



07

Presecado: su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*theobroma cacao* L.)

Predrying: its effect on the sensory quality of cocoa liquor (*theobroma cacao* L.)

Ing. Juan Carlos Jiménez¹
Ivanna Gabriela Tuz Guncay¹
MSc. José Nicasio Quevedo Guerrero¹
E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec
Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹
E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Jiménez, J. C., Tuz Guncay, G., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2018). Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 63-73. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El objetivo general evaluar la técnica del pre-secado sobre la calidad físico-sensorial, la misma que consiste en la eliminación del exceso de jugos mucilaginosos de las almendras, para lo cual se cosecharon mazorcas sanas y maduras. Se registró la temperatura, pH de la testa y cotiledón al inicio y final de la fermentación. Se realizó el respectivo secado de las almendras que fueron colocadas por 15 días en marquesinas de mallas plásticas, bajo plástico y expuestas al aire natural, hasta alcanzar entre el 7 y 8 % de humedad. El diseño experimental usado fue DBA con siete tratamientos y tres repeticiones, usando dos tipos de fermentación sacos de yute (SCY) con pre-secado y dos en rotor de madera (RM) sin pre-secado: (T1) ICS-95 SCY, (T2) ETT-103 SCY, (T3) CCN-51 SCY, (T4) NACIONAL SCY, (T5) mezcla de cacaos tipo Nacional SCY, y como testigos (T6) ICS-95 RM y (T7) CCN- 51 RM. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS. Los resultados mostraron diferencias significativas en los porcentajes de calidad físico-sensorial especialmente entre los tratamientos T3 (97%) y T6 (67%), con el clon CCN-51 en porcentaje de fermentación buena, lo que evidencia el efecto positivo del pre-secado para mejorar la calidad de este clon. El mejor perfil sensorial lo presentó el T3, y los tratamientos T1 y T5 obtuvieron perfiles sensoriales altos en sabor amargo, acidez y astringente cuando fueron sometidos al pre-secado.

Palabras clave:

CCN-51, exceso, jugos, mucilaginosos, calidad, sensorial.

ABSTRACT

The general objective is to evaluate the technique of pre-drying on the physical-sensory quality, which consists in the elimination of the excess of mucilaginous juices of the almonds, for which healthy and mature ears were harvested. The temperature, pH of the test and cotyledon were recorded at the beginning and end of the fermentation. The respective drying of the almonds that were placed for 15 days in canopies of plastic mesh, under plastic and exposed to natural air, to reach between 7 and 8% moisture was made. The experimental design used was DBA with seven treatments and three repetitions, using two types of fermentation jute sacks (SCY) with pre-drying and two in wood rotor (RM) without pre-drying: (T1) ICS-95 SCY, (T2) ETT-103 SCY, (T3) CCN-51 SCY, (T4) NATIONAL SCY, (T5) mixture of National SCY type cocoas, and as controls (T6) ICS-95 RM and (T7) CCN- 51 RM. For the statistical analysis, the SPSS program was used. The results showed significant differences in the percentages of physical-sensory quality, especially between the treatments T3 (97%) and T6 (67%), with the clone CCN-51 in percentage of good fermentation, which evidences the positive effect of the dried to improve the quality of this clone. The best sensory profile was presented by T3, and treatments T1 and T5 obtained high sensory profiles in bitter taste, acidity and astringent when they were subjected to pre-drying. Keywords:

CCN-51, excess, juices, mucilaginous, quality, sensory.}

INTRODUCCIÓN

El cacao pertenece al género *Theobroma*, orden Filiales y familia Malvaceae. Es un árbol de carácter tropical lluvioso que se desarrolla en climas calientes y húmedos. Cuyo origen de distribución nativa se encuentra ubicado en las tierras bajas de Centro América como México, y una gran parte en el norte de América del Sur y comprende los países amazónicos como Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Colombia y Venezuela (Ramos, González, Zambrano & Gómez, 2013). En América del Sur se encuentra Ecuador con una producción de cacao tipo Nacional que representa el 60% del total nacional, con este porcentaje hemos ganado los primeros sitios en lo que respecta a cacao fino y de aroma en el mundo. El 95% de la producción mundial de cacao es identificada como cacao común y el 5% corresponde al cacao fino y de aroma, con características organolépticas excelentes. La producción ecuatoriana de cacao fino y de aroma contribuye al 5% de la producción mundial existente de cacao de alta calidad sensorial, lo que pone al país como uno de los principales exportadores de cacao fino de aroma (Carrera, 2014; Sánchez, 2007), esto hace imperante la búsqueda constante de nuevas tecnologías para el beneficio de las cosechas de este cultivo emblemático.

Al inicio del siglo XVII el Ecuador en las orillas del río Guayas contaba con pequeños plantíos de cacao que posteriormente se difundirían a las orillas de sus afluentes: el río Daule y el río Babahoyo, los cuales por su calidad excepcional fueron llamados “cacao de río arriba” usado especialmente en el mercado internacional de aquellos tiempos (Pinto, 2011), con el pasar de los años y con la aparición de plagas tales como la Moniliasis, escoba de bruja, etc., han ocasionado su casi desaparición, al ser reemplazados por híbridos mejorados tolerantes a dichas plagas y de alta producción, pero de baja calidad sensorial. En la actualidad el clon CCN-51 es el más sembrado en el país, por sus cualidades de alta producción, y tolerancia a plagas, sin embargo hasta ahora en cuestión de calidad las características físicas y organolépticas de sus almendras son consideradas como corrientes por los expertos, ocasionando precios bajos para su comercialización, debido a que la industria demanda cacao de buena calidad (Orcés & Pazmiño, 2012), poniendo a la producción nacional de este cultivo en una situación de riesgo presente y futura en los mercados internacionales. A nivel nacional la gran mayoría de cacaoteros realizan el proceso de fermentación en montones, sacos de yute, baldes plásticos y cajas de madera y el método que más utilizan depende de la experiencia del productor (Romero, Bonilla, Santos & Peralta, 2010).

