

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y COLORIMÉTRICAS DE LICORES DE CACAO OBTENIDOS DE LOS CLONES TCS 06, FEAR 5 Y FSV 41

PHYSICOCHEMICAL AND COLORIMETRIC CHARACTERISTICS OF COCOA LIQUORS OBTAINED FROM CLONES TCS 06, FEAR 5 AND FSV 41

¹Bonilla Ramírez, María José; ¹Vera Romero, José Manuel

¹Laboratorio de análisis sensorial del SENA, Centro de Atención al Sector Agropecuario. SENA regional Santander.
Km. 2 vía Palogordo-Vereda Guatiguará, Piedecuesta, Santander. Colombia. Correo electrónico:
jmanuelvera@sena.edu.co

Recibido 30 de Marzo 2019; aceptado 21 de junio de 2019

RESUMEN

La región santandereana es la mayor zona productora de cacao de Colombia, durante el proceso de transformación de cacao se presentan defectos de los granos, siendo estos los causantes de la pérdida de las características del grano para obtener un licor de cacao de calidad y a su vez lo desvaloriza. Se hace necesario realizar una caracterización fisicoquímica de los granos y del licor y una caracterización colorimétrica de los licores de cacao que se producen en la región especialmente en el SENA sede el playón (clones FEAR 5, FSV 41 y TCS 06). con la intención de determinar las causas de estos defectos del cacao, y ofrecer la información obtenida a los productores para que realicen los procesos de beneficio del cacao correctamente y obtener un cacao de calidad. El desarrollo del proyecto de investigación se realizó con base en la NTC 1252 del 2003 y la metodología establecida en el

manual de análisis de cacao de Stevenson 1993 que comprende los parámetros y procesos para determinación de las características fisicoquímicas del cacao en grano de los 3 clones. Obteniendo la caracterización del color de los licores de cacao en el espacio CIELAB, la caracterización fisicoquímica de los clones seleccionados por su calidad, rendimiento, sabor y aroma fino y una clasificación por las características presentadas por cada clon.

Autor de correspondencia *José Manuel Vera Romero. *Correo de contacto: jmanuelvera@sena.edu.co

Palabras Claves: Clon de cacao, licor de cacao, colorimetría, Theobroma *cacao* L, fermentación.

ABSTRACT

The Santander region is the largest cocoa producing area in Colombia, during the cocoa transformation process, there are defects in the beans, which are the cause of the loss of the characteristics of the beans to obtain a quality cocoa liquor and in turn devalues it. It is necessary to carry out a physicochemical characterization of the beans and liquor and a colorimetric characterization of the cocoa liqueurs that are produced in the region, especially in the SENA headquarters in Playón (clones FEAR 5, FSV 41 and TCS 06). with the intention of determining the causes of these defects of the cocoa, and offer the information obtained to the producers so that they carry out the processes of benefit of the cocoa correctly and obtain a quality cocoa. The development of the research project was carried out based on NTC 1252 of 2003 and the methodology established in the Stevenson 1993 cocoa analysis manual, which includes the parameters and processes for determining the physicochemical characteristics of the cocoa beans of the 3 clones. . Obtaining the color characterization of cocoa liqueurs in the CIELAB space, the physicochemical characterization of the clones selected for

their quality, performance, flavor and fine aroma, and a classification by the characteristics presented by each clone.

Key Words: Cocoa clone, cocoa liquor, colorimetry, *Theobroma cacao L.*, fermentation.

INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los tantos productos de usos alimentarios cuyas características aromáticas se desarrollan a través de un proceso de fermentación y secado realizados antes de su comercialización (Reyes *et al.*, 2000; Bart y Baryeh, 2002).

Durante el beneficio y sobre el proceso de la fermentación se desarrollan algunas de las características fundamentales como el sabor y aroma propio del cacao. Tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las almendras una vez cosechadas y que permiten la expresión de su potencial de calidad. Sánchez *et al.*, (2008) realizaron un estudio del mejoramiento postcosecha del cacao a partir del roadmapping mientras que Vera *et al.*, (2017) evaluaron las propiedades fisicoquímicas como parámetros de calidad en la fermentación de clones de Cacao CCN51, TSC01.

De otra parte investigadores han orientado sus investigaciones al mejoramiento y control de enfermedades de las plantaciones del cacao con el uso de Nanopartículas de plata en el control de microorganismos

patógenos presentes Villamizar, *et al.*, (2015).

Se denomina beneficio del grano de cacao al conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las almendras una vez cosechadas y que permiten la expresión de su potencial de calidad. El cacao es uno de los tantos productos de usos alimentarios cuyas características aromáticas se desarrollan a través de un proceso de fermentación y secado realizados antes de su comercialización (Reyes *et al.*, 2000; Bart y Baryeh, 2003). De otra parte Portillo, E. G. (2006) evaluó el efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*) cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*).

El beneficio del cacao comprende las siguientes etapas:

Cosecha. Consiste en la recolección y desgrane de las mazorcas de cacao, y se inicia cuando las mazorcas han alcanzado su grado óptimo de madurez, el cual se aprecia por el cambio de coloración externa. Los

frutos verdes se tornan amarillos cuando maduran, y los de color rojo pasan a una tonalidad naranja. Se deben cosechar únicamente los frutos maduros. Las mazorcas verdes originan un producto de mal sabor y aroma, a nivel nacional se han realizado trabajos de investigación como el de Perea *et al.*, (2011) quien realizó la caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano y Martínez G. Nubia C. (2016) evaluó los componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao L.*) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila, mientras que Sánchez, V. (2007) realizaron la caracterización organoléptica del Cacao (*Theobroma cacao L.*), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial

Recolección. Una vez maduras las mazorcas de cacao, son recolectadas cuidadosamente, utilizando herramientas especiales como la “tijera podadora”, la “medialuna”, a fin de evitar dañar los cojines florales, las ramas o el tronco del árbol; con cualquier otra herramienta como el machete, pueden causarse heridas al árbol o dañar los granos del fruto. (FEDECACAO, 2004).

