

Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia)

Sensorial evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivated in the southern region of Bolivar department (Colombia)

Avaliação sensorial do cacau (Theobroma cacao L.) cultivado na região sul do departamento de Bolivar (Colômbia)

Johana Andrea Guzmán Duque¹ & Sonia Liliana Gómez Prada²

¹Ingeniera de alimentos, Joven Investigadora Colciencias. ²Ingeniera de alimentos, Especialista en Evaluación Sensorial Alimentaria, Magister en Ciencias de la Educación

^{1,2}Programa de Ingeniería Química, Línea de Investigación en Procesos Agroindustriales. Facultad de Ingeniería, Arquitectura, Artes y Diseño. Universidad de San Buenaventura, Seccional Cartagena. Calle Real de Ternera No. 30-966 - PBX 653 5555 - Fax 653 9590. Colombia.

¹ingenieraguzman@gmail.com ²sgomez@usbctg.edu.co

Resumen

El departamento de Bolívar (Colombia) presenta condiciones aptas tanto agrícolas como culturales para el desarrollo productivo de cacao de fino aroma. Esta actividad ofrece una oportunidad conveniente para su desarrollo sostenible, económico y de proyección social. La presente investigación evaluó las características sensoriales del cacao *Theobroma cacao* L. en seis municipios del sur de Bolívar para determinar atributos propios y diferencias significativas entre estas regiones; para esto se realizó un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao, de los clones más representativos de cada municipio. El proceso se llevó a cabo con 18 jueces capacitados para detectar, describir y discriminar propiedades sensoriales en el cacao, quienes evaluaron las muestras a través de cuatro pruebas sensoriales específicas diseñadas para realizar la caracterización organoléptica del cacao de Bolívar, seleccionando para este fin

las pruebas descriptivas de perfil de sabor y análisis cuantitativo y las pruebas discriminativas de ordenamiento y escalar de control. El análisis físico y sensorial del grano reveló la correlación entre las condiciones agroecológicas y tecnológicas (especialmente aquellos que tienen que ver con las operaciones de fermentación y/o beneficio) con las cualidades sensoriales que éste posee en sus atributos de sabor y aroma.

Palabras clave: percepción, evaluación sensorial, cacao, beneficio, calidad.

Abstract

Bolivar department (Colombia) presents competent conditions as agricultural as cultural conditions for the productive development of fine aroma cacao. This activity offers a convincing opportunity for its sustainable development, economic

development and social projection. The following research evaluated the sensorial characteristics of cacao *Theobroma cacao* L. in six regions in the southern part of Bolívar in order to determinate its own attributes and significant differences between these regions. For this purpose, a dry grains and cacao pods sampling was carried out, from the most representative clones of each region. The process was carried out with 18 judges trained to detected, describe and discriminate sensorial properties of cacao, who evaluated the samples through four sensorial test specifically designed to make the organoleptic characterization of cacao from Bolívar, selecting for his goal the descriptive test of taste and quantitative analysis and the discriminative arranging test and the control scaling. The physical and sensorial ground analysis revealed the correlation between the agro-ecological and technological conditions (especially those related with fermentation operations and/or benefit) with sensorial qualities that this one possesses in its taste and aroma attributes.

Key-words: perception, sensorial evaluation, cacao, benefit, quality

Resumo

O departamento de Bolívar (Colômbia) tem apropriadas as condições agrícolas e culturais para

o desenvolvimento produtivo do cacau de fino aroma. Esta atividade fornece uma oportunidade conveniente para projeção de desenvolvimento econômico e social sustentável. Este estudo avaliou as características sensoriais de cacau *Theobroma cacao* L. em seis municípios do sul de Bolívar para determinar os atributos e diferenças significativas entre estas regiões. Foi feita uma amostragem de grãos secos e frutos de cacau dos clones mais representativos cada município. O processo foi conduzido com 18 juizes treinados para identificar, descrever e discriminar propriedades sensoriais em Cocoa, que avaliaram as amostras através de quatro testes sensoriais específicas destinadas a realizar caracterização sensorial do cacau de Bolívar, a seleção para esta finalidade foi com testes descritivos do perfil de sabor, análise quantitativa, testes discriminativos e sistema de controle de escala. Análise física e sensorial do grão mostrou a correlação entre condições agro-ecológicas e tecnológicas (especialmente aqueles que têm a ver com as operações de fermentação e / ou lucro) com as qualidades sensoriais de que dispõe em seus atributos de sabor e aroma.

Palavras-chave: percepção, avaliação sensorial, cacau, lucro, qualidade

Introducción

Los tipos de cacao comercial cultivado en Colombia, se han clasificado en diferentes grupos por varios autores como Morris, Hart, Preus, Van Hall & Chessman citado por Corpoica (1981). En 1932, apareció por primera vez la clasificación de C.J.J. Van Hall quien aceptó las dos clases creadas por Morris considerándolas lógicas y prácticas; dividió además el grupo forastero en cuatro subgrupos, quedando su clasificación así:

Clase I. Criollos

Clase II. Forasteros

1. Frutos con surcos profundos, superficies verrugosas, alargados, con constricción cerca de la base, Angoleta.
2. Frutos ovalados, surcos profundos, superficie verrugosa, constricto cerca de la base, Cundeamor
3. Frutos con surcos poco profundos, superficie algo verrugosa o lisa, anchura mayor que a mitad de la longitud; con o sin constricto cerca de la base, Amelonado.

4. Frutos con surcos muy superficiales, superficie lisa, ancho igual a $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ de longitud, Calabacillo.