Erráez (2016) afirma que la cosecha de cacao se debe realizar cuando las mazorcas estén sanas y presentan un estado de madurez fisiológica, esto se puede identificar por los colores externos que muestran cada tipo o variedad, los de color verde se tornan amarillos, las de color rojo se tornan anaranjadas y otras cambian a amarillo anaranjado fuerte o sólido. Una de las principales herramientas para realizar la cosecha es la tijera de podar, esta herramienta no causa mucho daño a la mazorca ni a los cojinetes florales del árbol. El corte principal se debe realizar es con la tijera realizando sobre lo más cerca de la base de la mazorca (Erráez, 2016; Orcés & Pazmiño, 2012; Sánchez, 2007). Una de las principales características para reconocer el estado óptimo de la maduración de mazorca es cuando emiten un sonido hueco que se oye al momento de golpear el fruto con los dedos, es importante apartar las mazorcas sanas de las enfermas para evitar una proliferación de enfermedades. Se debe evitar cosechar mazorcas inmaduras porque dan origen a granos de pésima fermentación y granos color violeta, aplastados (Erráez, 2016; Orcés & Pazmiño, 2012). Orcés & Pazmiño, (2012), indican que no debemos mezclar las semillas enfermas que contengan más de dos días de cosechadas para así impedir una fermentación heterogéneo. Eliminar frutos enfermos, para evitar así el contagio a los frutos sanos y así evitaríamos una mala fermentación en la masa del cacao. Evitar la presencia de cualquier tipo de basura que nos cause una mala presentación en el cacao al momento de fermentar, ya que nos afecta el proceso de la fermentación y nos causan una disminución en el precio del mercado nacional e internacional. A la operación consiste en quebrar el fruto y extraer las almendras una vez separada de su correspondiente placenta, la quiebra del fruto se realiza con un mazo de madera aproximadamente unos 20- 30cm golpeando con mucha precaución hasta logra abrirla y evitar daños de las almendras, una de la principal ventaja del mismo radica en que no se cortan los granos y esto a la vez va a tener un resultado en rendimiento y calidad del grano de cacao obtenido. También hay que tener en cuenta en el campo de no dejar las cascara tiradas en el suelo, lo cual sirve de fuente de inóculo de patógenos naturales del cacao. Luego de quebrar el fruto el desgrane se lo realiza de forma manual y rápida. Una vez cumplidas estas indicaciones se corresponderá a ubicarlas en sus respectivos tipos de fermentador (Orcés & Pazmiño, 2012; Pérez, 2009).

Es el trabajo de los microorganismos (levaduras y bacterias) que al actuar sobre la masa fresca de cacao, producen un cambio bioquímico en las almendras transformando el azúcar en alcohol por un

lapso de horas, luego se convierte en ácido acético y a la vez no ocasiona un incrementando de temperatura entre 45 a 50C° permitiendo así la muerte del embrión de la semilla originándonos las sustancias precursoras de sabor y olor del cacao (Jiménez, et al., 2011). Es una transformación bioquímica del grano, de las cuales se dan origen a los precursores del aroma y sabor, lo que determina su calidad física y química de las semillas. Unas de las principales características es elevar la temperatura que se encarga de matar al embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate. La destrucción de las células pigmentadas o cambios en la pigmentación interna, no causa un sabor astringente de los cotiledones ocasionando el desarrollo de sabor y aroma del chocolate (Ramos, et al., 2013; Solórzano, Amores Puyutaxi, Jiménez Barragan, Nicklin & Barzola Miranda, 2015). Los cambios que existen en la fermentación es por el ácido acético a chocolate, lo que establece su calidad física y sensorial. Entre los cambios bioquímicos se encuentra desarrollando la pigmentación de color marrón a partir de los compuestos fenólicos, lo cual nos indica que los contenidos de los precursores sensoriales como polifenoles, alcaloides (cafeína y teobromina) y acidez volátil (en especial el ácido acético) son indicadores de la calidad organoléptica del cacao. Los métodos de fermentación varían mucho de acuerdo al tipo zona productora a otra, sobre todo el tipo de fermentador y el tiempo de fermentación varían entre dos a cuatro días (Rivera, et al., 2012). Erraez (2016), menciona que la fermentación es un transcurso de cambios de los azúcares del mucílago en alcohol etílico y luego en ácido acético por la intrusión en primera instancia de levaduras y luego de las bacterias lácticas y acéticas, formándose internamente en la almendra las sustancias componentes del sabor a chocolate. Para la fermentación se requiere un lugar de buen especio que no sea afectada por corrientes de viento, que sea un poco ventilado. El cacao mal fermentado ya sea tipo Nacional jamás podrá desarrollar su propio sabor, llegando a tener una clasificación de baja calidad.

Hoy en día, los compradores de cacao a nivel mundial demandan al mercado cacaotero un grano de mejor calidad, que cumpla con ciertas características físicas y químicas en el proceso de la fermentación, (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa, secado, sin residuos, moho, malos olores o sabores desagradables, calidad organoléptica). Esto requiere más control en el beneficiado del cacao en las fincas, que permita reflejar los efectos combinados de variedad, suelo, clima, manejo agronómico y tecnología post-cosecha utilizada (Gutiérrez, 2012; Ayestas, Vega-Jarquín, Torres,

