

Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2015, 32: 41-62

Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado

Effect of the turning on the sensory profiles of the fermented cocoa

R.J. Liendo

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apdo. 4653 Aragua. Venezuela.

Resumen

El efecto del volteo cada 24, 48 y 72 horas durante un periodo de seis días consecutivos de fermentación del cacao sobre su perfil sensorial, fue estudiado en una región cacaotera del estado Miranda Venezuela. Los atributos sensoriales “Acidez”, “Amargo”, “Astringente”, “Afrutado”, “Nueces”, “Caramelo/Malta/Dulce”, “Floral”, “Crudo/Verde” y “Otros” fue evaluado por un panel entrenado. El estimador de Varianza de Máxima Verosimilitud Restringida, Análisis de Procrustes y el subsecuente Análisis de Componentes Principales fueron empleados para el análisis de los datos. Aunque el periodo de fermentación fue el mismo para todos los ensayos y sólo varió el número de volteos, influyó de manera altamente significativa ($P \leq 0,001$), los sabores “Cacao”, “Acidez”, “Astringencia”, “Nueces”, “Caramelo/Malta/Dulce”. Los sabores “Afrutado” y “Otros” mostraron niveles de significación variables ($P \leq 0,05 - 0,01$). Se observaron las mayores intensidades promedios en los sabores “Acidez” y “Nueces” con los volteos cada 72 horas y para el sabor “Afrutado” en los volteos cada 24 horas. Los atributos que en su conjunto forman el perfil sensorial que producen emotividades armónicas agradables constituyen un grupo bien diferenciado (“Cacao”, “Afrutado”, “Caramelo/Malta/Dulce” y “Nueces”). El sabor “Crudo/Verde” fue escasamente intenso, indicio de que el periodo de fermentación fue el adecuado independientemente del número de volteos y su variación no tuvo significación estadística. Los atributos con mayor poder discriminante en orden de importancia fueron el sabor “Acidez” y “Afrutado”, respectivamente.

Palabras clave: Cacao, fermentación, volteos, sabores, perfil sensorial.

Recibido el 15-2-2013 ● Aceptado el 27-11-2014

Autor de correspondencia e-mail: rigel.liendo@gmail.com

Abstract

The turning effect every 24, 48 and 72 was studied in a region of Venezuela Miranda state, hours for the same period of six consecutive fermentation days in the cocoa flavor profile. A trained panel evaluated the sensory attributes "Cocoa", "Acidity", "Bitter", "Astringent", "Fruity", "Floral", "Nuts", "Candy/Malta/Sweet", "Raw/Green" and "Other". The variance estimator REML, Procrustes Analysis and subsequent Principal Component Analysis were used for data analysis. Although the fermentation period was the same for all trials and only varied the number of volts that influenced the flavors "Cocoa", "Acidity", "Astringency", "Nuts", "Candy/ Malta/Sweet" so highly significant ($P \leq 0.001$). The flavors "Fruity" and "Others" showed varying levels of significance ($P \leq 0.05 - 0.01$). It was observed that the average intensities were high on the turning every 72 hours in the flavors "Acidity", "Bitter", "Nuts" and every 24 hours for the "Fruity". The attributes that together form the sensory harmonic profile affectivities producing nice constituted a distinctive group ("Cocoa", "Fruity", "Candy/Malta/Sweet" and "Nuts"). The flavor "Raw/Green" taste Raw/Green was very little intense and its variation was not significant statistically. It is considered an indicator of poor cocoa fermentation the cocoa. The attribute with the most power discriminate was the "Acidity" followed by "Fruity".

Key words: Cocoa, fermentation, turning, flavors, flavor profile.

Introducción

El cacao Criollo de Venezuela no tuvo rivales durante la época colonial y fue considerado gracias a su agradable sabor y aroma el más fino del nuevo mundo. En el siglo 19 fue desplazado en las regiones de mayor producción cacaotera del país por el cacao Trinitario de inferior calidad, más resistente que el Criollo y menos rústico que el Forastero. En la actualidad, las poblaciones de cacao en la región de Barlovento estado Miranda se distinguen por su diversidad como consecuencia de los cruces del cacao Forastero y Trinitario con los antiguos Criollos. Aunado a las diferentes modalidades de prácticas poscosecha consecuencia de las costumbres y tradiciones de los propios productores

Introduction

Creole cacao in Venezuela did not have any rival during the colonial season, and it was considered thanks to its delicious taste and the most delicate aroma of the new World. In the nineteenth century it was displaced in the regions with more cacao production of the country by Trinitary cacao of less quality, more resistant than the Creole and less rustic than the Forage. Nowadays, cacao populations in Barlovento, Miranda state, distinguish by their diversity as a consequence of crosses between Forage and Trinitary cacao along to Creole. Along to the different post-harvest practice modalities, which are the result of customs and traditions of the own cacao producers, which

cacaoteros, las cuales influyen sobre las cualidades químicas y físicas del cacao crudo (Liendo y Marín, 2006; Guehi *et al.*, 2010). Las semillas crudas de cacao mediante una correcta fermentación y secado superan su astringencia y sabor desagradable (Shwan y Wheals, 2004). La fermentación desempeña un papel crucial puesto que promueve la formación de la fracción volátil (alcoholes, éteres, entre otros) y no volátil (aminoácidos, azúcares reductores, entre otros) de compuestos precursores del sabor y aroma poscosecha del cacao (Cros, 1997; Camu *et al.*, 2008). Cuando el procesamiento poscosecha de las semillas de cacao fresca resulta el ideal los granos secos poseen como atributos sabores y aromas agradables (Counet, *et al.*, 2002; Camu *et al.*, 2008). Posteriormente, los granos de cacao son tostados bajo diferentes combinaciones de tiempo y temperatura para obtener otros atributos de sabor y aroma muy valorados en el chocolate (Wood y Lass, 1985; Shwan y Wheals, 2004). El origen del sabor aromático del cacao es atribuido al efecto combinado de alrededor de 600 compuestos individuales, divididas en 15 clases químicas identificadas después de tostado el grano (Counet *et al.*, 2002; Counet y Collin, 2003). Acompañado del gusto tradicionalmente compartido con los sabores básicos: “Acidez”, “Amargo” y “Astringencia” (Sancho *et al.*, 1999). Es importante también tener en consideración la influencia que sobre el sabor y aroma otorga su origen genético (cacao Criollos, Trinitarios, Forasteros y sus variedades) y geográfico (Cros, 1997). Asimismo, se debe apreciar el genotipo de un árbol de cacao indivi-

influence on the chemical and physical qualities of raw cacao (Liendo and Marín, 2006; Guehi *et al.*, 2010). Raw cacao seeds with the correct fermentation and drying outperform the astringency and unpleasant taste (Shwan and Wheals, 2004). The fermentation has an important role that promotes the formulation of the volatile fraction (alcohols, ethers, among others) and non-volatile (aminoacid, reducing sweets, among others) of precursor compounds of taste and post-harvest aroma of cacao (Cros, 1997; Camu *et al.*, 2008). When the post-harvest processing of fresh cacao seeds turns out to be the ideal, the dry grains have as attributes tastes and pleasant aromas (Counet, *et al.*, 2002; Camu *et al.*, 2008). Subsequently, cacao grains are toasted under different time and temperature combinations to obtain as attributes the taste and aroma, very valuable traits in chocolate (Wood and Lass, 1985; Shwan and Wheals, 2004). The origin of the aromatic taste of cacao is attributed to the combined effect of approximately 600 individual compounds, divided into 15 chemical classes identified once toasted the grain (Counet *et al.*, 2002; Counet and Collin, 2003); along to the traditional basic tastes: Acidity, Bitterness and Astringency (Sancho *et al.*, 1999). It is also important to consider the influence on the taste and aroma provided by its genetic origin (creole, Trinitary, Forage cacao and their varieties) and geographical (Cros, 1997). Likewise, it is must be appreciated the genotype of an individual cacao when it is related to a characteristic sensorial profile promoted by the presence or absence

dual cuando está asociado con un perfil sensorial característico promovido por la presencia o ausencia de algunas sustancias químicas volátiles (Clapperton *et al.*, 1994; Cabrai *et al.*, 2010). La disminución de los niveles de astringencia ocasionado por las variaciones en el contenido de polifenoles y xantinas (teobromina y cafeína) durante la fermentación y secado, acaorean transiciones importantes sobre su sabor final (Counet y Collin, 2003). El almacenamiento poscosecha de las mazorcas de cacao en el campo, acompañado de variaciones en la duración y número de volteos durante la fermentación logran influir sobre la intensidad de sus sabores ácido y amargo (Baker *et al.*, 1994; Camu *et al.*, 2008). Finalmente se amplía, la diversidad de compuestos precursores por las reacciones de origen térmico durante la fermentación y las promovidas por la reacción de Maillard durante el tostado del grano de cacao (Shaughnessy 1992; Cros, 1997; Counet y Collin, 2003; Cabrai *et al.*, 2010).