Desgrane. La extracción de las semillas de la cáscara, se denomina desgranada y se hace deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central de la

mazorca, evitando extraerla para no mezclarla con los granos de cacao (FEDECACAO, 2004).

Fermentación. En esta etapa se facilita el desprendimiento mucílago, se provoca la muerte del embrión para impedir la germinación del grano y lo que es más importante, se originan una serie de reacciones bioquímicas en el interior de los mismos, que generan un aumento del volumen y el cambio de color hasta alcanzar el tono chocolate característico del grano de cacao. En esta etapa también se forman los compuestos precursores del aroma y sabor. La etapa de oxidación se inicia cuando hay mayor penetración de oxígeno y consiste esencialmente en la oxidación y condensación de los compuestos polifenólicos en productos complejos que tienen poco o ningún sabor. Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones durante la fase de oxidación, el color de la superficie de las almendras se torna pardo (Torres *et al.*, 2004). La fermentación de los granos de cacao es crítica para el desarrollo de precursores del sabor del chocolate. Las interacciones de los complejos polifenólicos para formar taninos de alto peso molecular y su asociación con las proteínas juegan un papel importante en

la calidad de los granos de cacao (Niemenak y Rohsius, 2005). Variación en las condiciones de fermentación como cantidad de masa fermentable, remoción y duración del proceso, afectan el pH, la acidez titulable, la temperatura de fermentación, la actividad enzimática y por tanto el sabor y color desarrollado en el grano de cacao (Nazaruddin y Seng, 2006).

El sistema de fermentación usado en el proceso (cajón, tambor o en montones) también afecta la calidad del producto final (Perea *et al.*, 2000; Torres *et al.*, 2004).

Índice de fermentación. Esta prueba permite determinar el grado de fermentación y orienta sobre determinados defectos que causan sabores negativos intrínsecos en la almendra de cacao (Jiménez, *et al.*, 2011).

Secado. El principal objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad (7 - 8 %), la acidez y la astringencia, además de desarrollar el color chocolate característico de los granos bien fermentados, lo cual se obtiene mediante el secado natural o artificial (Perea *et al.*, 2000). Cuando el cacao no se seca oportunamente adquiere un olor desagradable y se cubre de mohos externos (FEDECACAO, 2004)

Las características de un grano seco bien fermentado se demuestran porque el grano

posee un color externo canelo, color interno café marrón, aspecto hinchado, arriñonado, sonido quebradizo al apretar el grano con los dedos, desprendimiento fácil de la cutícula, estructura interna cuarteada y sabor y aroma fuerte a chocolate (Mejía y Palencia, 2003; Quintana F., *et al.*, 2015).

Limpieza y clasificación. Los granos secos, se deben limpiar, eliminándoles impurezas, granos defectuosos y pasilla. Esta limpieza puede ser hecha a mano o con zaranda que a su vez permite la clasificación. Ya clasificado el cacao se empaca en sacos de fique limpios y se almacena en sitios igualmente limpios y secos (FEDECACAO, 2005)

Calidad del grano de cacao seco. Para las industrias procesadoras, el cacao de calidad es aquel que después de ser debidamente beneficiado, desarrolla plenamente el sabor y aroma característicos del chocolate. Además de esto, es también importante el tamaño del grano, el porcentaje de cascarilla y el contenido de grasa. Las industrias demandan almendras con peso superiores a 1 gramo, contenidos de grasa del orden de 55 % y cascarilla inferior al 12 %, que les permitan producir chocolates de sabor y aroma constante (Niemenak y Rohsius, 2005; Quintana F. *et al.*, 2014).

El licor o pasta de cacao, es un producto obtenido mediante la molienda de semillas

de cacao tostado, la pasta o licor obtenido puede servir para la producción de Manteca de Cacao y Polvo de Cacao, o bien para la fabricación de chocolate. (Chire y Cordova, 2005).

Una vez que el grano de cacao está limpio se procede a tostarlo a una temperatura que puede variar entre 145 y 190 °C. Luego se le quita la cascarilla y se procede a molerlo al tamaño de partícula deseado para la fabricación del licor de cacao. En algunas plantas, el proceso de molienda se realiza en tres (3) etapas. (Beckett, 1994).

Sin embargo, las nuevas tecnologías han permitido concentrar estas etapas en una sola. Para los cacaos de aroma se recomienda usar las menores temperaturas para evitar que pierdan su aroma y sabor. La cantidad de manteca residual en el polvo de cacao puede variar entre 8 y 16 %. El rango más común es 10 - 12 % (Beckett, 1994).

Según la *NTC 486* el Licor de cacao es el producto obtenido del cacao tostado y fragmentado, sin cascara ni germen que se obtiene del grano de cacao de calidad comerciable, que ha sido limpiado y liberado de la cascara del modo más completo posible técnicamente, sin quitar ni añadir ninguno de sus constituyentes (Quintana F, *et al.*, 2015).

Investigadores han realizado diversos trabajos de investigación acerca del perfil sensorial de diferentes clones así como el estudio de la Influencia del contenido de manteca de cacao en las propiedades térmicas de muestras de chocolates por medio TGA y DSC modificando las concentraciones de grasa (Duque, *et al.*, 2015).