Lanzas, Orozco & Astorga, 2014). Vera Chang, Vallejo Torres, Párraga Morán, Macías Véliz, Ramos Remache & Morales Rodríguez (2014), mencionan que el índice de mazorca es el número de mazorcas que uno requiere para completar un kilogramo de cacao fermentado y seco, este parámetro es de gran importancia para saber cuántas mazorcas necesitamos para tener un kilo de cacao seco, con la finalidad de saber cuánto de cacao vamos a tener para la venta. El índice de grano es un punto clave para el rendimiento anual e investigaciones de mejoramientos en una cacaotera. Los granos comerciales deben tener un peso promedio de 100 a 120 gramos en 100 almendras ya fermentadas y secas, según lo señalado por la norma NTE-INEN 176 (Vera Chang, et al., 2014). Las normas establecidas para el cacao ecuatoriano el índice de semillas tiene un valor de 1.26g. Mientras Jiménez, et al. (2011), mencionan que el índice de semilla presenta un el rango desde 0.84 hasta 1.60 g. Amores, Palacios, Jiménez & Zhang (2009), menciona, que el valores altos de testa es una de las principales desventajas en la demanda esto significa que las almendras van a tener menor rendimiento en calidad y el porcentaje de testa suele variar de 6 al 16 % de acuerdo al genotipo de cacao, mientras que el comercio exterior requiere que tenga un 12 % de cascarilla como máximo. Se considera como un rango óptimo de fermentación, un porcentaje mayor o igual al 60%, otros autores relacionan que el índice de fermentación debe ser mayor al 75% de fermentación (Gutiérrez, 2012). El 75 % de granos fermentados es el valor mínimo requerido para que la industria se beneficie del sabor a cacao (Ruíz Pinargote, Mera Morán & Prado, 2014). A medida que se amplía el tiempo de fermentación reduce el porcentaje de granos violeta, llegando a reducirse alrededor del 80% en 5 días de fermentación (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Las diferencias observadas con respecto a la recolecta de frutos inmaduros que dan origen a un alto porcentaje de almendras violetas (Álvarez, et al., 2010). Con respecto a la norma c (2006), establece un rango del 10 al 25 % de almendras violetas para cacao Nacional (tabla 1). En las almendras pizarras se caracterizan por su gran intensidad de amargor y astringencia con la cual se encuentra relacionada a una mayor concentración final de polifenoles. El porcentaje de granos pizarrosos posee un valor mínimo del 2% y un máximo de 4% para los cacaos según la norma. Las almendras pizarrosas se caracterizan por (el color gris oscuro como el de una pizarra escolar) debido que la mazorca son pintonas y su compactación es extrema y producen sabores amargos y astringentes de alta intensidad (Amores, et al., 2009; Álvarez, et al., 2010).

Los parámetros más importantes que representan la calidad organoléptica son: el color, aroma y sabor. Mediante estos se puede distinguir a los cacaos ordinarios de los finos de aroma. Estos últimos, se caracterizan porque el sabor a cacao se combina con otros sabores como floral, frutal, nuez, etc., atribuyéndoles una calidad más aromática (Jiménez, et al., 2011). En un licor de cacao se pueden reconocer tres tipos de sabores: básicos, específicos y adquiridos: (Amores, et al., 2009; Portillo, et al., 2009; Jiménez, et al., 2011; Ruíz, et al., 2014; Quintana, et al., 2014; Vera Chang, et al., 2014; Portillo, et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el área de cacao de la granja experimental Santa Inés perteneciente a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el Km 5,5 de la vía Machala - Pasaje, perteneciente a la parroquia El cambio, cantón Machala, provincia de El Oro. El sitio de estudio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM 9636128 y 620701 a 7 msnm. De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo corresponde a un bosque muy seco – Tropical (bms – T), con una precipitación media anual de 699 mm, una temperatura media anual de 25° C y una humedad relativa de 84%. Para el presente trabajo se usaron 50 mazorcas maduras y sanas por cada tratamiento con tres repeticiones cada uno, cosechas y beneficiadas el mismo día durante el periodo junio a julio del 2016, del jardín clonal de la granja experimental “Santa Inés” de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Se evaluó el efecto del pre-secado sobre el índice de fermentación y calidad sensorial del licor usando dos tipos de fermentación: sacos de yute (SCY) con pre-secado y rotor de madera (RM) sin pre-secado generando los siguientes tratamientos: T1 (ICS-95 SCY), T2 (ETT-103 SCY), T3 (CCN-51 SCY), T4 (NACIONAL SCY), T5 (mezcla de cacaos tipo Nacional SCY), y como testigos el T6 (ICS-95 RM) y T7 (CCN- 51 RM).

Para el proceso primero se identificó los respectivos materiales de cacao (CCN-51, EET-103, ICS-95, mezcla del complejo genético Tipo Nacional, y una mezcla de algunos Trinitarios, que se encuentran en el jardín clonal de cacao en la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala y todo el material genético recolectado fue en el mismo lugar con las mismas condiciones suelo, agua y ambientales, utilizando una tijera de podar se procedió a la cosecha de mazorcas morfológicamente maduras para

evitar así daños al cojinete floral. Luego se realizó la separación de las almendras de la mazorca aplicándole algunos golpes con un palo, con la finalidad de evitar menos daños en las almendras para evitar errores en el trabajo de titulación. Una vez partida la mazorca separamos las almendras de forma manual, antes de pasar a la fermentación se efectuó la toma del pH inicial de las almendras con y sin testa. Luego se realizó el presecado dejándolo reposar por un lapso de 18 horas, colocando los granos en una marquesina con malla de plástico, para luego pasar al proceso de fermentación. Se realizó la fermentación colocando las almendras pre-secadas en sacos de yute, los mismos que fueron tapados con hojas de banano con el propósito de aumentar la temperatura. La fermentación tuvo una duración de tres días y las masas fueron removidas a las 24, 48 y 72 horas de iniciado el proceso. Durante el periodo de fermentación se monitoreo la temperatura a las 18, 24, 48 y 72 horas de haber iniciado el proceso de fermentación en el centro de la masa de cacao, a una profundidad de 10 cm, utilizando para ello un termómetro calibrado de 0 a 100 °C y apreciación de $\pm 0,1$ °C (Portillo, et al., 2011), antes de remover la masa. El valor del pH de la testa y del cotiledón se registró primero se separó la testa del cotiledón; posteriormente el cotiledón como la testa, individualmente fueron triturados usando una licuadora, conteniendo 100 ml de agua destilada por un lapso de 2 a 3 minutos y con un peachímetro se procedió a realizar la lectura después de remover la masa, esta variable se midió al inicio y final de la fermentación, y después del secado. Para el secado las almendras fueron colocadas por 15 días en marquesinas de mallas plásticas, bajo cubierta con plástico para invernaderos calibre 8, hasta alcanzar entre el 7 y 8 % de humedad, para que el secado fuese homogéneo los granos se removieron cada 24 horas, utilizando para ello una pala de madera. Terminado el secado las muestras fueron almacenadas en sacos de yute, debidamente identificadas y trasladadas al Laboratorio de Genética de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, para las pruebas físicas de calidad. El IM se obtuvo aplicando la fórmula propuesta por Vera Chang, et al., (2014). El porcentaje de testa se estableció en base al peso de un montón de 30 almendras fermentadas y secas, por cada uno de los tratamientos tomadas al azar. El porcentaje de fermentación se estableció en almendras secas, utilizando la “prueba de corte”, clasificando las almendras de acuerdo al criterio de las normas INEN 176 y a la tabla de la clasificación de las almendras secas de cacao por el grado de fermentación (Amores, et al., 2009; Vera Chang, et al., 2014). Con respecto a la calidad del licor los análisis fueron enviados