El análisis sensorial es una disciplina científica que permite definir, medir, analizar e interpretar las características de un producto, utilizando para este propósito los órganos de los sentidos bajo la consideración de que no existe ningún instrumento, que pueda reproducir o remplazar la respuesta humana (Claustriau, 2001). A menudo son denominados perfiles sensoriales, porque permiten hacer una especie de tarjeta de identidad bastante precisa del producto alimenticio mediante el uso de un conjunto de descriptores (Claustriau, 2001). El ser humano es convertido mediante un periodo de entrenamiento planificado

of volatile chemical substances (Clapperton *et al.*, 1994; Cabrai *et al.*, 2010). The reduction of the astringency levels caused by the variations in the polyphenol and xanthines content (theobromine and caffeine) during the fermentation and drying, cause important transitions on its final taste (Counet and Collin, 2003). The post-harvest storing of cacao ears in the field, along to the variations in the duration and turning number during fermentation influence on the intensity of its bitterness and acid taste (Baker *et al.*, 1994; Camu *et al.*, 2008). Finally, the diversity of precursor compounds expands for the thermal reaction during the fermentation and the ones produced by the Maillard reaction, while toasting cacao grain (Shaughnessy 1992; Cros, 1997; Counet and Collin, 2003; Cabrai *et al.*, 2010).

The sensorial analysis is a scientific discipline that allows defining, measuring, analyzing and interpreting the characteristics of a product using the senses under the supposed that there is not any other instrument that might reproduce or replace the human response (Claustriau, 2001). These are frequently named sensorial profiles, because these allow making an accurate identity card of the food product using the descriptors (Claustriau, 2001). The human being becomes, with a planned and structured training, into a faithful and accurate measurement instrument (Stone *et al.*, 1974; Stone and Sidel, 1993). He/she is asked to manipulate defined words to describe (descriptors) the product and measure, using a

y estructurado en un instrumento de medición fiel y preciso (Stone *et al.*, 1974; Stone y Sidel, 1993). Se le demanda que manipule palabras definidas para poder describir (descriptores) el producto y medir mediante una escala sus correspondientes intensidades (Stone *et al.*, 1974). La evaluación sensorial en el cacao resulta ser un instrumento metodológico importante para poder apreciar los atributos y defectos heredados de los cruces entre clones de alta calidad, además de permitirnos evaluar los efectos generados por el procesamiento primario y poscosecha sobre su calidad (Clapperton *et al.*, 1992; Clapperton *et al.*, 1993; Clapperton *et al.*, 1994; Lockwood y Eskes, 1995; Eskes *et al.*, 2007; Sukha *et al.*, 2007).

El propósito de éste trabajo fue evaluar el efecto del volteo durante la fermentación del cacao en cajas de madera sobre su perfil sensorial.

Materiales y métodos

Ensayos de fermentación.

Los ensayos comprendieron la fermentación de suficiente cacao fresco en cajones de madera obtenido durante los picos de cosechas principales en la parroquia Panaquire del municipio Acevedo del estado Miranda. Los cajones de madera cuyas dimensiones fueron 60x60x60 cm fueron cubiertos con hojas de musáceas por la parte superior de la masa de cacao en fermentación, eliminadas luego de cada volteo y sustituidas con hojas nuevas en un proceso cuya duración fue de seis días continuos. Se realizaron tres repeticiones para cada ensayo individual, que comprendió de cambios de la frecuen-

scale, the corresponding intensities (Stone *et al.*, 1974). The sensorial evaluation in cacao turns out to be an important methodology instrument to appreciate the attributes and heritage defects of crosses among high-quality clones, also, it allows evaluating the effects generated by the primary processing and post-harvest on the quality (Clapperton *et al.*, 1992; Clapperton *et al.*, 1993; Clapperton *et al.*, 1994; Lockwood and Eskes, 1995; Eskes *et al.*, 2007; Sukha *et al.*, 2007).

The aim of this research was to evaluate the turning effect during the cacao fermentation in wood boxes on its sensorial profile.

Materials and methods

Fermentation essays. The essays included the fermentation of enough fresh cacao in wood boxes obtained during the peaks of the main harvests in Panaquire parish, Acevedo county, Miranda state. Wood boxes, which dimensions were 60x60x60 cm were covered with musaceae leaves on the superior area of the cacao mass in fermentation, eliminated after each turning and substituted in a process which lasted 6 days in a row. Three replications were done For each individual essay, which included turning frequency changes of cacao mass during fermentation under the following modalities: 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours (SB24); 48, 96 and 144 hours (SB48), and 72 and 144 hours (SB72). Fermented cacao coming from different essays was linked to the same normalized drying practice at sun exposure until reaching a humidity level of around 7%, corroborated with

cia de volteo de la masa de cacao durante la fermentación bajo las siguientes modalidades: 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas (SB24); 48, 96 y 144 horas (SB48), y 72 y 144 horas (SB72). El cacao fermentado proveniente de los diferentes ensayos fue vinculado a una misma práctica normalizada de secado, a plena exposición solar, hasta alcanzar un nivel de humedad de alrededor 7%, corroborado mediante el método de la Norma A.O.A.C. 931.04 (A.O.A.C, 1990). Se tomaron muestras representativas de cada uno de los ensayos, empacadas en bolsas de papel identificadas con una codificación propia, trasladadas y almacenadas para su mejor conservación bajo refrigeración hasta su uso en la preparación de los respectivos licores de cacao.

Preparación de los Licores de Cacao. Los licores de cacao fueron preparados a partir de muestras de almendras de cacao fermentadas y secas provenientes de cada ensayo. Estas fueron tostadas, fracturadas, descascarilladas, sometidas a una molienda gruesa (molino de café marca Braum modelo KSM-1) y fina con un molino de mortero hasta su total conversión en licor de cacao. Las condiciones de tiempo y temperatura de tostado motivado a la preponderancia del cacao tipo Trinitario en las plantaciones cacaoteras de la región fueron las sugeridas por Sukha *et al.*, 2007.

Evaluación del perfil sensorial de los licores. La evaluación fue hecha por un panel entrenado en un ambiente tranquilo con una temperatura de alrededor de 25°C según las sugerencias de Sukha *et al.*, (2007).

the Norm method A.O.A.C. 931.04 (A.O.A.C, 1990). Representative samples of each of the essays were taken, packed in paper bag identified with a particular code, taken and stored for its conservation under refrigeration until its use in the preparation of the corresponding cacao liquors.

Preparation of cacao liquors.

Cacao liquors were prepared after samples of fermented and dry cacao almonds coming from each essay. These almonds were toasted, broken, unpeeled and ground (coffee grinder, Braum brand KSM-1) in a thick and fine knife with a grinder until its total conversion into cacao liquor. Time and temperature conditions of toasting, motivated to the preponderance of Trinitary cacao in cacao plantations of the regions were suggested by Sukha *et al.*, 2007.

Evaluation of the sensory profile of liquors. The evaluation was done by a trained panel in a calm environment with a temperature of approximately 25°C, according to the suggestions of Sukha *et al.*, (2007).

