

Impacto del índice de grano de tres materiales genéticos regionales de cacao en el rendimiento productivo

Alberto García Jerez¹, Lucas Fernando Quintana Fuente²

Resumen

En este trabajo se han evaluado características físicas del grano de cacao de gran importancia desde el punto de vista de productividad y rendimiento en el momento de su procesamiento, como lo son el índice de grano y porcentaje de cascarilla. Los análisis se realizaron durante los meses de marzo a junio durante los meses de la pandemia del COVID -19. En Colombia la región con mayor producción de cacao es la denominada montaña santandereana, que se ubica entre los pisos térmicos cálido y templado donde se cultiva cacao entre los 200 a 1200 msnm. en los departamentos de Santander y Norte de Santander. El seguimiento y análisis de las dos variables se registró en la cosecha principal del 2019 para los clones FSV41, el FEAR 5, el FLE 2 y como referencia el CCN51, se determinó el índice de grano y porcentaje de cascarilla de acuerdo con la metodología establecida, teniendo como resultado que los clones evaluados tienen un índice de grano medio y un porcentaje de cascarilla medio

Palabras claves: Theobroma, variedad, calidad, producción.

The selection of candidates for sensory evaluator to determine the quality of the cocoa liquor.

Abstract

In this work, physical characteristics of the cocoa bean of great importance from the point of view of productivity and yield at the time of processing have been evaluated, such as bean index and percentage of the shell. The analyses were carried out from March to June during the months of the COVID -19 pandemic. In Colombia, the region with the highest cocoa production is the so-called Santandereana mountain, which is located between the warm and temperate thermal floors where cocoa is grown between 200 and 1200 meters above sea level in the departments of Santander and Norte de Santander. The monitoring and analysis of the two variables were recorded in the 2019 main harvest for the FSV41 clones, the FEAR 5, the FLE 2, and as a reference, the CCN51, the bean index, and the percentage of husk were determined

¹ Biólogo, Universidad Industrial de Santander. Magíster en desarrollo sostenible y medio ambiente, Universidad de Manizales. Docente-investigador del grupo: GUIAUNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD- de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección carrera 27 #40-43, PBX:6358577. Correo electrónico institucional: alberto.garcia@unad.edu.co

² Ingeniero de Alimentos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-. Magíster en Ingeniería en sistemas de calidad y productividad, Politécnico de Monterrey; Magíster en ciencia y tecnología de alimentos universidad de Pamplona. Docente-investigador del grupo: GUIAUNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD- de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección carrera 27 #40-43, PBX:6358577. Correo electrónico institucional: lucas.quintana@unad.edu.co

according to the established methodology, having as a result that the evaluated clones have a medium bean index and a medium husk percentage.

Palabras claves: Theobroma, variety, quality, production

Introducción

El cacao *Theobroma cacao* L., es un árbol que tiene origen en la parte alta de la cuenca del río Amazonas en América del Sur. entre las que se destaca la *Theobroma* y la subespecie *Theobroma cacao* [1], [2]

Es un árbol cauliflora, las flores y el fruto crecen sobre el tronco y tallos principales, además este se ha catalogado como una baya grande que se denomina “mazorca” con dimensiones que varían en los distintos materiales genéticos (entre 15 a 30 centímetros de largo y de 7 a 10 centímetros de grueso). Los granos presentan una estructura con 5 filas en donde encontramos las semillas, de acuerdo con los 5 lóculos que posee el ovario, y su color tiene unas tonalidades que van desde el color blanco cremoso, moteado, violeta o morado [2]

La baya es gruesa y presenta surcos que van a lo largo de punta a punta y que pueden ser una característica fenotípica de importancia al igual del color que presenta durante la madurez entre los distintos materiales genéticos.

De acuerdo con el material genéticos el fruto puede contener de 30 a 40 semillas que están envueltas en la pulpa que se denomina mucilago del cacao. Las semillas de cacao es la materia prima que, mediante procesos bioquímicos y físicos de la poscosecha, el tostado y la molienda se transforma en licor de cacao, materia prima de la industria del chocolate y de la manteca de cacao.

