

Influencia de la condiciones del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.)¹

Influence conditions of the post-harvest treatment on the temperature and acidity in beans of Criollo cocoa (*Theobroma cacao* L.)

E. Portillo¹, M. Labarca, L. Grazziani², E. Cros³, S. Assemat³,
F. Davrieux³, R. Boulager³

¹ Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, ³ CIRAD, Cultivos Perennes, Montpellier – TA 80/16 34398 Cedex 5, Francia.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y la acidez en muestras de granos de cacao tipo Criollo de la zona Sur del Lago de Maracaibo, específicamente del sector Rio Frio, Tucani, estado Mérida. Las muestras de cacaos fueron fermentadas durante 4 días, con 2 aguantes de mazorca (0 y 5 días), 3 remociones (24, 48 y 24/72 horas) y 3 épocas de cosecha. Los resultados indicaron que el tiempo de fermentación arrojó diferencias estadísticamente significativas sobre la temperatura, acidez total y pH. La remoción y aguante de la mazorca no reflejaron ningún efecto. Las máximas temperaturas fueron alcanzadas para los cacaos D5 (aguante de 5 días) al tercer día de fermentación al compararse con los cacaos D0 (aguante cero). La acidez de los cacaos aumenta durante la fermentación, la poca variación de acidez volátil proviene de una débil o ausente fermentación acética. Palabras clave: cacao Criollo, acidez, temperatura y fermentación.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the effect of the post harvest treatment on temperature and acidity in samples of cacao grains of Creole type in the South of Maracaibo's Lale, specifically in Rio Frio area, Mérida state. Samples were fermented for 4 days with 2 endurances of ear (0 and 5 days), 3 removals (24, 48 and 24/72 hours) and 3 harvest times. The results indicated that the fermentation time showed statistical significant differences on

Recibido el 30-6-2010 • Aceptado el 5-9-2011

Autor de correspondencia e-mail: elvisportillo@hotmail.com; eportillo@luz.edu.ve

temperature, total acidity and pH. Removal and endurance of the ear did not show any effect. Maximum temperatures were reached with cacao D5 (endurance of 5 days) at day 3 of fermentation, compare to cacao D0 (zero endurance). Acidity of cacao reaches fermentation, the few variation of volatile acidity comes from a weak or absent acetic fermentation.

Key words: Creole cacao, acidity, temperature and fermentation.

Introducción

Se ha señalado, teóricamente, que al inicio de la fermentación (48 horas) la actividad microbiana provoca un incremento de la temperatura hasta alcanzar un máximo entre 42-45°C y luego desciende como consecuencia de la inactivación de las bacterias acéticas y la muerte del embrión, ocasionado por la penetración del ácido acético hasta él (Enríquez, 1985; citado por Portillo *et al.*, 2005) completándose el proceso de fermentación entre 6 a 8 días según el tipo de cacao. Una adecuada fermentación da origen a un cacao que al ser convertido en chocolate, es agradable al paladar y al olfato; por el contrario una mala fermentación o la ausencia de ella, puede desmejorar la calidad del producto de manera notable (Pinzón *et al.*, 2008).

Un incremento de la temperatura entre 45-50°C ocurre durante los tres primeros días de fermentación para disminuir al cuarto día ($\pm 28^{\circ}\text{C}$), siendo semejante el descenso de la temperatura en una masa de cacao sometido a un proceso de fermentación de 7 días según el tipo de cacao y del método de fermentación (Biehl, 1961 citado por Rohan, 1964).

Inicialmente los cotiledones tienen un pH de 6,60. A partir del primer día de fermentación decrece lentamente hasta 6,30; para luego y a

Introduction

Theoretically it has been said that at the beginning of fermentation (48 hours) the microbial activity causes an increment in the temperature until reaching a maxima from 42-45°C and then decreases as a consequence of the inactivity of acetic bacteria and the death of the embryo, caused by the penetration of the acetic acids towards it (Enríquez, 1985; cited by Portillo *et al.*, 2005) completing the fermentation process from 6 to 8 days according to the type of cacao. An adequate fermentation originates a cacao that once converted into chocolate taste good and smells good as well, on the contrary, a bad fermentation or the absence of it can damage the quality of the product considerably (Pinzón *et al.*, 2008).