El color es fundamental en alimentos, ya que le da un valor estético, además brinda un toque de frescura, al momento de la degustación se relaciona con el sabor y la calidad de los alimentos. (Dasso, 1986).

El espacio CIELAB es uno de los métodos utilizados para expresar el color de un objeto o alimentos usando algún tipo de anotación como pueden ser los números. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), una organización que es considerada como la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha definido espacios de color incluyendo CIE L* a* b* para comunicar y expresar el color objetivamente.

En colorimetría en el espacio CIELAB (estrictamente CIE 1976 L* a* b*) se miden tres parámetros L* a* y b*. Donde:

L* = luminosidad de negro a blanco siendo 0 = negro y 100= blanco

a* = coordenada de rojo a verde (+a indica

rojo, -a indica verde).

b* = coordenada de amarillo a azul (+b indica amarillo. -b indica azul).

Teniendo en cuenta que la industria exige cada vez controlar mejor y satisfactoriamente sus materias primas, productos en proceso y productos terminados en cuanto a color se refiere

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de producto fueron recolectadas por el SENA sede el Playón y las pruebas fisicoquímicas y colorimétricas se realizaron en la sede de Guatiguara en el Laboratorio de Análisis Físico y Sensorial de SENA. Se tomaron muestras en una cosecha principal y fueron analizadas por triplicado. La metodología planteada esta soportada en la NTC 1252 del 2003 cacao en grano: Peso del grano fermentado y seco y el manual de análisis de cacao de Stevenson, 1993: Índice de grano (peso promedio de grano en gramos, tomado de una muestra de 100 granos de cacao seco), Porcentaje de almendra y cascarilla.

Preparación del licor de cacao.

Se tomaron un máximo de 500 gramos de cada muestra para hacer el tostado, en un horno tostador Cocotown rotiserie Showtime, en el Laboratorio de Análisis

diversos investigadores lo han empleado para evaluar el color de los alimentos (García *et al.*, 2016) mientras que Hernández y Quintero en el 2016 realizaron la caracterización mediante colorimetría triestímulo un chocolate de mesa adicionado con azúcares de caña no refinados, quienes obtuvieron resultados que permitieron definir el color característico de este producto.

Sensorial de acuerdo con el protocolo definido con el equipo, 115 grados centígrados de temperatura por 15 minutos. Se prepararon las muestras de licor de cacao en el molino refinador de piedras Cocotown ECGC12SLTA, (Refinando por 2 horas aproximadamente, hasta verificación de partícula con el micrómetro Mitutoyo 0.001 mm). Para cada uno de los clones se pesó una cantidad inicial en gramos, se molieron los granos y se volvió a pesar para determinar la pérdida durante este proceso, luego del descascarillado del grano se pesa de nuevo para saber qué cantidad de Nibs quedan y se procede a realizar el proceso de refinado para obtener el licor y se pesa el producto final para saber la cantidad de licor que se obtuvo, este proceso de pesaje se realiza con el fin de determinar el nivel de rendimiento del cacao.

Determinación de pH Licor de cacao sólido. Se determinó el pH a los licores obtenidos de los clones de cacao. Tomando 5 gramos de cada uno de los licores, macerarlos y agrega 50 mL de agua destilada, hasta que se homogenice, seguido de esto se procede a medir el pH

Determinación de pH en alimento semisólido y sólido (grano de cacao). Se eligieron granos de cacao, se descascarillo el grano, se pesaron por separado y se agregaron 90 mL de agua destilada caliente y se homogeniza y se mide el valor del pH. Con el pH –metro

HANNA Instruments pH/ORP Meter HL 2211.

Determinación de humedad. Empleando un detector de humedad (Coffee Moisture tester) Agtronix serial 37665, se tomó una muestra representativa al azar del licor de cacao tomando la lectura en el panel digital; por triplicado.

Características colorimétricas. Se empleó un colorímetro Konica minolta CR- 20, para la medición del color de cada una de las muestras de licor de cacao de los clones. Se realizó la medición 10 veces por cada licor y poder graficar en el espacio CIELAB los valores. (García, *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados incluyen la caracterización fisicoquímica y colorimétrica de los licores obtenidos de cada uno de los clones y la clasificación de los mismos de acuerdo a los datos obtenidos de cada una de las características de los clones.

Peso del grano fermentado y seco.

En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos del Índice de grano de los clones FSV 41, FEAR 5 y TCS 06.

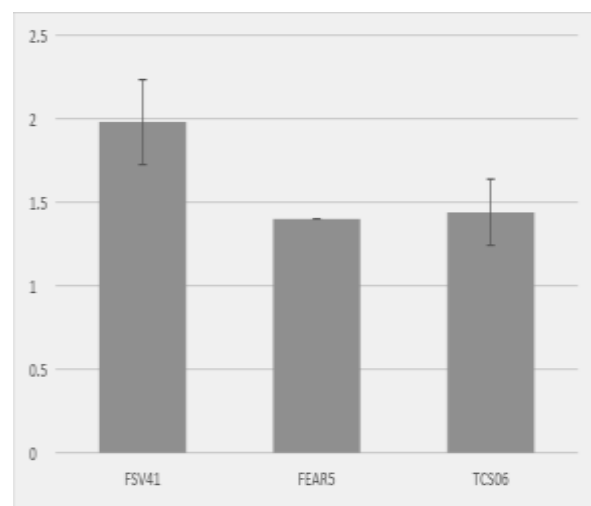


Figura 1. Resultados del Índice de grano de los clones FSV 41, FEAR 5 y TCS 06.