Training of tasters. The preliminary selection or recruiting of potential tasters was done based on the results of different structured questions in a survey. There, the willingness was determined and the possible candidate with addiction problems were discarded, or those unable to perceive taste or basic tastes, among other aspects. After done this first phase, a couple of tests were carried out, so the potential tasters would identify the main tastes “acidity”, “astringency”, “salty”, “sweet”, “fruity” and “floral” (ASTM

Entrenamiento de los Catadores. La selección preliminar o reclutamiento de los potenciales catadores fue hecha sobre la base de los resultados de una serie de preguntas estructuradas en un cuestionario. En el mismo, fue determinado su disposición a participar y eliminados de antemano aquellos posibles candidatos con problemas de adicciones, incapacitados para percibir un sabor o sabores básicos, entre otros aspectos de interés. Después de superada esta primera fase, se ejecutaron un conjunto de pruebas para que los potenciales catadores identificaran los sabores principales “Acidez”, “Astringente”, “Salado”, “Dulce”, “Frutal” y “Floral” (ASTM 1992; Clapperton *et al.*, 1994; Sukha *et al.*, 2007). Otras pruebas estuvieron relacionadas con las mediciones de umbrales para poder juzgar la sensibilidad de cada candidato a catador a los sabores “Amargo”, “Acidez” y “Astringente”. Los candidatos que superaron los requisitos de las pruebas de umbrales comienzan un entrenamiento intenso en los atributos de sabores de los licores de cacao (Sukha *et al.*, 2007). Finalmente, los atributos de sabores considerados para la evaluación sensorial de nuestros licores de cacao fueron: “Cacao”, “Acidez”, “Astringentes”, “Amargo”, “Afrutado”, “Floral”, “Nueces”, junto con las combinaciones “Caramelo/Malta/Dulce” y “Crudo/Verde. El sabor “Caramelo/Malta/Dulce” fue un atributo descubierto inicialmente sólo en los cacao Criollos y asociado a un sabor dulce mezclado con el débil sabor amargo del caramelo (Sukha y Butler, 2005). El descriptor “Otros” fue incorporado para individualizar aquellos sabores que son ajenos a los mencionados.

1992; Clapperton *et al.*, 1994; Sukha *et al.*, 2007). Other tests were linked to the threshold measures to judge the sensitiveness of each candidate towards the taste “bitterness”, “acidity”, and “astringency”. The candidates that surpassed the threshold test requirements started an intense training in the attributed of cacao liquor tastes (Sukha *et al.*, 2007). Finally, the attributes of tastes considered for the sensorial evaluation of the cacao liquors were: “cacao”, “acidity”, “astringency”, “bitterness”, “fruity”, “floral”, “nutty”, along to the combinations “caramel/malt/sweet” and “raw/green”. The taste “caramel/malt/sweet” was an attribute initially discovered in Creole cacao and associated to a sweet taste mixed with the light bitter taste of caramel (Sukha and Butler, 2005). The descriptor “others” was introduced for individualize those taste that are not part of the already mentioned.

Data analysis. With the individual punctuations provided by tasting each taste attribute by the Taste Committee, a triple entrance matrix was built (tasters, tastes and cacao liquors). The variance components were analyzed with the Gestat 4.24 software (VSN International), employing the Restricted Maximum Probable Variance Estimator (RMEL English acronym) for matrixes with unbalanced data. Due to the unbalanced data generate truancies or desertions, among other factors to the tasting sessions. With RMEL the effect signification of tasters, cacao liquors and their interactions were determined; as well as other important

Análisis de Datos. Con las puntuaciones individuales proporcionadas por la catación de cada atributo de sabor por el Comité de Cata fue construida una matriz de triple entrada (cata-dores, sabores y licores de cacao). Los componentes de la varianza fueron analizados con el software Gestat 4.24 (VSN International) empleando el estimador de Varianza de Máxima Verosimilitud Restringida (RMEL por siglas en inglés) para matrices con datos desbalanceados. Motivado a que los datos desbalanceados se suelen generar por las inasistencias o deserciones, entre otros factores de los catadores a las sesiones de cata. Con el RMEL se logró determinar la significación de los efectos de los catadores, licores de cacao y sus interacciones. Asimismo, también otros parámetros estadísticos importantes como los valores promedio de intensidad de los atributos de sabores acompañados de sus respectivos errores estándar (Sukha *et al.*, 2007). El Análisis de Procrustes Generalizado (APG) fue la técnica estadística multivariada exploratoria empleada para disminuir los efectos de escala y posición generadas por los propios catadores. A objeto de obtener una configuración bi o tri-dimensional consensual, que implicó las transformaciones de las matrices de datos individuales de tres dimensiones para alcanzar una óptima compatibilidad (Grower, 1975; Arnold y Williams, 1986; Wakeling *et al.*, 1992; Grice y Assad, 2009). La matriz de consenso creada fue usada para visualizar mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) las relaciones entre las variables y tratamientos (Dijksterhuis, 1996). Los análisis

statistical parameters, such as the average intensity values of taste attributes along to their corresponding standard errors (Sukha *et al.*, 2007). The Generalized Procruste Analysis (GPA) was the exploratory multivariate statistical technique employed to reduce the scale and position effects generated by the tasters; with the aim of obtaining a bi or tri-dimensional consensual configuration that implied the transformation of the individual data matrixes of three dimensions to reach an optimum compatibility (Grower, 1975; Arnold and Williams, 1986; Wakeling *et al.*, 1992; Grice and Assad, 2009). The consensus matrix created was used to visualize through a Main Component Analysis (MCA) the relations between the variables and treatments (Dijksterhuis, 1996). The multivariate analyses MCA and GPA were developed using the free statistical software Idiograph, version 2.4. The characterization of each essay identifying the most significant sensorial qualities was done using the statistical package SensoMineR (Husson and Lê, 2008). The graphic representations were done using Microsoft Excel™ and Word™.

Results and discussion

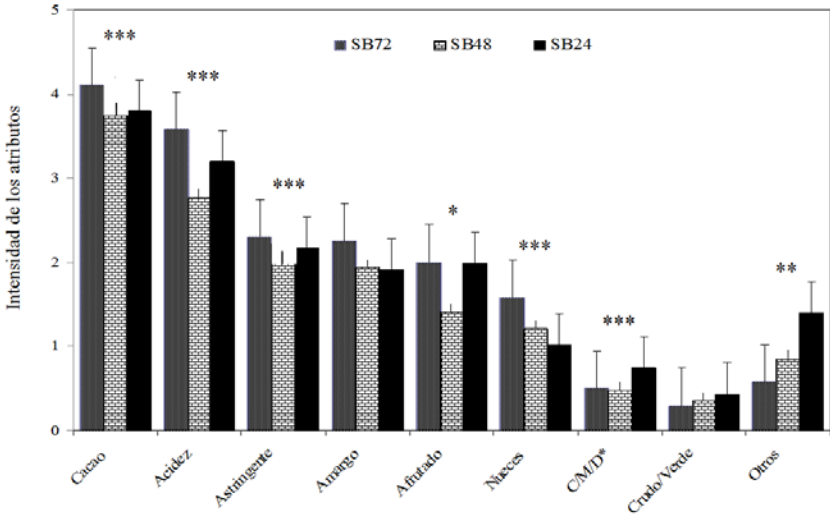
It is common to assume that during the training and internal debate of the sensory panel in some opportunities different impressions propitiate about the taste of the same cacao liquor. This normally occurs when human beings are employed as “trustable” measurement instruments in a sensory evaluation. However,

multivariados AGP y ACP fueron desarrollados mediante el uso del paquete estadístico libre Idiograph Versión 2.4. La caracterización de cada ensayo mediante la identificación de sus cualidades sensoriales más significativas fueron hechos con el paquete estadístico SensoMineR (Husson y Lê, 2008). Las representaciones gráficas fueron realizadas con la ayuda de los programas Microsoft Excel™ y Word™.