An increment of the temperature from 45-50°C occurs during the three first days of fermentation and reduces on the fourth day ($\pm 28^{\circ}\text{C}$), being similar the decrease of the temperature in a mass of cacao submitted to a fermentation process of 7 days, according to the type of cacao and the fermentation method (Biehl, 1961 cited by Rohan, 1964).

Initially, cotyledons have a pH of 6.60. After the first day of fermentation it decreases slowly until 6.30; then, after the third and fourth day it accelerates until reach 4.75

partir del tercer y cuarto día hacerlo en forma acelerada, alcanzando un valor de 4,75 aproximadamente: A partir de allí, este valor sufre variaciones, hasta que se termina la fermentación, incrementándose durante el secado hasta aproximadamente 5,40 (Enríquez, 1985). A diferencia, el pH inicial de la pulpa es muy bajo lo cual favorece el desarrollo de ciertos microorganismos, su valor oscila alrededor de 3,80 en los primeros días de la fermentación, luego se incrementa lentamente hasta llegar a 4,00 y al tercer día iguala el pH que presenta el cotiledón al cuarto día (4,75) (Enríquez, 1985).

La sobrefermentación puede ser detectada por un aumento rápido del pH interno y externo de las almendras, afectando considerablemente el sabor del cacao. (Wilbaux, 1964 citado por Braudeau, 1970). Al respecto Hernández (1975) indicó que si la fermentación continúa puede producirse amoníaco. Valores de pH elevados son indicativos de una sobrefermentación, pero valores inferiores a 5 indican una fermentación defectuosa o deficiente (Saposhnikova, 1952 citado por Rohan, 1964).

El objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar la influencia del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao tipo Criollo de una plantación ubicada en el Sur del Lago de Maracaibo.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en una plantación de cacao (tipo Criollo) si-

aproximadamente. After that time, this value suffers variations until the fermentation finishes, increasing during the dry until approximately 5.40 (Enríquez, 1985). On the opposite, the initial pH of the pulp is very low which favors the development of certain microorganisms, its value oscillates around 3.80 in the first day of fermentation, then, it increases slowly until reaching 4.00 and in the third day levels the pH that the cotyledon presents on the fourth day (4.75) (Enríquez, 1985).

The over-fermentation can be detected by an fast increment of the internal and external pH of almonds, affecting considerably the taste of the cacao, (Wilbaux, 1964, cited by Braudeau, 1970). On this matter, Hernández (1975) indicated that if fermentation continues can produce ammoniac. Elevated values of pH indicate an over-fermentation but inferior values to 5 indicate a deficient fermentation (Saposhnikova, 1952 cited by Rohan, 1964).

The main objective of this research was to evaluate the influence of the post harvest treatment of the temperature and acidity in the grains of Creole cacao of the plantation located in the South of Maracaibo's Lake.

Materials and methods

The essay was carried out at a cacao plantation (Creole type) located at the South of Maracaibo's Lake-Río Frio area, Mérida state (Venezuela)-The agro-ecological conditions of the

tuada en la zona Sur del Lago de Maracaibo-Sector (Río Frio), del estado Mérida (Venezuela). Las condiciones agro-ecológicas de la región son favorables para la producción de cacao: la altitud está comprendida entre 120 y 200 m, el pH del suelo entre 4 y 5, las precipitaciones anuales entre 1500 y 2000 mm y la temperatura media de 28°C. Para ello se utilizó el cacao de tipo Criollo. Se seleccionaron 1500 mazorcas/cajón, las almendras se fermentaron durante 4 días en cajones de madera cuadrados de 60 cm³. Los frutos utilizados en el estudio fueron producto de la cosecha de toda la plantación de la finca en la cual se realizó el ensayo, para su proceso se utilizaron seis fermentadores con las características antes descritas (madera y 60*60*60 cm³). Con respecto a las condiciones climáticas de lugar de fermentación, vale la pena mencionar que el mismo se caracterizó por tener una temperatura promedio de 32°C y humedad relativa de 80%. Se consideraron los siguientes factores de estudio: 2 aguante de mazorcas (D 0 y D 5 días), 3 remociones de la masa de cacao (BR) (cada 24 horas, a las 48 horas y 24/72 horas), 3 épocas o años de cosecha (diciembre-febrero año 2003, mayo-junio 2003, estas mismas épocas se evaluaron los años 2004 y 2005) y cinco tiempos de fermentación (0, 24, 48, 72 y 96 horas) distribuidos en 18 ensayos, para un total de 90 muestras. Estos ensayos se condujeron bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2x3²x5. La temperatura de la masa de cada cajón se midió diariamente, a 10cm de profundidad, utilizando un medidor