La semilla está formada por dos cotiledones y el embrión. Las semillas de cacao no conservan su viabilidad de germinar después de ser cosechadas, se consideran semillas recalcitrantes, caracterizada por pérdida de latencia de la semilla, la cual es sensible pérdida de agua se 20 a 30%, a bajas temperaturas y la desecación el cotiledón. [1], [3]

El objetivo de este trabajo tiene como propósito determinar el índice de grano y de cascarilla de los materiales genéticos FSV41, el FEAR 5, el FLE 2 y CCN51, los cuales esta cultivados en el municipio de Rionegro Santander.

Estado del Arte

En las propiedades del grano de cacao influye los factores genéticos, ambientales, los procesos de transformación del grano y las cualidades particulares de los cultivos en cada región cacaotera del país. La caracterización de los atributos del cacao se determina en un laboratorio de evaluación sensorial, de acuerdo con los parámetros físicos, químicos y sensoriales del grano y del licor de cacao. Todo esto enmarcado en el cumplimiento de normas técnicas nacionales, guías técnicas colombianas del Icontec y las disposiciones de legales vigentes en Colombia. [4], [2],

La NTC 1252 establece el parámetro del índice de grano para el cacao, que permite determinar el peso promedio de los granos en gramos. Se procede con 100 granos de cacao con la cáscara y sin tostar, se pesan los granos uno a uno con una balanza analítica, en condiciones controladas de laboratorio, y luego se realiza la suma de valores cuyo total se divide en 100. [5].

Tabla 1.

Requisitos físicos y químicos del grano de cacao según NTC 1252 DE 2013.

Requisitos físicos y químicos del grano de cacao	Cacao			Cacao especial	
	Premio	Corriente	Pasilla	Premio	Corriente
Granos bien fermentados, número de granos/100 granos, mínimo.	65	65	60	70	65
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos, máximo.	34	32	37	29	32
Masa (peso), en g/100 granos	> 120	100-120	40-60	> 120	105 - 120
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7,5	7,5	7,5	7	7,5
Grano de cacao de bajo peso en % (m/m), máx.	10	30	N/A	0	0

La cáscara de los granos de cacao es un subproducto en la transformación a licores de cacao y chocolate. Se retira del grano de cacao durante el proceso térmico de tostado o torrefacción. 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 12% a un 14% del peso total del grano [6]

La cascarilla cuenta con una cantidad importante de sustancias que se consideran benéficas para la salud humana, se han reportado polifenoles en concentraciones (1–2%), alcaloides como la teobromina (1–2%), Vitamina D, minerales (calcio y fósforo), aminoácidos, y fibras dietéticas solubles e insolubles (25-30%) [7]

El porcentaje se puede establecer a partir de 50 granos al azar. De cada grano es retirada y pesada la cascarilla. Igual aplica para los granos desnudos que se convierten en nibs de cacao o pequeños fragmentos que se forman por los surcos y se dan durante la fermentación. Este proceso se realiza por triplicado para generar un promedio del porcentaje de cáscara [8][7][5]

La cascarilla es un alto porcentaje (11-14 %) de residuo en las plantas procesadoras de cacao tanto en Colombia como a nivel mundial, se toma una tonelada de grano de cacao de 100 a 140 kilogramos corresponde a cascarilla. Esto valores fluctúa de acuerdo con el material genético del cacao que se cultiva. Actualmente han aumentado estudios relacionados para este tipo de

residuos y su posible utilización, debido a que éstos representan un importante componente de los residuos agrícolas y desechos agroindustriales en el mundo, constituyendo una buena fuente de recursos renovables y energía. [5]

Metodología

El desarrollo del proceso se llevó a cabo en la vereda el Aburrído, Finca la Alegría en Santander, se tomaron muestras por triplicado de los clones en estudio FSV41, FLE2, FEAR 5 y CCN51, y estas muestras fueron sometidas al proceso de fermentación y secado. Esta investigación es de tipo cuantitativo con un arreglo factorial 4x3x1, cuatro clones por tres fermentaciones, por una cosecha.