Resultados y discusión

Es usual asumir que durante el entrenamiento y debate interno dentro del panel sensorial se propicie en algunas oportunidades, impresiones no siempre similares sobre la cata de un mismo licor de cacao. Esto suele ocurrir cuando los seres humanos son empleados como un instrumento de medición “fiables” en una evaluación sensorial. Sin embargo, según el análisis RMEL hubo diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0,001$) entre los ensayos. Se observó que los panelista fueron capaces de reproducir sus calificaciones, porque no hubo entre las sesiones diferencia estadística significativa ($P > 0,05$). La variación entre las repeticiones de cada ensayo de fermentación estuvieron alrededor de un error estándar $< 0,30$. El panel fue muy discriminativo en establecer diferencias estadísticas de muy alta significación para los atributos sensoriales “Cacao” ($P \leq 0,001$), “Acidez” ($P \leq 0,001$), “Astringencia” ($P \leq 0,001$), “Nueces” ($P \leq 0,001$) y “Caramelo/Malta/Dulce” ($P \leq 0,001$) (figura 1). Los atributos de sensoriales de alta a baja significación estadística fueron para los sabores “Otros” ($P \leq 0,01$) y “Afrutado”

according to the RMEL analysis, there was a highly statistical significant difference ($P \leq 0.001$) among the essays. It was observed that the panel was able to reproduce the qualifications, because there were not statistical significant differences among the sessions ($P > 0.05$). The variation among the replications of each fermentation varied around a standard error < 0.30 . The panel was really discriminative in establishing high significant statistical differences for the sensory attributes “cacao” ($P \leq 0.001$), “Acidity” ($P \leq 0.001$), “Astringency” ($P \leq 0.001$), “Nuts” ($P \leq 0.001$) and “Caramel/Malt/Sweet” ($P \leq 0.001$) (figure 1). The sensory attributes from high to low statistical significance were the taste “Others” and ($P \leq 0.01$) and “Fruity” ($P \leq 0.05$) (figure 1). Sukha and Butler (2006) determined statistical differences variable from low to highly significant ($P \leq 0.05$ - $P \leq 0.001$) for all the attributes of tastes in Trinitary cloning cacao material; except those related to the taste “Cacao”, harvested in different years. Sukha *et al.* (2007) found statistical significant low differences ($P \leq 0.05$) for the taste “cacao” among the cacao clones of Trinitary in the same Germplasm Bank. Sukha *et al.* (2007) proposed as an explanation that a masking occurred at the beginning of the tasting of “Cacao” flavors by the tastes “Acidity” and “Fruity”. Fresh cacao, when receiving the adequate fermentation and drying, the “Cacao” taste is constitutive and persistent, which shows at the end of the tasting (Sukha *et al.*, 2007). In the current research, it was observed that the taste “Cacao”, showed a highly significant



C/M/D*: Caramelo/Malta/Dulce*. *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$ y * $P \leq 0,05$

Figura 1. Representación de los valores promedio de las intensidades de los atributos sensoriales de muestras de licores de cacao de diferentes ensayos.

Figure 1. Representation of the intensity average values of sensory attributes of cacao liquor samples of different essays.

($P \leq 0,05$) (figura 1). Sukha y Butler (2006) determinaron diferencias estadísticas variables de baja a altamente significativa ($P \leq 0,05$ - $P \leq 0,001$) para todos los atributos de sabores en materiales clonales de cacao del tipo Trinitario. Exceptuado aquellos relacionados con el sabor “Cacao” que fueron cosechados en distintos años. Sukha *et al.* (2007) hallaron diferencia estadística significativa baja ($P \leq 0,05$) para el sabor “Cacao” entre los clones de cacao del tipo Trinitario en un mismo Banco de Germoplasma. Sukha *et al.* (2007) proponen como explicación a que ocurrió un enmascaramiento al inicio de la cata del sabor “Cacao”, por los sabores “Acidez” y “Afrutado”. El cacao fresco cuando re-

variability ($P \leq 0.001$) among the different turning frequencies. The highest intensities of “Cacao” taste were found in a range of importance in the essays SB72 and SB24, respectively. In the case of “Acidity”, it showed a highly significant variable ($P \leq 0.001$) and its intensity was more marked in the essay SB72.

Probably, the high intensity of “Acidity” might have its possible origin in the harvest effects, ripening degree of the ear, mucilage quality (if cacao ear were harvested in summer or winter), turning or airing number of the cacao mass, and the thermal conditions during the fermentation process (Ardhana *et al.*, 2003; Ching *et al.*, 2006; Guehi *et al.*, 2010).

cibe la fermentación y secado adecuado el sabor “Cacao” es constitutivo y persistente tornando a manifestarse al final de la cata (Sukha *et al.*, 2007). En este trabajo, se observó que el sabor “Cacao” mostro variabilidad altamente significativa ($P \leq 0,001$) entre las diferentes frecuencias de volteos. Las intensidades más elevadas del sabor “Cacao” se encontraron en orden de importancia en los ensayos SB72 y SB24, respectivamente. En el caso del sabor “Acidez” éste mostro una variabilidad altamente significativa ($P \leq 0,001$) y fue más acentuado su intensidad en el ensayo SB72.

Probablemente la alta intensidad del sabor “Acidez” tenga sus posibles orígenes en los efectos de la época de cosecha, grado de maduración de la mazorca, calidad del mucílago (dependiendo si fueron cosechadas las mazorcas de cacao en verano o invierno), número de volteos o aireación de la masa de cacao y las condiciones térmicas durante el proceso de fermentación (Ardhana *et al.*, 2003; Ching *et al.*, 2006; Guehi *et al.*, 2010). El cacao Trinitario y los Forasteros son más ácidos por su contenido remanente de ácido cítrico. El cacao Criollo destaca por el sabor dulce de su mucílago y es menos ácido debido a su periodo breve de fermentación (Jinap, 1994; Eskes *et al.*, 2007). En general, la oxidación de los azúcares al finalizar la fermentación generan los ácidos orgánicos acético, cítrico y láctico (Jinap, 1994). Las concentraciones inicialmente altas del ácido cítrico (no volátil) y acético (volátil) en las almendras fermentadas disminuyen con el secado (Camu *et al.*, 2008). El ácido láctico (no volátil y difundible) se puede mantener en

Trinitary and Forage cacao are the most acid by their remnant content of the citric acid. Creole cacao stands out by the sweet taste of its mucilage and is less acid due to its short fermentation period (Jinap, 1994; Eskes *et al.*, 2007). In general, the oxidation of sugar at the end of the fermentation generates the organic acids acetic, citric and lactic (Jinap, 1994). The initially high concentrations of the citric acid (non-volatile) and acetic (volatile) in fermented almonds reduce with drying (Camu *et al.*, 2008). Lactic acid (non-volatile and disseminated) can be kept in excess combined to a higher proportion of acetic acid generated by a fast drying process after fermentation (Camu *et al.*, 2008), both intervening synergetically in the increment of the intensity levels of acid taste Holm *et al.*, 1993; Shwan and Wheals, 2004). Camu *et al.* (2008) suggest as possible causes of the highest proportion of acetic acid, the cacao mix from different geographical destinations, the turning conditions of cacao mass during fermentation and the variations induced by the changeable conditions of weather on the efficiency of the natural drying. Guehi *et al.* (2010) suggest that the increment of acidity in fermented raw cacao is the consequence of the accumulation of lactic acid by the extension of anaerobic conditions. It is probable that these anaerobic conditions provoked by a lower airing (turning every 72 hours) induced the tenor increment of lactic acid. The important intensity level of taste “Acidity” in the essay SB24, is probable to be stimulated by the effect of a