En la figura 1 se observa un índice de grano para el clon FSV 41 entre 1,8 a 2.16 g/grano correspondiente a grano grande, para el FEAR 5 un índice de 1.4 g/grano que corresponde a un grano pequeño, y para el clon TCS 06 de acuerdo con los rangos se tiene un grano mediano (1,3 a 1,58 g/grano). Los clones estudiados se encuentran entre los rangos mencionados anteriormente, coincidiendo con los resultados reportados por Perea *et al.*, 2015 y Perea A. M., *et al.*, 2013 con rangos para caracterizar el grano son de > a 1.3 grano pequeño, entre 1.4 y 1.7 grano mediano y > 1.8 grano grande.

Porcentaje de almendra y cascarilla

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de almendra y cascarilla para los tres clones analizados.

Tabla 1. Porcentaje de almendra y cascarilla para los tres clones.

Porcentaje de Almendra y Cascarilla		
Ítem evaluado	Peso En Gramos (g)	%
Almendra	548,2	54,82
Cascarilla	386,6	38,66
Total	934,8	93,48

En la tabla 1 se observan los resultados obtenidos en el porcentaje de almendra y cascarilla para los tres clones en donde se observa que de 1000 gramos de cacao el

38,66 % es cascarilla y el 54,82 % es almendra, aunque no hay una norma que establezca el contenido de cascarilla, la industria transformadora se interesa en materiales con bajo contenido de cascarilla (11 - 12 %) para poder obtener un mayor porcentaje de almendra (FEDECACAO 2004), de acuerdo a esto los datos obtenidos el porcentaje de cascarilla de los clones estudiados es alto, lo cual no es favorable.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en el Índice de fermentación en los tres clones analizados

Tabla 2. Resultados obtenidos en el Índice de fermentación en los tres clones analizados.

Índice de Fermentación						
CLON	Insuficientemente fermentado.	No fermentado	Mohoso	Pasilla	Grano Bien Fermentado.	Total Granos
FSV 41	21	3	0	0	26	50
FSV 41	22	14	0	0	14	50
FEAR 5	27	0	0	0	23	50
FEAR 5	9	30	0	0	11	50
TCS 06	48	1	0	1	0	50
TCS 06	11	13	0	0	26	50

La prueba de fermentación permite determinar el grado de fermentación y orienta sobre determinados defectos que

causan sabores negativos intrínsecos en la almendra de cacao. (Jiménez, *et al.*, 2011).

En la tabla 2 se observa el índice de fermentación de cada clon, para el FSV 41 se tiene que de 100 granos 40 están bien fermentados, para el FEAR 5 se tienen 34 bien fermentados y para el TCS 06 se tienen 26 granos bien fermentados, lo que quiere decir que ninguno de los clones analizados cumple con el número mínimo de granos fermentados que establece la norma para calificar el grano como bien fermentado en la NTC 1252 de 2003 se establecen los requisitos específicos que debe cumplir el cacao en grano, en la cual se tiene que por cada 100 granos se permiten de 2 a 3 granos mohosos, para la pasilla de 1 a 2, granos insuficientemente fermentados de 25 a 35, y para granos bien fermentados 65 de 100 granos mínimo.

En la tabla 3 se muestran los resultados del análisis de humedad realizado a las muestras de los tres clones.

Tabla 3. Contenido de humedad de los tres clones analizados.

PORCENTAJE DE HUMEDAD		
CLON	NÚMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE DE HUMEDAD
FSV 41, FEAR 5, TCS 06	1	8,4
	2	8,4
	3	8,5
PROMEDIO		8,43

En la tabla 3 se observa que los resultados obtenidos de las muestras analizadas están en un promedio de 8,43 % de humedad, estando por encima de lo requerido, en la NTC 1252 de 2003 que establece un porcentaje de humedad del grano del 7 % m/m máximo, lo que evidencia que las muestras de grano de cacao no tuvieron un proceso de secado adecuado: tiempos y temperatura para que sea considerado un buen grano y de calidad.

En la tabla 4 se muestran los resultados del análisis de pH durante los 7 días de fermentación realizado a las muestras de los tres clones.

Tabla 4. Resultados de los valores de pH obtenidos durante los 7 días de fermentación.

Determinación de pH							
Fermentación							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Cascarilla	5,03	4,00	4,30	4,53	4,38	4,46	6,43
Cotiledón	6,77	6,45	6,32	4,89	4,40	4,47	5,55
Externo (Musilago)	3,57	3,52	3,86	3,90	4,18	4,23	5,85
Mezcla (Cascarilla+ Cotiledón)	6,05	4,58	5,31	4,68	4,38	4,48	5,82

Como se observa en la tabla 4 los valores de pH obtenidos durante los 7 días de fermentación del cotiledón indican que durante los 3 primeros días de fermentación presentan valores de pH cercanos a 7 (6,32

a 6,77), mientras que para los días 4, 5 y 6 los valores de pH disminuyeron hasta 4,47, evidenciando que la fermentación se da en estos días, alcanzando un pH de 4,5 a 5,5 en el día 7 de lo cual se deduce que el cacao se encuentra bien fermentado coincidiendo con los resultados reportados por Vera *et al.*, (2017), quienes indican que un cacao que alcanza valores de pH en este rango favorece el potencial de aroma del grano de cacao.