Fermentación y Secado

La cosecha es el proceso de tomar los frutos y llevarlos al centro de beneficio en donde se realiza la fermentación de los granos de cacao gracias a azúcares que se encuentra en el interior del fruto en el mucilago y que forma la pulpa del cacao. Los frutos de fractura con métodos físicos y de se extrae el contenido un recipiente rectangular de madera en donde se realiza la fermentación. Para obtener el cacao de interés de esta investigación se cosecharon por cada genotipo de cacao 50 mazorcas y el proceso de fermentación, se realizó a través de micro fermentación, que consiste en colocar los granos de cacao en bolsas de maya especial con orificios, que permitieron el drenado de los jugos y el contacto de la muestra con la masa total de fermentación que se encuentra en el cajón cuyo peso puede variar de 80 a 100 kilogramos [9]

El manejo de la fermentación se hizo siguiendo las indicaciones de Fedecacao (2004, 2012), que recomienda la primera remoción de la masa a las 48 horas y posteriormente remociones cada 24 horas hasta completar entre 140 y 144 horas de fermentación, en total 4 volteos a las 48, 72, 96, 120 y 144 horas si es necesario [6]

El proceso de secado se realizó por exposición directa al sol, para el primer día de secado las para muestras se expusieron al sol por dos horas, haciendo remociones de la masa cada 20 minutos, al segundo día, durante cuatro horas, haciendo re- mociones cada 20 minutos, para el tercer día durante todo el día, es decir más o menos 8 horas, hasta llegar a una humedad del 7%. [10]

De acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1252 de 2012 se realizaron los siguientes análisis:

Índice de grano

De cuatro muestras de 300 granos escogidos al azar, se pesó cada grano de cacao y se calculó un promedio, este promedio se dividió en 100 y el valor fue el índice de grano de cada una de los clones [5], [8], [11],

El tamaño del grano se define por medio del recuento de granos y generalmente se expresa por el número de granos por 100 g.

Para este protocolo de grano la ISO 2547 de 2017 establece la siguiente clasificación:

- a) Granos de tamaño normal: recuento de granos de menos o igual a 100.
- b) Granos de tamaño mediano: recuento de granos de 101 a 110.
- c) Granos de tamaño pequeño: recuento de granos de 111 a 120.
- d) Granos de tamaño muy pequeño: recuento de granos mayor de 120.

En Colombia Fedecacao es la federación del gremio de cacao cultores y establece en la guía técnica de 2016, establece que Índice de grano Alto >1.7 g, medio $1.4 < 1.7$ g y bajo < 1.4 g [12].

Porcentaje de cascarilla

De cada muestra se tomaron y pesaron 50 granos, a los cuales se les retiro la cascarilla y se colocaron en recipientes separados cascarilla y cotiledón, posteriormente se pesaron cascarilla y cotiledón, con estos datos se halló el porcentaje de cascarilla teniendo en cuenta el dato del peso inicial de los 50 granos [13], [8], [7].

Según Guía técnica de Fedecacao del 2016 el porcentaje de cascarilla se clasifica en: Alto > 13 %, medio 11 a < 13 %, y bajo > 11 % [12].

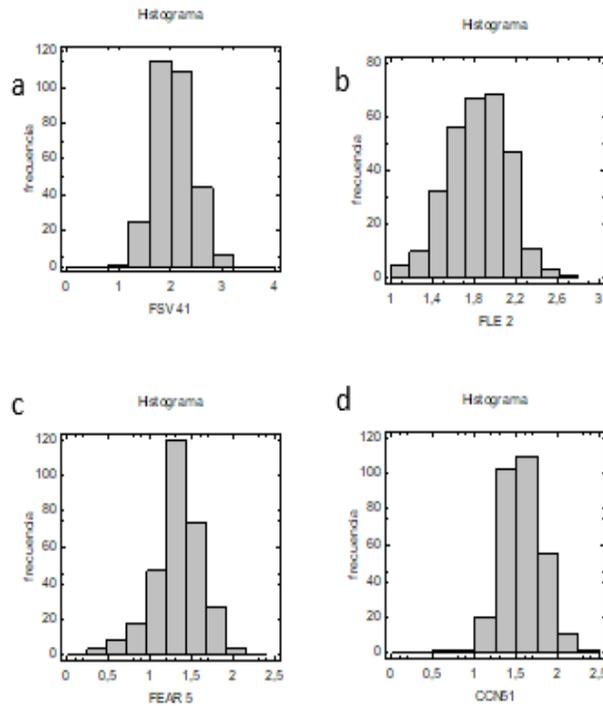
Resultados y Discusión

Índice de grano

Los siguientes resultados que se presentan en la figura 1, y que corresponde a cada uno de los materiales genéticos y corresponde al histograma generado para cada uno de ellos para 300 granos. FSV41, FLE2, FEAR5 y CCN51 respectivamente.