exceso combinado con una mayor proporción de ácido acético generado por un rápido proceso de secado después de la fermentación (Camu *et al.*, 2008), interviniendo ambos de manera sinérgica en el aumento de los niveles de intensidad del sabor ácido (Holm *et al.*, 1993; Shwan y Wheals, 2004). Camu *et al.* (2008) sugieren como causas probables de la mayor proporción de ácido acético, a la mezcla de cacao de diferentes procedencias geográficas, las condiciones como fueron realizados los volteos de la masa de cacao durante la fermentación y las variaciones inducidas por las cambiantes condiciones del clima sobre la eficiencia del proceso de secado natural. Guehi *et al.* (2010) sugiere que el aumento de la acidez en el cacao crudo fermentado es la consecuencia de la acumulación de ácido láctico por la prolongación de las condiciones anaeróbicas. Es probable que estas condiciones anaeróbicas provocadas por una menor aireación (volteo cada 72 horas) induzcan al aumento del tenor de ácido láctico. El importante nivel de intensidad del sabor “Acidez” en el ensayo SB24, es probable que sea estimulado por el efecto de una mayor aireación (volteo cada 24 horas). Puesto que esta condición favorece a las bacterias aeróbicas estricta que producen la mayor proporción de ácido acético (Guehi *et al.*, 2010). Se observó en los resultados que la intensidad para los atributos de sabores “Acidez” y “Afrutado” fue moderada en SB48. Con respecto al sabor “Astringente”, se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0,001$) opuesto a lo que sucedió con el sabor “Amargo” (figura 1). Los sabores “Astringente” y “Amargo” en cacao son debidos en prin-

higher airing (turnings every 24 hours); because this condition favors the strict aerobic bacteria produced by the highest proportion of the acetic acid (Guehi *et al.*, 2010). It was observed that the intensity results for attributes of “Acidity” and “Fruity” was moderate in SB48. Regarding the taste “Astringency”, a highly statistical difference was obtained ($P \leq 0.001$) opposed to what happened with “Bitterness” (figure 1). “Astringency” and “Bitterness” in cacao are mainly due to the polyhydroxy phenols such as: catechins (flavon-3-ols), anthocyanins and proanthocyanidins (Shwan and Wheals, 2004). Counet and Collin (2003) considered that procyanidins are the main responsible of providing the “Bitter” and “Astringency” taste to the fermented cacao. Likewise, the contributions of the alkaloids, theobromine and caffeine substances to the “Bitter” taste are important (Camu *et al.*, 2008). Clapperton *et al.* (1992) propose that some phenolic acids results bitter and keep an important astringency level. Among the essays, it was observed variation with a low statistical significance ($P \leq 0.05$) for the intensity of the “Fruity” taste. Clapperton *et al.* (1994) had suggested the existence of variations for the taste attributes among genotypes. Lockwood and Eskes (1995) posed that the taste attributes related to “fruity”, “floral” and “cacao” are heritage inside the varieties of a Germplasm Bank. Lanaud *et al.* (2005) affirm that the variations of the “fruity” taste, as well as the taste “Cacao”, “Floral”, “Astringency” and “acidity”, are specifically due to a quantitative locus (QTLs) originated

cipio a los polihidroxifenoles tales como: catequinas (flavon-3-ols), antocianinas y protocianidinas (Shwan y Wheals, 2004). Counet y Collin (2003) consideraron que las procianidinas son las principales responsables de impartir los sabores “Amargo” y “Astringente” al cacao fermentado. Igualmente, son importantes las contribuciones de las sustancias alcaloides, teobromina y cafeína al sabor “Amargo” (Camu *et al.*, 2008). Clapperton *et al.* (1992) proponen que algunos compuestos fenólicos resultan amargos y mantienen un nivel importante de astringencia. Se observó entre los ensayos variación con una significación estadística baja ($P \leq 0,05$) para la intensidad del sabor “Afrutado”. Clapperton *et al.* (1994) habían sugerido la existencia de variaciones para los atributos de sabores entre genotipos. Lockwood y Eskes (1995) plantean que el potencial aromático asociado a los sabores “Afrutado”, “Floral” y “Cacao” son heredables dentro de las variedades de un Banco de Germoplasma. Lanaud *et al.* (2005), afirman que las variaciones del sabor “Afrutado”, así como en los sabores “Cacao”, “Floral”, “Astringente” y “Acidez”, son debido específicamente a un locus de carácter cuantitativo (QTLs) originado por los cruces entre diversas variedades de cacao. En la cata de los licores de cacao se tuvo la sensación de sabores similares a frutas cítricas. Wood y Lass (1985) sugieren que cuando queda suficiente ácido cítrico ($\pm 5\%$) producto de la fermentación se estimula la percepción de sabores de origen cítrico. El atributo “Afrutado” según la evocación de los catadores del panel estuvo relacionado con sabores a frutas maduras

by the crosses among different varieties of cacao. In the tasting of cacao liquors, there was the feeling of similar tastes to citric fruits. Wood and Lass (1985) suggest that when there is enough citric acid ($\pm 5\%$) product of the fermentation, the perception of citric tastes is stimulated. The attribute “Fruity” according to the evocation of the panel was related to tastes of ripened fruits with great sweet aroma and slightly acid. A defined and personalized distinction about the nuances of sensations found in the “fruity” taste were the ones suggested by the own tasters, who differentiated and related the tastes to fruits similar to peach, citric, grapes and plums.

The taste “floral” was not distinguished in the tasting of cacao liquors of these essays. The cacao powder obtained from the fermented and dry samples of other locations of Barlovento region was evidenced by the presence of volatile chemical substances such as: phenylacetaldehyde, ethyl-phenol alcohol, acetophenone, 2-heptanol, α -phenylethanol and linalool, responsible of floral taste (author, data not-published). The floral taste is very important in cacao and its origin is related to volatile chemical compounds produced in the toasting, such as phenylacetaldehyde, associated to the aroma “floral/honey”. Others are the floral aroma produced by linalool (floral aroma, lavender and citric) found in concentrations eight times higher in fermented and dry cacao of Venezuela Ziegleder, 1990). Counet *et al.* (2002) reported in Venezuelan cacao samples α -phenylethanol, which

de un agradable aroma dulce y tenuemente ácido. Una distinción definida y personalizada sobre los matices de las sensaciones encontradas en el sabor “Afrutado” fueron las sugeridas por los propios catadores, quienes diferenciaron y relacionaron los sabores con frutas similares al durazno, cítricos, uvas pasas y ciruelas.

El sabor “Floral” no fue distinguido en la cata de los licores de cacao de estos ensayos. En polvo de cacao obtenido de muestras fermentadas y secas de otras localidades de la región de Barlovento fue evidenciada la presencia de sustancias químicas volátiles como: fenilacetaldehído, fenil étil alcohol, acetofenona, 2-heptanol, α -feniletanol y linalool, responsables de notas florales (autor, datos sin publicar). Las notas florales son muy importantes en cacao y su origen está relacionado a compuestos químicos volátiles producidos en el tostado como el fenilacetaldehído asociado con el aroma “Floral/Miel”. Otros son los aromas florales producidos por el linalool (aroma de flores, lavanda y cítricos) encontrado en concentraciones hasta ocho veces mayores en cacao fermentado y seco de Venezuela (Ziegleder, 1990). Counet *et al.* (2002) reportaron en muestras de cacao venezolano el α -feniletanol que otorga la nota a flores de limón. Los sabores “Acidez” y “Nueces” mostraron mayores intensidades promedio para el ensayo SB72 (figura 1). Los productos finales del tostado son aromas de origen químico (incluidos una amplia variedad de aldehídos y pirazinas) y dependiendo de su concentraciones son los responsables de los sabores a “Chocolate” y “Nueces”, respectivamente (Counet *et al.*, 2004). Se

provides the lemon taste. The tastes “acidity” and “nuts” showed the highest average intensities for the essay SB72 (figure 1). The final products of toasting are aromas with chemical origin (including a wide variety of aldehydes and pyrazine) and depending on the concentrations, these are the responsible of the “Chocolate” and “nuts” taste, respectively (Counet *et al.*, 2004). It was observed for the taste “raw/green” that their intensity levels were low and without statistical significance, indicating that the fermentation period was the appropriate. Regarding the taste “others”, different complex aromas and some individual distinguished, with statistical significant variability ($P \leq 0.01$) among the essays.