region are favorable for the production of cacao: the altitude is from 120 to 200 m, pH of the soil from 4 to 5, annual precipitations from 1500 to 2000 mm and a mean temperature of 28°C. For this, was used a Creole cacao. 1500 ears/box were selected, almonds were fermented for 4 days in squared wooden boxes of 60 cm³. Fruits used in the research were product of the harvest of all the plantation of the farm where the research was carried out, for its process, six fermentations with the prior characteristics mentioned were used (wood and 60*60*60 cm³). Regarding the climatic conditions in the fermentation place, it is noteworthy that it was characterized by having an average temperature of 32°C and a relative humidity of 80%. The following factors were considered: 2 endurances of the ear (D0 and D5), 3 removals of the cacao mass (BR) (every 24 hours, 48 hours and 24/72 hours), 3 seasons or harvests years (december-february 2003, may-june 2003, these seasons were evaluated in 2004 and 2005) and five fermentation times (0, 24, 48, 72 and 96 hours) distributed in 18 essays, for a total of 90 samples. These essays were done in completely randomized block designs of 2x3²x5. The mass temperature of each box was measured daily, at 10 cm of depth, using a temperature measure put inside the mass. For the analysis of acidity and pH were taken 2.8 kg of cacao, then were let dried in the sun in wood yards, the drying time was of 5 days until reaching a humidity value from 7 to 8. From it, samples

de temperatura colocado dentro de la masa. Para los análisis de acidez y pH se tomaron 2,8 kg de cacao en baba, luego fueron secadas al sol en patios de madera, el tiempo de secado fue de 5 días hasta alcanzar un valor de 7 a 8% de humedad. De allí se tomaron muestras de 100g de cacao seco, que posteriormente se congelaron con nitrógeno líquido, se descascarillaron y luego fueron molidos con un molino de hélice. El polvo obtenido fue tamizado (<0,5mm) y conservado a -18°C. Todos los análisis se realizaron por triplicado, sobre estos polvos de cacao y reportados en base seca. Las muestras seleccionadas del patio fueron almacenadas en bolsas plásticas a -20°C, luego de la molienda el polvo se colocó en envases plásticos y se almacenó a la misma temperatura (-20°C), de allí se tomó la muestra para realizar los respectivos análisis. Es importante aclarar que todas estas muestras provienen del proceso de fermentación, es decir, cada día se tomó una muestra de cacao y fue colocada en el patio de secado y así sucesivamente se hizo hasta el cuarto día, para cada una de las remociones evaluadas y para las tres épocas anteriormente mencionadas. Estas muestras se analizaron por triplicado y los resultados se reportan en base seca.

Para la determinación del pH, se tomaron 10 g de cacao en polvo, luego se mezclaron con 90 mL de agua destilada a 100°C. Después se dejó enfriar y se midió el pH de la suspensión (Método N° 970,21 AOAC, 1990). Con respecto a la acidez libre o total se utilizaron 5g de cacao en polvo que fueron colocados en suspensión en

of 100g of dried cacao were taken, that subsequently were frozen with liquid nitrogen, peeled and ground with a helix grinder. The powder obtained was sift (<0.5mm) and preserved at -18°C. All the analysis were done three times on these cacao powders and reported in dry base. The selected samples were stored in plastic bags at -20°C, after being ground, the powder was put in plastic jars and stored at the same temperature (-20°C), from this process was taken the sample used for the respective analysis. It is important to say that all samples come from the fermentation process, that is, each day was taken a sample of cacao, and put in the drying area, and so on, until the fourth day, for each of the evaluated removals and for the three mentioned seasons. These samples were analyzed three times and the results are reported in dry base.

