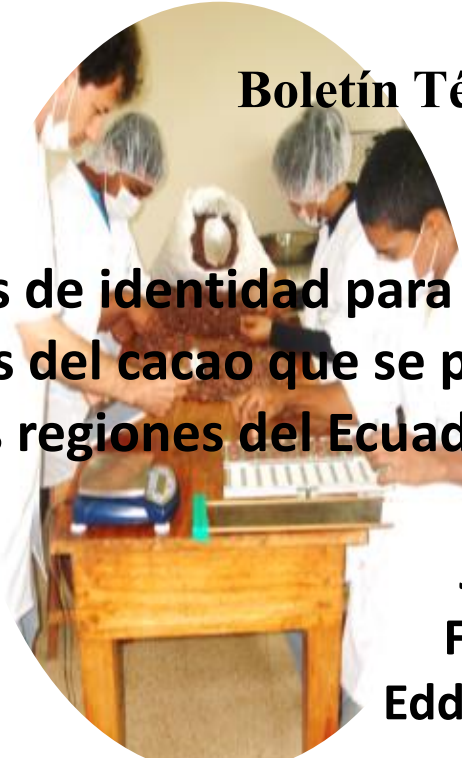


Estación Experimental Tropical Pichilingue

Boletín Técnico: 164

Componentes de identidad para reconocer
las diferencias del cacao que se produce en
varias regiones del Ecuador



Juan Jiménez
Fredy Amores
Eddyn Solórzano



Quevedo – Los Ríos - Ecuador

Enero, 2014

Índice del contenido

Título	Página.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
Planteamiento del problema	3
Justificación	4
Objetivos	4
MARCO TEÓRICO	5
Potencial del cacao	5
Fermentación	5
Secado	6
Calidad física del cacao	7
Torrefacción	7
Calidad sensorial del cacao	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Procedencia de las muestras	9
Distribución de las muestras para los diferentes análisis	11
Preparación de la pasta o licor de cacao	12
Evaluación sensorial	13
Preparación artesanal de chocolates	14
Preparación de chocolates con equipamiento semiartesanal	14
Clasificación, torrefacción y enfriamiento de las almendras	15
Trituración de las almendras y limpieza del cacao fraccionado (Nibs)	15
Conchado, mezcla con ingredientes y refinado de la pasta de chocolate	16
Temperado de la pasta de chocolate	17
Moldeado	17
Factores en estudio	18
Variables evaluadas	19
Determinación de humedad	19
Determinación del porcentaje de fermentación	19
Índice de semilla	20
Porcentaje de cascarilla o testa	20
Distribución de la frecuencia del peso de las almendras	20
Atributos sensoriales	20
Variables químicas	20
Análisis de los datos	21
	21

Título	Página.
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	
Resultados de los componentes físicos	21
Resultados de los componentes sensoriales en licor de cacao	24
Resultados de los componentes sensoriales en barras de chocolates	28
Comparación de los perfiles del sabor con frutos secos y otras especies.	31
Resultados de los componentes químicos	32
CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	37

Índice de cuadros

Cuadro	Título	Página.
1	Identificación y ubicación geográfica de las Asociaciones de Productores de Cacao participantes en el proyecto	10
2	Promedios de contenido de humedad, índice de semilla, porcentaje de testa y pH de las muestras de cacao provenientes de las distintas Asociaciones participantes.	22
3	Promedios del nivel de fermentación en las almendras de cacao de muestras provenientes de once Asociaciones de Productores	23
4	Resultados estadísticos relacionados con el peso de las almendras de cacao de las muestras provenientes de las once Asociaciones de Productores	24
5	Perfiles de sabor a cacao, floral, frutal, nuez y caramelo de las muestras provenientes de las once Asociaciones de Productores ubicadas en distintas zonas del país	25
6	Presencia del Amargor, acidez, astringencia, verde y moho en las muestras provenientes de las once Asociaciones de Productores de Cacao, ubicadas en distintas zonas del país	25
7	Resultados de los perfiles sensoriales en barras de chocolates elaboradas con cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores	29
8	Resultados de las propiedades químicas del cacao provenientes de las once Asociaciones de Productores	33

Índice de gráficos

Gráfico	Título	Página.
1	Comportamiento de los sabores Cacao, Floral, Frutal, Nuez y Dulce, en licor obtenido de cacao de las Asociaciones de Productores participantes en el estudio	27
2	Análisis de correlaciones entre los perfiles de sabor del cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores.	28
3	Comportamiento de los sabores Cacao, Floral, Frutal, Nuez y Dulce, en chocolates elaborados con cacao provenientes de las Asociaciones de Productores participantes en el estudio.	30
4	Análisis de correlaciones entre los perfiles de sabor de las barras de chocolate elaboradas con cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores.	31
5	Resultados de correlaciones de la Caféina vs relación Teobromina-Caféina (T/C) del cacao de las once Asociaciones de Productores.	34

Índice de imágenes

Imagen	Título	Página.
1	Almacenamiento de las muestras de almendras de cacao.	11
2	Análisis físicos en las muestras de cacao provenientes de distintas zonas del país	12
3	Procesamiento de las muestras de almendras para obtener licor de cacao	13
4	Panel de catadores evaluando las muestras de licor de cacao	14
5	Procesamiento de las almendras de cacao seco y tostado	15
6	Procesamiento de las almendras para la obtención de los Nibs de cacao	16
7	Procesamiento de los Nibs de cacao para la obtención de la pasta de chocolate	16
8	Temperización de los cristales de grasa presentes en el chocolate	17
9	Moldeado y acondicionamiento de la pasta chocolate	18
10	Solidificación y empacado de las barras de chocolate de las once Asociaciones.	18
11	Mapa con el perfil sensorial de sabores del cacao	32
12	Productores participan en el procesamiento de las almendras de cacao para la elaboración de chocolate	44
13	Agricultores de once Asociaciones participan en la elaboración de barras de chocolate	44

Índice de anexos

Anexo	Título	Página.
1	Parámetros para evaluar la calidad del cacao en grano beneficiado -Norma INEN 176 (Revisión 2006).	38
2	Matriz de datos de los parámetros físicos y sensoriales del cacao de las diferentes zonas del país.	39
3	Matriz de datos sensoriales de barras de chocolate preparados con cacao de las once Asociaciones.	42
4	Matriz de correlación de los perfiles sensoriales en licor de cacao.	44
5	Matriz de correlaciones de los perfiles sensoriales en barras de chocolates.	44

RESUMEN

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la Fundación Alianza Conservación y Desarrollo (CEIDE) y 11 Asociaciones de Productores de Cacao, ubicadas en siete provincias del país, ejecutaron, durante el período junio 2009 – agosto 2011, un estudio colaborativo con el propósito de encontrar componentes de identidad para el cacao ecuatoriano. Se evaluaron algunas características físicas (porcentaje de fermentación, testa, índice de semilla e índice de frecuencia del peso de las almendras, pH de las almendras), sensoriales (sabor a cacao, floral, frutal, nuez, dulce, amargor, acidez, astringencia y otros) y químicas (contenido de grasa, polifenoles totales, teobromina, cafeína y la relación de estos dos últimos) del cacao que se produce en las diferentes zonas.

El estudio se inició con la selección de 10 fincas por cada Asociación y la uniformidad del periodo de fermentación (4 días). Las muestras de cacao fermentadas y secas ingresaron al Laboratorio de Calidad Integral de Cacao de la EET-Pichilingue, para la evaluación de los parámetros físicos y sensoriales. Los componentes químicos se analizaron en el Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Los resultados reportados por los mencionados laboratorios, indican que el cacao procedente de la Asociación Eloy Alfaro de Esmeraldas y FEDECADE del Guayas, tuvieron un mejor índice de semilla, siendo de 1,51 y 1,46 g, respectivamente. El contenido de cascarilla o testa fue de 11,38 y 11,07 % en el cacao de UCOCS y CORAGRICACE. En estas últimas asociaciones, ubicadas en la provincia de Bolívar, la acidez residual tuvo valores similares en la testa y cotiledón para todas las muestras. Esto explica el buen nivel de fermentación, puesto que más del 60% de las muestras tuvieron valores superiores al 80,54% de almendras fermentadas, característica destacada para la elaboración de chocolates. La diferencia se distribuye en almendras violetas y pizarras, las mismas que no son favorables para el propósito de manufacturación.

Para la distribución de la frecuencia del peso de las almendras, se obtuvo un total de 13.358 datos. El promedio fue de 1,24 g, con un peso mínimo y máximo de 0,28 g y 2,49 g, en su orden, con un valor de 0,30 de la desviación estándar (27,42% categoría ASE), de almendras con tamaño pequeño y arriba del 60% estuvo conformada con almendras de tamaño mediano y grande; específicamente con 38,82 % y 33,76 %, respectivamente categorías ASS y ASSS de acuerdo a la INEN 176, valores que son de mucho interés al momento de la exportación del cacao en grano. La intensidad de los sabores evaluados en licor de cacao mostró diferencias estadísticas entre cacao frutal, nuez y caramelo. El sabor floral se presentó similar en el cacao de todas las Asociaciones; el cacao procedente de San Carlos, Eloy Alfaro, Fortaleza del Valle y Miss Ecuador, obtuvo la mayor concentración de los sabores a cacao, frutal y nuez; mientras que el cacao de Buena Suerte y APOV tuvo la mejor expresión de los sabores a cacao y frutal. En el cacao de Buena Suerte, Fortaleza del Valle y Miss Ecuador también hubo prevalencia del sabor a caramelo. A pesar de no existir diferencias estadísticas con el sabor floral, los mejores promedios lo expresan el cacao de FEDECADE, Mis Ecuador, APOV, COCPE y Buena Suerte. En su mayoría el cacao ecuatoriano posee a más del sabor a cacao notas especiales muy bien definidas para cada zona y que se pueden considerar nichos específicos para explotación del cacao.

A más de los perfiles sensoriales, otros componentes como el contenido de grasa, polifenoles totales, teobromina y cafeína fueron evaluados. Su comportamiento es muy similar para todas las muestras, con promedios de 45,59% de grasa; 60,65 g/kg de ácido gálico, 1,89% de teobromina, 0,34% de cafeína; sin embargo, hay que considerar que el mayor contenido de polifenoles se encontró en el cacao de FEDECADE y San Carlos, (provincias del Guayas y Orellana respectivamente), con 100,05 g y 90,7 g/kg de ácido gálico. Con toda seguridad, los resultados obtenidos contribuirán a brindar mejor identidad al cacao ecuatoriano.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años mucho se habla de la calidad organoléptica del cacao, la misma que se refleja como el desarrollo de un conjunto de actividades, como son la cosecha, buenas prácticas de beneficio (fermentación, secado, almacenamiento, transporte), hasta llegar la manufacturación de las almendras, etapa que mediante la torrefacción permite la expresión del sabor y aroma a chocolate y otras definiciones como la acidez, amargor, astringencia, en combinación con otras notas complementarias como floral, frutal, nuez, caramelo, malta, etc. Estas características únicamente se encuentran en los cacaos finos o de aroma. La intensidad de estos atributos estará presente en función de los procesos de las almendras, sin dejar de lado la interacción genotipo ambiente y beneficio.

La variación de la expresión sensorial en los diferentes tipos de cacaos representa una serie de alternativas para la industria de chocolates, la misma que es aprovechada para las combinaciones en las diferentes formulaciones y recetas de chocolates y otros productos a base de cacao que se ofertan en el mercado, siendo muy bien apreciados por los consumidores. Estos, cada vez son más exigentes en la calidad de los productos, necesitan inclusive conocer la identificación, contenidos de los componentes con los cuales están elaborados los productos para dirigir el consumo, acompañar las dietas, como precaución sobre la salud del organismo.

La evolución del mercado cada día es más creciente y se direcciona a la búsqueda de los cacaos de orígenes y cada vez más específicos. Por consiguiente, acrecientan su valor, siempre y cuando cumplan con altos estándares de calidad, dotados de una clara identidad; siendo uno de los componentes la identidad sensorial y el efecto sobre la salud de los humanos. La presente investigación aporta con información para construir identidades sensoriales que conduzcan al reconocimiento y diferenciación de orígenes de cacao provenientes de once Asociaciones ubicadas en distintas zonas del país.

Planteamiento del problema

El desconocimiento o comprensión insuficiente acerca de las diferencias cualitativas entre los cacaos producidos en las distintas zonas del país, particularmente en cuanto tiene que ver con las características de sus perfiles sensoriales y químicos, o la falta de información de esta temática, contribuye a la percepción de una aparente homogeneidad de la producción del cacao ecuatoriano, se puede ocultar posibles diferencias, limitando oportunidades para el reconocimiento de orígenes locales y también desaprovechando oportunidades comerciales con mejores ofertas para los cacaos de orígenes específicos debidamente reconocidos que están creciendo aceleradamente. La identidad de un cacao puede ser la base para los procesos de certificación y valorización a precios atractivos.

Ecuador es el principal proveedor de cacao fino o de aroma en el mundo, pero no dispone de un concepto definido de la diferenciación de orígenes de cacao que cada vez son más específicos y está perdiéndose la

posibilidad de darle un valor agregado. Los fabricantes de chocolates especiales buscan en la materia prima (almendras de cacao), atributos que contribuyan a sus estrategias para diferenciar y construir valor, de manera que pueda aumentar la competitividad de sus productos. En el contexto señalado, la presente investigación explora las diferencias sensoriales y algunos componentes químicos relacionados a la calidad en muestras de cacao “Arriba”, provenientes de distintas zonas productoras, con el propósito de proveerlos de una identidad de sabor.

Justificación

Los orígenes genéticos del cacao se reflejan en la expresión sensorial en cada uno de ellos, siendo estos un recurso importante para la industria que les permita diseñar productos con valor agregado, de acuerdo a las necesidades y a la capacidad del consumidor para disfrutar de las sutiles y placenteras especialidades de sabor en el producto terminado. Fue necesario trabajar con este enfoque para la caracterización del cacao proveniente de 11 zonas productoras del país.

Los resultados de la presente investigación ayudarán a identificar la presencia o ausencia de diferencias sensoriales entre distintos orígenes locales de cacao. Esta información se puede convertir en el punto de partida para impulsar la certificación de orígenes específicos, para comercializarlos en nichos de mercado mejor valorados. Esto será posible siempre que se garantice la calidad sensorial, mediante buenas prácticas de fermentación, secado, almacenamiento y transporte de las almendras de cacao. La elaboración de chocolates artesanales de alta especialidad también podría beneficiarse de esta diferenciación.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar las diferencias y semejanzas físicas, sensoriales y químicas entre muestras de cacao tipo Nacional provenientes de distintas zonas productoras.

Objetivos Específicos.

- Evaluar los componentes físicos y sensoriales de muestras de cacao de once Asociaciones de productores ubicados en distintas zonas productoras del país.
- Conocer la relación del cacao de las asociaciones en función de las similitudes o diferencias sensoriales en licor de cacao y chocolate.
- Explorar el contenido de los componentes químicos más relevantes en el cacao de las diferentes Asociaciones.

MARCO TEÓRICO

Potencial de cacao

El potencial de sabor a chocolate de un origen particular de cacao está determinado principalmente por la variedad que se cultiva, es decir por su fundamento genético. Hay tres grupos genéticos de cacao: Criollo, Forastero y Trinitario, a los que hay que agregar el cacao Nacional, autóctono del Ecuador, considerado como un grupo separado de los anteriores (Crouzillat, 2000).

Dentro de estos grupos hay variedades que producen cacao básico y otras que se consideran como productoras de cacao fino o de aroma. Las variedades de cacao básico se cultivan principalmente en África Occidental, Sur este asiático y Brasil. La característica común que los une es el hecho de que poseen un fuerte sabor a cacao, que bien fermentado y seco se utilizan principalmente para la fabricación de una amplia gama de productos. Juntos representan más del 90 % de la demanda de la industria mundial (Graziani, 2003; Amores, 2004).