al Laboratorio de calidad de Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingue -INIAP donde fueron analizados sensorialmente por catadores experimentados. El diseño experimental que se utilizó fue un diseño completamente al azar (DCA), trabajado en un entorno experimental homogéneo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los factores más importantes en el beneficio de las almendras de cacao es la fermentación y dentro de ella la temperatura durante dicho proceso. El análisis de varianza y la prueba de Tukey al 0.05 (Figura 1), demuestran que existen diferencias en la temperatura tomado al inicio y al final del proceso fermentativo en cada uno de los tratamientos. La temperatura estuvo entre 10-17°C, coincidiendo con lo expresado por Goya (2013), también señala que habrá un incremento luego de transcurridas las primeras 24 horas, ocasionado por la actividad microbiana que generara calor en la masa fermentante

hasta alcanzar temperaturas de 33 a 35°C. Portillo, et al., (2011) menciona que al tercer día de la fermentación la temperatura alcanzara 40°C coincidiendo con los resultados obtenidos. Romero (2016), puntualiza que el segundo día la masa fermentante puede alcanzar hasta los 40°C siempre y cuando exista la presencia abundante de bacterias y hongos contaminando la masa fermentante. A las 48 horas de iniciado el proceso de fermentación el T3 con presecado (clon CCN-51) obtuvo la media más alta con un valor de 39°C, seguido del tratamiento T5 quien obtuvo una media de 34 °C, manteniéndose en los valores mencionado por Goya (2013). A las 72 horas del transcurso de la fermentación, el T7 obtuvo la media más alta con un valor de 44 °C, seguido por el T6 con valores de media de 43 °C respectivamente, valores que se aproximan a lo que menciona Goya (2013), sabiendo que a mayor temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo, pero hay que tener cuidado de no exceder los 50°C pues se puede incurrir en sobrefermentación de la masa.

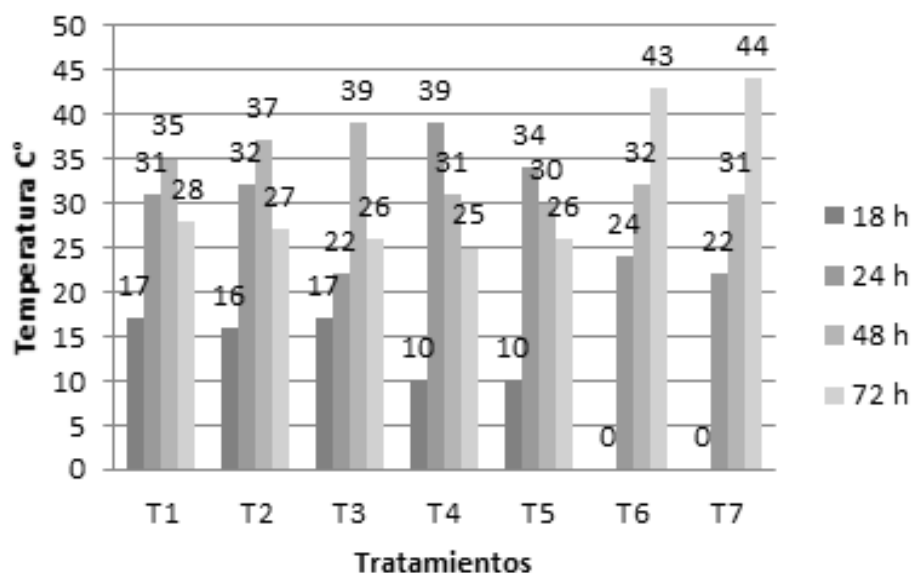


Figura 1. Variación de la temperatura, durante el proceso de fermentación.

El pH de testa es una de las variables que según el análisis estadístico y la prueba de Tukey al 0.05 (Figura 2), señalan que existe diferencia estadística al inicio y al final de la fermentación. Los tratamientos T1, T2, T3, T4, y T5 partieron con un pH muy bajo, que se puede atribuir al presecado por causar la oxidación de los azúcares del mucilago. En cambio los tratamientos T7 y T6 obtuvieron la media más alta quizás por no haber tenido presecado (6,10 y 6,30) que según Sánchez (2007), dichos valores promedios obtenidos no encajan con los recomendados para cacaos de calidad (5,1 a 5,4).

También nos indica que cualquier cacao al finalizar la fermentación registran valores de pH inferiores a 5,0, indicativo de que no habrá presencia de ácidos no volátiles indeseables pudiesen producir aromas desagradables en las almendras. Al final de la fermentación, el pH aumentó en todos los tratamientos. Los tratamientos T3 y T7 obtuvieron las medias más altas seguidos por el resto de tratamientos con valores (6,8-7) que superan a los reportados hasta la fecha, evidenciando un marcado efecto del presecado en el clon CCN-51.

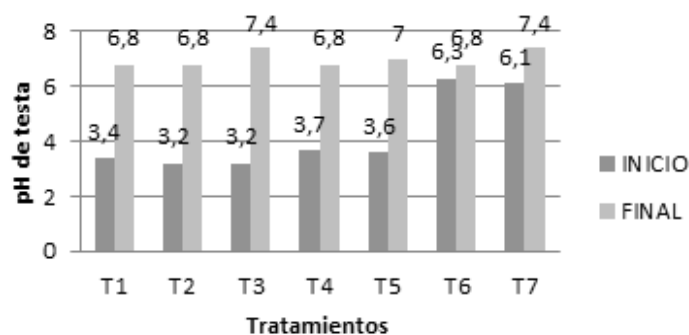


Figura 2. Variación del pH de la testa, en el proceso de fermentación y al final del secado, en cada uno de los tratamientos.