Generalized Procrustes analysis and main components

Any of the tasters compared to the rest, as may happen naturally, might not reach a unanimous decision among the peers in the use of the sensory scale for each of the taste attribute. Nevertheless, using multivariate statistical analysis the necessary adjustments and depurations of position and data compound scale were done (Grower, 1975; Arnold and Williams, 1986; Wakeling *et al.*, 1992; Grice and Assad, 2009). The Generalized Procrustes Analysis (GPA) considered the individual differences in the use of the scale and the interpretation of the terms by each person in the panel. Thus, creating a matrix with a significant consensus proportion obtained from this entirely geometrical technique of 94% (Arnold and Williams, 1986; Oreskovich *et al.*, 1991 and Wakeling

observó para el sabor “Crudo/Verde” que sus niveles de intensidad fueron bajos y sin significación estadística indicando que el periodo de fermentación fue el apropiado. Con respecto al sabor “Otros” fueron distinguidos varios aromas complejos y algunos individuales que mostraron variabilidad estadísticamente significativa ($P \leq 0,01$) entre los ensayos

Análisis de Procrustes Generalizados y Componentes Principales

Aunque cualquiera de los cataadores comparando con el resto, como suele suceder de manera natural, pueda que no alcance un consenso unánime entre sus pares en el uso de la escala sensorial para cada atributo de sabor. No obstante, mediante métodos estadísticos multivariados se hicieron los ajustes y depuraciones necesarias de los errores de posición y escala en el conjunto de datos (Grower, 1975; Arnold y Williams, 1986; Wakeling *et al.*, 1992; Grice y Assad, 2009). El Análisis de Procrustes Generalizados (APG) tuvo en cuenta las diferencias individuales en el uso de la escala y la interpretación de los términos por cada panelista. Creando para nuestro caso una matriz con una proporción significativa de consenso obtenida de esta técnica enteramente geométrica de 94% (Arnold y Williams, 1986; Oreskovich *et al.*, 1991 y Wakeling *et al.*, 1992). La matriz de consenso fue empleada para la visualización en dos dimensiones de las relaciones entre las variables y tratamientos mediante un ACP, donde fueron resumidas las características sensoriales de las muestras de licores de cacao y su relación entre sus atributos, mostrando que el

et al., 1992). The consensus matrix was employed for visualizing two dimensions of the relations between the variables and treatments by MCA, where the sensory characteristics of the cacao liquors samples were summarized, and their relation among the attributes, showing that the first main component (CP1) has 58.59% of variability (figure 2). The dominant attributes with the best highly positive correlation to the axis were the tastes “cacao” and “fruity”, contrary to those with negative correlation “nuts” and “caramel/malt/sweet”. The other taste attributes with positive correlations, but less important were “acidity” and “astringency”. The CP1 might be interpreted as the axis that represents the dimension with the highest intensities of the taste that stimulate the good harmonic emotions. Likewise, it is seen a moderate emphasis in the tastes “acidity” and “astringency”. The second main component 2 (CP2) has 41.41% of the variability and the most important attributes with a really high positive correlation to the axis corresponded to the tastes “other”, “raw/green” and negative for the taste “bitter” (figure 2). The PC2 is an axis that is interpreted somehow as an apparition indicator of complex aromas and difficulties during the fermentation process. Both CP1 and CP2 components explain that 100% of the original variability. The tastes “acidity” and “astringency” seem to have a positively high to moderate correlation to axis CP1 and CP2, respectively. In figure 2 is observed by its position that SB72 is better correlated with CP1 due to the taste “Cacao” and “fruity”; linked to

primer componente principal (CP1) contiene 58,59% de la variabilidad (figura 2). Los atributos dominantes con mejor correlación al eje de manera altamente positiva fueron los sabores “Cacao” y “Afrutado”, contrarios a los correlacionados de manera negativa “Nueces” y “Caramelo/Malta/Dulce”. Los otros atributos de sabores con correlaciones positiva, pero menos importantes, fueron “Acidez” y “Astringente”. El CP1 puede interpretarse como aquel eje que representa la dimensión que contiene las intensidades mayores de los sabores que estimulan emotividades armónicas agradables. Igualmente se aprecia un énfasis moderado en los sabores “Acidez” y “Astringentes”. El segundo componente principal 2 (CP2) contiene el 41,41% de la variabilidad y los atributos más importantes con muy alta correlación positiva al eje correspondieron a los sabores “Otros”, “Crudo/Verde” y negativo para el sabor “Amargo” (figura 2). El PC2 es un eje que se interpreta, en cierta medida, como indicio de la aparición de aromas complejos y dificultades durante el proceso de fermentación. Ambos componentes CP1 y CP2 explican el 100% de la variabilidad original. Los sabores “Acidez” y “Astringente” aparecen correlacionados de manera alta a moderada positivamente a los ejes de CP1 y CP2, respectivamente. En la figura 2 se observa por su posición en el plano que SB72 está mejor correlacionado con CP1 debido a sus sabores “Cacao” y “Afrutado”. Vinculados con intensidades apreciables de los sabores “Acidez” y “Astringencia”, moderados en sus intensidades de los sabores “Amargo” y “Nueces”, con un atenuado sabor “Caramelo/

apreciable intensities of the tastes “acidity” and “astringency”, moderate in the intensities with tastes “bitter” and “nuts”, with a nuanced taste “caramel/malt/sweet”. The SB48 singles out by an intense taste of “cacao” and by some taste it shows a moderate sensory profile.

The SB48 correlation of axis CP1 and CP2, respectively, shows a light and variable sensory profile for most of the tastes. SB24 was less intense in the tastes “others”, “raw/green” and “bitter”, and highly correlated to CP2, intense in the taste “cacao” and less intense in the taste “Acidity” and “Astringency”, significant and intense on its “Fruity” taste and moderate in the “Bitter” taste, it was more appreciable in the taste “Caramel/Malt/Sweet” and with a significant intensity level in “nuts”. SB24 provided a better balance of tastes that stimulate pleasant harmonic emotions, and was less intense in the taste “Bitter” and “Nuts”. The pane, as observed in the positioning in the coordinates plane of the essays, had the capacity of establishing significant differences among one and the other sensory profile (figure 2).

The characterization of the product that defined as SB48 indicates a soft sensory profile with a similar intensity regarding the taste “Nuts” with SB72 (figure 3). This last, compared to SB24, stands out positively on its sensory profile by the tastes “Cacao”, “Acidity”, “Astringency” and less positively by its “Fruity” taste. Its tastes “Caramel/Malt/Sweet” and “Raw/Green” were much less appreciable when contracting to the rest. The most

Biplot: ejes CP1 y CP2: 100%

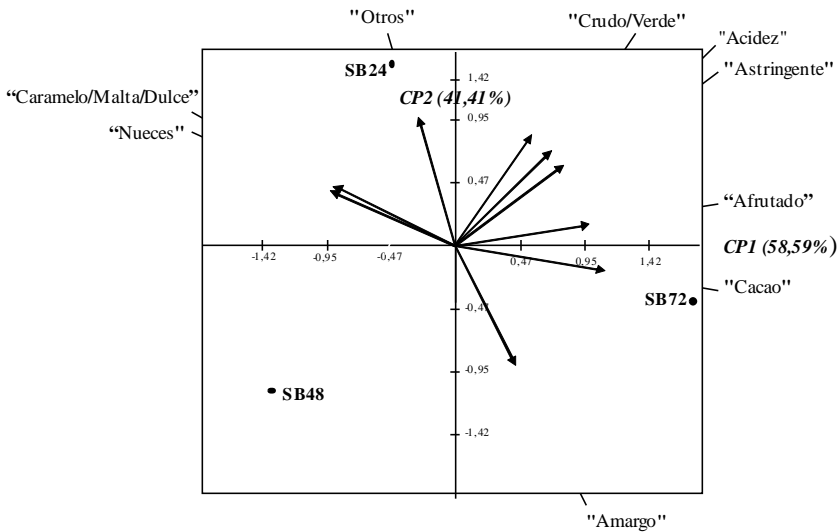


Figura 2. Análisis de Componentes Principales de los atributos sensoriales a partir de la matriz de consenso generada por el Análisis de Procrustes Generalizado.