En la tabla 5 se muestran los resultados de pH del cotiledón, cascarilla y la mezcla de los dos (cascarilla + cotiledón), del clon de cacao seco FEAR 5

Tabla 5. Resultados de los valores de pH de la cascarilla, cotiledón y la mezcla de los dos (Cascarilla + Cotiledón) para el clon FEAR 5.

	pH	Cascarilla	Cotiledón	Mezcla
Muestra	1	6,43	5,98	6,17
	2	6,47	5,95	6,16
	3	6,38	5,93	6,12
PROMEDIO	6,43	5,95	6,15	

En la tabla 5 se observa que los valores de pH especialmente del cotiledón tienen un promedio de 5,95 siendo un valor de pH alto, para el pH deseado en el cacao fermentado (4,5 a 5,5) indicando que el cotiledón

presenta una baja transformación durante el proceso de fermentación de los granos de cacao seco del clon FEAR 5.

En la tabla 6 se muestran los resultados de pH del cotiledón, cascarilla y la mezcla de los dos (cascarilla + cotiledón), del clon de cacao seco FSV 41.

Tabla 6. Resultados de valores de pH de la cascarilla, cotiledón y la mezcla de los dos (Cascarilla + Cotiledón) para el clon FSV 41.

	pH	Cascarilla	Cotiledón	Mezcla
Muestra	1	5,82	5,49	5,61
	2	5,82	5,49	5,61
	3	5,78	5,46	5,59
PROMEDIO	5,81	5,48	5,6	

En la tabla 5 se observa que el valor promedio de pH del cotiledón del clon FSV 41 es de 5,48 encontrándose dentro del rango de acidez que debe tener un cotiledón que ha alcanzado completamente su transformación durante todo el proceso de fermentación. Al igual que la cascarilla (5,81) y La mezcla (5,6).

En la tabla 7 se muestran los resultados de pH del cotiledón, cascarilla y la mezcla de los dos (cascarilla + cotiledón), del clon de cacao seco TCS 06.

Tabla 7. Resultados de los valores de pH de la cascarilla, cotiledón y la mezcla de los dos (Cascarilla + Cotiledón) para el clon TCS 06.

	pH	Cascarilla	Cotiledón	Mezcla
Muestra	1	5,86	5,42	5,52
	2	5,82	5,42	5,54
	3	5,82	5,44	5,5
PROMEDIO	5,83	5,43	5,52	

En la tabla 5 se observa que el valor promedio de pH del cotiledón del clon TCS 06 es de 5,43 encontrándose dentro del rango de acidez que debe tener un cotiledón que ha alcanzado completamente su transformación durante todo el proceso de fermentación. Al igual que para la cascarilla (5, 83) y la mezcla de los dos (Cascarilla + Cotiledón), (5,52).

Los valores promedio de pH encontrados en las muestras de cacao seco de los clones FSV 41 y TCS 06 fueron similares, cumpliendo con el requisito exigido para considerarse un cacao de calidad y de óptimas condiciones de fermentación. Estos resultados confirmar lo reportado por (Quintana, *et al.*, 2015) quienes establecieron que la calidad final del cacao depende del grado de acidez y el tiempo de exposición de los cotiledones durante la fermentación, un cotiledón que presente un pH final de 4,5 a 5,5 favorece el potencial del aroma, así como encontrado por Perea, *et*

al., 2011 y Vera, *et al.*, 2017, quienes reportaron para los clones FEAR 5, FSV 41 y CCN 51 valores de pH en rangos de 5,3 a 5,6 que corresponden a valores normales aceptados por la industria.

En la tabla 8 se muestran los resultados de Peso de cacao en grano, después de moler y descascarillar, peso del licor) para los tres clones de cacao.

Tabla 8. Reportes del peso de cacao en grano, después de moler y descascarillar, y licor de cacao.

LICOR				
CLON	PESO INICIAL (g)	PESO DESPUÉS MOLER (g)	PESO MUESTRA DESPUÉS DESCASCARILLAR (g)	PESO LICOR (Proceso final) (g)
FSV 41	3166,2	2864,5	2334,8	1889,6
FEAR 5	1870,6	1764,8	1297,7	981,8
TCS06	1048,2	1010,6	817,7	593,1

De acuerdo a los datos observados en la tabla 8 se evidencia una disminución del peso inicial al peso final del licor, obteniendo una producción de la mitad del peso inicial, o sea que se pierde la mitad del grano ya sea por la cascarilla que se elimina, en el molido en el cual también hay pérdidas y el rendimiento que den los Nibs.

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos del pH del licor de cacao obtenido de los clones FSV 41, FEAR 5 y TCS 06.

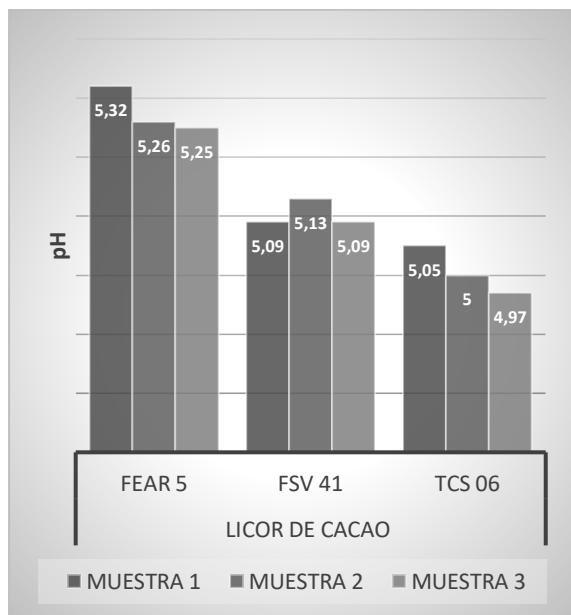


Figura 2. Resultados obtenidos del pH del licor de cacao obtenido de los clones FSV 41, FEAR 5 y TCS 06.