La variable pH del cotiledón según resultados de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) Figura 3, indica que existen diferencias significativas al inicio y al final de la fermentación, los tratamientos T1, T2 y T3 muestran los valores de media más alto pero difieren con los demás tratamientos. El T6 presenta la media más baja y difiere estadísticamente con los demás tratamientos. Al inicio de la fermentación el pH del cotiledón en todos los tratamientos fue superior a 6,60. Al culminar el proceso fermentativo, el pH descendió en todos los tratamientos, quizá debido a que los ácidos acéticos ingresan con facilidad a las almendras y disminuyen el pH (Portillo, et al., 2011). Sánchez (2007), menciona que un pH recomendable para un cacao de calidad se encuentra en un rango de 5,1 a 5,4 al inicio de la fermentación. Los tratamientos no se enmarcaron en estos rangos. También nos indica que cualquier cacao al finalizar el proceso de la fermentación termina con un valor de pH menor a 5,0 lo que tampoco coincide con nuestros resultados.

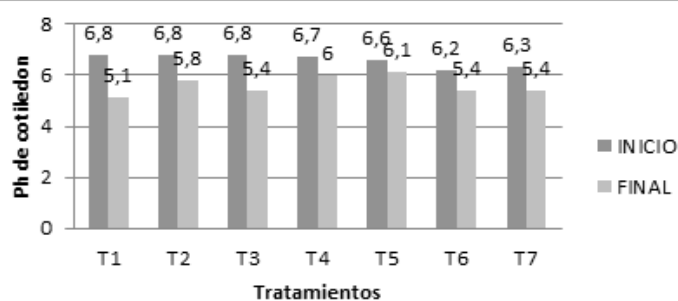


Figura 3. Variación de pH del cotiledón, durante el proceso de fermentación y al final del secado, en cada uno de los tratamientos.

Índice de grano es una de las variables más importantes para la comercialización y que determina el rendimiento de un fenotipo. Los resultados obtenidos con Tukey ($\alpha = 0,05$) Figura 4, arrojan que si existe diferencia estadística en el índice de grano en cada uno de los tratamientos, el T2 obtuvo la media más baja, los tratamientos T4, T6, T7 y T3 son estadísticamente iguales entre ellos, el T1 obtuvo la media más alta con 2.07 que sobrepasa los valores

mencionados por Ruíz, et al. (2014), la media más baja está en el T2 con 1.31 que a pesar de ser el más bajo obtenido cumple con el índice de grano mencionadas por la NTE INEN 176 para cacao en grano requisito vigente en Ecuador (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Jiménez, et al. (2011), mencionan que el índice de grano para cacaos de tipo Nacional está en el rango de 0.84 a 1.60, esto se ajusta a todos los tratamientos de nuestra investigación, teniendo en cuenta que los tratamientos T3 y T7 son con el clon CCN-51 cuyo índice de grano siempre tiende a ser superior que los de tipo Nacional.

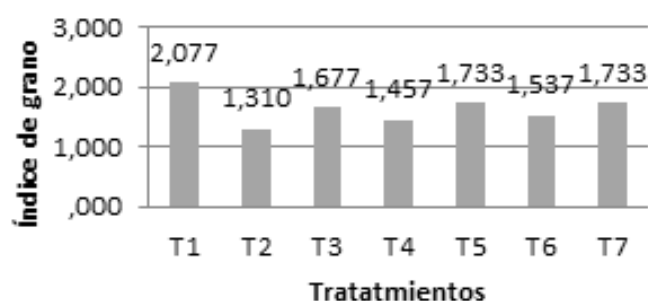


Figura 4. Variación de índice de grano, en cada uno de los tratamientos.

El Índice de testa es determinante al momento de la comercialización, siempre la industria busca cacaos con bajos índices. Tukey al 00.5 indica que existen diferencias estadísticas en cada uno de los tratamientos para esta variable. Los tratamientos T3, T5, T4 y T2 son estadísticamente iguales, pero difieren con los demás tratamientos. En la figura 5 observamos que el valor de media más alto de todos los tratamientos la tiene el T7 con 21.50, este valor sobre pasa los mencionados por Amores, et al. (2009), quienes señalan también que un valor alto de testa puede significar una desventaja en el comercio indicativo de que los granos tendrán un bajo rendimiento al ser procesados. Si comparamos el tratamiento T3 con el T7 y tenemos en cuenta que ambos materiales son CCN-51, pero existe una diferencia muy marcada entre ellos que puede estar explicada por que el T3 tuvo 18 horas de presecado y el T7 no, y los métodos de fermentación también fueron diferentes, hallamos que el método propuesto mejora la calidad física de los granos del clon CCN-51. El valor de media más bajo de todos los tratamientos lo registra el T1 con 8.07 este valor se encuentra dentro del rango mencionado por Amores, et al. (2009). Los Tratamientos T3, T5, T4, y T2 cumplen con el rango óptimo para la exportación de cacao a nivel mundial que es 13% de testa señalado por Jiménez, et al., (2011).

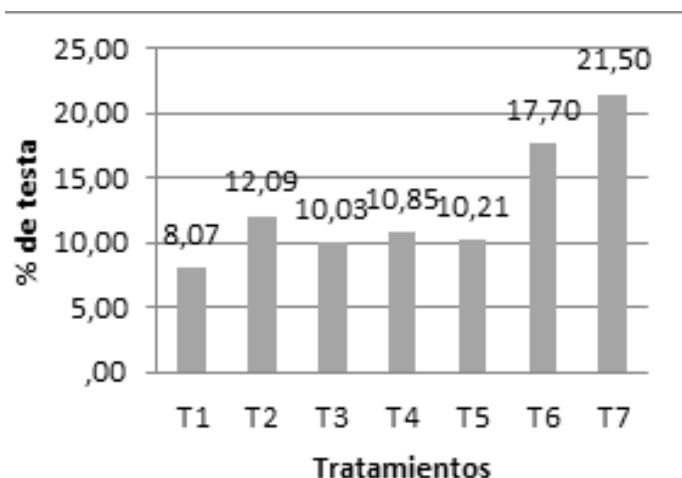


Figura 5. Variación de índice de testa, en cada uno de los tratamientos.