Figure 2. Analysis of Main Components of sensory attributes after the consensus matrix generated by the Generalized Procruste Analysis.

lo/Malta/Dulce”. El SB48 destaca por un intenso sabor a “Cacao” y por algunos de sus sabores éste exhibe un perfil sensorial moderado.

La correlación de SB48 con los ejes CP1 y CP2, respectivamente, apunta hacia un perfil sensorial ligero y variable para la mayoría de los sabores. El SB24 fue el menos intenso en los sabores “Otro”, “Crudo/Verde” y “Amargo”, altamente correlacionados con el CP2, intenso en el sabor “Cacao” y menos intenso en los sabores “Acidez” y “Astringente”, significativo e intenso en su sabor “Afrutado” y moderado en el “Amargo”, fue más apreciable en el sabor “Caramelo/Mal-

important by its relation to “Nuts” taste was SB72. SB24 featured by its “Fruity” taste, less intense on the tastes “Acidity”, “Astringency” and “Bitterness” (figure 3). The intensity mean higher than the global mean corresponded to SB72, by its “Acidity” taste ($P \leq 0.01$), and the lowest to SB48 by the tastes “Acidity” and “Fruity”, respectively. The attribute with the highest discriminating power was “Acidity” ($P \leq 0.01$) followed by the “Fruity” taste ($P \leq 0.01$), respectively. When observing the tendencies in SB24 of its sensory profile, this shows to be more marked in pleasant and harmonic tastes, due to the

ta/Dulce” y con un significativo nivel de intensidad en el sabor “Nueces”. El SB24 fue quien proporcionó un mejor balance de sabores, que estimulan emotividades armónicas agradables, si bien fue el menos intenso en los sabores “Amargo” y “Nueces”. El panel según se observa en el posicionamiento en el plano de coordenadas de los ensayos tuvo la capacidad de establecer diferencias sustantivas entre uno y otro perfil sensorial (figura 2).

La caracterización del producto que se definió como SB48 indica un perfil sensorial suave con intensidad similar con respecto al sabor “Nueces” con SB72 (figura 3). Este último comparándolo con SB24 destaca en su perfil sensorial de manera apreciable por sus sabores “Cacao”, “Acidez”, “Astringente” y menos por su sabor “Afrutado”. Sus sabores “Caramelo/Malta/Dulce” y “Crudo/Verde” fueron mucho menos apreciables al ser contractado con el resto. El más importante por su relevancia con relación al sabor a “Nueces” fue el SB72. El SB24 destacó por su sabor “Afrutado”, menos intensos en sus sabores “Acidez”, “Astringente” y “Amargo” (figura 3).

La media de intensidad mayor que la media global correspondió al SB72 por su sabor “Acidez” ($P \leq 0,01$), y las menores a SB48 por los sabores “Acidez” y “Afrutado”, respectivamente. El atributo con el mayor poder discriminante fue el sabor “Acidez” ($P \leq 0,01$) seguido del sabor “Afrutado” ($P \leq 0,01$), respectivamente. Al observar las tendencias en SB24 de su perfil sensorial, éste muestra ser más acentuado en sabores emotivos agradables y armónicos debido a la preponderancia de las notas de los sabores

preponderance of the tastes “Fruity” and “Cacao”, with less tendency to an intense “Bitter” taste, balanced in the tastes “Acidity” and astringency.

Conclusions

The turnings of the cacao mass during the same fermentation period cause statistical significant variable effects on the sensory profile of cacao. The RMEL analysis showed that the panel was highly discriminative among the essays and evidenced variations with high statistical significance levels in five tastes (“Cacao”, “Acidity”, “Astringency”, “Fruity”, “Nut”, and “Others”). The attributes that are part of the sensory profile produced by pleasant harmonic emotions constitute an important and well differentiated group (“Cacao”, “Fruity”, “Caramel/Malt/Sweet” and “Nuts”). It was observed in the “Raw/green” taste by its intensity level and lack of statistical significance that no matter the turning number, the fermentation period was the adequate. The “Fruity” taste varied in intensity, and evoked in the tasters tastes and aromas related to ripened fruits with pleasant sweet aroma, a little acid, associated to fruits similar to peach, citric, grapes and plums.

The SB24 emerged with a sensory profile where the most intense attributes in order of importance were the tastes “Fruity” and “Cacao”. The presence of the taste “Caramel/Malt/Sweet” was very subtle and variable in intensity. The SB48 showed a moderate sensory profile in most of the attributes of tastes excepting the taste “Cacao”. The sensory attributes with

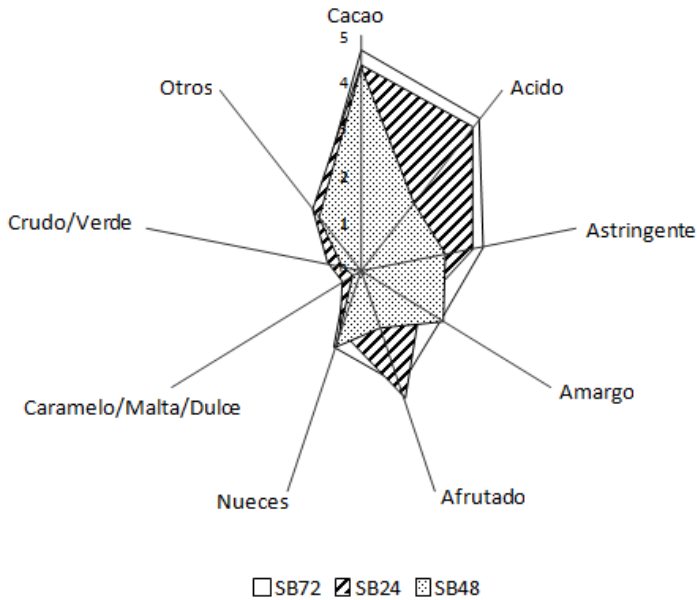


Figura 3. Perfiles sensoriales de los Licores de Cacao obtenidos mediante las tres.

Figure 3. Sensory profiles of cacao liquors obtained after three turning modalities.

“Afrutado” y “Cacao”, con menos tendencia hacia un intenso sabor “Amargo”, balanceado en sus sabores “Acidez” y “Astringente”.

Conclusiones

Los volteos de la masa de cacao durante un mismo periodo de fermentación provocan efectos variables estadísticamente significativos sobre el perfil sensorial del cacao. El análisis RMEL mostró que los panelistas fueron altamente discriminativos entre los ensayos y evidenciaron variaciones con altos niveles de significación estadística en cinco de los sabores (“Cacao”, “Acidez”, “Astringencia”, “Afrutado”,

higher discriminating taste in order of importance were “Acidity” and “Fruity”, respectively. It is probable that factors associated to the genetic variability in plantations, as well as others involved in the primary processing and post-harvest, influence with light variations in the sensory profile of cacao. It would be interesting to investigate deeper the considerations made in this research.

End of english version

“Afrutado”, “Nueces” y “Otros”). Los atributos que conforman el perfil sensorial que producen emotividades armónicas agradables constituyen un

grupo importante y bien diferenciado (“Cacao”, “Afrutado”, “Caramelo/Malta/Dulce” y “Nueces”). Se observó en el sabor “Crudo/Verde” por sus niveles de intensidad y la falta de significación estadística, que independientemente del número de volteos el periodo de fermentación fue el adecuado. El sabor “Afrutado” fue variable en intensidad, evocó en los catadores sabores y aromas relacionados con frutas maduras de aroma dulce agradable, tenuemente ácido, asociados con frutas similares al durazno, cítricos, uvas pasas y ciruelas. El SB24 surgió con un perfil sensorial donde sus atributos más intensos en orden de importancia fueron los sabores “Afrutado” y “Cacao”. La presencia del sabor “Caramelo/Malta/Dulce” fue muy sutil y variable en intensidad. El SB48 manifestó un perfil sensorial moderado en la mayoría de los atributos de sabores con la excepción del sabor “Cacao”. Los atributos sensoriales con mayor poder discriminante fueron en orden de importancia los sabores “Acidez” y “Afrutado”, respectivamente. Es probable que factores asociados con la variabilidad genética en las plantaciones, así como otros involucrados en el procesamiento primario y poscosecha logren influir con ligeras variaciones en el perfil sensorial del cacao. Aunque se eluden de las consideraciones hechas en éste estudio sería interesante que sean investigadas con mayor profundidad.