En la figura 2 se observa que los licores de cacao obtuvieron un valor de pH dentro de los esperados para los tres tipos de clones. Se presenta una disminución de pH entre cada muestra, en cada uno de los licores siendo el TCS 06 el de menor promedio de pH y el FEAR 5 el de mayor pH de los tres licores estudiados. El licor de cacao es un producto obtenido, mediante la molienda de semilla de cacao tostado, este producto debe presentar un pH mínimo de 4,5 y máximo 5,5.

En la tabla 9 se observan los resultados de las características colorimétricas del licor de cacao obtenido del clon FSV 41..

Tabla 91. Características colorimétricas del licor de cacao obtenido del clon FSV 41.

CLON FSV 41	PARAMETROS	MUESTRAS										PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	L*	25,9	27,5	28,5	27,4	28,6	38,5	29	27,7	27,8	28	28,89
	a*	6,7	6,7	6,3	6,8	6,2	6,1	6,4	6,4	6,8	6,8	6,52
	b*	4,5	4,2	3,9	4,7	4,4	3,3	4,1	3,8	4,2	4,7	4,18

Como se observa en la tabla 9, el parámetro L* presenta valores menores a 50 % lo que indica que la tonalidad del licor de cacao de este clon es un color oscuro, estando en un rango de entre muy oscuro (20 %) y oscuro (30 %). Los tonos de color del licor de cacao predominan con una tendencia hacia valores

de +a* (6,52) encontrándose entre el color marrón, (combinación de rojo – verde) y +b* (4,18) entre amarillo y azul con una tendencia de valores numéricos menores a a*.

En la figura 3 se observa la ubicación grafica de las coordenadas en el espacio CIELAB del licor de cacao para el clon FSV 41.

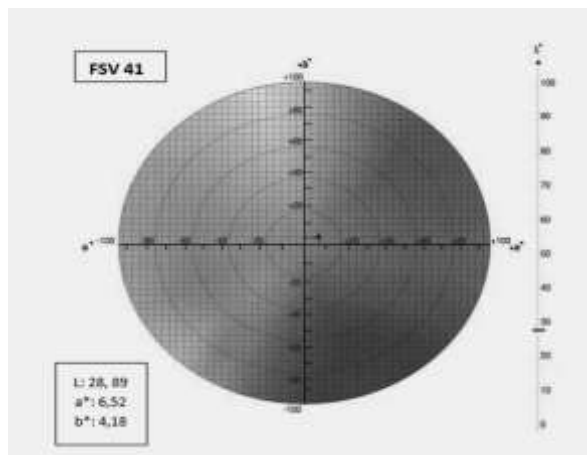


Figura 3. Coordenadas en el espacio CIELAB del licor de cacao para el clon FSV 41.

En la tabla 10 se muestran los resultados de las características colorimétricas de los licores de cacao obtenidos del clon FEAR 5.

Tabla 10. Características colorimétricas del licor de cacao obtenidos del clon FEAR 5

CLON FEAR 5	PARAMETROS	MUESTRAS										PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	L*	24,3	26	26,4	25	24,8	26,3	24,4	25,3	25,1	25,6	25,32
	a*	5,8	5,1	5,3	5,7	5,8	5,7	5,6	5,9	5,4	5,5	5,58
	b*	4,8	3,3	3,4	3,7	3,9	3,8	3,8	4	3,3	3,7	3,77

En la tabla 10 se observan los resultados de las características colorimétricas del licor de cacao obtenidos del clon FEAR 5 en su coordenada L* presenta valores promedio de 25,32 % que indican un color marrón muy oscuro, en las coordenadas de (a*) un valor promedio de 5,58 para tonalidades de color marrón, (combinación de rojo – verde) y las coordenadas (b*) un valor promedio de 3,77 para tonalidades entre amarillo – azul los

valores son menores frente a a* siendo así el color del licor de cacao obtenidos del clon FEAR 5 muy oscuro color marrón, (combinación de rojo – verde), en sus tres coordenadas.

En la figura 4 se observa la ubicación grafica de las coordenadas en el espacio CIELAB del licor de cacao para el clon FEAR 5.

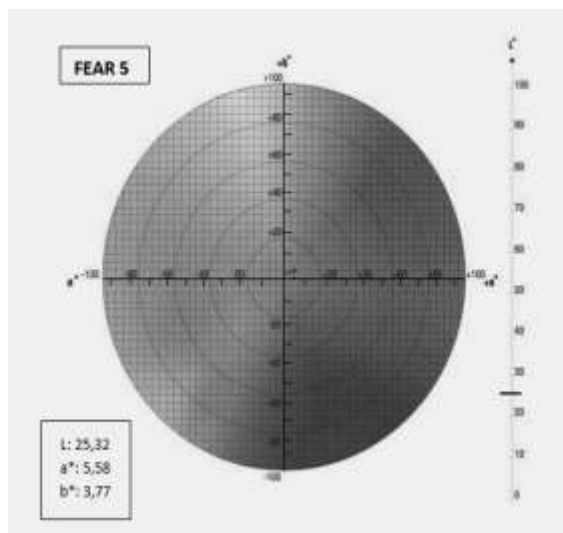


Figura 4. Coordenadas en el espacio CIELAB del licor de cacao para el clon FEAR 5.