Figura 1.

Caracterización índice de grano para los clones FLE2, FSV41, FEAR5 y CCN51.

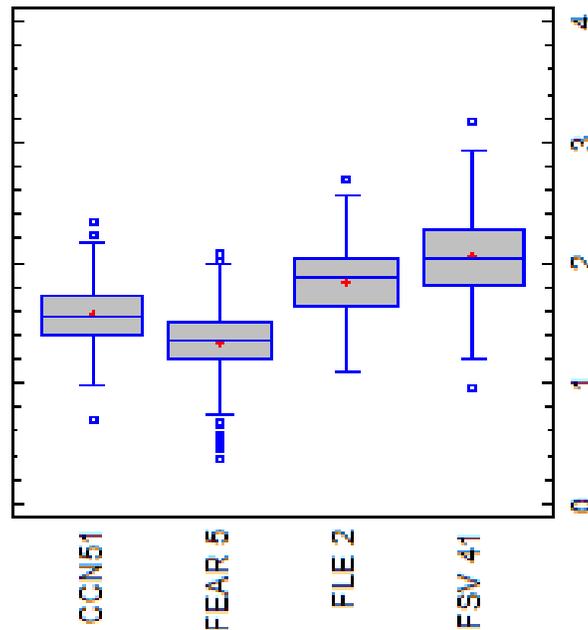


En la figura 1 a se observa el comportamiento de los granos de cacao para el FSV41 figura 1a, la mayor parte de la muestra presenta un peso de 2 gramos, de igual forma en la figura 1b se observa un comportamiento similar para el FLE2, en la figura 1c correspondiente FEAR5 el mayor peso es 1.4 gramos. Para el CCN51 es 1.5 gramos, como se puede apreciar en la gráfica 1d.

En la figura 2 se presenta el comportamiento comparando los diferentes clones en un diagrama de cajas y bigotes.

Figura 2.

Diagrama de cajas y bigotes índice de grano para los clones CCN51, FEAR5, FLE2 y FSV41



En la figura 2 se aprecia que el FLE2 y FSV41 tienen un comportamiento cercano a grano con tamaño mediano como se establece en la guía técnica de Fedecacao, este comportamiento se puede comparar con estudios realizados en San Vicente de Chucuri, y cuatro regiones productoras en Colombia [6][14].

La figura 3 muestra un análisis de componentes principales ACP en donde se ubica la tendencia de cada genotipo analizado de acuerdo a la clasificación de Fedecacao [12].