Aunque el potencial de sabor de los cacaos finos o de aroma se debe básicamente a su fundamento genético, el desarrollo de la expresión sensorial es muy dependiente de la fermentación y secado correcto, como lo es también para los cacaos básicos, lo que de ninguna manera significa que estos últimos sean de baja calidad. Por el contrario, hay orígenes como el de Ghana, considerado el estándar global de calidad, particularmente con respecto a sus atributos físicos y contenido de manteca, utilizado como referencia por el mercado para comparar los demás orígenes comerciales (Graziani, 2003; Amores, 2004).

Prisilla (2010), hace una reseña sobre la división del cacao. Antiguamente, el cacao en el mundo se centraba en tres tipos: Criollo y Forastero y de la mezcla de estos nacieron los Trinitarios. El cacao Nacional, cultivado en Ecuador, era considerado dentro de los forasteros amazónicos, pero estudios científicos publicados en el 2008, indican que se puede hablar de 10 tipos genéticos y el Nacional es uno de ellos, con un penetrante aroma floral y sabor frutal típico del cacao ecuatoriano.

Investigaciones realizadas por Motamayor, *et al*, 2008, mencionan que en la región Amazónica se pueden encontrar 10 genotipos diferentes de cacao: Marañón, Guiana, Contanamá, Curaray, Nanay, Iquitos, Nacional, Purús, Criollo y Amelonado, cada uno de estos con sus propias características que los hace diferentes.

Fermentación

Cros, (2004), menciona que la fermentación involucra dos fenómenos distintos aunque no independientes. La fermentación microbiana que contribuye a la eliminación de la pulpa mucilaginosa que rodea las almendras, seguida por otra que induce un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones. Esta última conduce a la modificación de la composición química y formación de los precursores del aroma.

Los mismos autores expresan que las reacciones antes señaladas son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y migración del ácido acético de la pulpa hacia el interior de los cotiledones. Ambos fenómenos combinados suprimen el poder germinativo del embrión.

Ramos (2004), indica que la fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad. Este proceso disminuye el sabor amargo por la pérdida de teobromina y facilita el secado.

Rodríguez (2011), menciona que algunas zonas productoras de cacao Nacional en la región del litoral ecuatoriano superan el 50 % de fermentación y en la variedad CCN-51 están por debajo de este nivel y los días de fermentación están entre 3 a 5 días para el Nacional y entre 5 a 8 días para el CCN 51. Esto influye directamente en la calidad física y sensorial del cacao.

El tiempo de fermentación depende del tipo de cacao, es decir de la variedad. Cada grupo genético tiene su período característico de fermentación y dentro de ese período, si se acorta el tiempo de fermentación, mayor será la sensación de acidez, astringencia y amargor que permanece al final del proceso (Jiménez, 2000). Sobre el mismo tema, Pérez (2006) menciona que la acidez de la variedad Nacional es menor que la del clon CCN-51, aunque la introducción de la técnica del pre-secado en la fermentación de este último, permite reducir el exceso de acidez sensorial.

Secado

El objetivo principal del secado es eliminar el exceso de humedad y completar la fase de oxidación del cacao. El secado se realiza en forma lenta y gradual, empezando con pocas horas de exposición al sol en los primeros días, aumentando progresivamente el número de horas hasta la plena exposición en los últimos días (Jiménez, 2008). El secado muy rápido no es uniforme, interrumpiéndose la hidrólisis enzimática de las antocianinas, lo que aumenta la astringencia. Paralelamente, la testa se endurece rápidamente, impidiendo la difusión de los ácidos volátiles junto con el agua de evaporación hacia el exterior. Como resultado, las almendras terminan con una concentración de acidez más alta (Ramos, 2004).

Según Ramos y Azócar (2000), el secado de manera natural es el más recomendable, ya que las almendras se secan lentamente, desarrollándose satisfactoriamente los cambios para lograr un buen sabor. Con este propósito, se utilizan tendales de madera o de bambú, aunque los hay también de cemento.

Jiménez, et al (2011) mencionan que durante el secado es importante tomar en cuenta el aspecto de la eliminación del ácido acético de los cotiledones hacia afuera, para disminuir la acidez y mejorar la calidad sensorial del cacao. Un secado rápido y violento produce la pérdida de agua en poco tiempo y eso hace que los cotiledones retengan gran parte de la acidez concentrada en su interior.

Calidad física del cacao

Jiménez, J. et al (2011), mencionan que la calidad física del grano de cacao debe estar en función de las exigencias de la comercialización y la industrialización. Considera que el índice de semilla debe ser superior

a 1,2 g, la fermentación sobre el 75% y el contenido de cascarilla o testa no mayor del 15%. En estudios realizados sobre la calidad en árboles de cacao en fincas de productores de la provincia de Esmeraldas se encontraron promedios del índice de almendra de 1,33 g, con 86,8% de fermentación y un 13% del contenido de cascarilla.

Del trabajo realizado por Romero (2004) se concluyó que el porcentaje de testa varía de acuerdo con el genotipo del cacao, desde 6 % hasta 16 %, indicador que guarda una relación inversamente proporcional al tamaño de la almendra.

Torrefacción

Según Sánchez (2007), durante la fermentación se forman los precursores químicos del sabor a cacao, los que se expresan durante el tostado como componentes del sabor y aroma típico a chocolate y otras notas sensoriales.

El tostado del cacao se realiza con el propósito de facilitar la eliminación de la cascarilla. También para que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y produzcan los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales: floral, frutal y nuez, dependiendo del tipo de cacao (Amores, 2004).

Las condiciones del tostado, es decir tiempo y temperatura, deben adecuarse al tipo de cacao. Alta temperatura y largos tiempos de tostado eliminan las especificidades aromáticas de los cacaos finos o de aroma, favoreciendo primero el desarrollo de un aroma térmico, y luego un sabor a “quemado” (Cros, 2004). Hay otros factores que influyen en la torrefacción de las almendras: variedad de cacao, tamaño de las almendras y contenido de la cascarilla.

Para el cacao fino de aroma en el Ecuador, se recomienda para el tostado temperaturas de 110 a 115 °C por un periodo de 10 a 15 minutos. Para los cacaos tipo Forastero, la combinación de tostado de 115 a 125 °C de temperatura, por 15 a 20 minutos, ha dado buenos resultados. La temperatura correcta de tostado tiene importancia porque influye sobre la reacción de Maillard, un proceso químico que al promover la combinación de los azúcares reductores y proteínas genera el sabor a chocolate. (Cros, 2004)

Calidad sensorial del cacao

El mapa de sabores de cacao elaborado por Enríquez (2007), refleja la variación sensorial del cacao producido en las distintas zonas del país, abonando a la idea de que el sabor “Arriba” tiene connotaciones diferentes, que dependen del entorno ambiental de donde procede el cacao.

El cacao fino o de aroma se refiere a variedades de cacao que producen almendras con alto potencial aromático y otras bondades sensoriales que los distinguen de los cacaos básicos o corrientes. La calidad aromática del chocolate está relacionada con el origen genético de las almendras, beneficio post-cosecha y el tostado (Sánchez, 2007).

La calidad sensorial del cacao se evalúa transformando las almendras tostadas en una pasta diluida, también llamada licor de cacao. Un panel compuesto por varios catadores con experiencia en el tema, realiza la degustación para la identificación y cuantificación de las características sensoriales del cacao, antes de la adición de azúcar, leche, manteca u otros ingredientes, que forman parte de los productos finales diseñados por la industria para el consumo masivo (Jiménez, 2000).

Durante la evaluación, los sabores (cacao, acidez, amargor, astringencia, etc.) se cuantifican mediante una escala. Este ejercicio además permite detectar la presencia de sabores indeseables que afectan la calidad final del producto (REPEC, 2004). También se cuantifica la presencia de notas sensoriales asociadas con los sabores frutal, floral, nuez, dulce y otros. Según Romero (2004), la evaluación sensorial es el punto de partida para el aprovechamiento de los cacaos finos con matices aromáticos que acompañan al sabor a cacao, como ingrediente para crear productos de mayor valor.

Según Saltos (2005), el cacao Nacional se distingue por su aroma y sabor único. Este último también se conoce como “Arriba”, descrito como un sabor floral fuerte, con alta astringencia, sabor a leguminosas verdes, flores de cítricos, combinación que al final termina sintetizándose en una sensación de frescura que invade la boca, aunque desaparece pronto. Sukha y Butler (2006), luego de la aplicación exitosa de un protocolo de evaluación sensorial en cacao, encontraron claras diferencias de sabor entre muestras de cacao fino de aroma de orígenes distintos, dichas diferencias se encontraron en las notas especiales de los cacao finos.

Peralta (2008), señala que el cacao ecuatoriano de la variedad “Arriba” posee diferentes perfiles sensoriales. Así por ejemplo, el cacao proveniente de la provincia de Esmeraldas se caracteriza por un sabor más fuerte a chocolate, mientras que en la provincia de Los Ríos esta nota sensorial tiende a mostrar menor intensidad, en tanto que en Manabí los sabores cacao y floral tienen baja intensidad.

Para la zona norte de Esmeraldas, Palacios (2008), encontró que los cacaos del tipo Nacional presentan intensidades sensoriales interesantes para los sabores cacao y nuez, mientras que en la zona de Naranjal los sabores frutal y floral son notorios.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Calidad Integral del Programa Nacional de Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, con muestras de cacao procedentes de fincas de 11 Asociaciones de productores, ubicadas en las principales zonas productoras del país. Las actividades se describen de acuerdo al orden en que fueron ejecutadas.

Procedencia de las muestras

En cada centro de acopio de las diferentes organizaciones de productores de cacao fueron procesadas 10 muestras. Las almendras de dichas muestras fueron fermentadas en cajones de madera durante 4 días, el

secado fue realizado de forma natural mediante la luminosidad solar. Cada muestra se obtuvo de un lote de cacao conformado por dos hasta cinco productores. Las muestras secas fueron trasladadas al Laboratorio de Calidad de Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, para la ejecución de los análisis físicos y sensoriales. Los análisis químicos fueron realizados en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. El cuadro 1 proporciona el nombre, la ubicación, áreas de cobertura por las Asociaciones, número de socios activos y el número de hectáreas que aportan cacao al centro de acopio de dichas organizaciones.

Tres asociaciones de la provincia de Esmeraldas formaron parte del estudio: Unión de Asociaciones Artesanales (Eloy Alfaro), Asociación de Productores de Cacao de Atacames (APROCA), Corporación de Organizaciones Campesinas de la Provincia de Esmeraldas (COCPE). De la provincia de Manabí, la organización de segundo grado llamada Fortaleza del Valle, por la provincia de Los Ríos la Asociación de Productores Orgánicos de Vinces (APOV), de la provincia del Guayas la Federación Nacional de Productores de Cacao del Ecuador (FEDECADE), en Naranjal, y la Asociación Buena Suerte en el cantón El Empalme. De la provincia de Bolívar participaron la Corporación Agrícola Cacaotera del Cantón Echeandía (CORAGRICACE) y la Asociación UCOCS del cantón Las Naves. Las dos últimas ubicadas en la región amazónica del país, en la provincia de Sucumbíos, la Asociación Lucha para el Progreso (Miss Ecuador) y en la provincia de Orellana, en el cantón San Carlos, la Asociación que es conocida con el mismo nombre del cantón.

Cuadro 1. Identificación y ubicación geográfica de las Asociaciones de productores de cacao participantes en el proyecto

Asociaciones	Cantón	Provincia	Áreas de cobertura	Socios activos en las organizaciones	Hectáreas que aportan cacao al centro de acopio
ELOY ALFARO	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Chontaduro, Chumandé	300	5500
APROCA	Atacames		Atacames, la Unión	360	700
COCPE	Quinindé		Quinindé, Rosa Zárate	560	1800
FORTALEZA DEL VALLE	Calceta	Manabí	Calceta, Canuto, Tosagua	415	1720
APOV	Vinces	Los Ríos	Vinces, Palenque, Baba	163	1183
FEDECADE	Naranjal	Guayas	Naranjal, Shumiral, Santa Rosa, El Progreso	600	3513
BUENA SUERTE	El Empalme		El Empalme, El Rosario	150	914
CORAGRICACE	Echeandía	Bolívar	Echeandía, Caluma	480	4000
UCOCS	Las Naves		Las Naves, Las Mercedes	200	1000
SAN CARLOS	San Carlos	Orellana	San Pablo, La Joya, Loreto	No hay datos	1149
MISS ECUADOR	Mis Ecuador	Sucumbíos	Santa Marianita, San Jacinto	39	260
TOTAL				3267	21739

Distribución de las muestras para los diferentes análisis

Un total de 86 muestras ingresaron al Laboratorio de Calidad Integral de Cacao, cada una compuesta de 1 kg de cacao fermentado y seco. Las muestras fueron colocadas en fundas de tela correctamente identificadas y almacenadas en un ambiente controlado (temperatura y humedad) hasta realizar los respectivos análisis.



Imagen 1. Almacenamiento de las muestras de almendras de cacao

Cada muestra fue distribuida en diferentes proporciones para la ejecución de los diferentes análisis, como se describe a continuación: 300 g fueron destinados para determinar el porcentaje de fermentación, (80 g se utilizaron para evaluar el contenido de cascarilla y para medir el valor del pH en la cascarilla o testa y en el cotiledón, 200 g se requirieron para los análisis sensoriales y 400 g fueron enviados al Laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, para evaluar el contenido de grasa, polifenoles totales, teobromina, cafeína y la relación de estos dos últimos parámetros. Cabe señalar que las muestras para los análisis químicos estuvieron compuestas por las 10 muestras que fueron recolectadas en cada Asociación.

Para determinar el porcentaje de fermentación se contabilizaron y pesaron 100 almendras que fueron cortadas con la guillotina. La mitad de cada almendra cortada se utilizó para clasificar de acuerdo a la presentación y al color interno de cada almendra. Se consideraron almendras con buena fermentación aquellas que mostraron estrías abiertas y el color marrón o café rojizo. En cambio, aquellas que contenían pigmentaciones color púrpura y las estrías menos abiertas que las anteriores se consideraron almendras con mediana fermentación. Otras que se presentaron con un color púrpura intenso con ligeras estrías formándose una masa dura fueron consideradas como almendras violetas; y aquellas con color negro

brillante como un pizarrón, una masa en su totalidad compacta, fueron las almendras denominadas pizarras. También se evaluó la presencia y daños causados por insectos y hongos. Finalizada la clasificación se contabilizó el número de almendras con las características descritas y se elevó a porcentaje. El porcentaje total de fermentación fue el resultado de la sumatoria de las almendras con buena y mediana fermentación.

Para medir el porcentaje de cascarilla se pesaron 50 almendras. Utilizando un bisturí, se retiró la cascarilla del cotiledón; lo que luego fue pesado, separado de los cotiledones. El peso de la cascarilla se dividió para el peso de las 50 almendras y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje. En estos mismos derivados del cacao se midió el pH. Para medir en la cascarilla se pesó 5 g y se añadió 100 ml de agua. Esta mezcla se trituroó en una licuadora de uso doméstico. La molienda de los cotiledones se realizó en un molino para granos secos; se pesaron 10 g y se mezclaron con el agua. De estas soluciones se tomaron 10 ml, sobre el cual se introdujo el electrodo del potenciómetro para las respectivas lecturas y obtener el valor del pH.