El Porcentaje de almendras violetas también muestra diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tratamientos. El T1, presenta el valor de media más bajo y difiere estadísticamente con los demás tratamientos. En cambio el T3, T4 y T5 presentan los valores estadísticamente iguales entre ellos, Mientras que el T6 y T2, también difieren estadísticamente con los demás tratamientos. En la Figura 6 observamos que el valor de media más alto de todos los tratamientos lo obtuvo el T7 con 29.67, indicando que la mezcla de genotipos no es aconsejable, pues afecta la calidad final de las almendras, dicha media supera el rango mencionado por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (2016), en la norma NTE 176 para cacao en grano requisito. Mientras que los valores de media para los tratamientos T3, T4, T5, T6 y T2 son inferiores a los establecidos por dicha norma. En cambio el valor más bajo de las medias de los tratamientos fue T1 con un valor de 1.33 altamente deseable para la calidad sensorial del cacao (Álvarez, et al., 2010).

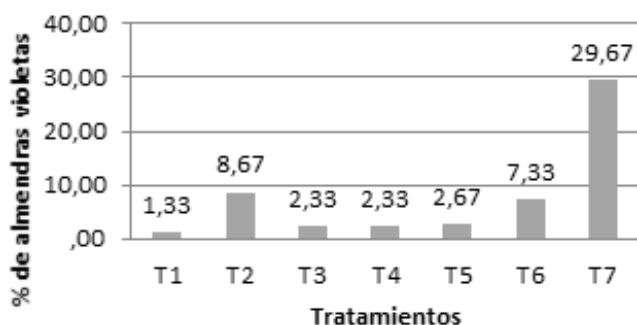


Figura 6. Variación de índice de testa, en cada uno de los tratamientos.

El Porcentaje de almendras pizarras es decisivo para obtener altos porcentajes de fermentación y calidad en el licor de cacao, la prueba de Tukey ($\alpha=$

0,05) indica que existe diferencia estadística en esta variable. En la Figura 7 observamos que la media más representativa de todos los tratamientos está en el T6, esto puede explicarse por el fenotipo ya que ambos son ETT-95 pero fueron fermentados de forma diferente y nuevamente observamos que el presecado marca la diferencia entre el T1 y el T6 con 15 puntos de diferencia, y entre el T3 y el T7 de 5 puntos, estableciendo que la metodología propuesta ayuda a mejorar la calidad tanto en el fenotipo ETT-95 como en el clon CCN-51, disminuyendo notablemente el porcentaje de almendras pizarras, mejorando la calidad sensorial de los licores. Los tratamientos T2 y T4 se ajustan a la media señalada por el Servicio Ecuatoriano de Normalización, el T1 y T3 tienen un valor de 0.00, resultando excelente para la calidad sensorial (Álvarez, et al., 2010).

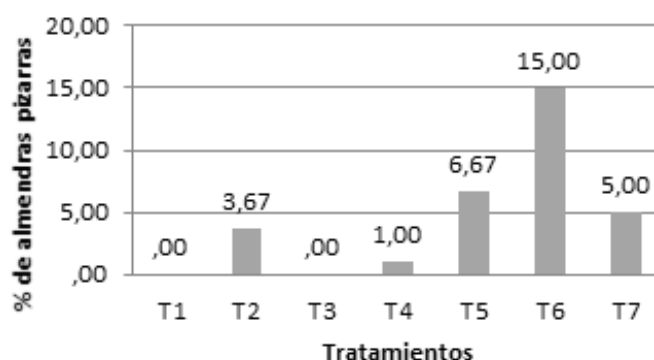


Figura 7. Porcentaje de almendras pizarra en cada uno de los tratamientos.

Porcentaje de fermentación buena es también un indicador clave de la calidad, dado que las almendras bien fermentadas tendrán olor y sabor a chocolate, en la Figura 8 se muestra los resultados de las medias para todos los tratamientos en base a los análisis de varianza, encontrándose significancia estadística en cada uno de los tratamientos. La prueba de Tukey ($\alpha= 0,05$) señala que el T7 (CCN-51), sin presecado presenta el valor de media más bajo y difiere estadísticamente del T3 (CCN-51) con presecado que registra la media más alta en relación a todos los demás tratamientos reafirmando que la calidad físico-sensorial mejora sustancialmente cuando emplea el presecado en tanto a las almendras de CCN-51 como a las del EET-95, demostrando que se pueden superar los porcentajes óptimos hasta hoy reportados por otros investigadores quienes indican que es necesario obtener un mínimo de 75 % de almendras con fermentación buena para que

las fábricas procesadoras de chocolate se benefician del sabor a cacao (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Los tratamientos T6, T2, y T5 estadísticamente son iguales. El valor de media más bajo del T7 no se lo considera malo según Gutiérrez (2012), pero si restringe los precios del mercado. Los tratamientos T6, T2, T5, T4, y T1 están dentro de los rangos óptimos requeridos para la industria cacaotera (Ruíz Pinargote, et al., 2014).

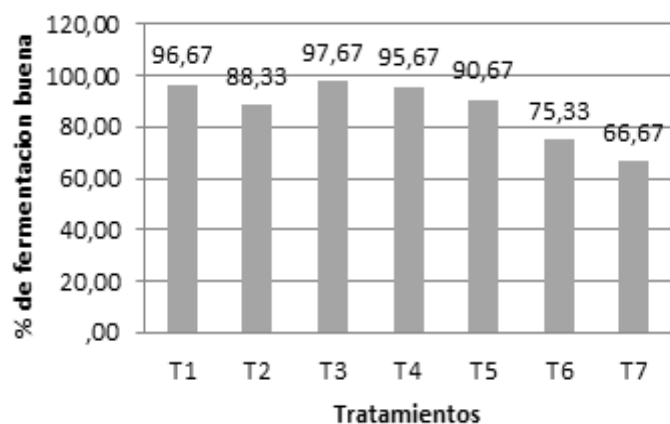


Figura 8. Porcentaje de fermentación en cada uno de los tratamientos.