En la tabla 11 se muestran los resultados de las características colorimétricas de los licores de cacao obtenidos del clon TCS 06.

Tabla 11. Resultados de las características colorimétricas de los licores de cacao obtenidos del clon TCS 06.

CLON TCS 06	Parámetros	MUESTRAS										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	L*	25,2	24,3	25,4	25	25,2	25,1	26,3	25,1	24,1	25	25,07
	a*	6,2	4,9	5,9	5,6	5,4	5,9	6	5,6	5,6	6	5,71
	b*	4,3	2,4	3,9	3,4	3,3	4,1	3,9	3,4	3,3	4,2	3,62

En la tabla 11 se observan los resultados de las características colorimétricas del licor de cacao obtenidos del clon TCS 06 en su coordenada L* presenta valores promedio de 25,07 %indicando poca luminosidad en las muestras. Mientras que en las coordenadas de (a*) un valor promedio de 5,71 para tonalidades de color marrón, (combinación de rojo – verde) y las coordenadas (b*) un valor promedio de 3,62 para tonalidades

entre amarillo – azul los valores son menores frente a a* siendo así el color del licor de cacao obtenidos del clon TCS 06 muy oscuro marrón, (combinación de rojo – verde), en sus tres coordenadas.

En la figura 11 se observa la ubicación grafica de las coordenadas en el espacio CIELAB del licor de cacao para el clon TCS 06.

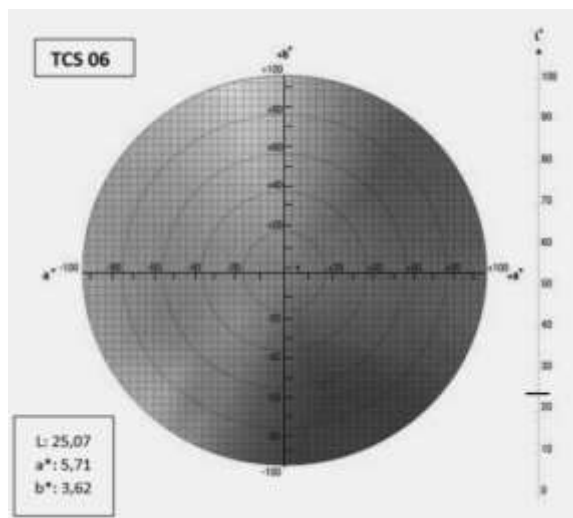


Figura 2. Coordenadas en el espacio CIELAB del licor TCS 06.

Para la coordenada a^* (rojo – verde) los datos obtenidos de los tres licores son similares que van de 5,5 a 6.5 positivos, indicando en los tres que para la posición entre rojo y verde los licores de cacao presentan una tendencia hacia el centro del

CONCLUSIONES

Se logró caracterizar el color de los licores de cacao FEAR 5, FSV 41 y TCS 06 dando valores correspondientes de luminosidad L, tonos color marrón, (combinación de rojo – verde) para las coordenadas de a^* y con valores menores con tonos entre amarillo y azul b^* .

Se concluye que para el parámetro de L^* luminosidad los tres licores presentaron resultados en un rango de 20 % (marrón muy oscuro) a 30 % (oscuro, marrón claro) de

espacio CIELAB en la derecha (+a), ubicando los licores en espacios oscuros sin la identificación de tonos rojos debido a que los valores que presenta para a^* no son altos. Para la posición b^* (amarillo-azul) los datos obtenidos indican que los licores tienen un rango entre 3,5 y 4,5 positivos, se ubican en el espacio de color hacia el centro en el eje (+b), de acuerdo a esta posición en el espacio, el licor en esta coordenada también está ubicado en colores muy oscuros (marrón), sin evidenciar alguna tendencia hacia el color amarillo, esto quiere decir que tanto para a^* como para b^* los licores de cacao tienen un color muy oscuro, y que de acuerdo con la posición que tienen en L^* se puede decir que los licores de cacao son de color marrón muy oscuro, clasificándolos en colores muy oscuros, con baja luminosidad.

acuerdo con la escala de luminosidad.

Los licores de cacao de los tres clones (FEAR 5, FSV 41 y TCS 06) obtuvieron un valor de pH dentro de los esperados pH mínimo de 4,5 y máximo 5,5, siendo el clon TCS 06 el de menor promedio de pH y el FEAR 5 el de mayor pH.

Se determinó que el proceso de fermentación y secado de los granos de cacao son factores que determinan la calidad del grano, procesos donde el grano logra el

grado de transformación adecuado y necesario.

Durante la fermentación el grano debe adquirir un pH final entre 4,5 y 5,5 el cual indica que el cacao está en óptimas condiciones y ha desarrollado sus

características de aroma y sabor.

En el proceso de secado el grano debe llegar a tener una humedad del 7 % si se ha realizado correctamente el proceso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan agradecimientos al Centro de Atención al Sector Agropecuario por facilitar el uso de las instalaciones del laboratorio de análisis

sensorial y las muestras de la sede de aguas calientes municipio del Playón. A los instructores personal administrativo y de apoyo de la sede Piedecuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bart-Plange, Ato and Baryeh, Edward A. (2003) The physical properties of Category B cocoa beans. Journal of Food Engineering. Volume 60, Issue 3, December 2003, Pp. 219 – 227.

Beckett Stephen T., (1994). La ciencia del chocolate. Nestle Product Technology Center, Haxby Road, Yord YO91 1XY, UK. Editorial Acribia, S.A, Zaragoza (España).