Imagen 2. Análisis físicos en las muestras de cacao provenientes de distintas zonas del país

Preparación de la pasta o licor de cacao

Antes de proceder a la torrefacción de las almendras se realizaron pruebas de calibraciones de tostado, en función del tamaño y del contenido de cascarilla de las almendras. La experiencia de estos ejercicios sirvió para seleccionar el régimen adecuado. Esta labor se realizó en una estufa de circulación forzada de aire. Las almendras se colocaron sobre una bandeja de acero inoxidable provista de orificios en el fondo para el ingreso y circulación de aire al contorno de los granos. Las bandejas conjuntamente con las almendras se introdujeron dentro de la estufa. La combinación de los factores temperatura y el tiempo de tostado fueron ejecutados de la siguiente manera:

Tomando como referencia las pruebas de tostado realizado en años a diferente temperatura para el cacao que proviene de las distintas zona del país. Las muestras de las asociaciones Eloy Alfaro, APROCA, COCPEC se tostaron con temperaturas de 110°C. Para la de Fortaleza del Valle, la temperatura de tostado fue de 112°C, y para las de Buena Suerte, Fedecade, APOV, Coragricace, UCOCS, Miss Ecuador y San Carlos, la temperatura fue de 115°C. El tiempo de torrefacción para todas las muestras fue de 12 minutos.

Una vez enfriadas las almendras se procedió a retirar manualmente la cascarilla de los cotiledones. Los cotiledones sin la cascarilla fueron triturados y molidos hasta transformar el cacao en polvo; para dicho propósito se utilizó un molino para granos secos. Para el conchado de la pasta de cacao se utilizó un molino mortero RM 200, con el cual la textura alcanzó entre los 30 a 40 μ . Luego, la pasta fue colocada en moldes para la solidificación; se retiraron cubos de pasta solidificada de los moldes para empacar en papel aluminio y almacenarlos hasta obtener un número de muestras suficiente y luego realizar las cataciones.



Imagen 3. Procesamiento de las muestras de almendras para obtener licor de cacao

Evaluación sensorial

Previo a la evaluación, las muestras de licor de cacao se identificaron con códigos numéricos diferentes, compuestos de tres dígitos, de manera que el origen de cada muestra fuera totalmente desconocida para los panelistas. Las muestras identificadas se colocaron por aproximadamente 10 minutos en baño maría para calentar y diluir el licor a una temperatura que varió entre 45 a 50°C. A esta temperatura, las muestras tuvieron más capacidad para volatizar las moléculas responsables de los distintos aromas facilitándose la tarea de los evaluadores.

En cada sesión se evaluaron cinco muestras y en ocasiones se realizaron dos sesiones por día. Antes de iniciar la prueba, los panelistas fueron provistos de los materiales necesarios para esta tarea: formularios, utensilios para la manipulación de las muestras, agua, etc.

El panel de catadores estuvo conformado por cuatro personas. Todos los panelistas realizaron tres observaciones de cada muestra. La escala de calificación estuvo considerada de 0 a 10 puntos, considerando: 0 es ausente, 1 a 2 bajo, 3 a 5 medio, 6 a 8 alto, 9 a 10 muy alto y fuerte. Al final de la sesión, los formularios de datos registrados por los catadores fueron recolectados y digitalizados creando una matriz electrónica. El promedio de las lecturas registradas por los panelistas, se utilizó para construir la matriz de datos utilizada posteriormente en el procesamiento estadístico de los mismos.



Imagen 4. Panel de catadores evaluando las muestras de licor de cacao

Preparación Artesanal de chocolates

Una nueva muestra de 3 kg se recolectó por cada Asociación para la preparación artesanal de barras de chocolates. Todas las almendras fueron seleccionadas eliminando granos vanos, impurezas, almendras partidas etc. También fueron separados granos pequeños. Las almendras seleccionadas fueron tostadas aplicando los protocolos de la torrefacción utilizados en la preparación del licor de cacao.

El cacao triturado (Nibs) fue introducido en un molino de dos rodillos (Santha) para realizar el conchado por 8 horas. La mezcla de los ingredientes fueron en proporciones de 70 % de cacao y 30 % de azúcar, para de inmediato continuar con el refinado de la pasta de chocolate que tomaría un tiempo de aproximadamente 20 horas. Luego, el chocolate fue retirado del conchador para dar paso al temperado manual. Para la pre-cristalización, se utilizó un baño maría para aumentar la temperatura de la masa de chocolate hasta los 45 °C. Inmediatamente, se colocó dentro de la refrigeradora para disminuir la temperatura hasta los 28 °C. El temperado o rompimiento de los cristales que se formaron con la grasa del cacao se realizó a los 32 °C.

El chocolate fue colocado en moldes que permitían obtener 10 barras de 20 g . Estos fueron empacados en papel aluminio laminado y almacenados en un cuarto frío. Varias muestras fueron enviadas a expertos del exterior para la evaluación sensorial. A nivel local se utilizó la misma escala para evaluar los sabores en licor de cacao. Se realizaron tres evaluaciones con el panel de catación de la EET-Pichilingue.

Preparación de chocolates con equipamiento semiartesanal

Durante el primer trimestre del año 2011, se colectaron 30 kg de cacao fermentado y seco por cada Asociación para la elaboración de 1000 barras de chocolates; 500 unidades fueron entregadas a cada Asociación y 500 se utilizaron para distribuir en la I Feria de Aromas y Sabores de Cacao Nacional Fino o de Aroma. Antes de iniciar con la preparación de los chocolates se realizaron algunos ejercicios para la calibración del equipamiento; midiendo el tiempo de uso y la capacidad de cada uno de los equipos.

Estos ejercicios se iniciaron con la torrefacción de las almendras; se pesaron 4 kg de cacao seleccionado y se tostaron a 120°C por una hora en un tostador tipo tambor para café. Cada 15 minutos se tomaron

muestras para medir el avance del tostado de las almendras; con 15 y 30 minutos de tostado el cacao estuvo crudo y transcurrido el tiempo señalado las almendras estuvieron sobre tostadas, dando como resultado 45 minutos como el tiempo necesario para que las almendras lleguen a su punto de cocción adecuado.

En otros equipos como el conchador y el temperador se midió la cantidad de carga para un eficiente trabajo, de igual manera la cantidad de chocolate que se podría manejar con los moldes disponibles. Una vez definidas las metodologías, se aplicó el protocolo de trabajo que se describe a continuación.

Clasificación, torrefacción y enfriamiento de las almendras

Antes de iniciar con los procesos, el contenido de la humedad de las almendras estuvo inferior al 7%, luego en un espacio suficientemente amplio se eliminaron cuerpos extraños, impurezas, granos vanos triturados, etc. En la clasificación también se consideró el tamaño de los granos, tratando que sean homogéneos. Una vez limpio y clasificado el cacao, se pesaron 4 kg para tostarlos en el horno provisto de un tambor giratorio. La temperatura fue de 120°C por 45 minutos. Terminado el tostado, las almendras se sacaron del horno y se colocaron en un recipiente provisionado de un cubículo con circulación de aire frío por el espacio de 10 a 20 minutos, para el enfriamiento rápido del cacao.



Imagen 5. Procesamiento de las almendras de cacao seco y tostado

Trituración de las almendras y limpieza del cacao fraccionado (Nibs)

La trituración se realizó una vez que las almendras se acondicionaron a la temperatura ambiente de trabajo. Para esta labor se utilizó un molino (Gordon- Bróker), provisto de una polea dentada y dos placas metálicas que hace la función de reguladores para el rompimiento de las almendras en partículas o nibs de 3 a 6 mm por efecto de la fricción de estos dos implementos. La separación de los fragmentos de la cascarilla o testa se logró pasándolos por el equipo conocido como catador, constituido por una tolva situada en la parte superior para el ingreso de los Nibs y un conducto por el cual traslada los fragmentos del cacao hasta llegar a la parte inferior provista de dos salidas. A un costado del conducto esta adherido un pequeño ventilador que impulsa aire hacia la intersección de las dos salidas para separar la cascarilla de los Nibs, por efecto del aire sobre el peso de los cuerpos.



Imagen 6. Procesamiento de las almendras para la obtención de los Nibs de cacao

Conchado, mezcla con ingredientes y refinado de la pasta de chocolate

Gradualmente se colocaron los nibs de cacao en molino conchador, hasta completar la cantidad preparada de 10 kg. Durante este espacio se agregó la mitad de la grasa de cacao para que la pasta tenga mayor fluidez. Adicionalmente, el molino está provisto de un pequeño motor que emite un flujo de aire caliente, el cual esta combinado con un controlador de la temperatura, manteniéndola entre 52 a 56 °C. Esta temperatura llega directamente a la pasta. El conchado se realizó durante 8 horas, luego se añadieron los ingredientes adicionales 30 % de azúcar y 2,5 % de manteca de cacao para completar el 5 % de este ingrediente. Inmediatamente se continuó con el refinado durante 6 horas. La combinación o mezcla de la pasta de chocolate estuvo conformada por 65 % de cacao, 5 % de manteca de cacao y 30 % de azúcar granulada. Transcurrieron 22 horas entre el conchado y el refinado para alcanzar la textura de la pasta de chocolate entre 22 – 28 μ para los diferentes lotes de chocolates.



Imagen 7. Procesamiento de los Nibs de cacao para la obtención de la pasta de chocolate

Temperado de la pasta de chocolate

Finalizado el conchado y refinado, la pasta de chocolate fue retirada del conchador y colocada en la máquina para realizar el temperado mediante la cristalización de la grasa para proporcionarle dureza, brillo y concentración del producto final solidificado. Para dicho propósito, la temperatura de pre-cristalización alcanzó los 45 °C; luego, la temperatura disminuyó a 29 °C para enfriar la pasta y mover ciertos cristales de grasa que aún no fueron disueltos. Finalmente, la temperatura en la masa de chocolate ascendió a 32 °C, para temperar por un tiempo de 5 a 10 minutos. Todo el proceso de temperado se realizó en aproximadamente 3 horas.



Imagen 8. Temperización de los cristales de grasa presentes en el chocolate

Moldeado

Para darle forma y dividir en cantidades iguales, el chocolate temperado fue colocado en los moldes. Cada molde contiene 10 divisiones internas con capacidad de 20 g cada una. El acondicionamiento del chocolate en los moldes se realizó manualmente con suaves movimientos horizontales y verticales, para eliminar los espacios de aire que se forman en el interior de la masa de chocolate. Se efectuaron ligeros golpes de los moldes con el chocolate sobre la mesa de trabajo. Luego fueron introducidos en un ambiente de enfriamiento con temperaturas entre 4 a 8 °C, por espacio de 15 a 30 minutos, dependiendo del volumen preparado, tiempo necesario para que las barras de chocolate estuvieran endurecidas y fácilmente sean desprendidas de las paredes de los moldes.



Imagen 9. Moldeado y acondicionamiento de la pasta chocolate

Las barras de chocolate solidificadas se pasaron a un cuarto de aclimatación en el cual la temperatura oscilaba entre los 18 – 20 °C, dejándolas allí aproximadamente 4 horas para proceder al empaqueo y almacenamiento en el mismo cuarto. En la imagen 10, se muestran las barras de chocolate solidificadas, listas para colocar en las cajas de empaques que fueron diseñadas para cada una de las asociaciones y una caja grande para agrupar los chocolates de las 11 asociaciones, identificándose con su nombre una pequeña reseña histórica y su propio logotipo.



Imagen 10. Solidificación y empaqueo de las barras de chocolate de las once asociaciones

Factores en estudio

La presente investigación estuvo dirigida a determinar el efecto del origen geográfico de las distintas muestras, único factor de estudio, sobre las características de los perfiles físicos sensoriales y químicos. Los tratamientos estuvieron representados por las distintas muestras y las respuestas por los correspondientes parámetros evaluados.

Variables evaluadas

Las variables asociadas a la calidad organoléptica del cacao se evaluaron de acuerdo a metodología establecida por instituciones que controlan la calidad (Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN) y métodos establecidos por el INIAP. Los datos obtenidos fueron el producto del análisis de 10 muestras por organización. Para cumplir con los objetivos propuestos en el estudio, se realizó la evaluación en el Laboratorio de Calidad Integral de Cacao de la EET-Pichilingue de las variables físicas y sensoriales en licor de cacao y barras de chocolates, las mismas que se describen posteriormente. Las variables químicas se evaluaron en el Laboratorio de nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Determinación de la humedad

Diez gramos por cada muestra fueron utilizados para medir la humedad de las almendras de cacao, las cuales se colocaron en una célula provista en el fondo de sensores. La célula con las almendras se acoplaron a un higrómetro con una escala de 2 a 20 %. Mediante la pulsación de una tecla se obtuvieron los datos en porcentaje (%) del contenido de humedad de los granos secos de cacao. Para cada muestra de cacao se realizaron tres lecturas; cuyos promedios fueron los valores que se utilizaron para los análisis de calidad.

Determinación del porcentaje de fermentación

Aleatoriamente se tomaron 100 almendras para obtener su peso. Luego, con la ayuda de una guillotina especializada para este propósito, se cortaron longitudinalmente. La superficie interna del cotiledón expuesta por el corte permitió observar y clasificar las almendras de acuerdo al grado de fermentación en: bien fermentadas, medianamente fermentadas, violeta y pizarra. La prueba de corte sirvió también para identificar, cuantificar y separar aquellas almendras con defectos, tales como infestación por insectos, colonización por hongos, granos vanos, etc.

La determinación del porcentaje de fermentación se realizó basándose en los criterios descritos en la Tabla de la Norma INEN 176 (**Ver Anexo 1**). Las almendras con los cotiledones de color marrón o marrón rojizo, acompañados de estrías bien abiertas, se clasificaron como bien fermentadas. Aquellas almendras con los cotiledones parcialmente estriados y franjas de color violeta en los bordes, se clasificaron como almendras con mediana fermentación. Mediante la sumatoria del porcentaje de almendras con buena y mediana fermentación se determinó el porcentaje total de almendras fermentadas.

Se identificaron como almendras violetas aquellas cuyos cotiledones presentaron en su totalidad un color violeta intenso, como resultado de la fermentación muy limitada, impidiendo la liberación y oxidación de los polifenoles. Finalmente, las almendras identificadas como pizarras presentaron cotiledones de color gris negruzco y aspecto compacto, producto de la ausencia de fermentación. Se consideraron como granos defectuosos aquellos con deterioro en su estructura interna por la acción de insectos y hongos que se alimentan de los cotiledones, dejando en ocasiones únicamente la cascarilla con excrementos.

Índice de Almendra

La evaluación de esta variable se realizó en 100 almendras colectadas aleatoriamente, las mismas que fueron pesadas. Este peso se dividió para 100. La relación proporcional se consideró el valor del índice de almendra para cada muestra.

Porcentaje de cascarilla o testa

Se determinó en 30 g de almendras, las que fueron desprovistas manualmente de la cascarilla para separar los cotiledones. Estos fueron pesados por separado. El valor del peso de la cascarilla se dividió para los 30 g y se multiplicó por 100 para obtener el valor de la cascarilla en porcentaje. La cantidad porcentual de cascarilla en las almendras tiene gran importancia para la evaluación del rendimiento industrial del cacao.

Distribución de la frecuencia del peso de las almendras

Individualmente, se pesaron 200 almendras de cada muestra. Los pesos de las 10 muestras se sumaron para conformar una sola muestra para cada zona. Luego, mediante técnicas de Estadística Descriptiva, se procedió a estructurar los datos de peso en 10 clases con sus respectivas frecuencias. Los resultados se utilizaron para su comparación entre zonas. Los perfiles del peso de las almendras, proporcionaron pistas sobre la homogeneidad de tamaño del cacao. El conocimiento sobre la variabilidad del peso de las almendras es otro aspecto de importancia para evaluar la calidad integral del cacao.

Atributos sensoriales

Un panel de catadores compuesto por cuatro personas del ámbito local, cuantificó a través de una escala numérica 0 – 10, la intensidad de las variables asociadas al sabor: cacao, frutal, floral, nuez, caramelo, acidez, astringencia y amargor. Los parámetros descritos se evaluaron en licor de cacao y chocolates. La intensidad de cada sabor crece a medida que aumenta el valor dentro de la escala señalada. Durante el ejercicio, se detectaron algunos defectos sensoriales (moho, crudo, etc.) adquiridos como consecuencia de situaciones anormales ocurridas durante las fases de beneficio y almacenamiento. Usualmente, los defectos de las almendras se trasladan al licor y chocolates, reflejándose en el sabor final del producto.