Siguiendo pues la clasificación de Van Hall (1932), se distinguen en Colombia dos grupos Comerciales, los Criollos y los Forasteros (Corpoica, 1981). Sin embargo, han sido admitidas universalmente tres variedades de cacao: Criollo, Trinitario y Forastero, con ocho variedades exploradas. Estudios más recientes (Motamayor *et al.*, 2008), sugieren inclusive la existencia de 10 grupos genéticos, como base para entender mejor la amplitud y estructuración de la diversidad genética del cacao en las poblaciones actuales. La confirmación de esta teoría traería implicaciones beneficiosas para el mejoramiento genético del cacao.

La variedad *criolla* representa los cacaos originales y oriundos de las regiones de América central y del Sur. Es un cacao reconocido como de gran calidad, de escaso contenido en tanino, reservado para la fabricación de los chocolates más finos por su fina textura y aromas intensos, además de presentar equilibrio entre la acidez. Su mayor obstáculo de producción se encuentra en la fragilidad frente a enfermedades e insectos, por lo tanto no representa más del 5 % de la producción mundial.

La variedad *forastero*, presenta cultivos de cacao diversificados con alta resistencia a diferentes enfermedades, posee especies mucho más resistentes y mucho más productivas que el criollo, pero poco aromático. Las tostaciones a temperaturas superiores y mayor tiempo, permiten enmascarar sus defectos y aumentar el aroma, desarrollando así características sensoriales poco deseables con olores a quemado. Normalmente es utilizado en mezcla para mejorar la textura del producto final. Se trata pues de unos cacaos de calidad ordinaria (un aroma poco pronunciado y una amargura fuerte y corta) que entran en la fabricación de los chocolates corrientes.

Los *Trinitarios* son un híbrido biológico natural entre criollos y forasteros. Su calidad varía de media

a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao. Por otra parte estudios actuales muestran que la región sur del departamento de Bolívar presenta condiciones aptas tanto agrícolas como culturales, para el desarrollo productivo de cacao de fino aroma. Esta actividad ofrece una oportunidad conveniente para el desarrollo económico, por lo cual lo convierte en una opción de desarrollo sostenible y con proyección social del departamento. Sin embargo, la infraestructura vial y las condiciones de seguridad en esta región no han sido suficientes para hacer de esta producción líder en el mercado del departamento (Fonseca *et al.*, 2011).

La calidad del cacao se ve afectada por diversas causas entre ellas las prácticas agrícolas, las condiciones climáticas como también por factores sociales, culturales, de infraestructura vial y seguridad. Por otra parte la afectación originada por el fenómeno de la niña se extiende a los cuarenta y seis municipios del departamento de Bolívar, mientras que la población en situación de desplazamiento forzoso se concentra principalmente en aproximadamente veinte municipios (Gossaín, 2012).

La calidad del grano se basa en las cualidades sensoriales de sabor y aroma que a su vez son fundamentales a la hora de su comercialización. Así mismo la composición química representa un factor primordial en el desarrollo y formación del aroma y sabor del cacao (Sánchez, 2007).

En efecto, compuestos volátiles como las pirizinas y los aldehídos le incorporan sabores básicos a los granos de cacao, los esteres producen sabores frutales, los compuestos polifenólicos proporcionan la astringencia, las purinas son traducidas en el amargo, el complejo polipéptido-fenol y pirazina, le otorgan el sabor a dulce y nuez del cacao (Jeanjean, 1995). Cabe agregar, que el aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se produce la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionando a las almendras el sabor y aroma característico del chocolate (Braudeau, 1970).

En consecuencia, las características sensoriales en el cacao pueden ser desarrolladas por condiciones básicas o por factores externos especialmente aquellos que tienen que ver con las operaciones de fermentación y/o beneficio del grano. Algunos investigadores describen que el desarrollo del sabor del cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que en la medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos (Luna *et al.*, 2002).

Así mismo, el ritmo de remoción influye en forma sustancial en la calidad del grano, esta actividad permite la oxigenación de la masa de cacao que favorece la fermentación acética la cual ocurre después de la fermentación alcohólica (Portillo, Graziani & Cross, 2006). Por otro lado, un contenido elevado de acidez, pudiese estar ligado a un menor aroma de chocolate (Cros, 1997). Estudios anteriores señalan que los valores elevados de sabor a frutas y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor (Enríquez, 1982).

Conforme a este comportamiento y con el fin de determinar atributos propios y diferencias significativas en el cacao cultivado en seis municipios del sur de Bolívar (Colombia), la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades sensoriales del cacao (*Theobroma cacao* L.). Con este propósito, se realizó un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao de los clones más representativos de cada municipio, a partir de los cuales se desarrollaron pruebas sensoriales, físicas y microbiológicas específicas para cada una de las muestras sugeridas y, el posterior análisis de los resultados obtenidos.

Materiales y métodos

Los municipios analizados en este estudio fueron seleccionados por ser ZODES (Zonas de

Desarrollo Económico y Social), por reportar mayor área en cultivos de cacao, abarcando cerca del 80% del área total cultivada y por contar con plantaciones de origen clonal (Fonseca *et al.*, 2011). En la Tabla 1 se observan las regiones seleccionadas y sus características agroecológicas.

En esta investigación se analizaron las características sensoriales en el cacao de seis municipios del sur de Bolívar (Colombia) para la determinación de atributos propios y diferencias significativas marcadas en los granos de cacao de estas regiones, dentro de las cuales se encontraban María la Baja, San Jacinto, Carmen de Bolívar, Cantagallo, Barranco de Loba y San Pablo (Fonseca, Arraut, Contreras, Correa & Castellanos, 2011), lo cual requirió realizar un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao, de los clones más representativos de cada municipio.