For determining the pH, 10 g of cacao in powder were taken, then, were mixed with 90 mL of distilled water at 100°C. Later, were let cool and the pH of the suspension was measured (Method N° 970.21, AOAC, 1990). Regarding the free or total acidity, 5 g of cacao in powder were used and put in suspension in 50 mL of distilled water. After an hour of agitating the solution, was determined the free acidity presented in the sample using a metric titratable with a standard solution of sodium hydroxide of 0.1N until reaching a pH value of 8.3. The results were expressed in mL of sodium hydroxide 0.1N necessary to neutralize the free acidity content in 1 g of cacao's almonds, considering the humidity of the grain in 8% (method N° 942.15 AOAC, 1990).

50mL de agua destilada. Después de una hora de agitación, la acidez libre presente en la muestra, se determinó mediante una titulación potenciométrica con una solución estándar de hidróxido de sodio 0,1N hasta un valor de pH 8,3. Los resultados fueron expresados en mL de hidróxido de sodio 0.1N necesarios para neutralizar la acidez libre contenida en 1g de almendras de cacao. Los resultados fueron expresados en base seca, considerando la humedad del grano de 8%. (Método N° 942,15 AOAC, 1990).

En relación a la acidez volátil a 1g de cacao se le agregaron 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, luego fue sometido a una extracción a vapor. Para ello, 50mL de agua destilada inicialmente fueron colocados en el equipo extractor. La extracción se realizó durante 20 minutos hasta obtener 300 mL del destilado, los ácidos volátiles contenidos en la muestra fueron obtenidos por una titulación potenciométrica con hidróxido de sodio 0, N hasta un valor de pH 8,4. El resultado fue expresado en mililitros gastados de hidróxido de sodio 0,1N/g cacao, estos resultados fueron expresados en base seca.

Todos los análisis se realizaron por triplicado y la data se analizó utilizando el software estadístico XLSTAT, versión 7.5.2, 2007. Para los factores estudiados: época de cosecha, aguante de la mazorca, remoción de la masa y el tiempo de fermentación. A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (ANAVAR) complementando con una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

In relation of the volatile acidity, at 1g of cacao were added 3 drops of concentrated sulphuric acid, then, were submitted to an extraction at vapor. For this, 50 mL of distilled water was added initially and put in the extractor equipment. The extraction was done for 20 minutes until reaching 300mL of the distilled, the volatile acids content in the sample were obtained by a metric titratable with sodium hydroxide 0, N until reaching a pH value of 8.4. The result was expressed in milliliters spent in sodium hydroxide 0.1N/g cacao; these results were expressed in dry base.

All the analysis were done three times, and the data was analyzed using the statistical software XLSTAT, version 7.5.2, 2007, for the studied factors: time of the season, endurance of the ear, removal of the mass, and time of fermentation. To the obtained results was applied the variance analysis (ANAVAR) complementing with a mean comparison test of Duncan.

Results and discussion

Temperature of the Creole cacao mass during fermentation

Maximum temperatures were reached the third day of the fermentation and in general terms were higher for cacao D5 (endurance for 5 days) for cacao D0 (endurance 0), the evolution profile of temperatures was similar for the essays carried out. In figure 1 is observed the temperature evolution for the endurance cacao O, endurance 5 at 44°C, 72 hours of initiated the

Resultados y discusión

Temperatura de la masa de cacao tipo Criollo durante la fermentación

Las temperaturas máximas se alcanzaron el tercer día de fermentación y en términos generales fueron mas elevadas para el cacao D5 (aguante 5 días) que para el cacao D0 (aguante 0), el perfil de evolución de las temperaturas fue similar para el conjunto de ensayos conducidos. En la figura 1 se observa la evolución de la temperatura para los cacaos de aguante 0, la máxima fue de 44°C, a las 72 horas de iniciado el proceso de fermentación. En el segundo caso, aguante 5 días, el máximo valor fue de temperatura fue de 49°C, el tercer día de fermentación (figura 2).

Estos resultados coinciden a los reportados por Rohan, (1964) y Torres, (2000), quienes señalaron que la demora en el desgrane favorece el incremento de la temperatura durante el proceso y reportaron un incremento de 2°C en la temperatura cuando las mazorcas se dejaron dos días o más sin abrir.