Variables químicas

Cuatrocientos gramos de almendras de cacao fueron remitidos al laboratorio de Nutrición y Calidad de la EE-Sta. Catalina del INIAP, para determinar el contenido de grasa, polifenoles, purinas (teobromina y cafeína) y la relación de estas dos últimas.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de variancia no paramétrico, basado en la prueba de Kruskal & Wallis (5%) para las medias de las distintas zonas. La prueba sirvió para determinar si los resultados obtenidos fueron similares o diferentes dentro de la población estudiada. La ilustración de los resultados físicos y sensoriales se expresan mediante cuadros y gráficos, los mismos que contribuyeron para la mejor apreciación e interpretación de los resultados. También se condujo un análisis multivariado (Componentes Principales) para observar si se producía alguna estructuración de las muestras en función de todas las variables sensoriales. Finalmente, se construyó una matriz de correlaciones para explorar la manera en que se encuentran asociadas las distintas variables sensoriales.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Resultados de los componentes físicos

Los datos de todas las variables fueron organizados en una matriz (Anexo 2), la misma que fue de mucha utilidad para la ejecución de los análisis estadísticos y mejorar la interpretación de los resultados. Con los datos promedios de todas las variables se construyeron cuadros y gráficos, de manera que facilite la difusión de esta información.

En el cuadro 2 se presentan los datos del contenido de humedad, índice de semilla, contenido de testa y el valor del pH del cacao de las once Asociaciones que formaron parte del estudio.

El rango de la humedad de las almendras varió entre 5,30 a 7,41 %, lo que indica que estadísticamente no mostraron diferencias. Sí se encontraron variaciones estadísticas en las características del índice de semilla, contenido de testa y pH, destacándose el cacao de la Asociación Eloy Alfaro y FEDECADE con un índice de semilla de 1,51 g y 1,46 g; contenido de testa de 12,07% y 12,79 %, y el valor del pH fue de 5,20 - 5,77 ; 5,54 – 5,45 en la testa y cotiledón, respectivamente. Cabe mencionar que el cacao de CORAGRICACE y UCOCS mostraron un índice de semilla con valores apreciables 1,38 y 1,31 g, respectivamente. Un dato interesante en el cacao de estas dos Asociaciones lo constituyó el contenido de cascarilla, ya que fue el más bajo con 11,07 y 11,38 % y los valores de pH se ubicaron entre los más altos, especialmente en el cotiledón 5,92 – 6,06, en su orden. Esta puede ser una característica propia de la zona, ya que las dos Asociaciones están ubicadas en las estribaciones de la provincia de Bolívar.

El cacao de Fortaleza del Valle, APOV, APROCA y Buena Suerte, presentó el menor índice de semilla, por debajo o similares a los criterios mínimos de comercialización (1, 2 g), con valores de 1,17; 1,17 ; 1,23 ; 1,24 g. Contrario a esto se observó que obtuvieron el mayor contenido de testa con valores de 15,48; 15,34 ; 14,19 y 15,25 % en su orden. El cacao de las otras zonas mostraron valores similares a los límites establecidos por las normas de calidad.

Cuadro 2 . Promedios de contenido de humedad, índice de semilla, porcentaje de testa y pH de las muestras de cacao provenientes de las distintas Asociaciones participantes.

Asociaciones	Provincia	Humedad (%)	Índice de almendra (g)	Testa (%)	Valor del pH	
					Testa	Cotiledón
ELOY ALFARO	Esmeraldas	6,63	1,51 d	12,07 ab	5,20 a	5,72 de
COCPE		6,31	1,28 bcd	13,18 ab	5,74 a	5,65 cde
APROCA		6,42	1,23 abc	14,19 bc	6,26 cd	5,64 de
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	6,08	1,17 a	15,48 c	5,63 ab	5,14 ab
BUENA SUERTE	Guayas	5,49	1,24 ab	15,25 c	5,41 a	4,92 a
FEDECADE		5,30	1,46 d	12,79 ab	5,54 ab	5,45 bcd
APOV	Los Ríos	7,09	1,17 ab	15,34 c	5,84 abc	5,19 abc
UCOCS	Bolívar	5,68	1,31 bc	11,38 a	5,97 bcd	6,06 e
CORAGRICACE		7,41	1,38 cd	11,07 a	5,82 abc	5,92 e
SAN CARLOS	Orellana	6,28	1,27 abc	15,58 c	6,45 d	5,61 cde
MISS ECUADOR	Sucumbíos	6,70	1,35 bcd	13,56 abc	6,20 cd	5,17 abc
Promedio		6,31	1,31	13,63	5,82	5,50

Letras diferentes son altamente significativas

El nivel de fermentación (buena, mediana, total) y defectos (violetas, pizarras, moho) de cada muestra se cuantificó en el interior de 100 almendras de cacao cortadas longitudinalmente. Los datos obtenidos se describen en el cuadro 3. Las variables: buena, total de fermentación, violetas y pizarras presentaron diferencias estadísticas, mientras que variables como mediana fermentación y moho no presentaron diferencias estadísticas.

El cacao de APROCA, Fortaleza del Valle, Buena Suerte, San Carlos, Eloy Alfaro y APOV, obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las variables de buena y total fermentación, mostrando los valores más altos de estos parámetros. Por consiguiente obtuvieron los valores más bajos de almendras de color violeta y pizarras. En el cacao de FEDECADE, APOV y Miss Ecuador se encontraron los valores más altos de almendras color violeta, mientras que el cacao de UCOCS obtuvo el valor más alto de almendras pizarras, lo que indica que el cacao de esta zona fue menos fermentado. La contaminación con moho para todas las muestras fue inferior al 1%.

Cuadro 3. Promedios del nivel de fermentación en las almendras de cacao de muestras provenientes de once Asociaciones de Productores.

Asociaciones	Provincia	Fermentación (%)	Defectos (%)
--------------	-----------	------------------	--------------

		Buena	Mediana	Total	Violeta	Pizarra	Moho
ELOY ALFARO	Esmeraldas	45,90 bcd	43,80	89,70 cd	8,60 a	1,60 ab	0,10
COCPE		48,73 abc	37,82	86,55 abc	9,45 a	3,55 bc	0,64
APROCA		60,67 d	29,67	90,33 bcd	9,67 a	0,00 a	0,33
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	58,90 d	33,90	92,80 d	6,70 a	0,20 a	0,30
BUENA SUERTE	Guayas	59,30d	29,00	88,30 bcd	11,50 a	0,00 a	0,20
FEDECADE		14,80 a	27,05	41,85 a	50,05 b	8,00 bc	0,10
APOV	Los Ríos	41,60 bcd	38,70	80,30 a	19,80 b	0,80 ab	0,00
UCOCS	Bolívar	29,00 ab	45,40	74,40 a	9,50 a	16,10 c	0,00
CORAGRICACE		35,90 bc	37,80	74 ab	10,00 a	15,50 ab	0,50
SAN CARLOS	Orellana	54,40 cd	35,50	89,70 bcd	9,60 a	0,00 a	0,70
MISS ECUADOR	Sucumbíos	29,20 ab	48,80	78 a	22,00 b	0,00 a	0,00
Promedio		43,49	37,04	80,54	15,17	4,16	0,26

Diferentes letras son altamente significativas

Un total de 13.358 datos de peso de las almendras de las muestras de cacao de las once Asociaciones fueron analizados, para determinar el peso promedio de las almendras de cada zona con su respectiva desviación estándar y valores extremos (máximo y mínimo), para agrupar en volúmenes y expresar en porcentaje de acuerdo a las categorías de exportación del cacao Nacional, como se observa en el cuadro 4. Aproximadamente, en el 50 % de las muestras evaluadas, el peso promedio de las almendras arrojó valores superiores al límite del nivel comercial (1,20 g). FEDECADE y Eloy Alfaro presentaron los promedios más altos con 1,44 g y 1,40 g en su orden. También obtuvieron los valores más bajos de la desviación estándar con 0,26 y 0,27, respectivamente.

En el caso del cacao de APROCA, Buena Suerte, San Carlos, UCOCS y APOV, el promedio del peso de las almendras fue inferior al límite del rango comercial (1,20 g) con valores de 1,12 g; 1,12 g; 1,13 g; 1,15 g y 1,16 g, en el mismo orden. También muestran mayor variabilidad de los datos y valores más altos de la desviación estándar. En relación a la agrupación por categorías de exportación por el peso y tamaño, se observó que recaen dentro de la categoría ASE con los mayores porcentajes de almendras con pesos inferiores a 1,10 g.

El cacao de COCPE, FEDECADE, Miss Ecuador y CORAGRICACE, presentó promedios del peso, con valores atractivos y amplios rangos de variabilidad, con porcentajes superiores a 1,31g, los mismos que recaen dentro de la categoría ASSS con 58,20%; 53,80 %; 53% y 43%, en su orden. La producción del cacao de Eloy Alfaro, Fortaleza del Valle y San Carlos, contiene el mayor porcentaje de almendras que se encuentran dentro de la categoría ASS con el 64,40%; 63,38% y 44,52%.

Cuadro 4. Resultados estadísticos relacionados con el peso (g) de las almendras de cacao de las muestras provenientes de las once asociaciones de productores.

Asociaciones	Provincia	Número de almendras	Peso promedio de una almendra (g)	Desviación estándar	Mínimo (g)	Máximo (g)	ASE* (%)	ASS** (%)	ASSS*** (%)
ELOY ALFARO	Esmeraldas	1500	1,40	0,27	0,29	2,50	4,53	64,40	31,07
COCPE		1500	1,33	0,30	0,23	2,78	9,00	32,80	58,20
APROCA		1499	1,12	0,28	0,16	2,52	51,23	29,02	19,75
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	1499	1,20	0,30	0,17	2,76	19,08	63,38	17,54
BUENA SUERTE	Guayas	1498	1,12	0,31	0,19	2,39	43,53	28,57	27,90
FEDECADE		1500	1,44	0,26	0,65	2,53	4,13	42,07	53,80
APOV	Los Ríos	1500	1,16	0,31	0,34	2,18	40,53	41,53	17,93
UCOCS	Bolívar	769	1,15	0,34	0,19	2,43	47,07	22,50	30,43
CORAGRICACE		900	1,27	0,31	0,24	2,90	23,11	33,89	43,00
SAN CARLOS	Orellana	593	1,13	0,26	0,50	2,23	36,76	44,52	18,72
MISS ECUADOR	Sucumbíos	600	1,36	0,31	0,20	2,12	22,67	24,33	53,00
Promedio		13.358	1,24	0,30	0,29	2,49	27,42	38,82	33,76

* = almendras con pesos inferiores a 1,10 g;

** = almendras con pesos superiores a 1,11g e inferiores a 1,30 g;

*** = almendras con pesos superiores a 1,31g

Resultados de los componentes sensoriales en licor de cacao

La evaluación sensorial de las muestras se realizó en licor de cacao, se midieron parámetros de interés como el sabor a cacao, floral, frutal, nuez y caramelo, los que se describen en el cuadro 5. El análisis estadístico indica que las variables: cacao, frutal, nuez y caramelo mostraron diferencias significativas y la variable del sabor floral no mostró ninguna diferencia estadística. El sabor a cacao se identificó con mayor intensidad en las muestras procedente de Eloy Alfaro con 4,3 puntos y el menor valor en el cacao de FEDECADE con 2,5 puntos. En el cacao de Buena Suerte, se encontró el mayor valor del sabor frutal y caramelo con 3,9 y 1,9, en su orden. Los valores más bajos para estos sabores se identificaron en el cacao de UCOCS con 1,6 y 0,4 puntos. El sabor a nuez fue mayormente identificado en las muestras de APROCA con 2,5; San Carlos con 2,4 y Eloy Alfaro con 2,2 puntos.

Cuadro 5. Perfiles de sabor a cacao, floral, frutal, nuez y caramelo de las muestras provenientes de las once asociaciones de productores ubicadas en distintas zonas del país.

Asociaciones	Provincia	Escala de evaluación del sabor (0 – 10)
--------------	-----------	---

		Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Caramelo
ELOY ALFARO	Esmeraldas	4,3 d	1,6	3,4 bc	2,2 c	0,8 ab
COCPE		3,6 bcd	2,1	2,3 ab	1,4 abc	0,6 ab
APROCA		4,0 cd	1,0	2,3 ab	2,5 c	0,9 ab
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	4,0 cd	1,8	3,3 bc	1,6 bc	1,3 bc
BUENA SUERTE	Guayas	3,5 bcd	2,0	3,9 c	1,1 ab	1,9 c
FEDECADE		2,5 a	3,0	1,8 a	0,8 a	0,8 ab
APOV	Los Ríos	3,9 cd	2,1	3,2 bc	1,0 ab	0,7 ab
UCOCS	Bolívar	2,9 ab	1,1	1,6 a	1,6 bc	0,4 a
CORAGRICACE		3,4 abc	1,8	2,5 ab	2,0 bc	0,8 ab
SAN CARLOS	Orellana	4,2 cd	1,4	3,5 bc	2,4 c	0,5 a
MISS ECUADOR	Sucumbíos	3,8 bcd	2,5	2,9 abc	1,6 abc	0,8 abc
Promedio		3,6	1,9	2,8	1,6	0,9
Estadístico kruskal & Wallys(H)			NS			
Significancia (0,01% = 23,20); (0,05% = 18,30)						

El cuadro 6 indica los resultados de amargor, acidez, astringencia, verde y moho. El análisis estadístico muestra, que el cacao de UCOCS, FEDECADE, APROCA y Miss Ecuador, presenta la intensidad más elevada de amargor, astringencia y verde. La intensidad más elevada de acidez se encontró en el cacao de Buena Suerte, APOV y Miss Ecuador. La presencia del sabor a moho en el cacao de todas las Asociaciones fue inferior a 1.

Cuadro 6. Presencia del amargor, acidez, astringencia, verde y moho en las muestras provenientes de las once Asociaciones de productores de cacao, ubicadas en distintas zonas del país

Asociaciones	Provincia	Escala de evaluación del sabor (0 – 10)				
		Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
ELOY ALFARO	Esmeraldas	3,4 abc	2,5 abc	3,4 abc	1,7 bcd	0,1 a
COCPE		3,2 abc	2,3 abc	2,8 ab	1,1 abc	0,5 ab
APROCA		3,9 bcd	2,4 abc	4,3 bcd	1,6 bcde	0,6 b
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	2,5 ab	3,3 bcd	2,9 ab	0,8 ab	0,1 a
BUENA SUERTE	Guayas	2,2 a	4,8 e	2,6 a	0,6 a	0,0 a
FEDECADE		4,5 cd	3,9 cde	4,4 cd	3,4 e	0,0 a
APOV	Los Ríos	3,7 bcd	4,4 de	4,0 abcd	2,0 cde	0,0 a
UCOCS	Bolívar	5,0 d	2,1 ab	5,0 d	3,2 de	0,2 ab
CORAGRICACE		2,9 ab	1,1 a	2,8 ab	1,5 abc	0,1 ab
SAN CARLOS	Orellana	2,7 ab	3,3 bcd	2,6 a	0,8 ab	0,1 ab
MISS ECUADOR	Sucumbíos	3,9 bcd	3,8 cde	4,1 abcd	1,3 abcd	0,7 ab
Promedio		3,4	3,1	3,5	1,7	0,2
Estadístico Kruskal & Wallys(H)						
Significancia (0,01% = 23,20); (0,05% = 18,30)						

El Gráfico 1 expresa información complementaria de los resultados sensoriales. Las barras vienen acompañadas de la respectiva desviación estándar, ubicadas como vectores en su extremo superior. La longitud de los vectores refleja amplia variabilidad dentro de muestras para cada sabor y origen, lo que

permitió la identificación de diferencias estadísticas para todas las variables, con excepción del sabor floral, como se indica en el cuadro 5. Esta información ha servido para el cumplimiento del primer objetivo específico propuesto en este estudio.