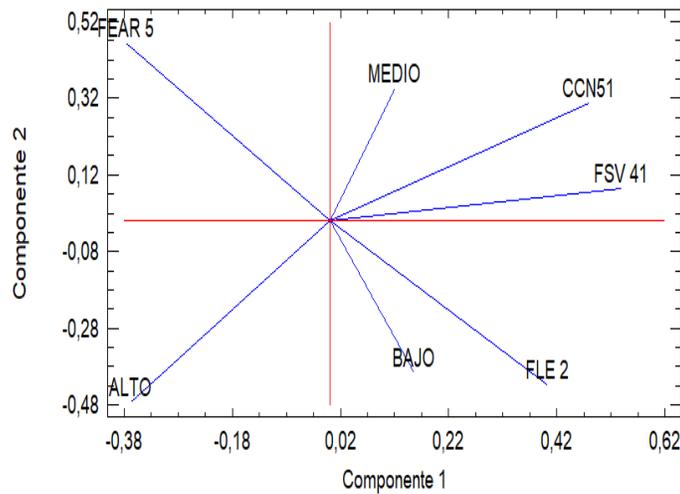


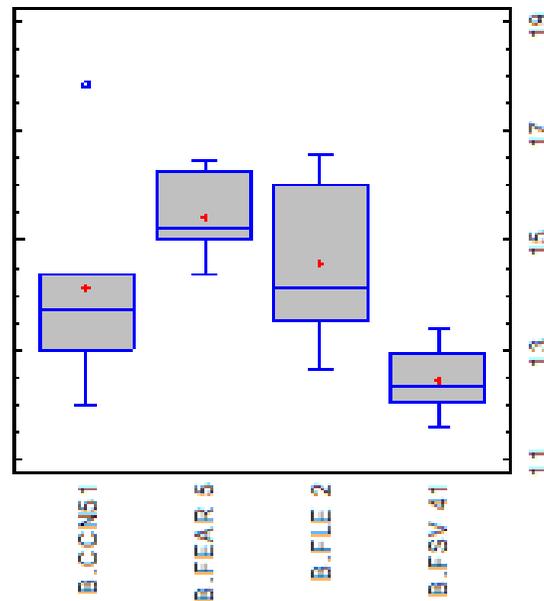
Figura 3. ACP índice de grano para los materiales FEAR5, CCN51, FSV41 y FLE2.

La figura 3 nos muestra que los clones FSV41 y CCN51 están cerca al estándar de grano medio, 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 [15][6].

El otro índice importante que fue analizado arrojó los siguientes resultados para el análisis por triplicado de 50 granos por cada clon, en la figura 4 se presentan los resultados para el porcentaje de cascarilla para cada uno de ellos.

Figura 4.

Diagrama de cajas y bigotes porcentaje de cascarilla para los materiales genéticos CCN51, FEAR5, FLE2 y FSV41

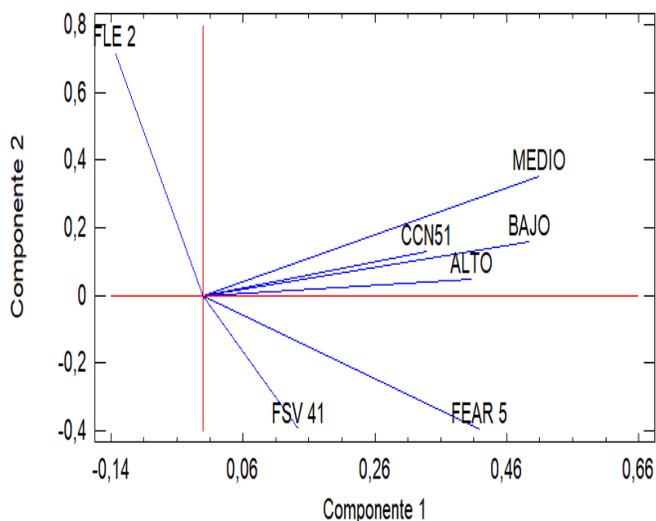


En la figura 4 se observa un comportamiento inverso al índice de grano, es decir a menor índice de grano mayor porcentaje de cascarilla, observándose que el genotipo FSV41 tiene un menor porcentaje de cascarilla, seguido del FLE2, y el FEAR5, el CCN51 genotipo de referencia se mantiene igualmente en un rango intermedio, este comportamiento se ha obtenido de igual manera en estudios similares [6], [14].

En la figura 5 se presenta un análisis de componentes principales de acuerdo a la clasificación establecida por Fedecacao [12]

Figura 6.

ACP porcentaje de cascarilla para los clones FEAR5, CCN51, FSV41 y FLE2.



De acuerdo con la gráfica 5 se tiene entonces que los clones FSV41, FEAR5 están agrupados cerca de la clasificación de alto porcentaje y el FLE 2 a la clasificación de medio, el genotipo de referencia tiene tendencia a la clasificación de medio bajo.

Conclusiones

El índice de grano como factor de productividad estudiado es referente al logro en planta de cacao con mayores rendimientos, en parámetros de importancia para los procesos de tostado y molido que permita lograr los mejores rendimientos en la obtención del licor de cacao.

Para las variedades de cacao de este estudio son notorias las diferencias, se encuentra al material genético de cacao FSV41 con un índice de grano alto superior a 2 g, el CCN 51 un material de índice de grano medio entre 1,6 que coincide con datos de otras regiones y 1,6 a 1,8. Para las variedades FEAR5 y FLE2 presenta un rendimiento similar a valoraciones previas establecidas en la caracterización de estos materiales realizada por Fedecacao y que coincide con los resultados obtenidos.