El cacao se recolectó en forma de mazorca y cacao beneficiado en mezcla para ser trasladado a los laboratorios de la Universidad de San Buenaventura Cartagena, donde fue clasificado, seleccionado y empacado en bolsas de polietileno autosellables. Posteriormente fueron realizadas las mediciones preliminares y fisicoquímicas del fruto el día 0 y el resto del material fue almacenado en forma de grano en un lugar aireado, a una temperatura de 20 °C y 80% de humedad relativa para luego ser transformado en licor o masa de cacao, la cual se obtiene del proceso de tostado, descascarillado y molienda de los granos, ésta se almacenó en cuarto frío a 2°C y 90% de humedad relativa, para su posterior análisis sensorial.

El tostado se llevó a cabo a temperaturas entre 150 °C y 155 °C durante 30 minutos para posteriormente descascarillarlo de forma manual y finalmente molerlo empleando un molino helicoidal de tipo semi industrial. El tamaño de la partícula obtenida fue menor o igual a 0.04 mm, al menos en el 60% de la muestra.

Tabla 1. Características agroclimáticas de seis municipios del sur de Bolívar.

Municipio	Edad de cultivo (años)	Altura (msnm)	Terreno	Temperatura promedio (°C)	Precipitación media anual (mm)	Clima
San Jacinto	9	100	Ondulado	25.2	1.904	Cálido y húmedo
María la Baja	9	12	Plano	27.9	1.604	Cálido seco
Carmen de Bolívar	10	180	Ondulado	27.4	1.033	Cálido seco
San Pablo	9	700	Escarpado	28.1	2.512	Cálido húmedo
Cantagallo	9	800	Escarpado	27.8	2.566	Cálido húmedo
Barranco de Ioba	10	150	Plano	27.9	2.173	Cálido húmedo

Fuente: (IGAC, 2010)

Los diferentes tipos de sabores básicos, específicos y adquiridos que pueden ser apreciados sensorialmente en el cacao así como las características de percepción y los elementos referentes con los cuales pueden relacionarse dichas percepciones. (Tabla 2)

Tabla 2. Tipos de sabores más comunes en el licor de cacao.

Tipo de sabor	Descriptor	Característica	Referente
BASICOS	Acidez	Sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles.	Frutas cítricas y vinagre.
	Amargor	Sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación.	Café, cerveza caliente y la toronja.
	Astringencia	Sensación de sequedad y aspereza en la lengua, produce salivación.	Inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.
	Dulce	Percibido en la punta de la lengua.	
	Salado	se percibe a los lados de lengua y produce salivación.	

...continuación Tabla 2

Tipo de sabor	Descriptor	Característica	Referente
ESPECIFICOS	sabor típico a cacao	Buena fermentación tostación y libre de defectos.	Barras de chocolate de cacao fermentado.
	Floral	Licores de cacao con sabor y aroma a flores, casi Perfumado.	Flores de cítricos.
	Frutal	Licores de Cacao con sabor a fruta madura.	Cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.
	Nuez	Sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo Criollos y Trinitarios.	
ADQUIRIDOS	Moho	Licores de cacao con sabor mohoso, generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado.	Sabor a pan viejo o musgo.
	Crudo/verde	Aroma desagradable, generalmente debido a alta fermentación o falta de tostado.	

Fuente: Sánchez, (2007)

Por otra parte, cada defecto encontrado en el grano produce una desviación en las características sensoriales del licor de cacao. La Tabla 3 muestra

en forma general, algunas de las causas que dan origen a estos defectos.

Tabla 3. Posibles causas que dan origen a defectos en el cacao.

DEFECTO	CAUSA
Sabor desagradable	Mezcla de granos cosechados en diferentes días
	Deficiente manejo de pos cosecha
Alta Astringencia	Inadecuada fermentación
Alta acidez, crudo verde	Secado rápido
Sabores terrosos	Almacenamiento inadecuado y contaminación con hongos
	Prolongado tiempo de fermentación
Poco desarrollo del aroma y sabor	Poca homogenización del cacao en grano sobre mesas de secado
Granos chupados y/o aplanados	Exposiciones prolongadas del cacao al sol intenso durante el secado

Fuente: Federación Nacional de Cacaoteros (2010).

Evaluación Fisicoquímica

Para realizar el análisis físico del grano se tomó como referencia la Norma Técnica NTC 1252 (2012), para la determinación de pasilla, grano infestado, dañado por insectos, mohoso, impurezas y materia extraña, grano germinado, ahumado y múltiple, así como el tamaño de grano.

La norma NTC 1252 (2012) establece para Colombia que el cacao en grano debe estar adecuadamente fermentado, seco, exento de olores extraños, libre de infestación por insectos, libre de granos múltiples y almendras partidas. El cacao en grano debe

tener un tamaño uniforme, solo un 12 % de los granos puede desviarse un 33 % del peso promedio (ICONTEC, 2003). La calidad del cacao en grano, está determinada por un mínimo de sesenta granos de cada cien que presenten una adecuada fermentación y secado, máximo dos granos de cada cien granos, pueden tener infestaciones o daños por insectos con mínima cantidad de granos múltiples o almendras que se encuentren partidas. Así mismo el tamaño del grano debe ser uniforme, sólo un 12% de los granos pueden desviarse un 33% del peso promedio. La Tabla 4 presenta la descripción de los defectos del cacao y los límites que deben cumplir para su comercialización.

Tabla 4. *Requisitos de calidad para el grano de cacao.*

Requisitos	Premio	Corriente	Pasilla
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7	7	7
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m), máx.	0	0,3	0,5
Grano mohoso interno, número de granos/100 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, numero de granos/100 granos, máx.	1	2	2
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m), min.			40-60
Masa (peso), en g/100 granos, min.	120	105-119	40
Granos bien fermentados, numero de granos/100 granos, min.	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos, max.	25	35	40
Granos pizarrosos, numero de granos /100 granos, máx.	1	3	3

Fuente: Norma Técnica Colombiana 1252. ICONTEC, (2003).