El comportamiento de la agrupación de los perfiles de los sabores con respecto a las localidades se expresa en el gráfico 2, resultados que fueron analizados mediante un ACP (análisis de componentes principales) el cual distribuye sobre el plano definido las diferentes Asociaciones con relación a los perfiles del sabor a cacao, floral, frutal, nuez, caramelo, amargor, acidez, astringencia y verde. Las Asociaciones UCOCS y FEDECADE se agrupan por la presencia de los perfiles de amargor, astringencia y verde, lo que indica que entre estos tres perfiles existe una correlación significativa como se aprecia en el cuadro del anexo 4. Miss Ecuador y APOV se concentran por la presencia del sabor floral. Buena Suerte tiene considerable intensidad de acidez, sin embargo se observa matices interesantes de notas especiales como frutal y caramelo. Fortaleza del Valle posee intensidades de frutal y matices de caramelo. Por otro lado, se agrupa COCPE, San Carlos, Eloy Alfaro y APROCA diferenciándose por la presencia del sabor a cacao y nuez. CORAGRICACE presenta combinaciones de cacao, floral, frutal y nuez, con bajos niveles de intensidad.

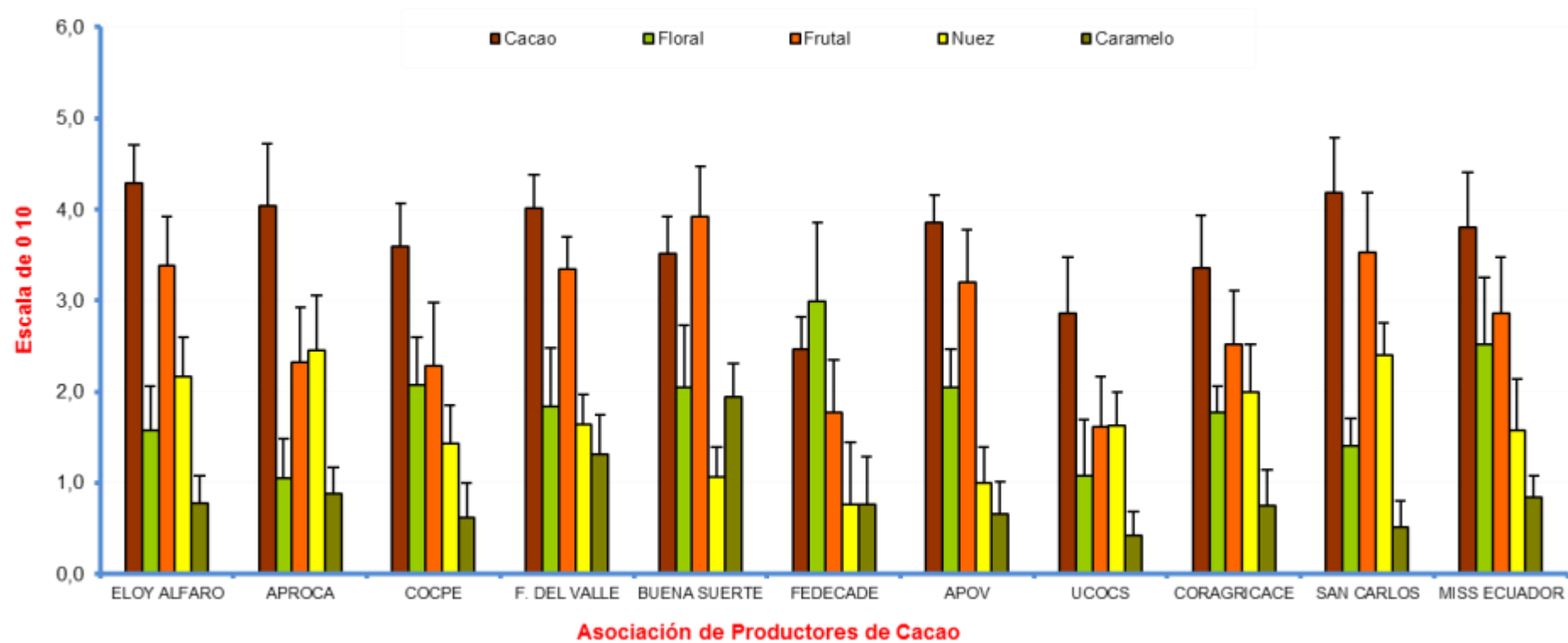


Gráfico 1. Comportamiento de los sabores Cacao, Floral, Frutal, Nuez y Dulce, en licor obtenido de cacao procedente de las Asociaciones de Productores participantes en el estudio.

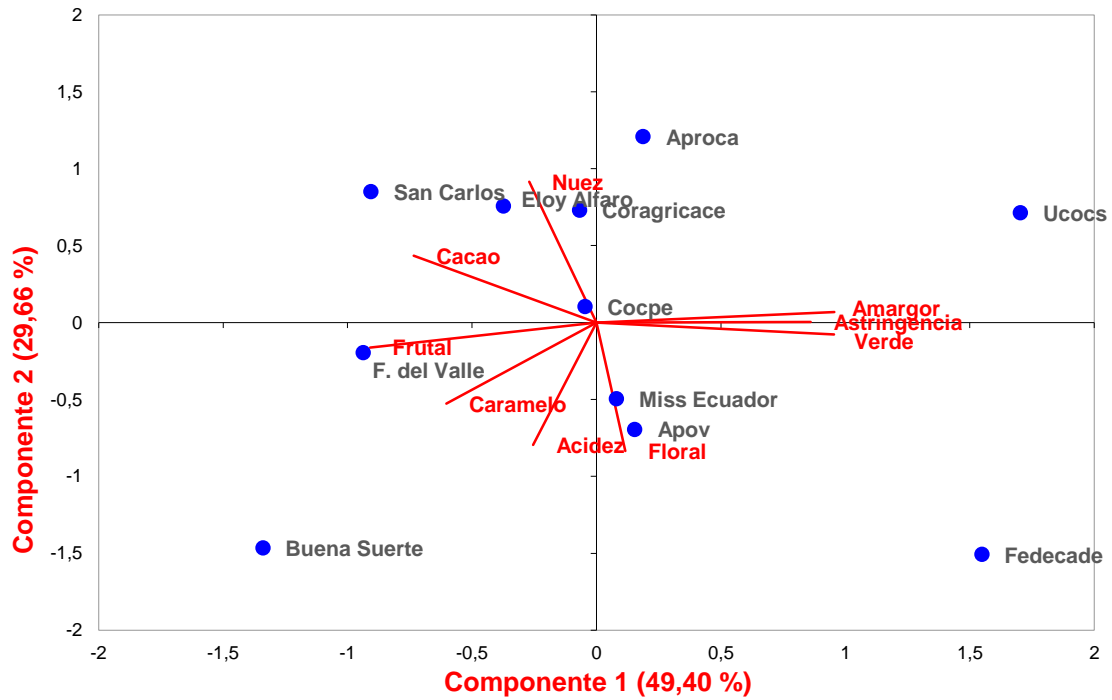


Gráfico 2. Análisis de correlaciones entre los perfiles de sabor del cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores.

Resultados de los componentes sensoriales en barras de chocolate

El cuadro 7 presenta los resultados sensoriales de las barras de chocolate elaborado con el cacao de cada una de las once Asociaciones participantes en el proyecto. La prueba estadística de Kruskal y Wallis indicó que para el sabor a cacao, floral, nuez y acidez, no hubo diferencias significativas con los chocolates de las diferentes asociaciones. Mientras que los chocolates de Eloy Alfaro y FEDECADE presentaron diferencias altamente significativas para el sabor frutal. Cabe mencionar que el contenido de azúcar agregado a la pasta de cacao fue del 30% para todas las muestras; sin embargo, la respuesta no fue igual para el cacao de las diferentes localidades. En algunos casos se intensificó la tonalidad de este sabor como ocurrió con el cacao de Eloy Alfaro y presentó diferencias estadísticas significativas.

La intensidad del sabor frutal y dulce para los chocolates de las otras Asociaciones fue similar. La menor intensidad del sabor frutal estuvo en los chocolates de COCPE y del sabor dulce en los chocolates de UCOCS. La presencia del amargor, astringencia y del sabor verde mostraron diferencias significativas en los chocolates de APOV, UCOCS y Eloy Alfaro. La menor intensidad para estos perfiles se encontraron en los chocolates de Buena Suerte y San Carlos

Cuadro 7. Resultados de los perfiles sensoriales en barras de chocolates elaboradas con cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores.

Asociaciones	Provincia	Escala de calificación 0 – 10 puntos								
		Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce*	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde
ELOY ALFARO	Esmeraldas	2,7	1,0	3,9 d	1,2	4,9 d	1,9 abc	1,3	2,6 abcd	0,6 abcd
COCPE		3,1	1,1	1,7 a	0,6	3,3 ab	3,1 cd	1,5	3,1 cd	1,0 bcd
APROCA		2,9	2,0	3,6 bcd	3,9	4,3 cd	1,2 ab	1,4	1,1 ab	0,0 a
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	2,4	3,1	3,7 bcd	1,6	4,2abcd	2,0 abcd	1,9	1,4 abc	0,2 abc
BUENA SUERTE	Guayas	2,8	1,4	3,9 cd	1,0	4,8 cd	0,6 a	1,6	0,7 a	0,0 a
FEDECADE		2,8	1,4	3,9 d	3,8	4,0abcd	0,9 ab	1,1	1,3 abc	0,1 ab
APOV	Los Ríos	3,4	1,6	1,8 ab	0,7	3,6 abc	3,4 d	1,8	3,8 d	1,6 d
UCOCS	Bolívar	2,9	2,3	2,4 abc	1,6	2,9 a	3,1 cd	1,2	3,1 cd	1,3 cd
CORAGRICACE		3,3	1,8	2,1 ab	1,1	3,6 abc	2,6 bcd	1,3	2,9 bcd	0,4 abcd
SAN CARLOS	Orellana	3,4	2,6	3,8 cd	0,9	4,3 bcd	1,1 ab	1,6	0,8 a	0,1 ab
MISS ECUADOR	Sucumbíos	2,9	3,7	2,8 abcd	1,2	4,1abcd	2,1 abcd	1,8	2,7 bcd	0,3 abcd
Promedio		3,0	2,0	3,1	1,3	4,00	2,1	1,6	2,2	0,5
Estadístico Kruskal & Wallis (H)		NS	NS		NS			NS		
Significancia		(0,01% = 23,20); (0,05% = 18,30)								

- = Está valorado la intensidad del azúcar adicional que se utilizó para la preparación del chocolate

El gráfico 3 de barras expresa el comportamiento de la variabilidad de los datos de todos los perfiles sensoriales evaluados en cada una de las muestras de chocolates y está expresado por el vector de la desviación estándar. La información proveniente de los perfiles sensoriales evaluados en licor de cacao y barras de chocolates fue indispensable para cumplir con el segundo objetivo.

En el gráfico 4 se muestran los resultados del ACP (Análisis de Componentes Principales) mediante el cual se distribuye sobre el plano definido las diferentes Asociaciones con relación a los perfiles del sabor a cacao, floral, frutal, nuez, caramelo, amargor, acidez, astringencia y verde. El análisis indicó que los chocolates de APOV, CORAGRICASE, COCPE y UCOCS, se agrupan por la presencia del sabor a cacao, amargor, astringencia y verde. En otro espacio se encuentran agrupados los chocolates de APROCA, Eloy Alfaro y FEDECADE, separados por la presencia del sabor frutal y nuez. Un último grupo compuesto por San Carlos, Miss Ecuador, Fortaleza del Valle y Buena Suerte, se concentran por el sabor dulce con matices de floral y acidez.

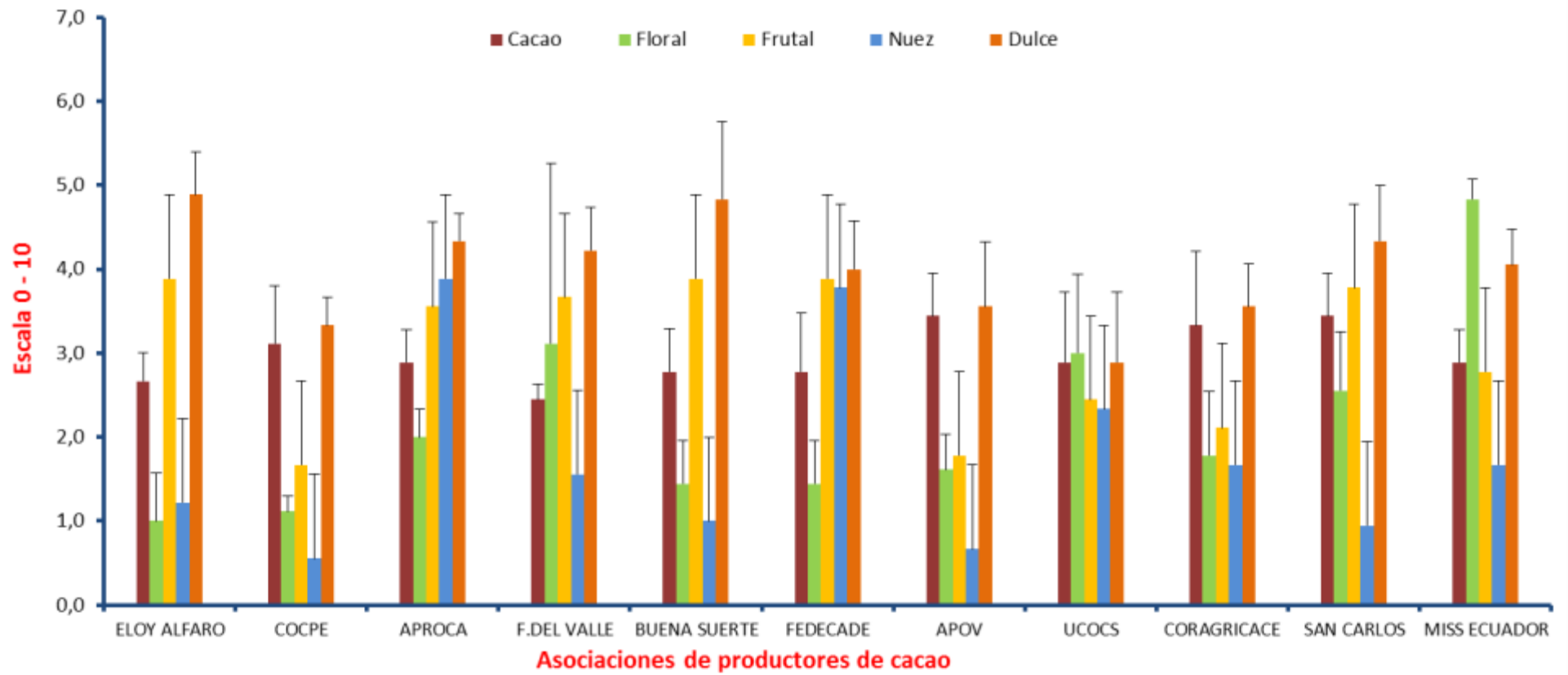


Gráfico 3. Comportamiento de los sabores cacao, floral, frutal, nuez y dulce, en chocolates elaborados con cacao provenientes de las Asociaciones de Productores participantes en el estudio.

