR5. El genotipo CCN 51 es un material genético de referencia y conserva las descripciones realizadas como genotipo universal, este comportamiento se ha obtenido de igual manera en estudios similares ^(18,24). En la Figura 3 se presenta un análisis de componentes principales de acuerdo con la clasificación establecida por Fedecacao ⁽²¹⁾.

4. Conclusiones

Dentro de los parámetros físicos y químicos, que establece la NTC 1252 para el cacao en grano se aplican en este estudio el índice de cacao y el porcentaje de cascarilla, como parámetros de importancia comercial y de transformación a licor de cacao. Para este trabajo la fermentación de los genotipos de estudio FSV 4, FEAR FLE 2 y CCN 51, se realizó por micro fermentación que es un método para separar las muestras de interés, las cuales se fermentan en la masa total de cacao de la cosecha para evitar la mezclas.

Los resultados que arrojo esta investigación conservan concordancia con los reportes realizados por Fedecacao, aunque se presenta pequeñas variaciones para los genotipos FEAR5, FLEA 2 y CCN 51 presentan un índice de grano mediano entre 1.4 – 1.7, pero en el caso del FLE 2, presenta un índice de grano grande. al igual que el CCN 51 con un valor de índice de grano de 1.8.

Del porcentaje de porcentaje de cascarilla para los genotipos en estudio destaca el genotipo FSV 41 con el 11% que es el valor más bajo y a su vez este genotipo es el que presenta el mayor

índice de grano, para los otros materiales genéticos se destaca el 14% del CCN 51 y del FEAR 5. Para el caso del FLE 2, presenta valores más altos de porcentaje de cascarilla. En general estos materiales genéticos son ideales para la transformación del grano en materia prima como el licor de cacao, manteniendo sus rendimientos óptimos para la industria del cacao.

5. Agradecimiento

Para el desarrollo de esta fase del proyecto Evaluación de la calidad física y sensorial del cacao de los genotipos FSV 41, FEAR5, FLE2 y CCN51, producido en la zona del municipio de Rionegro Santander, ha sido muy importante la unión por medio de un convenio de cooperación entre la Federación Nacional de cacaoteros Fedecacao y la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD, por lo que los autores expresan su agradecimiento a ambas entidades.

6. Referencias

- (1) Lachenaud P, Motamayor JC. The Criollo cacao tree (*Theobroma cacao* L.): a review. *Genet Resour Crop Evol.* 2017;64(8).
- (2) Afoakwa EO. *Chocolate Science and Technology.* 2016. 550 p.
- (3) Ajmal PM, Suma B, Minimol JS, Sujith SS. Genetic Variability Estimate of Selected Criollo X Forastero Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Hybrids. *Adv Life Sci.* 2016;5(518):7400–2.
- (4) Dand R. *The international cocoa trade.* Philadelphia; 2011.
- (5) José M VR, Alexandre AS, Lucas QF, Alberto GJ. 76 @LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AS QUALITY PARAMETERS IN THE FERMENTATION OF CLONES OF COCOA CCN51, TSC01.

- (6) Lanaud C, Motamayor J-C, Risterucci AM. Implications of new insight into the genetic structure of *Theobroma cacao* L. for breeding strategies. Proc Int Work New Technol Cocoa Breeding Kota Kinabalu, Malaysia 16-17th Oct 2000. 2001;Kota Kinab(October):93–111.
- (7) Arevalo M, Gonzáles D, Maroto A S, Delgado T, Rodrí M, Guez P. Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas. 2017.
- (8) Stevenson C, Corven J, Villanueva G. Manual para análisis de cacao en laboratorio. Iica-Procacao. 1993;68.
- (9) Castellanos OA, Contreras N, Mejía L, Toloza J. Evaluación, introducción y multiplicación de arboles elite de cacao como estrategia de productividad para el nororiente colombiano. 1999;1–34.
- (10) Fedecacao. Guía Técnica para el Cultivo del CACAO Quinta Edición. 2012.
- (11) Fedecacao. Guía Técnica para el cultivo del Cacao. 2015;240
- (12) Boza EJ, Motamayor JC, Amores FM, Cedeño-Amador S, Tondo CL, Livingstone DS, et al. Genetic characterization of the cacao cultivar CCN 51: Its impact and significance on global cacao improvement and production. J Am Soc Hortic Sci. 2014;139(2):219–29.
- (13) Edición Q. Guía Técnica para el Cultivo del CACAO. 2012.
- (14) ADM Cocoa. De Zaan Cocoa & Chocolate Manual. Manual. 2009;1–171.
- (15) Phillips-Mora W, Arciniegas-Leal A, Mata-Quirós A, Motamayor-Arias J. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Serie técnica - Manual técnica 105. 2012. 70 p.
- (16) Schwan RF, Wheals AE. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. Crit Rev Food Sci Nutr. 2004;44(4):205–21.
- (17) Lucas QF, Salomón GC, Alberto GJ, Nubia M. Perfil sensorial del Clon de cacao (*Theobroma cacao* L) CCN51 (primera cosecha de 2015). 2015;51(1):60–5.
- (18) Castelblanco LFQFSG, Guerrero, Martínez AGJ& N. Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia santandereana mountain , Colombia. Rev Investig Agrar y Ambient. 2015;Volumen 6:253–66.
- (19) Arias L, Diaz P, Pozzo L. Estudio preliminar de propiedades fisicoquímicas y sensoriales de mieles florales del Delta medio e inferior del Río Paraná como herramienta para su caracterización. 2019;
- (20) NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1252. 2012.
- (21) Edición Q. Guía Técnica para el Cultivo del CACAO. 2012.
- (22) ADM Cocoa. De Zaan Cocoa & Chocolate Manual. Manual. 2009;1–171.
- (23) Ramos NC. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Iniap. 2008;12:10.
- (24) Quintana Fuentes LF, García Jerez A, Moreno Martínez E. Perfil sensorial de cuatro modelos de siembra de cacao en Colombia. Entramado. 2018;14(2):256–68