Por otra parte se midieron las siguientes variables en las muestras de cacao: sólidos solubles totales en refractómetro; pH (potenciómetro digital marca SCHOTT INSTRUMENTS Handylab pH 11/SET); acidez total titulable (titulación con NaOH 0,1 mol L⁻¹, expresada como ácido oleico (%)) por ser éste el más predominante en el cacao (Liendo, 2004). Mientras que los análisis

químicos para la humedad y cenizas, fueron realizados según AOAC (1990).

Las pruebas fisicoquímicas se realizaron a partir de las muestras de cacao de seis municipios, estas fueron tomadas tanto en mazorcas de los clones más representativos de cada región, como en cacao beneficiado y mezclado. Las Tablas 5 y

6 evidencian los clones muestreados, correspondientes a: CCN 51, TSH 565, ICS 05, ICS 60, ET 8 y clon Universal.

Evaluación microbiológica

La evaluación microbiológica del cacao se realizó en el momento en que las muestras llegaron al laboratorio, aproximadamente 4 días después

de su recolección. Estos análisis se llevaron a cabo con valores de referencia acordes a la Norma RM N° 615-2003 SA/DM/ aprobada por el decreto supremo N° 007.98 SA y en concordancia con la Normativa del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997). En cumplimiento con las técnicas de análisis para control de la calidad microbiológica de alimentos para consumo humano. (INVIMA, 1998).

Tabla 5. Muestras de cacao recolectadas en seis municipios del sur de Bolívar.

Lugar de recolección	Tipo de muestra	Clon	Estado	Peso (kg)
Carmen de Bolívar	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	1,98
	Cacao fresco	TSH 565		
	Cacao fresco	TSH 565		
	Cacao fresco	TSH 565		
	Cacao fresco	ICS 60	En mazorca	2,25
	Cacao fresco	ICS 60		
	Cacao fresco	ICS 60		
	Cacao fresco	ET 8		
	Cacao fresco	ET 8	En mazorca	2,68
	Cacao fresco	ET 8		
	Cacao fresco	Universal	En mazorca	1,51
María La Baja	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	4
	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	1,46
	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	5,3
San Jacinto	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	0,86
	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	5,06
	Cacao fresco	CCN 51	En mazorca	1,2
	Cacao fresco	ICS 95	En mazorca	1,65
Barranco de Ioba	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	10,1
Cantagallo	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	10,2
San Pablo	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	9,84

Evaluación Sensorial

Para el análisis sensorial del cacao, se contó con la participación de 18 jueces catadores miembros del panel sensorial de la Universidad de San Buenaventura en Cartagena, quienes fueron seleccionados, entrenados, capacitados, e inducidos a desarrollar sus umbrales de percepción, estimulando en ellos las capacidades para detectar, describir y discriminar propiedades sensoriales, de tal manera que analizaran objetivamente las muestras de cacao a través de las pruebas específicas diseñadas para realizar la caracterización organoléptica del cacao, seleccionando para este fin las pruebas descriptivas de perfil de sabor y análisis cuantitativo y las pruebas discriminativas de ordenamiento y escalar de control.

El tamaño de la muestra fue de 10 kg de grano de cacao en mezcla, para cada uno de los municipios. En particular, los parámetros primarios evaluados sensorialmente fueron dieciséis, tres de ellos relacionados con características de aroma y trece relacionados con características de sabor, todos ellos realizados sobre el licor de cacao.

Para la evaluación sensorial del atributo de sabor se consideraron los descriptores: característico, almendra, amargo, fruto seco, astringente, nuez, fermentado, ahumado, crudo verde, quemado, ácido, intenso y grasoso. Los descriptores: frutal, floral, caramelo, vainilla, malta y mohoso fueron descartados por presentar puntajes nulos o bajos en la cata, mientras que para la evaluación del atributo de aroma fueron considerados los descriptores: fruto seco, cacao y almendra.

Tabla 6. Características físicas en las muestras de mazorca recolectadas en seis municipios de Bolívar.

Lugar de cosecha	Carmen de Bolívar	Carmen de Bolívar	Carmen de Bolívar	San Jacinto	María la Baja	San Jacinto
Tipo de muestra	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca
Clon	Nativo o Universal	ET 8	ICS 60	ICS 95	TSH 565	CCN 51
Peso de la mazorca (kg)	0,85	0,93	0,82	0,73	0,94	0,74
Numero de granos	43	50	34	41	43	47
Peso total de los granos (g)	167,4	148,5	145,9	123,2	163,4	182,38
Peso promedio de un grano (g)	3,89	2,97	4,29	3	3,8	3,8
Temperatura (°C)	31	31	31	31	31	31
Humedad relativa (%)	80	80	80	80	80	80
Tiempo de almacenamiento (días)	7	7	7	6	6	6

Muestreo y análisis preliminar

El proceso de muestreo tuvo como objetivo obtener una muestra de un lote representativo de

cacao, en cada una de las regiones seleccionadas, trasladando una cantidad específica de la muestra al laboratorio de análisis en condiciones higiénicas, físicas y bacteriológicas idénticas a las

presentadas en el momento del muestreo, de forma tal que al examinar una pequeña porción, esta brindara información del total.