Índice de mazorca, es la variable que define lo productivo y rentable de un fenotipo de cacao, el número de mazorcas requeridas para obtener un kilo de cacao seco puede verse afectado por malos procesos de fermentación. La prueba de Tukey ($\alpha=0,05$), muestra que el T1, presenta el valor de media más bajo y difiere estadísticamente con los demás tratamientos, cabe señalar que el T1 (ETT-95) recibió 18 horas de presecado y el T6 (ETT-95) no, y los valores reflejados en el análisis muestran una diferencia de casi 3 mazorcas, poniendo en evidencia como el escurrimiento antes de la fermentación puede ejercer un efecto en esta variable. Los tratamientos T3, T5, T7, T4 y T6 presentan valores estadísticamente iguales. La Figura 9 indica que el T2 necesita 22.67 mazorcas en promedio para obtener 1 kg de cacao seco, quizás el presecado no fue muy favorable con este fenotipo, pero por cuestiones de logística y falta de material vegetal no se pudo hacer un tratamiento control, el IM más bajo lo registro el T1 seguido del T3, rangos que concuerdan con otras investigaciones de Vera Chang, et al., (2014).

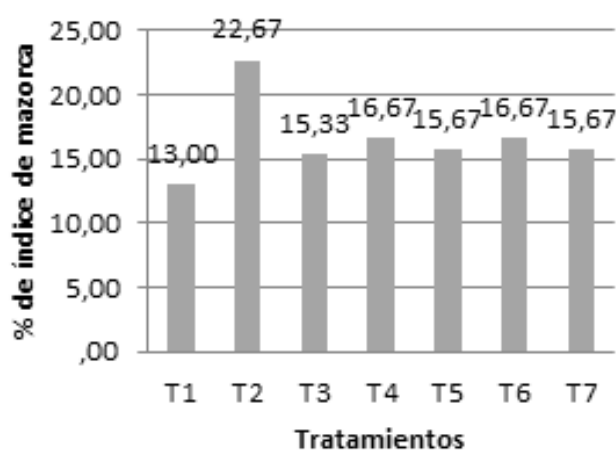


Figura 9. Media del Índice de mazorca (IM) en cada uno de los tratamientos.

En los análisis de Calidad sensorial del licor de cacao (Figura 10), encontramos que el sabor a cacao presenta mayor ímpetu en todos los tratamientos, con respecto a los demás sabores específicos, el tratamiento que obtuvo la más alta calificación fue el T3 (CCN-51) con presecado cuyo valor de 5,0 supero al T7 (CCN-51) sin presecado con dos puntos, ambos superan los datos encontrados (2,83 – 3,94) por Ruíz Pinargote, et al. (2014), para cacaos de tipo Nacional que de por si son de mejor calidad. Los tratamientos T2 y T4 se ubican por encima de los respectivos rangos y son estadísticamente similares al T3. El sabor floral, es una de las principales características del cacao fino y de aroma ecuatoriano, sin embargo el T4 no sobrepasa los rangos reportados (0,22 – 2,36) por Ruíz Pinargote, et al. (2014), y los demás tratamientos se ubicaron con un valor de 0, manifestando que el presecado no favoreció a estos genotipos considerados finos y de aroma tanto como al CCN-51, clasificado como un material de calidad ordinaria, el cual se caracteriza por presentar una mayor cantidad de jugos mucilaginosos que perjudican su calidad. En el sabor a frutal, resalto en el T2 y T4 con una calificación de 3,5, similares a los rangos (2,83-3,94) considerados normales para los cacaos de tipo Nacional (Ruíz Pinargote, et al., 2014). El T3 (CCN-51) registra una media no reportada antes para el sabor evaluado, atribuible al presecado. El T5 presenta una media por debajo de los reportados por otros autores para este fenotipo. En el sabor a nuez, el T2 obtuvo un valor de 2,0 ubicándose como aceptable dentro de los valores (0,83-2,78) indicados en la norma NTE INEN 176 del Servicio Ecuatoriano de Normalización para cacao en grano requisito. El T1 estuvo fuera de los rangos antes reportados. Las medias de sabor a caramelo fueron muy parecidos en los clones más aromáticos de tipo Nacional x Trinitario y T3 (CCN-51)

clasificado como cacao de baja calidad sensorial, ambos se ubican dentro del rango aceptable (0,61 a 1,78) señalado por Ruíz Pinargote, et al., (2014).

El sabor amargo, sobresalió en los tratamientos T1(EET-95) y T5 (mezcla de nacionales) ambos con presecado, pero con valores medios (5,0 y 6,0) superiores a los rangos aceptables por la industria chocolatera (2,61-4,28) y no acordes a su fenotipos considerados finos y de aroma (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Los tratamientos T2 (ETT-103) y T3 (CCN-51) se encuentran en los rangos establecidos. Cabe señalar que el T3 (CCN-51) generalmente reporta valores más altos para esta variable, pero al parecer

nuevamente el presecado mejora su calidad. La acidez, sobresalió en T1 y T5 con calificaciones altas (4,0 y 3,0) excediendo los valores permitidos, demostrando que no necesitan presecado. Mientras los tratamientos T2, T3 y T4 se encuentran ubicados en los rangos propuestos para cacaos de tipo Nacional (Amores, et al., 2009). La astringencia, sobresalió en el T1 y T5 con valores altos (5,0 y 4,5) superando las enunciadas por Ruíz *et al.*, (2014), también atribuibles al presecado. Los tratamientos T2, T3 y T4 se ubican dentro de la media para cacaos de tipo Nacional. El sabor verde estuvo ausente en casi todos los tratamientos debido a que se usaron mazorcas completamente maduras y sanas.