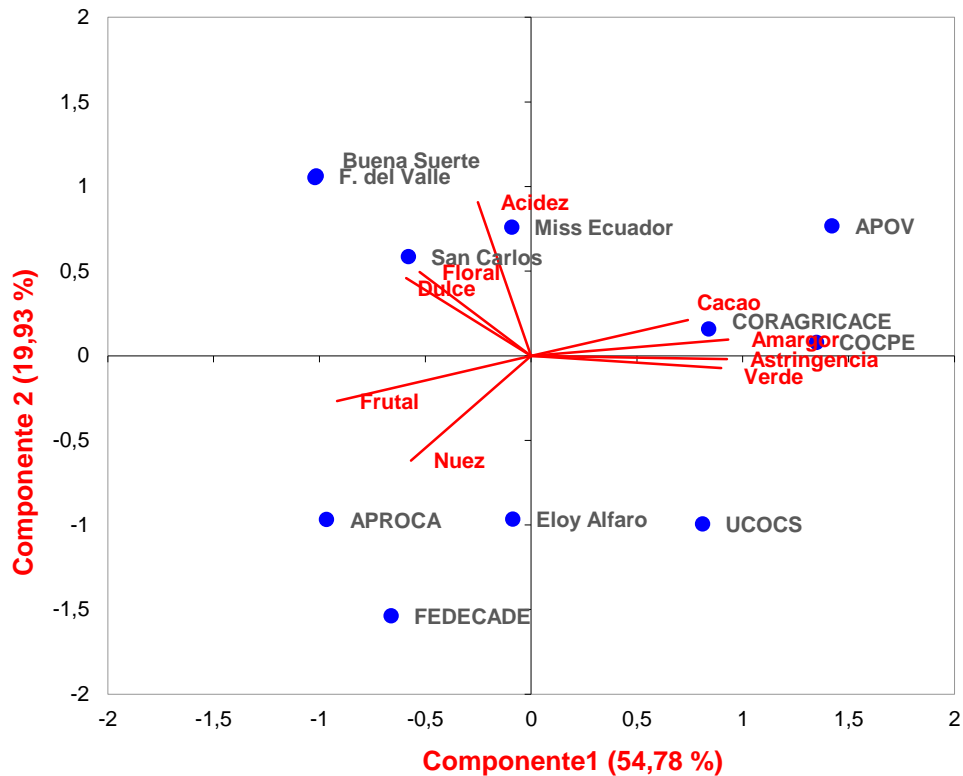


Gráfico 4. Análisis de correlaciones entre los perfiles de sabor de las barras de chocolate elaboradas con cacao proveniente de las once Asociaciones de Productores.

Comparación de los perfiles del sabor con frutos secos y otras especies

Resultados locales y de seis paneles diferentes del exterior permitieron recopilar información relacionados a los perfiles sensoriales de los chocolates elaborados con el cacao de cada Asociación, los mismos que hacen referencias o comparaciones con otros frutos y especies que le dan características especiales al cacao de cada región, como ilustra la imagen 11 (mapa organoléptico).

Los chocolates de la provincia de Esmeraldas tuvieron su propia particularidad, como los de Eloy Alfaro. Se encontraron sabores como el frutal y floral, los mismos que fueron relacionados con frutos secos, nueces, especies como el anís picante, con productos como el vino, leche, etc. En los chocolates de COCPE se destacó el sabor a cacao con matices de sabor floral y este fue relacionado con cítricos, plantas verdes y frutos rojos y en los chocolates de APROCA se apreciaron como chocolates acaramelados, con sabores destacados como cacao, floral y frutal, relacionándole a este último con frutos secos, plátano maduro y leche.

De igual manera, los chocolates de Fortaleza del Valle, de la Provincia de Manabí, se distinguieron como acaramelados, con presencia de los sabores floral, frutal y nueces; por otro lado, los chocolates de la Asociación Buena Suerte, ubicada en la provincia del Guayas, a mas del sabor frutal y floral persistieron otras sensaciones como el sabor a plátano, madera, frutos secos y cacao, mientras que en los chocolates

de FEDECADE se destacó el sabor frutal relacionado con frutos rojos, frutos secos, picantes. A más de éstos se identificaron matices del sabor a cacao, floral y nuez.

Para los chocolates de APOV-Vinces, en la provincia de Los Ríos, se enfatiza la presencia de los sabores floral, frutal, cacao y otros sabores especiales relacionados con plantas verdes, frutos secos, nuez, cítricos, etc.

Los chocolates del cacao de las Asociaciones UCOCS y CORIGRICE, de la provincia de Bolívar, en primera instancia hacen referencia a los sabores frutal, floral, acaramelado y nuez, relacionados con frutos secos, leche y madera. Para la segunda prevalecen los sabores frutal y acaramelado, relacionados con frutos secos, leche, plátano y picante.

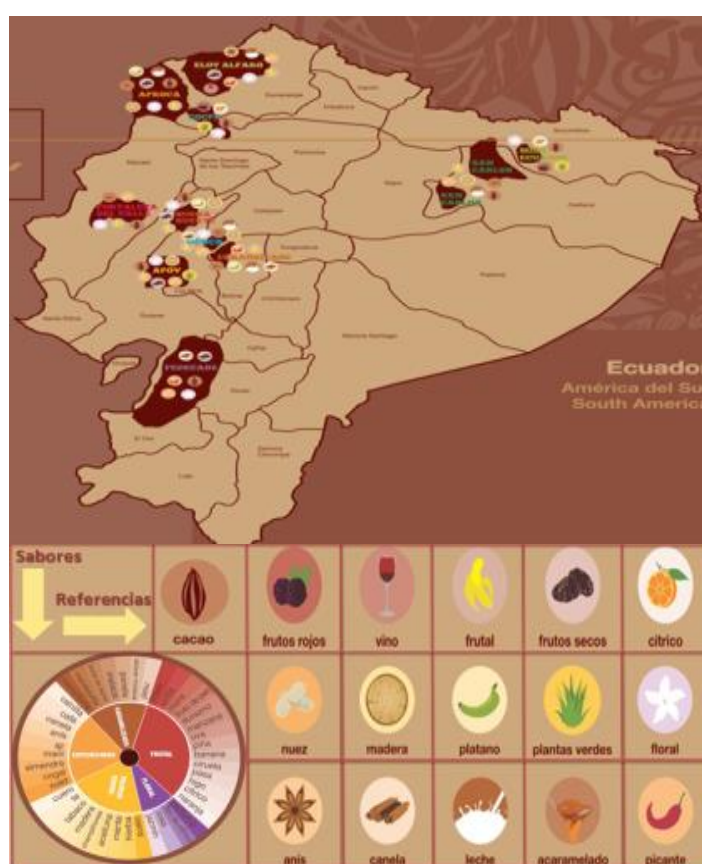


Imagen 11. Mapa con el perfil sensorial de sabores del cacao

Resultados de los componentes químicos

Como información complementaria a este estudio, se obtuvieron datos exploratorios del contenido de grasa, polifenoles totales, teobromina, cafeína y la relación de estos últimos, los mismos que se indican en el cuadro 8. El contenido de grasa indica valores inferiores al 50 % para el cacao de todas las Asociaciones, valores que no coinciden dentro de los estándares de calidad.

El mayor contenido de grasa y teobromina se encontró en el cacao de APROCA, Fortaleza del Valle, UCOCS, APROV y Miss Ecuador, con valores entre el 47 % y 46 % para la grasa, mientras que los contenidos de teobromina fueron valores entre 1,87 % a 2,30 %, respectivamente. Por el contrario, el contenido de polifenoles para estas mismas muestras fue de menor concentración y su valor varió entre 34 a 53 g de Ac.Gálico, al igual que para la cafeína con valores entre 0,22 % a 0,34 %, a excepción del cacao de UCOCS, que tiene el mayor contenido entre todas las muestras (0,57 %).

En el cacao de FEDECADE, San Carlos, CORAGRICACE, Buena Suerte, COCPE y Eloy Alfaro, se encontró el menor contenido de grasa, con porcentajes de 44 % a 45 %. Opuesto a esto, se encuentra el mayor contenido de polifenoles con valores entre 49,66 a 100,05 g Ac. Gálico/kg. Respecto al contenido de teobromina y cafeína se encontraron valores similares para este grupo de muestras. Los valores de la relación teobromina variaron entre 4 % a 7%. para todas las muestras.

Cuadro 8. Resultados de las propiedades químicas del cacao provenientes de las once Asociaciones de Productores.

Asociaciones	Provincias	Grasa (%)	Polifenoles (g de Ac. Gálico)	Teobromina (%)	Cafeína (%)	T/C (%)
ELOY ALFARO	Esmeraldas	45,21	60,87	1,94	0,36	5,39
COCPE		45,11	49,66	1,99	0,45	4,42
APROCA		47,33	34,67	1,93	0,3	6,43
FORTALEZA DEL VALLE	Manabí	46,65	41,76	1,87	0,34	5,5
BUENA SUERTE	Guayas	44,83	59,39	1,51	0,30	5,03
FEDECADE		44,28	100,05	1,67	0,26	6,43
APOV	Los Ríos	46,09	75,31	1,67	0,22	7,59
UCOCS	Bolívar	46,67	53,51	2,33	0,57	4,09
CORAGRICACE		44,65	54,01	1,99	0,34	5,85
SAN CARLOS	Orellana	44,61	90,7	1,92	0,36	5,33
MISS ECUADOR	Sucumbíos	46,02	47,19	1,99	0,29	6,86
Promedio		45,59	60,65	1,89	0,34	5,72

El gráfico 5 presenta los resultados de la correlación de la cafeína vs la relación teobromina/cafeína, la misma que se distribuye sobre el espacio del plano cartesiano. El cacao de APOV se identifica con una mayor la relación T/C, a esta se suma Miss Ecuador, FEDECADE y APROCA. En la parte céntrica del espacio del plano se encuentran CORAGRICACE, Fortaleza del Valle, Eloy Alfaro, San Carlos y Buena Suerte; por el otro extremo, con la menor relación T/C y con el mayor contenido de cafeína, se ubican COCPE y UCOCS.

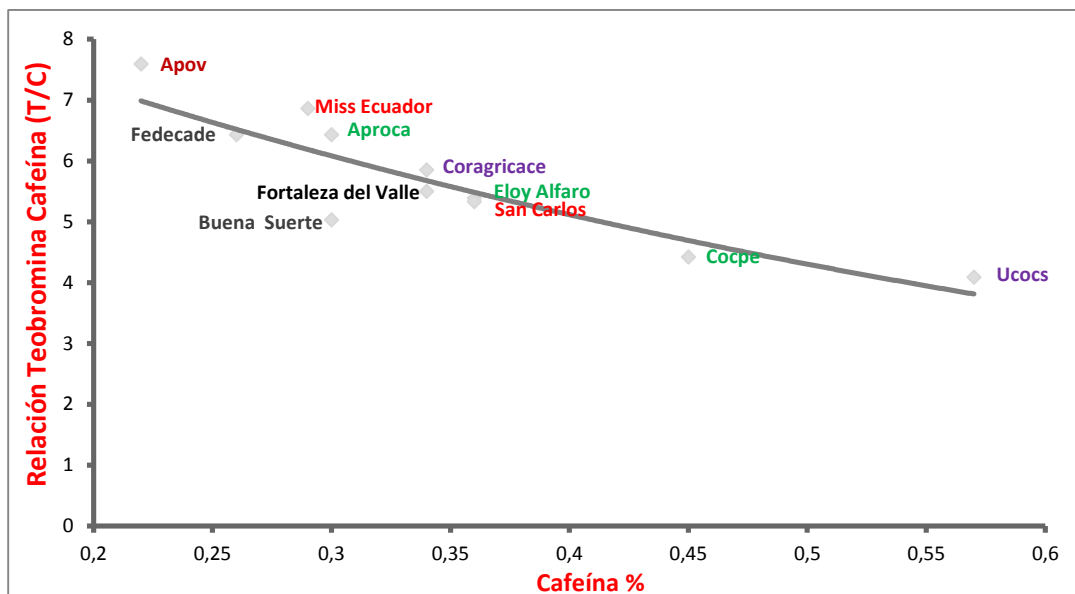


Gráfico 5. Resultados de correlaciones de la Cafeína vs relación teobromina cafeína (T/C) del cacao de las once Asociaciones de Productores.

CONCLUSIONES

Las diferentes zonas productoras de cacao se encuentran cubiertas por diferentes condiciones climáticas (temperatura, precipitación, luminosidad, etc), considerándose factores importantes en el desarrollo y producción de las plantas de los diferentes cultivos. En este estudio se observaron diferencias en el peso y tamaño de las almendras de cacao, las que podrían ser generadas por tales condiciones y que también influyen a la hora de realizar las prácticas de beneficio (fermentación, secado y almacenamiento) que contribuyen a la formación de los componentes del sabor y aroma a chocolate y otras notas especiales de interés para la industria chocolatera.

Los atributos del sabor están reflejados, a más del componente genético, también de las buenas prácticas de beneficio y del ambiente donde se desarrolla. En las zonas de influencia de la presente investigación se han generado resultados que indican la presencia de notas especiales de los sabores floral, frutal, nuez y caramelo, estos perfiles también han sido encontrados en barras de chocolate del mismo cacao. Los especialistas hacen referencia de estos sabores y los comparan con frutos secos, frutos rojos, cítricos, plantas verdes, flores y algunas otras especies; es decir, se encontraron correlaciones significativas de la presencia de sabores en licor de cacao y barras de chocolate.

La ejecución del presente estudio ha permitido de alguna manera conocer y compartir con los productores de las once Asociaciones compuestas por aproximadamente 3267 socios las experiencias sobre el convivir con el cacao. Trabajos en esta dirección se deberían realizar de tal manera que se puedan llegar a otras zonas de importancia en la producción cacaotera del Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores, F. (2004). Cacaos finos y ordinarios. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17 nov. / 2004). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador, p. 4 - 7.
- Cros, E. (2004). Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao bases bioquímicas del perfil aromático. Memorias. Taller Internacional Calidad Integral del Cacao: Teoría y Práctica (2004) INIAP / EET-P. Quevedo, Ecuador.
- Crouzillat, D. (2000). Genetic Structure, characterization and selection of National cocoa compared to other genetic groups. In international workshop on new technologies and cocoa breeding. p. 47- 64.
- Enríquez, G. (2007), Denominación de Origen “Cacao Arriba”. Mapa de Sabores del Cacao. CORPEI, ANECACAO, FEDECADE, UNOCACE, Quito – Ecuador.
- Graziani, L. (2003). Calidad del Cacao, Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía. UCV. Disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html
- Jiménez, J. (2000). Efecto de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao *Theobroma cacao L.* cultivado en la zona de Quevedo provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad de Bolívar- Ecuador. 20 p.
- ,-. (2008). Buenas prácticas para el beneficio del cacao. Planilla técnica. p 1 – 2
- Jiménez, J. Amores, F. Nicklin, C. Rodríguez, D. Bolaños, M. Zambrano, F. Reynel, V. Dueñas, A. Cedeño, P. (2011), Micro Fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Boletín técnico N° 140. Quevedo – Ec. 35p.
- Motamayor J. Lachenaud P, Da Silva J, Loor R, Kuhn D, Brown S, Schnell R (2008), Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao L.*). Research article. Publicad in Journal.
- Palacios, A. (2008). Establecimiento de parámetros físicos, químicos, y organolépticos para diferenciar y valorizar el cacao (*Theobroma cacao L.*) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí- Ecuador. 189 p.
- Peralta, S. (2008). Ecuador perfecciona su chocolate fino. Reporte del diario El Comercio Guayaquil- Ecuador. Noviembre 22.
- Pérez, R. (2006). Programa de capacitación en la cadena del cacao. Módulo post-cosecha del cacao Unidad 5: La calidad del cacao en grano. Noviembre Guayaquil – Ecuador, 4 p.