El muestreo se realizó con base en el seguimiento paso a paso y la aplicación de un protocolo de toma de muestras de cacao diseñado para esta labor. La toma de muestras se desarrolló mediante la aplicación de la Norma NTC 1252. Sobre cada muestra se realizó un cuarteo hasta obtener una masa de grano de 500 g a partir de la cual se determinó la presencia de granos dañados por insectos, pasilla, mohoso, impurezas o materias extrañas, grano germinado, ahumado, múltiple y se calculó el tamaño de grano.

Análisis de datos

Para el manejo y recopilación de los datos fue utilizado el programa SOLDESA (Rodríguez & Hough, 2014) con lenguaje de programación Python y código de programación abierto. A través de este programa, el líder del panel elige los evaluadores, el tipo de escala y anclajes, introduce atributos y descriptores individuales y activa el panel para

medir. Una vez obtenidos los datos, estos son exportados a un archivo de Excel que se genera en el formato estándar utilizado para el manejo estadístico. Los valores de los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales fueron analizados a través de la prueba de una vía ANOVA; la comparación de medias fue hecha con la prueba de Turkey aplicando el nivel de confiabilidad de $P < 0,05$, empleando el software estadístico Statistica 6.0.

Resultados y discusión

Se contaron como sabores defectuosos, aquellos que presentaron distorsiones y enmascaramiento, por lo tanto produjeron distanciamiento en los resultados sensoriales. La Tabla 7 representa los defectos físicos según ICONTEC 1252 (2003) encontrados en los cacaos en grano de las muestras analizadas, la apreciación de sabor y aroma del cacao se correlacionó con los defectos producidos por las condiciones agroecológicas y tecnológicas dentro de las cuales se evidenció un deficiente beneficio y malas condiciones de recolección y almacenamiento del grano.

Tabla 7. Análisis físico del grano de cacao en seis municipios de Bolívar.

Muestra	Mohosos (%)	Dañados por insectos (%)	Germinado (%)	Pasilla (%)	Múltiple (%)	Impurezas o materias extrañas (%)
SJ	16,5	0,8	2,7	0,0	0,0	0,0
MB	11,8	0,6	1,8	0,0	0,6	0,0
CB	2,3	8,5	0,0	0,0	0,0	3,3
SP	2,1	0,0	1,2	4,1	3,0	1,0
CG	6,9	0,0	5,9	2,1	2,0	10,3
BL	1,3	0,0	1,7	10,8	4,9	11,2

SJ: San Jacinto; MB: María la Baja; CB: Carmen de Bolívar; STR: SP: San Pablo, CG: Cantagallo, BL: Barranco de Loba.

De acuerdo a las características establecidas, ninguna de las muestras presentó granos infestados ni ahumados. Las muestras SJ y MB, tuvieron el mayor porcentaje en mohosos, la coloración

oscura evidenciada en los granos de la muestra CB indicó un cacao bien fermentado pero reveló a su vez, el mayor índice de granos dañados por insectos; los granos procedentes de las muestras

BL y SP, presentaron características de granos insuficientemente fermentados, siendo el primero con mayor contenido de pasilla, impurezas y materias extrañas.

Así mismo, el 80% de las muestras analizadas alcanzó una calidad microbiológica aceptable con relación a los criterios microbiológicos establecidos en la norma RM N° 615-2003 SA/DM/, sólo

en dos muestras equivalentes al 20%, se obtuvieron recuentos de *Escherichia coli* mayores a 100 UFC/g (valores de referencia para frutos secos y semillas 10 -100 UFC/g). Por lo que se infiere que las muestras de cacao en general se encuentran en los rangos permisibles y son aptas para el consumo. La posible contaminación de las muestras con *E. Coli*, se debe básicamente a la manipulación del cacao posterior al beneficio (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de análisis microbiológicos de granos de cacao en seis municipios de Bolívar.

Municipios	Recuento de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Recuento de Mohos (UFC/g)	Determinación de <i>Salmonella</i> spp
Barranco de Loba	< 10	< 10	Ausente
Cantagallo	< 10	1,5 x 10 ¹	Ausente
San Pablo	< 10	1 x 10 ¹	Ausente
Santa Rosa	>100	4 x 10 ¹	Ausente
Simití	< 10	73 x 10 ¹	Ausente

Adicionalmente, todas las muestras se encontraron por debajo del límite establecido para humedad. El mayor porcentaje de humedad, lo presentaron las muestras de BL y SP Tabla 9. La

norma describe un máximo de 7% en humedad para granos de tipo premio, corriente y pasilla. Un mayor porcentaje representa riesgos por contaminación microbiana.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico del cacao producido en seis municipios del sur de Bolívar.

Análisis Fisicoquímico	CB1	SJ	MB	SP	CTG	BL
Humedad (%)	4.25±2,4a	5,02±1,7a	4,22±1,3b	6.08±2.3b	5.33±2.1b	6,62±1,7a
Cenizas (%)	3.62±0,4a	3.48±0,2b	3,43±0,4c	3,65±0,4d	3,75±0,4d	3,15±0,4d
Acidez Titulable (%)	0,25±0,4a	0,20±0,4a	0,09±0,4b	0,13±0,4b	0,51±0,4b	0,40±0,4a
Grados Brix (°Bx)	17,0±0,4a	16,0±0,4b	17,0±0,4c	16,79±0,4d	16,79±0,4d	16,4±0,4b
Índice de grano (g)	1.02±2,4a	1,42±1,7a	1,51±1,3b	1,08±2.3b	1,33±2.1b	1,20±2,4a

Letras diferentes entre columnas significan diferencia significativa (P<0,05) de acuerdo con Tukey los valores corresponden al promedio ± DS.