Literatura citada

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Agricultural Chemist. Washington DC.
- American Society for Testing of Materials (ASTM). 1992. The Flavour Profile and Quantitative Descriptive Analysis. In: Hootman R.C. (ed) ASTM. Manual on descriptive analysis and testing for sensory evaluation. ASTM, Philadelphia, pp 1-21.
- Arnold, G. M. y A. A. Williams. 1986. The use of generalised procrustes techniques in sensory analysis. In: Statistical procedures in Food Research (ed. J. R. Piggot), Elsevier, London, UK, pp 233-253.
- Ardhana, M., M. y G. H. Fleet. 2003. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1-2):87-99.
- Baker, D. M., K. I. Tomlin y C. Gay. 1994. Survey of Ghanaian cocoa farmer fermentation practices and their influence on cocoa flavor. *Food Chemistry*. 51 (4):425-431.
- Cabrai, A., C. Marcic, S. Morville, P. Sab Hour, F. Bindler y E. Marchioni. 2010. Differentiation of Chocolates According to the Cocoa’s Geographical Origin Using Chemometrics. *J. Agric Food Chem*. 58, 1478-1483.
- Camu, N., A. González, T. De Winter, A. Van Schoor, K. De Bruyne, P. Vandamme, J. S. Takrama, S. K. Addo y L. De Vuys. 2008. Influence of Turning and Environmental Contamination on the Dynamics of Populations of Lactic Acid and Acetic Acid Bacteria Involved in Spontaneous Cocoa Bean Heap Fermentation in Ghana. *Appl. Environ. Microbiol.* 74(1):86-98.
- Ching, L. H., R. Rahman, R. A. S. Jinap y Y. B. Che Man. 2006. Quality of cocoa beans dried using a direct solar dryer at different loadings. *J. Sci. Food Agric*. 86:1237-1243.
- Clapperton, J. F. 1992. Assessment of cocoa flavor and fat content. In: *Int. Workshop on Conservation, Characterization and Utilization of Cocoa Genetic Resources in the 20th Century* September 13th-17th. The Cocoa Research Unit. Trinidad and Tobago. Pp 111-120.

- Clapperton, J. F. 1993. Genetic variation in cocoa flavour. 11ème Conf. Inter. Cacaoyère, Yamoussoukro (Cote d'Ivoire). Pp 749-754.
- Clapperton, Y., J. Chan, D. Lim, R. Lockwood, L. Romanczyk y J. Hammerstone. 1994. The contribution of genotype to cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour. Tropical Agriculture 71(4):303-308.
- Claustrioux, J. J. 2001. Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles. Bitech. Agron. Soc. Environ. 5(3):155-158.
- Cros, E. 1997. Factores condicionantes de la calidad del cacao. Memorias del 1º Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Noviembre. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. Disponible en: <http://www.cacao.sian.info.ve>.
- Counet, C., D. Callemien, C. Ouwerx y S. Collin. 2002. Use of gas chromatography-olfactometry to identify key odorant compounds in dark chocolate. Comparison of samples before and after conching. J. Agric. Food Chem. 50 (8):2385-2391.
- Counet, C. y S. Collin. 2003. Effect of the number of flavanol units on the antioxidant activity of procyanidin fractions isolated from chocolate. J. Agric. Food Chem., 51(23):6816-6822.
- Dijksterhuis, G. 1996. Procrustes analysis in sensory research. En: Nces and Risvik (Eds.). Multivariate analysis of data in sensory science. Elsevier Science B. V, pp. 185-217.
- Eskes, A. B., D. Guarda, C. García y P. García. 2007. Traits of cocoa pulp related to fine flavour cocoa traits. *Ingenic Newsletter*. 11:22-25.
- Grower, J. C. 1975. Generalized Procrustes Analysis. Psychometrika, 40:33-51.
- Grice, J. W. y K. K. Assad. 2009. Generalized Procrustes Analysis: A tool for exploring aggregates and persons. Applied Multivariate Research. 13 (1):93-112.
- Guehi, S. T., S. Dabonne, L. Ban-Koffi, D. Kra Kedjebo y G. I. B. Zahouli. 2010. Effect of Turning Beans and Fermentation Method on the Acidity and Physical Quality of Raw Cocoa Beans. Advance Journal of Food Science and Technology 2(3):163-171.
- Holm, C. S., J. W. Aston y K. Douglas. 1993. The effects of the organic acids in cocoa on the flavour of chocolate. J. Sci. Food Agric. 61 (1):65-71.
- Jinap, S. 1994. Organic acid in cocoa - a review. ASEAN Food J. 9(1):3-12.
- Lanaud, C., E. Boulton, J. F. Clapperton, J. N'Gora y E. Cros. 2005. Identification QTLs related fat content, seed size and sensorial traits of *Theobroma cacao*. Proc. Intl Cocoa Res Conf. 13:1119-1126.
- Lê, S. y F. Husson (2008). SensoMineR: a package for sensory data analysis. Journal of Sensory Studies. 23(1):14-25.
- Liendo, R. J. y C. Marin. 2006. Prácticas poscosecha y de almacenamiento del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Miranda Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 23 (3):349-363.
- Lockwood, G. y A. Eskes. 1995. "Relation entre la variété de cacaoyer et la qualité" en Rencontres du Cacao le différents aspects de la qualité. Actes de Seminaire Montpellier. Francia. quality. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 44 (4):205-221.
- Oreskovich, D., C. B. P. Klein y J. W. Sutherland. 1991. Procrustes analysis and its applications to free-choice and other sensory profiling. In H. T. Lawless and B. P. Klein (Eds.) Sensory Science Theory and Applications in Foods (pp. 353-394). New York: Marcel Dekker.
- Sancho, J., E. Bota y J. J. Castro. 1999. Introducción al análisis de los alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, España. pp. 28-215.
- Schwan, R. F. y A. E. Wheals. 2004. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. Crit Rev Food Sci Nutr. 2004;44(4):205-21.
- Shaughnessy, W. J. 1992. Cocoa beans-planting through fermentation its

- effect on flavors. *Manufacturing-Confectioner*. 72(11):51-58.
- Stone, H. y J. L. Sidel. 1993. *Sensory evaluation practices*. California: Academic Press. San Diego, CA, USA.
- Stone, H. J. L., Sidel, S. Oliver, A. Woosley y R. C. Singleton. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*. 28:24-34.
- Sukha, D., A. Butler, D. R. P. Umaharan y E. Boulton. 2007. The use of an optimised organoleptic assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana y Trinitario beans. *Eur Food Res Technol*. 226(3):405-413.
- Sukha, D. y A. Butler. 2005. The CFC/ICCO/INIAP cocoa flavour project-investigating the spectrum of fine flavour within genotypes and between origins. *Ingenic Newsletter* 10:22-25.
- Wakeeling, I. N., M. M. Raats y H. J. H. MacFIE. 2007. A New significance test for Consensus in Generalized Procrustes Analysis. *Journal of Sensory Studies*. 7(2):91-96.
- Wood, G. A. R. y R. A. Lass. 1985. *Cocoa*, 4th ed. Longman Group Limited, London, United Kingdom.
- Ziegleder, G. 1990. Linalool contents as characteristic of some flavor grade cocoas. *Lebensm. Unters Forsch.*, 191(4-5):306-309.