- Prisilla M. (2010). The new taste of chocolate. A cultural and natural history of cacao with recipes. Editorial. Ten speed press, 2000. New York – U.S.A.
- Ramos, G. (2004). La fermentación, el secado y almacenamiento del cacao. Taller Internacional de calidad integral de cacao, teoría y práctica (15 - 17 nov. / 2004, Quevedo – Ecuador). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador, p.1 – 8.
- Ramos, G. Azócar, A. (2000). Beneficio del cacao, In manual del productor de cacao, Mérida Venezuela, p. 58 - 69.
- REPEC S.A. (2004). Diversos niveles de humedad relativa al que el cacao absorbe humedad. Taller de degustación de licor de cacao fino de aroma de Ecuador y otros orígenes competidores en el mercado mundial. 28 de julio, 2004. Guayaquil-Ecuador.
- Rodríguez, (2011). Estudio de la aplicación de una metodología espectrométrica para detectar mezclas de almendras de cacao Nacional y CCN 51 en 15 zonas. Tesis de grado. Previo a la obtención del título de Ing. Agroindustrial. Universidad Técnica de Quevedo. Facultad de ciencias de la Ingeniería. Quevedo- Ec. 45p.
- Romero, G. (2004). Mercadeo nacional e internacional del cacao. In taller Internacional calidad Integral del cacao: Teoría y Práctica (2004) INIAP / EET-Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Memoria, Quevedo, Ecuador. 20 p.
- Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) para la selección de árboles con perfiles de sabores de interés comercial. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos-Ecuador. 56 p.
- Saltos, A. (2005). Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vices – Ecuador. 59-17 p.
- Sukha, D. Butler, D. (2006). The Cocoa Flavour Project – Investigating the spectrum of fine flavour with genotypes and between origins, CFC/ICCO/INIAP. INGENINC News letree 10: 22-25p.

ANEXOS

**Anexo 1. Parámetros para evaluar la calidad del cacao en grano beneficiado -Norma INEN 176
(Revisión 2006)**

Requisitos	Unidad	ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	CCN - 51
100 granos pesan	g	135-140	130-135	120-115	110-115	105-110	135 -140
Buena Fermentación (mínimo)	%	75	65	60	44	26	*** 65
Mediana Fermentación * (mínima)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta máximo	%	10	15	21	25	25	18
Pizarra – pastoso (máximo)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máximo)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 granos)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (análisis sobre 500 granos)	%	0	0	1	3	** 4	1
TOTAL FERMENTADO (mínimo)	%	85	75	65	54	53	76

ASSPS = Arriba Superior Summer Plantación Selecta.

ASSS = Arriba Superior Summer Selecto.

ASS = Arriba Superior Selecto.

ASN = Arriba Selección Navidad

ASE = Arriba Superior Época.

* Coloración marrón violeta

** Se permite la presencia de grasa solamente para el tipo ASE.

*** La coloración varía de marrón a violeta

Anexo 2. Matriz de datos de los parámetros físicos y sensoriales del cacao de las diferentes zonas del país

Asociación	Humedad %	Índice de semilla g.	Testa %	pH Testa	pH Cotiledón	Buena %	Mediana %	Total fermentación %	Violeta %	Pizarra %	Moho %	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
I	5,70	1,65	8,41	5,64	5,36	57	35	92	6	2	0	4,5	1,8	4,6	1,6	1,8	3,0	2,8	2,2	0,0	0,0
II	6,20	1,57	12,08	5,49	5,32	72	28	100	0	0	0	4,6	1,0	4,6	2,2	0,4	2,4	3,0	3,6	0,2	0,0
III	5,70	1,25	9,62	4,35	5,98	34	31	65	34	1	0	3,8	1,0	3,6	2,2	1,0	3,0	2,2	3,0	1,4	0,0
IV	6,70	1,27	13,95	5,76	5,47	58	28	86	13	1	0	3,8	1,6	3,6	2,5	0,0	3,4	3,2	3,8	2,4	0,0
V	6,50	1,46	11,57	5,00	5,73	50	45	95	5	0	0	5,0	1,8	2,8	2,3	1,8	2,3	2,5	2,8	1,5	0,0
VI	6,10	1,43	14,90	5,03	5,88	56	38	94	5	1	0	4,4	3,0	2,6	2,0	0,8	3,8	2,4	4,0	2,8	0,0
VII	6,40	1,76	12,29	4,16	6,17	53	31	84	7	9	0	3,8	2,0	2,5	1,8	0,0	4,7	1,4	4,2	3,6	0,0
VIII	7,50	1,57	13,49	5,95	5,42	20	75	95	4	0	1	4,3	0,3	2,7	3,3	0,5	4,3	2,7	4,0	1,7	0,5
IX	8,00	1,68	11,19	4,21	5,75	14	75	89	11	0	0										
X	7,5	1,48	13,2	6,41	6,15	45	52	97	1	2	0										
Eloy Alfaro	6,63	1,51	12,07	5,20	5,72	45,90	43,80	89,70	8,60	1,60	0,10	4,3	1,6	3,4	2,2	0,8	3,4	2,5	3,4	1,7	0,1
Desviación estándar	0,79	0,17	1,98	0,78	0,32	18,11	18,12	9,98	9,77	2,72	0,32	0,4	0,8	0,9	0,5	0,7	0,9	0,6	0,7	1,2	0,2
I	6,50	1,35	11,34	5,43	5,49	47	45	92	8	0	0	4,0	1,1	2,8	3,5	1,5	3,5	2,0	3,9	1,5	0,0
II	6,50	1,32	13,71	6,65	5,66	58	32	90	10	0	1	3,6	1,1	1,5	1,2	0,4	4,6	3,2	5,0	1,6	0,8
III	5,60	1,14	14,54	5,93	5,55	57	33	90	10	0	0	4,7	0,8	1,8	3,5	0,1	3,9	2,0	4,5	2,7	0,8
IV	7,50	1,20	16,00	6,7	5,83	59	29	88	12	0	0	4,0	1,0	3,8	2,8	2,0	3,8	2,0	4,3	0,8	1,0
V	6,50	1,27	14,29	6,67	5,87	56	33	89	11	0	1	3,6	1,1	1,9	1,4	0,3	3,9	3,0	3,9	1,4	0,5
VI	6,00	1,20	15,27	6,17	5,43	87	6	93	7	0	0										
APROCA	6,42	1,23	14,19	6,26	5,64	60,67	29,67	90,33	9,67	0,00	0,33	4,0	1,0	2,3	2,5	0,9	3,9	2,4	4,3	1,6	0,6
Desviación estándar	0,64	0,08	1,61	0,51	0,18	13,60	12,83	1,86	1,86	0,00	0,52	0,4	0,1	0,9	1,1	0,8	0,4	0,6	0,5	0,7	0,4
I	5,40	1,30	11,66	5,36	5,58	47	40	87	11	1	1	3,1	1,3	0,1	1,4	0,0	3,5	1,1	4,1	1,9	1,1
II	5,60	1,25	10,22	4,53	5,82	40	23	63	8	29	0	4,0	1,8	4,0	0,8	1,9	2,3	3,0	2,0	1,2	0,0
III	6,60	1,34	13,26	4,37	5,25	22	64	86	14	0	0	4,2	3,8	1,4	1,8	0,0	3,0	1,4	2,0	0,8	0,0
IV	7,00	1,24	10,63	5,57	6,18	35	50	85	5	7	3	3,0	2,8	3,1	1,7	0,8	3,2	2,4	2,8	0,4	1,2
V	6,20	1,29	14,03	5,76	5,65	28	61	89	8	2	1	3,8	1,0	3,1	1,5	0,5	4,0	3,8	3,3	1,4	0,0
COCPE	5,88	1,28	12,37	5,38	5,19	46,94	35,27	80,32	8,89	3,00	0,60	3,6	2,1	2,3	1,4	0,6	3,2	2,3	2,8	1,1	0,5
Desviación estándar	0,67	0,04	3,69	0,63	0,39	19,42	16,89	24,75	3,14	8,05	0,85	0,5	1,2	1,6	0,4	0,8	0,6	1,1	0,9	0,6	0,6
I	5,80	1,19	14,75	5,26	4,85	63	34	97	3	0	0	4,5	1,5	1,0	2,0	0,0	4,0	3,7	2,8	0,7	0,0
II	5,60	1,14	15,22	5,89	5,22	49	48	97	3	0	0	3,4	2,2	3,6	1,8	1,2	1,8	2,0	1,6	0,6	0,0
III	5,40	1,14	15,94	5,59	5,04	55	37	92	8	0	0	4,0	0,3	4,0	2,0	1,5	3,8	4,8	4,8	1,5	0,0
IV	5,60	1,04	15,18	5,95	5,25	76	23	99	1	0	0	4,5	2,0	4,0	2,0	1,3	2,0	4,5	2,8	1,3	0,0
V	5,70	1,28	14,71	5,69	5,07	45	46	91	9	0	0	3,5	2,0	3,6	1,4	2,0	2,2	2,4	2,6	0,5	0,0
VI	6,60	1,11	15,04	5,65	4,89	72	22	94	6	0	0	3,5	1,5	3,0	0,5	0,3	3,3	3,8	4,0	1,3	1,3
VII	6,00	1,16	15,04	5,49	5,58	68	22	90	7	0	3	4,0	3,2	3,0	2,0	2,0	1,6	2,0	1,9	0,4	0,0
VIII	7,00	1,16	14,95	5,29	4,92	54	37	91	9	0	0	4,1	2,0	4,0	2,0	1,5	1,7	2,4	1,9	0,7	0,0
IX	5,60	1,33	18,84	5,67	5,35	46	37	83	15	2	0	5,5	1,8	2,5	1,5	2,0	2,3	3,0	2,8	0,5	0,0
X	7,50	1,15	15,17	5,79	5,22	61	33	94	6	0	0	2,9	2,0	4,5	1,3	1,8	2,0	5,0	3,5	0,5	0,0
Fortaleza del Valle	6,08	1,17	15,48	5,63	5,14	58,90	33,90	92,80	6,70	0,20	0,30	4,0	1,8	3,3	1,6	1,3	2,5	3,3	2,9	0,8	0,1
Desviación estándar	0,71	0,08	1,23	0,23	0,23	10,88	9,29	4,57	3,97	0,63	0,95	0,7	0,7	1,0	0,5	0,7	0,9	1,1	1,0	0,4	0,4
I	7,00	1,13	17,31	5,92	4,92	58	18	76	22	0	2	3,6	2,0	3,4	1,2	1,8	2,8	4,8	2,8	0,4	0,0

Asociación	Humedad %	Índice de semilla g.	Testa %	pH Testa	pH Cotiledón	Buena %	Mediana %	Total fermentación %	Violeta %	Pizarra %	Moho %	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
II	5,10	1,28	14,42	5,31	5,00	52	41	93	7	0	0	2,7	1,0	4,0	0,0	2,0	1,7	6,3	2,3	1,0	0,0
III	5,70	1,34	15,69	5,09	4,93	44	49	93	7	0	0	4,8	0,5	5,0	1,5	1,5	2,0	4,8	1,8	0,5	0,0
IV	6,00	1,22	14,87	5,41	4,97	61	31	92	8	0	0	3,0	1,6	2,7	0,6	1,1	1,9	4,0	2,3	1,0	0,0
V	5,50	1,28	15,04	5,73	5,12	60	23	83	17	0	0	3,3	4,0	5,7	2,0	3,3	2,7	5,7	2,0	0,0	0,0
VI	6,00	1,23	15,70	5,16	4,91	39	47	86	14	0	0	4,0	3,0	3,3	2,0	2,0	1,0	4,5	2,0	0,0	0,0
VII	4,50	1,16	14,17	5,19	4,89	56	38	94	6	0	0	2,6	3,0	2,6	1,4	1,6	3,2	5,2	3,4	1,2	0,0
VIII	5,50	1,57	17,82	5,15	4,69	76	18	94	6	0	0	4,4	1,6	4,4	0,8	2,6	1,2	4,2	2,6	0,4	0,0
IX	4,80	1,13	10,77	5,45	4,86	76	11	87	13	0	0	4,3	2,5	4,5	1,0	2,5	2,0	4,5	2,3	0,0	0,0
X	4,80	1,09	16,67	5,71	4,93	71	14	85	15	0	0	2,0	1,0	2,9	0,5	1,0	3,5	4,0	4,9	1,7	0,0
Buena suerte	5,49	1,24	15,25	5,41	4,92	59,30	29,00	88,30	11,50	0,00	0,20	3,5	2,0	3,9	1,1	1,9	2,2	4,8	2,6	0,6	0,0
Desviación estándar	0,74	0,14	1,98	0,29	0,11	12,52	14,06	5,96	5,52	0,00	0,63	0,9	1,1	1,0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,0
I	5,00	1,39	10,95	5,69	6,33	39	34	73	3	24	0	3,2	2,0	2,2	1,6	0,8	4,8	2,4	4,8	3,8	0,0
II	5,00	1,34	9,79	6,17	6,19	20	58	78	7	15	0	2,1	0,5	0,0	1,8	0,0	5,5	3,3	6,1	4,0	0,5
III	5,70	1,31	14,09	5,47	6,21	19	58	77	2	21	0	2,7	1,1	2,0	1,1	0,3	4,1	2,3	4,0	2,6	0,0
IV	5,50	1,34	11,68	5,93	5,67	23	42	65	17	18	0	3,0	1,0	2,3	2,8	0,5	4,8	1,3	3,5	1,8	0,0
V	5,70	1,25	12,56	6,65	6,52	40	49	89	2	9	0	4,3	1,3	2,3	1,5	0,3	5,0	2,0	4,5	2,3	0,0
VI	5,50	1,24	11,16	6,27	5,72	45	21	66	29	5	0	2,0	1,0	0,0	2,0	0,0	6,0	3,0	5,5	4,0	0,0
VII	5,50	1,10	11,06	6,12	5,82	36	37	73	11	16	0	2,0	0,0	1,7	0,7	0,0	6,7	1,3	7,0	5,7	1,3
VIII	5,00	1,50	10,06	6,20	6,03	16	45	61	6	33	0	4,0	0,7	2,0	1,7	0,7	5,3	0,0	5,0	2,3	0,0
IX	5,70	1,35	10,48	6,64	6,43	19	64	83	10	7	0	3,3	1,3	2,7	2,7	0,7	3,9	0,7	3,7	2,6	0,0
X	8,20	1,25	11,97	4,56	5,66	33	46	79	8	13	0	2,7	2,0	1,3	0,0	0,7	4,0	5,0	5,7	2,7	0,0
UCOS	5,68	1,31	11,38	5,97	6,06	29,00	45,40	74,40	9,50	16,10	0,00	2,9	1,1	1,6	1,6	0,4	5,0	2,1	5,0	3,2	0,2
Desviación estándar	0,93	0,11	1,27	0,62	0,32	10,69	12,84	8,63	8,26	8,45	0,00	0,8	0,6	0,9	0,8	0,3	0,9	1,4	1,1	1,2	0,4
I	6,50	0,75	15,39	5,61	4,91	20	58	78	22	0	0	4,0	2,7	5,7	2,0	2,0	2,7	4,0	2,7	0,7	0,0
II	5,50	1,28	12,41	5,75	5,09	64	22	86	14	0	0	3,7	1,5	2,8	0,0	0,0	4,5	4,7	6,7	3,5	0,3
III	6,50	1,34	13,04	5,26	4,85	43	38	81	13	6	0	4,7	1,8	2,5	1,5	0,7	2,7	2,7	3,2	2,2	0,0
IV	7,5	1,16	14,96	6,82	6,04	31	51	82	25	2	0	3,0	1,5	3,0	1,0	0,0	5,0	6,0	2,0	2,0	0,0
V	8,5	1,32	17,29	5,76	5,31	35	38	73	27	0	0	3,8	1,2	1,7	1,7	0,0	3,3	3,0	4,5	2,7	0,0
VI	7	1,16	14,13	6,91	5,83	60	27	87	13	0	0	4,0	2,3	3,0	1,0	0,5	3,5	4,8	5,0	2,5	0,0
VII	7	1,23	15,65	5,91	5,41	31	50	81	19	0	0	4,5	3,0	4,0	2,0	1,5	4,0	4,0	1,5	0,0	0,0
VIII	8	1,06	17,6	5,65	4,77	56	27	83	17	0	0	4,2	3,6	3,4	0,8	1,2	3,0	4,6	3,6	0,6	0,0
IX	7	1,21	15,87	5,34	4,78	32	42	74	26	0	0	4,0	1,5	3,7	0,0	0,0	4,2	5,0	5,3	2,3	0,0
X	7,4	1,18	17,09	5,41	4,86	44	34	78	22	0	0	2,9	1,7	2,4	0,1	0,7	4,4	5,0	5,4	3,8	0,0
APOV	7,09	1,17	15,34	5,84	5,19	41,60	38,70	80,30	19,80	0,80	0,00	3,9	2,1	3,2	1,0	0,7	3,7	4,4	4,0	2,0	0,0
Desviación estándar	0,84	0,17	1,76	0,58	0,45	14,46	11,73	4,62	5,39	1,93	0,00	0,6	0,8	1,1	0,8	0,7	0,8	1,0	1,7	1,2	0,1
I	5,50	1,53	14,51	5,96	5,38	3	15,5	18,5	75	6,5	0	3,0	1,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,2	1,0	0,2	0,0
II	6,5	1,41	9,15	6,09	5,99	89	10	99	0	0	1	2,3	2,0	2,0	0,0	1,0	4,0	5,0	6,5	4,8	0,0
III	5,50	1,60	14,30	5,31	5,29	3,5	32	35,5	64,5	0	0	3,3	4,0	0,3	0,0	0,7	5,0	3,8	3,0	3,3	0,0
IV	5,00	1,44	12,10	5,99	5,43	6	39,5	45,5	38	16,5	0	2,2	3,4	1,6	0,0	0,2	5,2	4,2	4,6	4,4	0,0
V	5,00	1,58	12,49	5,82	5,48	6,5	33,5	40	44	16	0	1,0	7,0	1,0	1,0	0,0	6,0	2,9	5,0	4,0	0,0
VI	4,50	1,29	11,95	5,59	5,37	3	24	27	73	0	0	2,6	3,1	1,0	0,3	0,3	5,1	4,7	6,1	2,4	0,0
VII	5,10	1,31	12,35	4,94	5,29	11,5	30,5	42	46,5	11,5	0	3,0	4,0	1,0	1,0	1,0	5,0	4,0	3,0	4,0	0,0
VIII	5,90	1,68	14,77	5,06	5,41	8,5	29	37,5	49	13,5	0	2,4	1,6	2,0	0,4	1,0	4,4	4,0	5,3	4,1	0,0