En consecuencia, el análisis sensorial de las muestras que fueron transformadas en licor o masa de cacao luego de un proceso de selección, clasificación, tostado, descascarillado y molienda del

grano, se realizó con un panel sensorial conformado por 18 jueces catadores, entrenados y capacitados para este propósito. Diversos autores confirman que para obtener resultados satisfactorios es

necesario seleccionar adecuadamente y describir los atributos que deben evaluarse, además de capacitar exhaustivamente el panel (Faria & Yotsuyanagi, 2002). Por lo tanto se elaboró una lista de presuntos descriptores para el cacao, los cuales fueron objeto de identificación por el grupo de cata para delimitar los descriptores característicos del cacao en Bolívar (Tabla 10). Esta fase corroboró a los jueces la influencia que ejercen los procesos de fermentado y tostado del grano en la estimulación de los precursores de aroma y sabor cuando son llevados a cabo en adecuadas condiciones de tiempo y temperatura, además de los defectos o sabores adquiridos que se presentan en los granos por deficiencias en las etapas de fermentación, secado, almacenamiento, entre otros. (Cubillos, Merizalde & Correa, 2008).

Según los resultados obtenidos en la prueba de perfil de sabor se puede observar que la muestra de SP presentó el mayor grado para sabor amargo, astringente y sabor característico en comparación a las otras muestras, lo que evidencia la falta de uniformidad en el tiempo y condiciones de fermentación. El sabor típico a cacao es producto de una buena fermentación, tostación y ausencia de defectos, esta contradicción en los resultados puede deberse posiblemente a que las muestras son mezclas de diferentes cosechas y clones, recolectadas tanto en las fincas como en el centro de acopio que pueden producir variaciones tanto en su sabor como en el aroma. Esto comprueba que el desarrollo del sabor del cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, existiendo una correlación negativa con la astringencia (Amores, 2009).

Tabla 10. *Descriptores para el cacao.*

SABOR	OLOR	COLOR	TEXTURA
Cacao	Chocolate	Marrón	Granuloso
Amargo	Aromático	Café Claro	Harinoso
Astringente	Intenso	Oscuro	Viscoso
Acido	Suave	Brillante	Seca
Frutal	Imperceptible	Opaco	Grasoso
Floral	Persistente	Turbio	Diluido
Nuez	Ahumado	Veteado	Compacto
Caramelo	Tostado	Uniforme	
Intenso	Oxidado	Pronunciado	
Frutos Secos	Fermentado	Mezcla	
Frutos Dulces		Envejecido	
Almendra		Manchado	
Ahumado			
Mohoso			
Crudo - Verde			
Fermentado			

Fuente: Rodríguez & Hough (2013). Manual SOLDESA (*Software Libre del Departamento de Evaluación Sensorial de Alimentos*). Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. Argentina.

Por otra parte la muestra BL obtuvo el menor valor para el sabor amargo pero fue el mayor para el sabor a almendra y fruto seco; este resultado en el análisis de sabor, evidencia que la muestra se sometió a un adecuado tiempo de fermentación y tostado, no obstante en el análisis físico se obtuvieron altos porcentajes de granos pasilla y múltiples revelando

que no se realizaron adecuados procedimientos de volteo y remoción de los granos y que hubo una prolongada exposición del cacao al sol intenso durante el secado. La remoción influye directamente en la calidad del grano, su apariencia y las características de sabor y aroma que se ven afectadas por la fermentación acética producida (Figura 1).

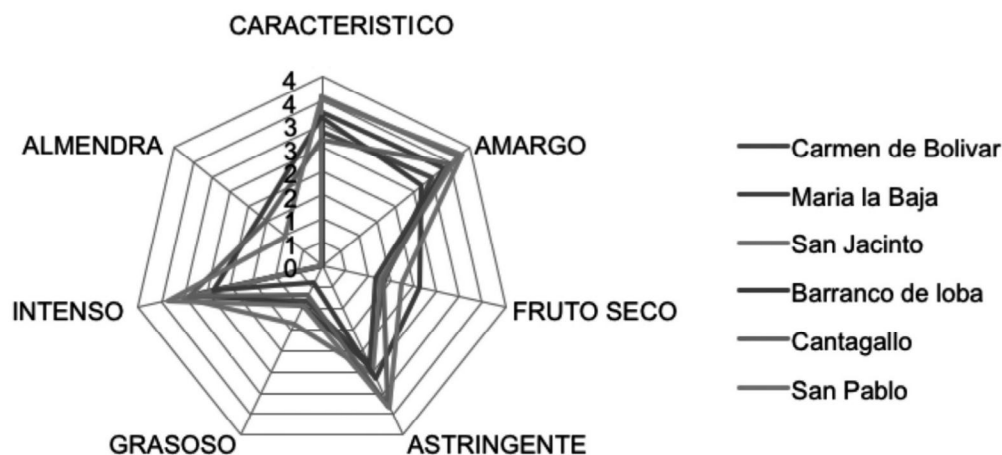


Figura 1. Sabores básicos, específicos y adquiridos del cacao en seis municipios de Bolívar.

En la Figura 2 se puede observar que el defecto de sabor quemado fue el más percibido en la mayoría de las muestras, igualmente se evidenció un alto porcentaje de sabor ahumado, ambos defectos posiblemente ocasionados

por ausencia de un equipo sin el debido control de temperatura para la tostación de las muestras durante el proceso de transformación de las mismas, mientras que el crudo verde se percibió levemente en las muestras.