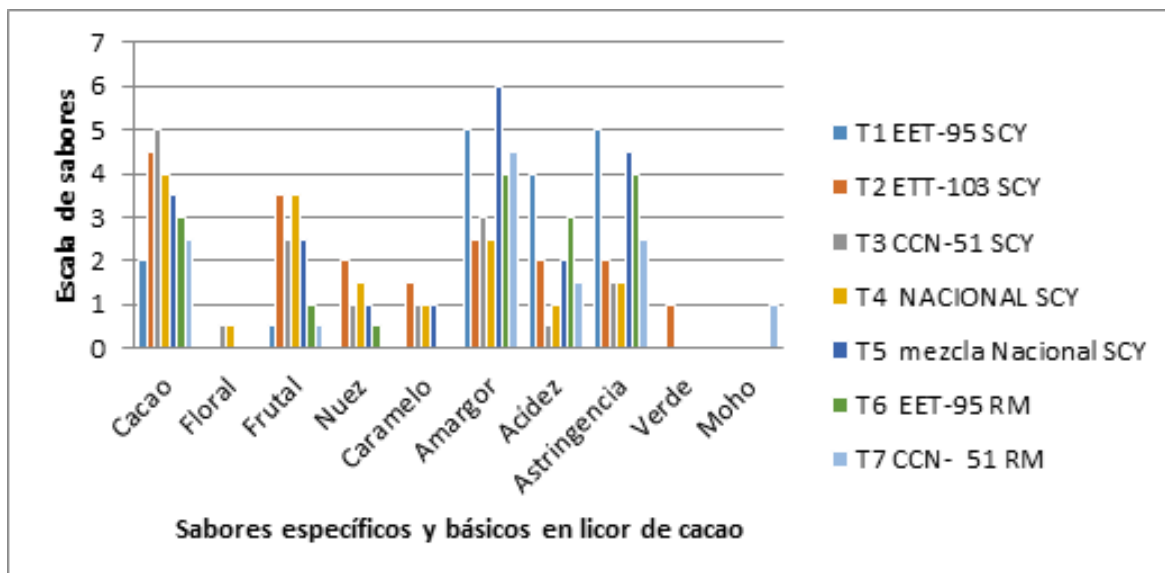


Figura 10. Calificaciones obtenidas en los sabores específicos y básicos, en cada uno de los tratamientos mediante el análisis sensorial.

CONCLUSIONES

En los análisis físicos el presecado favoreció notablemente la calidad de las almendras del clon CCN-51 y del EET-95, ambos sobrepasaron el valor requerido por la NTE INEN 176 para cacaos en grano requisitos para la exportación, demostrándose un incremento considerable con respecto a los demás tratamientos. Al comparar los promedios para índice de grano, porcentaje de testa e índice de mazorca se establece que el efecto del presecado es positivo y mucho más notorio para el clon CCN-51, que alcanza, iguala y supera la calidad de los fenotipos considerados finos y de aroma. La calidad organoléptica del licor de cacao con los sabores específicos por el método de fermentación con presecado permitió el desarrollo de una mayor intensidad aromática de los sabores cacao, floral y nuez, que en el fermentador rotor de madera sin presecado. Mientras que en los sabores básicos en el T1 y T5 se muestran afectados por la presencia

pronunciada del sabor amargo, acidez y astringente quizás ocasionado por el presecado y a sus escasos jugos mucilaginoso, contrario a lo registrado en los tratamientos T6 y T7. El presecado es una metodología de fácil implementación y de bajo costo que permite mejorar la calidad físico-sensorial del cacao CCN-51 considerado hasta ahora de baja calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C., et al. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1), 76-87. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>
- Amores, F., Palacios, A., Jiménez, J., & Zhang, D. (2009). *Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor Oriente de la provincia de Esmeraldas*. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.

- Ayestas, E., Vega-Jarquín, C., Torres, P., Lanzas, J., Orozco, L., & Astorga, C. (2014). Puntos críticos del manejo poscosecha de cacao en Waslala, Nicaragua. *La Calera*, 14(22), 5-12. Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/2650>
- Gutiérrez, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 914-918. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6104327.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2010). *Guía tecnológica del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Managua: INTA.
- Jiménez, J. C., et al. (2011). *Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao*. Quevedo: INIAP.
- Portillo, A., & Portillo, E. (2014). Efecto del año y tiempo de fermentación sobre las características químicas del cacao Porcelana. *Fac. Agron. (LUZ)*, 1, 699-711. Recuperado de http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2014/ta/tasupl12014699711.pdf
- Portillo, E., & Labarca, M. (2009). Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *UDO Agrícola*, 9(2), 458 - 468. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09058>
- Portillo, E., & Villasmil, R. (2014). Características sensoriales del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) de Venezuela en función del tratamiento poscosecha. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 1, 742 - 755. Recuperado de http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2014/ta/tasupl12014742755.pdf
- Portillo, E., et al. (2011). Influencia de las condiciones del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 646-660. Recuperado de http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a2011ta_646.pdf
- Quintana, L. F., et al. (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. *Alimentos hoy*, 22(31), 81-95.
- Ramos, G., González, N., Zambrano, A., & Gómez, A. (2013). Olores y sabores de cacaos (*Theobroma cacao* L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación. *UDO Agrícola*, 13(1), 114 - 127. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg13014>
- Rivera, et al. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4149700.pdf>
- Romero, C. A., Bonilla, J. A., Santos, E.G., & Peralta, E. L. (2010). Identificación Varietal de 41 Plantas Seleccionadas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Provenientes de Cuatro Cultivares Distintos de la Región Amazónica Ecuatoriana, Mediante el Uso de Marcadores Microsatélites. *Revista tecnológica ESPOL*, 23(1), 121-128. Recuperado de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/44/16>
- Ruíz Pinargote, M. A., Mera Morán, O. L., & Prado, Á. J. (2014). Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. *ESPAMCIENCIA*, 5(2), 73 - 85. Recuperado de
- Sánchez, V. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2006). *Cacao en grano. Requisitos. Norma 176*. Quito: INEN.
- Solórzano, E., Amores Puyutaxi, F., Jiménez Barragan, J., Nicklin, C., & Barzola Miranda, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), 37 - 47. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5319282.pdf>
- Torres, O., et al. (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. *Agronomía tropical*, 54(4), 481-490. Recuperado de www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000400007
- Vera Chang, J. F., Vallejo Torres, C., Párraga Morán, D. E., Macías Véliz, J., Ramos Remache, R., & Morales Rodríguez, W. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34. Recuperado de <http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/99>
- Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., La-cruz, C., & Rivas, E. (2010). Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*, 389-396. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400009