Investigaciones recientes realizadas por Portillo, *et al.* (2006), evaluaron varios factores de estudio, entre ellos la remoción de la masa, el aguante de la mazorca y el tiempo de fermentación. Determinaron que de estos, el tiempo de fermentación fue el factor más importante en las diferencias de valores de temperatura obtenidos. Así mismo, no encontraron diferencias en la frecuencia de remoción de la masa.

En función de los resultados de la evolución de la temperatura para

fermentation process. The second case, endurance in 5 days, the maximum value was of a temperature at 49°C, the third day of fermentation (figure 2).

These results agree to the reported by Rohan (1964) and Torres (2000), who pointed that the delay in the shell favors the increment of temperature during the process and reported an increment of 2°C in the temperature where ears were let for two days or more without open.

Recent researches done by Portillo *et al.*, (2006) evaluated different factors of study; among these are the removal of the mass, the endurance of the ear, and the time of fermentation. These authors determined that from these, the fermentation time was the most important factor in the differences of temperature values obtained. Likewise, they did not find differences in the frequency of the mass removal.

In function of the results of the temperature evolution for the essays done, it can be inferred that the fermentation was done correctly, since the values obtain agree to those reported un Braudeau (1970) and Enríquez (1985), who say that at the beginning of the fermentation, the microbial activity causes an increment of the temperature until reaching a maximum (40°C-45°C) and the decreases due to the inactivity of acetic bacteria and the death of the embryo, all this favors the development of the aroma precursors of cacao. This allows suggesting that the temperature values obtained in this essay indicate that fermentations were well carried and that

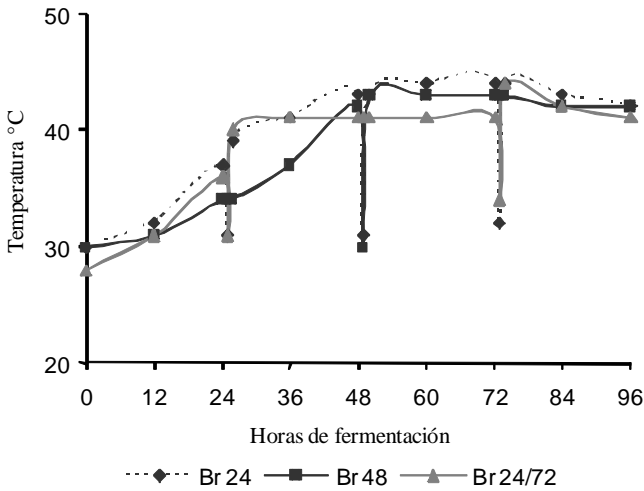


Figura 1. Evolución de la temperatura en función del tiempo fermentación-aguante 0 días.

Figure 1. Temperature evolution in function of the fermentation time-zero endurance.

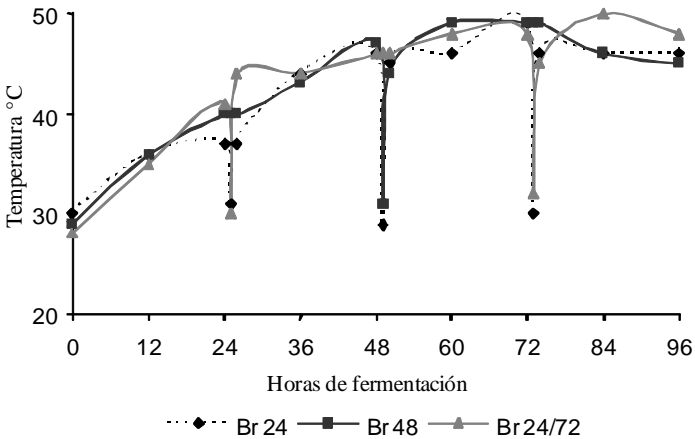


Figura 2. Evolución de la temperatura en función del tiempo de fermentación-aguante cinco días.