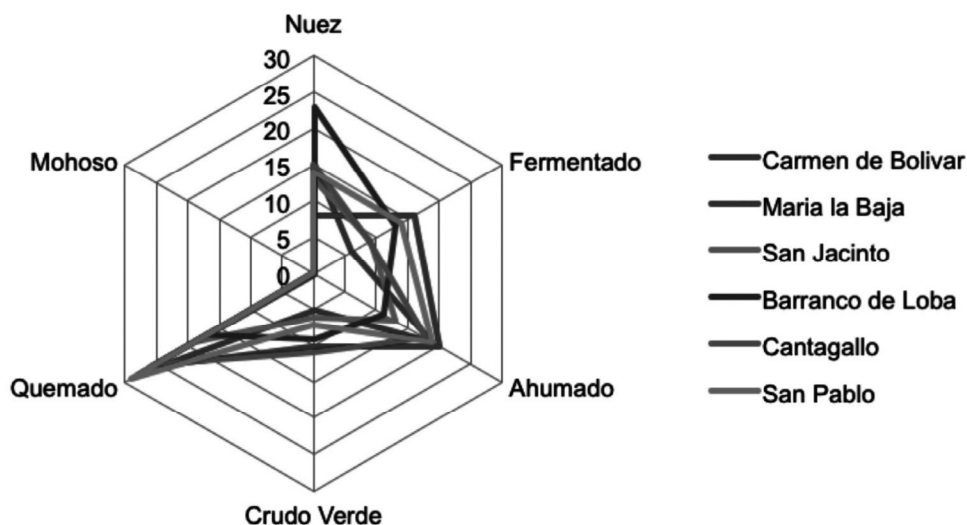


Figura 2. Sabores adquiridos y defectos del cacao en seis municipios de Bolívar.

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de análisis cuantitativo (Figura 3), se puede corroborar lo evidenciado en la prueba de perfil de sabor para la muestra SP, la cual presentó el mayor grado de sabor amargo y astringente así como el sabor ácido,

esta excesiva presencia de acidez, afecta el desarrollo completo del aroma de chocolate. Sin embargo, el panel consideró dentro de su evaluación, que los aromas a cacao, frutos secos y almendra de la muestra SP estuvieron entre los más altos.

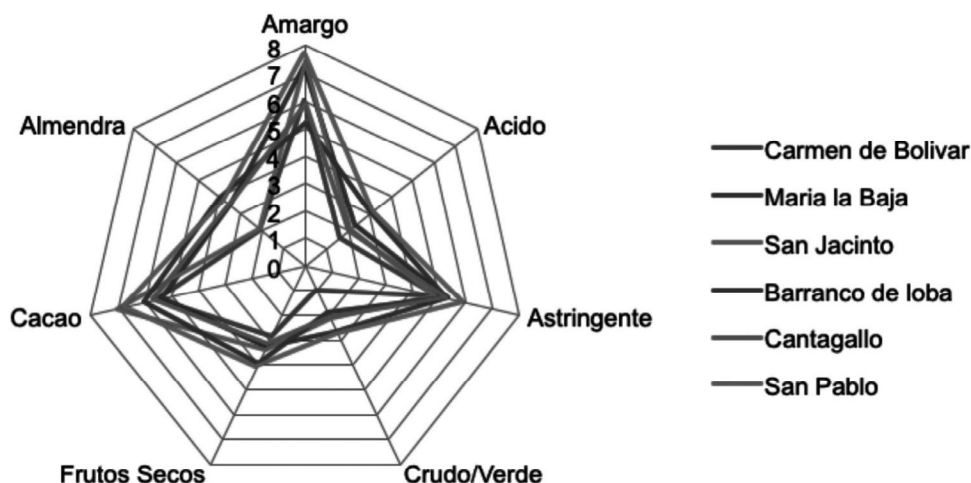


Figura 3. Prueba descriptiva de aroma y sabor del cacao en seis municipios de Bolívar.

Por otra parte la muestra CB reveló los valores más bajos de sabor a crudo verde, ácido, astringente y amargo lo que muestra un adecuado manejo pos cosecha de la muestra, así mismo el aroma característico a cacao, frutos secos, y almendra de esta muestra, se registró entre los más bajos, lo que concuerda con el prolongado tiempo

de almacenamiento en el centro de acopio, estado en el que se halló en el momento del muestreo. Estos valores elevados de sabor a frutas y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor, lo que corrobora la percepción del panel. La muestra SJ tuvo el mayor grado de aroma característico a cacao (Tabla 11).

Tabla 11. Características de sabor y aroma de las muestras de cacao de los seis municipios analizados

Municipio	Características de sabor	Características de aroma
CB	Amargo y Característico a cacao	Característico a cacao
SJ	Amargo, característico a cacao y grasoso	Característico a cacao
MB	Amargo y característico a cacao	Característico a cacao
BL	Almendra y fruto seco	Característico a cacao, frutos secos y almendra
SP	Amargo, astringente, ácido y característico a cacao	Característico a cacao, frutos secos y almendra
CG	Amargo y astringente	Característico a cacao

SJ: San Jacinto; MB: María la Baja; CB: Carmen de Bolívar; STR: SP: San Pablo, CG: Cantagallo, BL: Barranco de Loba.

Conclusiones

Las inadecuadas condiciones en el beneficio, el mal manejo poscosecha en las fincas, así como las condiciones de almacenamiento brindadas en los centros de acopio alteran notablemente las características de sabor y aroma propias del grano de cacao. La calidad del mismo depende del seguimiento a las buenas prácticas agrícolas (BPA). El correcto proceso de beneficio redundará en el mejoramiento de las características organolépticas ya que permite desarrollar el sabor y aroma propio del cacao; la selección, fermentación y secado del grano se constituyen como elementos indispensables de control para este fin.

La intensidad aromática y la acidez están afectadas por el retraso en el desgrane de las mazorcas, disminuyendo la intensidad aromática del cacao con el almacenamiento. Otros autores indican que el aroma depende de la variedad, la madurez del fruto y del tratamiento pos cosecha (fermentación, secado y tostado).