Asociación	Humedad %	Índice de semilla g.	Testa %	pH Testa	pH Cotiledón	Buena %	Mediana %	Total fermentación %	Violeta %	Pizarra %	Moho %	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
IX	5,00	1,40	12,83	5,21	5,41	8,5	28	36,5	47,5	16	0	2,0	1,6	1,8	0,4	0,2	4,8	3,8	5,4	3,8	0,0
X	5,00	1,37	13,42	5,47	5,42	8,5	28,5	37	63	0	0	3,6	1,6	3,4	2,0	0,4	3,0	3,1	4,0	2,5	0,1
Fedecade	5,30	1,46	12,79	5,54	5,45	14,80	27,05	41,85	50,05	8,00	0,10	2,5	3,0	1,8	0,8	0,8	4,5	3,9	4,4	3,4	0,0
Desviación estándar	0,57	0,13	1,64	0,41	0,20	26,22	8,65	21,50	21,69	7,46	0,32	0,7	1,7	1,0	0,9	1,0	1,1	0,7	1,7	1,3	0,0
I	5,5	1,34	16,2	6,43	5,48	67	19	86	8	0	6	3,8	1,8	2,5	2,5	0,5	2,0	3,8	2,5	0,5	0,0
II	5,5	1,30	14,3	6,16	5,28	66	26	92	8	0	0	3,3	0,3	2,5	2,0	0,0	2,3	3,8	3,0	0,5	0,0
III	5,9	1,27	17	6,46	5,43	64	22	86	13	0	1	5,0	1,8	1,8	2,2	0,0	4,0	4,0	4,3	1,7	0,3
IV	6	1,28	15,4	6,17	5,19	68	20	88	12	0	0	4,0	1,3	3,8	1,5	1,3	3,3	3,8	2,8	1,0	0,0
V	5,4	1,21	17,5	6,21	5,45	72	16	88	12	0	0	4,0	1,0	4,8	2,0	1,0	3,3	4,0	2,3	1,3	0,0
VI	6,5	1,26	16,38	6,65	5,95	26	63	89	11	0	0	4,0	1,0	4,0	3,0	0,0	3,0	2,0	2,5	0,0	0,8
VII	7	1,24	13,42	6,62	5,82	57	34	91	9	0	0	4,0	2,3	3,5	3,0	0,0	2,0	4,0	1,0	1,0	0,0
VIII	7	1,20	14,63	6,64	5,8	46	48	94	6	0	0	5,0	1,5	5,5	3,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
IX	7	1,29	16,12	6,57	5,75	45	50	93	7	0	0	5,0	2,0	3,2	1,6	0,8	3,9	3,8	4,2	1,2	0,0
X	7	1,27	14,84	6,58	5,92	33	57	90	10	0	0										
San Carlos	6,28	1,27	15,57	6,45	5,61	54,4	35,5	89,7	9,6	0	0,7	4,2	1,4	3,5	2,4	0,5	2,7	3,3	2,6	0,8	0,1
Desviación estándar	0,69	0,04	1,28	0,20	0,27	16,02	17,49	2,79	2,37	0,00	1,89	0,6	0,6	1,2	0,7	0,5	1,0	1,1	1,2	0,6	0,3
I	5,5	1,05	14,9	6,06	5,21	56	17	73	27	0	0	4,0	3,2	2,8	1,6	1,4	3,6	3,9	4,6	1,2	1,7
II	6	1,18	13,06	6,19	5,14	47	29	76	24	0	0	3,9	2,7	2,7	1,5	0,4	4,4	3,8	3,7	1,4	0,3
III	7,5	1,47	14,11	6,17	5,13	7	77	84	16	0	0	3,4	1,5	3,3	1,7	0,6	3,8	3,7	3,9	1,3	0,0
IV	7,5	1,49	13,77	6,32	4,96	19	59	78	22	0	0										
V	7	1,55	11,98	6,25	5,42	17	62	79	21	0	0										
Mis Ecuador	6,7	1,35	13,56	6,19	5,17	29,2	48,8	78	22	0	0	3,8	2,5	2,9	1,6	0,8	3,9	3,8	4,1	1,3	0,7
Desviación estándar	0,91	0,22	1,11	0,10	0,17	21,10	24,88	4,06	4,06	0,00	0,00	0,3	0,9	0,4	0,1	0,5	0,4	0,1	0,5	0,1	0,9
I	5,5	1,29	13,58	5,46	5,74	39	50	89	11	0	0	4,3	1,8	2,3	2,5	0,0	2,8	0,5	2,3	1,0	0,5
II	9	1,45	11,11	6,28	5,09	59	29	88	7	0	5	2,0	2,2	2,2	1,4	0,0	1,8	0,4	2,4	1,8	0,0
III	8	1,24	10,75	5,07	6,00	19	55	74	15	11	0	2,3	1,0	3,0	2,0	1,5	2,7	0,8	2,3	1,0	0,0
IV	8	1,35	12,56	6,62	5,93	73	18	91	9	0	0	2,7	1,3	0,3	0,7	0,0	3,3	2,0	3,3	1,7	0,0
V	5,5	1,34	8,85	4,75	5,50	66	20	86	14	0	0	3,6	2,6	3,0	1,8	1,0	3,0	1,5	2,8	1,5	0,0
VI	8	1,53	10,72	4,57	6,26	20	27	47	19	34	0	5,0	1,3	3,5	2,5	1,0	4,0	1,3	4,5	2,5	0,5
VII	8,6	1,59	10,02	6,7	5,97	4	34	40	8	52	0	4,0	2,5	3,5	3,5	2,0	3,0	0,9	2,0	1,0	0,0
VIII	8	1,32	11,19	5,6	6,57	29	47	77	0	23	0										
IX	7,5	1,23	11,19	7,39	5,97	26	29	55	11	34	0										
X	6	1,46	10,77	5,8	6,19	24	69	93	6	1	0										
CORAGRICACE	7,41	1,38	11,074	5,824	5,922	35,9	37,8	74	10	15,5	0,5	3,4	1,8	2,5	2,0	0,8	2,9	1,1	2,8	1,5	0,1
Desviación estándar	1,27	0,12	1,29	0,92	0,41	22,78	16,66	19,64	5,31	19,05	1,58	1,1	0,6	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6	0,2

Anexo 3. Matriz de datos sensoriales de barras de chocolate preparadas con cacao de las once asociaciones de productores de cacao

Asociaciones	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde
I	2,7	1,3	3,0	0,3	3,7	1,7	2,3	3,3	0,7
II	3,3	5,0	3,0	2,3	4,5	2,3	1,3	2,7	0,0
III	2,7	4,7	2,3	1,0	4,0	2,3	1,7	2,0	0,3
Miss Ecuador	2,9	3,7	2,8	1,2	4,1	2,1	1,8	2,7	0,3
Desviación estándar	0,4	2,0	0,4	1,0	0,4	0,4	0,5	0,7	0,3
I	2,7	2,3	3,0	3,5	4,7	2,0	1,3	1,7	0,0
II	3,3	1,7	3,7	3,5	4,0	0,3	1,0	0,3	0,0
III	2,7	2,0	4,0	4,7	4,3	1,3	2,0	1,3	0,0
APROCA	2,9	2,0	3,6	3,9	4,3	1,2	1,4	1,1	0,0
Desviación estándar	0,4	0,3	0,5	0,7	0,3	0,8	0,5	0,7	0,0
I	2,0	2,3	2,3	0,0	2,0	3,3	1,3	3,0	1,3
II	3,7	1,0	3,3	1,7	3,7	3,0	1,0	2,7	1,3
III	3,0	3,7	1,7	3,0	3,0	3,0	1,3	3,7	1,3
UCOCS	2,9	2,3	2,4	1,6	2,9	3,1	1,2	3,1	1,3
Desviación estándar	0,8	1,3	0,8	1,5	0,8	0,2	0,2	0,5	0,0
I	3,3	3,3	3,7	1,0	5,0	1,7	1,7	1,0	0,0
II	3,0	2,3	3,7	0,5	3,7	0,7	2,0	1,0	0,0
III	4,0	2,0	4,0	1,3	4,3	1,0	1,0	0,3	0,3
San Carlos	3,4	2,6	3,8	0,9	4,3	1,1	1,6	0,8	0,1
Desviación estándar	0,5	0,7	0,2	0,4	0,7	0,5	0,5	0,4	0,2
I	2,3	2,0	4,0	1,3	3,8	0,7	1,7	0,3	0,0
II	3,3	1,3	3,0	0,0	5,7	1,0	2,0	1,0	0,0
III	2,7	1,0	4,7	1,7	5,0	0,0	1,0	0,7	0,0
Buena Suerte	2,8	1,4	3,9	1,0	4,8	0,6	1,6	0,7	0,0
Desviación estándar	0,5	0,5	0,8	0,9	0,9	0,5	0,5	0,3	0,0
I	3,0	1,0	4,3	4,7	4,7	0,3	0,7	0,3	0,0
II	3,3	2,0	3,3	3,3	3,7	2,0	1,3	2,3	0,3
III	2,0	1,3	4,0	3,3	3,7	0,3	1,2	1,3	0,0
FEDECADE	2,8	1,4	3,9	3,8	4,0	0,9	1,1	1,3	0,1
Desviación estándar	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6	1,0	0,3	1,0	0,2
I	2,3	4,7	3,7	1,3	4,7	2,3	1,3	1,7	0,3
II	2,7	0,7	3,7	2,0	4,3	2,0	2,0	1,7	0,3
III	2,3	4,0	3,7	1,3	3,7	1,7	2,3	1,0	0,0
Fortaleza del Valle	2,4	3,1	3,7	1,6	4,2	2,0	1,9	1,4	0,2
Desviación estándar	0,2	2,1	0,0	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,2
I	3,3	1,0	1,0	0,0	3,3	4,3	1,0	3,7	1,7
II	2,3	1,3	1,3	1,7	3,7	2,7	1,7	2,3	1,0
III	3,7	1,0	2,7	0,0	3,0	2,3	1,8	3,3	0,3
COCPEC	3,1	1,1	1,7	0,6	3,3	3,1	1,5	3,1	1,0
Desviación estándar	0,7	0,2	0,9	1,0	0,3	1,1	0,4	0,7	0,7
I	3,3	1,2	0,7	0,0	2,7	3,3	1,7	4,3	1,7
II	3,0	2,0	1,7	0,7	4,0	3,7	1,7	3,7	1,7
III	4,0	1,7	3,0	1,3	4,0	3,3	2,0	3,3	1,3
APOV	3,4	1,6	1,8	0,7	3,6	3,4	1,8	3,8	1,6
Desviación estándar	0,5	0,4	1,2	0,7	0,8	0,2	0,2	0,5	0,2
I	4,3	1,3	2,3	1,3	3,7	2,7	1,3	3,0	0,0
II	2,7	2,7	1,7	2,0	3,0	2,0	1,0	2,3	0,3
III	3,0	1,3	2,3	0,0	4,0	3,0	1,7	3,3	1,0
Coragricace	3,3	1,8	2,1	1,1	3,6	2,6	1,3	2,9	0,4
Desviación estándar	0,9	0,8	0,4	1,0	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
I	2,3	0,7	3,7	2,0	5,3	1,7	2,3	3,3	1,0
II	2,7	0,7	4,0	1,0	5,0	2,3	0,7	2,3	0,7
III	3,0	1,7	4,0	0,7	4,3	1,7	1,0	2,0	0,0
Eloy Alfaro	2,7	1,0	3,9	1,2	4,9	1,9	1,3	2,6	0,6
Desviación estándar	0,33	0,58	0,19	0,69	0,51	0,38	0,88	0,69	0,51

Anexo 4. Matriz de correlación de los perfiles sensoriales en licor de cacao

Variables	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Caramelo	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde
Cacao	1								
Floral	-0,409	1							
Frutal	0,704	-0,025	1						
Nuez	0,610	-0,755	0,109	1					
Caramelo	0,106	0,199	0,577	-0,285	1				
Amargor	-0,550	0,020	-0,815	-0,167	-0,607	1			
Acidez	0,027	0,522	0,497	-0,611	0,507	-0,174	1		
Astringencia	-0,446	-0,015	-0,675	-0,177	-0,436	0,956	-0,010	1	
Verde	-0,730	0,124	-0,786	-0,323	-0,515	0,907	-0,154	0,837	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

Anexo 5. Matriz de correlaciones de los perfiles sensoriales en barras de chocolates

Variables	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Caramelo	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde
Cacao	1								
Floral	-0,490	1							
Frutal	-0,807	0,377	1						
Nuez	-0,440	0,096	0,595	1					
Caramelo	-0,402	0,250	0,348	0,007	1				
Amargor	0,532	-0,273	-0,864	-0,597	-0,504	1			
Acidez	0,111	0,582	-0,010	-0,301	0,466	-0,206	1		
Astringencia	0,588	-0,399	-0,829	-0,450	-0,560	0,898	-0,233	1	
Verde	0,464	-0,436	-0,772	-0,456	-0,518	0,902	-0,290	0,833	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)



Imagen 12. Productores participan en el procesamiento de las almendras de cacao para la elaboración de chocolate



Imagen 13. Agricultores de once Asociaciones participan en la elaboración de barras de chocolate