El porcentaje de cascarilla como indicador de rendimiento está dentro de lo esperado y así no se afectará al comprador que procesa el cacao para producir chocolate de mesa o chocolatinas manteniendo sus rendimientos internos en norma sin ser afectado económicamente.

El cacao es un árbol que ha tenido la versificación de materiales genéticos alrededor del mundo, algunas de estas selecciones presentan resistencia a las enfermedades, otras con rendimientos altos por hectárea cultivada, también se ha favorecido la presencia de atributos finos

de sabor y aroma, así como otros rasgos particulares de sabor y aroma a frutales, nuez entre otros de importancia para comercializadoras internacionales. Para Colombia es importante el rendimiento del grano en la obtención del licor de cacao y materiales genéticos que presenten alrededor de 2 gramos, tienen aceptabilidad en el mercado nacional presentando un impacto positivo para las comunidades productoras.

Agradecimientos

Para el desarrollo de esta fase del proyecto Evaluación de la calidad física y sensorial del cacao de los clones FSV41, FEAR5, FLE2 y CCN51, producido en la zona del municipio de Rionegro Santander. ha sido muy importante la unión por medio de convenio de cooperación entre Fedecacao y la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD, por lo que los autores expresan su agradecimiento a ambas entidades.

Bibliografía

- [1] P. Lachenaud and J. C. Motamayor, “The Criollo cacao tree (*Theobroma cacao* L.): a review,” *Genet. Resour. Crop Evol.*, vol. 64, no. 8, 2017, doi: 10.1007/s10722-017-0563-8.
- [2] J. C. Motamayor, a M. Risterucci, P. a Lopez, C. F. Ortiz, a Moreno, and C. Lanaud, “Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas.,” *Heredity (Edinb)*., vol. 89, no. 5, pp. 380–386, 2002, doi: 10.1038/sj.hdy.6800156.
- [3] N. Badrie, F. Bekele, E. Sikora, and M. Sikora, “Cocoa Agronomy, Quality, Nutritional, and Health Aspects,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 55, no. 5, pp. 620–659, 2015, doi: 10.1080/10408398.2012.669428.
- [4] W. Phillips-Mora, A. Arciniegas-Leal, A. Mata-Quirós, and J. Motamayor-Arias, *Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales*. 2012.
- [5] “NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1252,” 2012.
- [6] L. F. Q. F. S. G. Castelblanco, Guerrero, and A. G. J. & N. Martínez, “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.*, vol. Volumen 6, pp. 253–266, 2015.
- [7] ADM Cocoa, “De Zaan Cocoa & Chocolate Manual,” *Manual*, pp. 1–171, 2009.
- [8] C. Steverson, J. Corven, and G. Villanueva, “Manual para analisis de cacao en laboratorio.” 1993.
- [9] R. F. Schwan and A. E. Wheals, “The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality.,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 44, no. 4, pp. 205–221, 2004, doi: 10.1080/10408690490464104.
- [10] L. Arias, P. Diaz, and L. Pozzo, “Estudio preliminar de propiedades fisicoquímicas y sensoriales de mieles florales del Delta medio e inferior del Río Paraná como herramienta para su caracterización,” 2019.
- [11] “Cacao en Grano Requisitos de Calidad de la Industria Apr 2016_es.”
- [12] Q. Edición, “Guía Técnica para el Cultivo del CACAO,” 2012. [Online]. Available: www.fedecacao.com.co.

[13] N. C. Ramos, “Estación Experimental Santa Catalina. INIAP,” *Iniap*, vol. 12, p. 10, 2008, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[14] L. F. Quintana Fuentes, A. García Jerez, and E. Moreno Martínez, “Perfil sensorial de cuatro modelos de siembra de cacao en Colombia,” *Entramado*, vol. 14, no. 2, pp. 256–268, 2018, doi: 10.18041/1900-3803/entramado.2.4756.

[15] Q. F. Lucas, G. C. Salomón, G. J. Alberto, and M. Nubia, “Perfil sensorial del Genotipode cacao (*Theobroma cacao* L .) CCN51 (primera cosecha de 2015),” vol. 51, no. 1, pp. 60–65, 2015.