Con respecto a los resultados obtenidos, la muestra SP requiere de tiempos mayores de fermentación para evitar la alta astringencia en el producto.

La muestra BL demanda un mayor tiempo de remoción entre 12 a 24 horas, para alcanzar la temperatura adecuada que permita desarrollar la fermentación acética indispensable para obtener una buena calidad de grano.

La muestra CB, requiere menores tiempos y mejores condiciones de almacenamiento en los centros de acopio, para no afectar la suavidad y finura en el sabor. La humedad relativa del ambiente debe ser un factor considerado en los lugares en que se realiza dicha operación.

En general todos los sitios muestreados coincidieron con aroma característico a cacao y en contadas ocasiones con aromas de frutos secos y almendra. En cuanto al sabor, en su totalidad se distinguió el amargo y característico a cacao, distinguiéndose en algunas regiones un sabor astringente y poco ácido.

Existen diferencias significativas en el sabor y aroma del cacao de cada región, sin embargo la mezcla de grano que se realiza en las fincas y centros de acopio, no permite que se definan las características organolépticas propias de cada clon. Por esta razón, Se recomienda que el agricultor seleccione los materiales genéticos más favorables y afines en sus características sensoriales, de acuerdo a las zonas agroecológicas de cultivo.

Es necesaria la aplicación de las buenas prácticas agrícolas para obtener un producto diferenciado por calidad e inocuidad, lo cual repercute en un mejor precio de venta y una oportunidad para acceder a la certificación de los productos del cacao.

Se recomienda contemplar los parámetros de tiempos de fermentación, rangos de remoción y condiciones de almacenamiento, lo cual repercute en la calidad del grano.

Agradecimientos

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación “Colciencias” por la aprobación y cofinanciación del proyecto. Al Grupo de investigación GICI perteneciente al programa de Ingenierías de la Universidad San Buenaventura de Cartagena.

Literatura citada

1. A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Analytical Agricultural Chemists, Arlington, Virginia.
2. Amores F., Palacios A., Jiménez J. (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de esmeraldas. Quevedo: INIAP.
3. Braudeau, J. (1970). El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España. Editorial Blumé.
4. CORPOICA (1981). Diferentes tipos de cacao. Recuperado de: http://corpomail.corpoica.org.co/BAC-FILES/BACDIGITAL/3779/s2dB136946D013174AB-D3892C8D09C9A642_1.pdf.
5. Cros, E. (1997). Factores condicionantes de la calidad del cacao. En: Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Maracay, Estado Aragua. Venezuela.
6. Cubillos, G., Merizalde, G., y Correa, E. (2008). Manual de Beneficio del Cacao 2008, para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores. Recuperado de: http://www.chocolates.com.co/sites/default/files/default_images/manual_beneficio_cacao.pdf
7. Enríquez, G. (1982). Curso sobre cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica: Editorial: Centro Agronómico Tropical de investigación.
8. Faria E.V. & Yotsuyanagi, K. (2002). Técnicas de evaluación sensorial. Italia: Campinas.
9. FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS. (2010). Colombia inicia identificación de calidad integral de su cacao. En: Colombia Cacaotera, no 6. Recuperado de: http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_revcolcacaotera/fedecacao-colombia-cacaotera-006.pdf.
10. Fonseca, S. Arraut, L. Contreras, C. Correa, Z. & Castellanos, O. (2011). Balance Tecnológico de la Cadena Productiva y Agroindustrial del cacao en el Departamento de Bolívar. Bogotá: Javegraf.
11. Gossain, J. (2012). Plan de desarrollo departamental de Bolívar 2012-2015. Recuperado de: http://www.bolivar.gov.co/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&task=download&id=1925%3Adocumeno-tecnico-plan-de-desarrollo-bolivar-ganador-2012-2015&Itemid=316.
12. Hall, C. J. J. Van (1932). Cacao. 2d, ed. London, Macmillan.
13. ICONTEC. (2003). Buenas Prácticas agrícolas para Cacao. (No.5811). Recuperado de: <http://www.huila.gov.co/documentos/agricultura/CADENAS%20PRODUCTIVAS/Norma%20T%C3%A9cnica%20Icontec%205811%5B1%5D.pdf>.
14. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2010). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Bolívar. Recuperado de: http://geoportal.igac.gov.co:8888/signa_sig/Agrologia.seam IDEAM.
15. INVIMA. (1998). Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Santa Fé de Bogotá: Ministerio de Salud.
16. Jeanjean, N. (1995). Influence du génotype, de la fermentation et de la torréfaction sur le développement de l'arôme cacao. Rôle des précurseurs d'arôme = Influence of genotype, fermentation and roasting on cocoa flavour development. (Thèse doctorat). Université de Montpellier. France.
17. Liendo, R. (2004). La Manteca del cacao. CENIAP. Recuperado de: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n5/arti/rliendo.htm
18. Luna, F., Cruzillat, D., Cirou, L. & Bucheli, P. (2002). Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 50 (12), pp. 3527–3532.
19. Motamayor, J., Lachneaud, P., Da Silva e Mota, J., Loo, R., Kuhn, D., Brown, J. & Schnell, R. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). In: PLoS ONE 3: e3311.
20. Norma Técnica Colombiana 1252, (2012). Cacao en grano. Recuperado de: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1252.pdf>.
21. Portillo, E., Graziani, L. & Cros, E. (2006). Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.) *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*. 23: 49-57.
22. Rodríguez, G. & Hough, G. (2013). Manual SOLDESA (Software Libre del Departamento de Evaluación Sensorial de Alimentos). Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. Argentina.
23. Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.