Chire F. Gabriela C. y Cordova Rivera Augusta. (2005). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Mejoramiento de chocolate amargo para taza mediante el uso de licor de cacao. Revista Ciencia e Investigación ISSN 1561 – 0861. Vol. 8 (2). Pp: 87 -91.

Dasso, I. (1986). Control de color en alimentos: sistemas numéricos de expresión. Rev. La Alimentación Latinoamericana. 41(156). 41-46.

Duque A. Carlos I., Arrieta Alexander., y Torres, Alexandra. (2015). Influencia del contenido de manteca de cacao en las propiedades térmicas de muestras de chocolates por medio TGA y DSC modificando las concentraciones de grasa. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13, N° 2, p.p. 155 -163.

FEDECACAO: Beneficio o Manejo de la Postcosecha del Grano de Cacao Federación Nacional de Cacaoteros-Fondo

Nacional del cacao. Año 2005.

García B., Yulieth P., Caballero P. Luz A. y Maldonado O. Yohanna. (2016). Evaluación del color en el tostado de Haba (Vicia faba). Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 14, N° 2, p. 53 -66.

Hernández L. Martha y Quintero C. Juan P. (2016). Caracterización mediante colorimetría triestímulo de chocolate de mesa adicionado con azúcares de caña no refinados. Revista agronomía Colombiana. Universidad Nacional de Colombia. ISSN:0120-9965.Volumen XXXIV. SUPLEMENTO. Noviembre. Pp: 815 -819.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC), NTC 486, Masa o pasta de licor de cacao y torta de cacao para la fabricación de productos de cacao y chocolate. Bogotá, Colombia. (2008).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC), NTC 1252 del 2003 Clasificación del cacao en grano destinado a la industrialización para consumo humano. Bogotá, Colombia.

Jiménez, Juan, *et al.*, 2011. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao.

Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico No. 140. Los Ríos - Ecuador Julio /2011.

Martínez G. Nubia C. (2016). Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao L.*) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila. Tesis para optar al título de: Magister en Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias

Mejía, L.; Palencia, G. (2003). Abono Orgánico, manejo y uso en el cultivo de cacao. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional Siete (Corpoica). Bucaramanga, 2003c. p. 3-5; 8, 12,13.

Nazaruddin,R. y Seng L.K. (2006). Effect of Pulp Preconditioning on the Content of Polyphenols in Cocoa Beans During Fermentation. En: Industrial Crops and Products. Vol. 24 p 87-94. Marzo de 2006.

Niemenak, N., y Rohsius, C. (2005). Comparative Study of Different Cocoa Clones in Terms of Theirs Phenolics and Anthocyanins Contents, En: Journal of Food Composition and Analysis, Vol 19. p 612-619 Febrero de 2005.

- Perea Janeth A., Ramírez Olga L. y Villamizar Arley R. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario. Y Agroindustrial*. ISSN:1692-3561. Facultad de Ciencias Agrarias. Vol. 9 Núm. 1 (2011): Enero a Junio.
- Perea, J.; Espinosa, A.; Otero, V. Fermentación y secado de los granos de cacao. En: *Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao*. Bucaramanga. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional Siete (Corpoica), 2000 b p. 123
- Portillo, E. G. (2006). Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*) cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*). *Revista de la Facultad de Agronomía*.
- Quintana F, Lucas. F., Castelblanco, G. Salomón., Jerez, A. G., y Guerrero, N. M. (2015). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 252-265.
- Quintana F. Lucas F., Gómez Castelblanco, Salomón y Granados A. Gerardo. (2014). Las TIC'S y su aporte para la determinación de la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao*) producido en San Vicente de Chucuri, Santander. Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, Universidad, Nacional Abierta y a Distancia "Revista Alimentos Hoy. Vol 22, No 31 (2014), p.p. 81- 95.
- Quintana F., Lucas F. Gómez, Salomon Garcia, Alberto y Martinez, Nubia. (2015). Perfil sensorial del clon de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN51. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN: 1692-7125. Volumen 13 N°1. Pp. 60 -65.
- Quintana F., Lucas F. Gómez, Salomón García, Alberto y Martínez, Nubia. (2015). Perfil sensorial del clon de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN51. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN: 1692-7125. Volumen 13 N°1. Pp. 60 -65.
- Reyes, H.; Vivas, J.; Romero, A. (2000). La Calidad del Cacao: Cosecha y Fermentación, Junio. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Fonaiap Divulga (Venezuela).2000. (N° 66) pp: 40-43.
- Sánchez Vargas, A. D. P., Castellanos Domínguez, Ó. F., y Domínguez Martínez, K. P. (2008). Mejoramiento postcosecha del

cacao a partir del roadmapping. Ingeniería e Investigación; Vol. 28, núm. 3; 150-158.

Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 54 – 59.

Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del Cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Universidad Técnica Estatal De Quevedo.

Stevenson, C., Corven, J., & Villanueva, G. (1993). Manual para Análisis de cacao en Laboratorio. IICA.

Torres, O.; Graziani, L.; Ortiz, L.; Trujillo, A. (2004). Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la Mazorca del Cacao Tipo Forastero de Cuyagua sobre características del Grano en Fermentación, En: Agronomía Tropical. Octubre.

Vera R. José M.; Arrieta S. Alexandre; Quintana Lucas F.; García J. Alberto. (2017). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas como parámetros de calidad en la fermentación de clones de Cacao CCN51, TSC01. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 15 N° 2. Pp: 76 -86.

Villamizar, R Parra, MLM (2015). Uso de Nanopartículas de plata en el control de microorganismos patógenos presentes en alimentos. Revista @limentech, Ciencia y