Figure 2. Temperature evolution in function of the fermentation time - five days of endurance.

el conjunto de ensayos realizados se puede inferir que la fermentación se efectuó correctamente, ya que los valores obtenidos coinciden con los reportados por Braudeau (1970) y Enríquez (1985), quienes señalan que al inicio de la fermentación la actividad microbiana provoca un incremento de la temperatura hasta alcanzar un máximo (40°C-45°C) y que luego desciende a consecuencia de la inactivación de las bacterias acéticas y a la muerte del embrión, todo esto favorece el desarrollo de los precursores del aroma del cacao. Esto nos permite sugerir que los valores de temperaturas obtenidos en este ensayo indican que las fermentaciones fueron bien conducidas y que las transformaciones que se generan en el grano permitirán obtener un cacao de buena calidad.

pH, acidez volátil y total titulable durante la fermentación

Globalmente la acidez de los cacaos aumenta durante la fermentación, la poca variación de acidez volátil proviene de una débil o ausente fermentación acética, lo que no se refleja probablemente a vista de las curvas de temperatura y del olor fuerte de ácido acético detectado en la sala de fermentación.

Se efectuó un análisis de varianza con el fin de caracterizar la influencia de la época de cosecha, la frecuencia de remoción de la masa y el aguante de la mazorca, donde los resultados no arrojaron diferencias significativas sobre la acidez de los granos de cacao. En cambio el tiempo de fermentación siempre mostró diferencias significativas ($\alpha=0,05$) sobre la acidez total y el pH. Así mismo el

transformations that generate in the grain will allow obtaining a cacao with great quality.

pH, volatile acidity and total titratable acidity during fermentation

Worldwide, acidity of cacao increases during the fermentation, the few variation of the volatile acidity comes from a weak or absent acetic fermentation, which is not showed probably due to the temperature curves and the strong smell of acetic acid detected in the fermentation area.

A variance analysis was done with the aim of characterizing the influence of the harvest, the removal frequency of the mass and the endurance of the ear, where the results did not show significant differences on the acidity of the grains of cacao. Instead, the fermentation time always showed significant differences ($\alpha=0.05$) on the total acidity and the pH. Likewise, the harvest factor had a significant effect at 5% ($\alpha=0.05$), for these variables, just for cacao endurances of 5 days. On this matter, it is important to mention that in general terms the values of pH oscillated from 6.18 for a cacao without fermenting and 4.88 for a cacao fermented during 4 days, for the treatments of endurance 0. In the case of endurance of 5 days, these values were similar, corresponding to 6.30 and 5.27 respectively (without fermenting and four days of fermentation). Likewise, the values of volatile acidity varied from 1% (without fermentation) and 0.61% (4 days of fermentation), the total acidity was of 2.92% and 5.63% respectively

factor época de cosecha tuvo un efecto significativo al 5 % ($\alpha=0,05$), para estas variables, sólo para los cacaos de aguante 5 días. En ese sentido es importante mencionar que en líneas generales los valores de pH oscilaron entre 6,18 para un cacao sin fermentar y 4,88 para el cacao fermentado cuatro días, para los tratamientos de aguante cero. En el caso de aguante cinco días, estos valores fueron muy similares, correspondiendo a 6,30 y 5,27 respectivamente (sin fermentar y cuatro días de fermentación). Del mismo modo los valores de acidez volátil variaron entre 1% (sin fermentar) y 0,61% (4 días de fermentación), la acidez total fue de 2,92% y 5,63% respectivamente para aguante cero. Al comparar esto valores de acidez con los tratamientos de cinco días de aguante se observa que en el caso de la acidez volátil los valores fueron de 0,37% (sin fermentar) y 0,40% (4 días de fermentación) y la acidez total fue de 2,81% y 5,15% respectivamente.

La fuerte variabilidad de los valores de acidez observada entre los tratamientos de cero y cinco días de fermentación es atribuible a la diferencia de madurez entre los diferentes lotes de cacao. En efecto, la acidez de la pulpa aumenta durante la maduración de las mazorcas y los frutos sobremaduros presentan entonces olor acético en el momento del desgrane. Este ácido puede fácilmente emigrar a través de la testa y penetrar dentro de los cotiledones. (Portillo *et al.*, 2006)

Los resultados de este trabajo coinciden con los obtenidos por Álvarez (1997), quien señala una disminución de pH los tres primeros días

for the endurance of zero. Comparing these values of acidity with the treatments of five days of endurance, it is observed that the values of the volatile acidity were 0.37% (without fermentation), and 0.40% (4 days of fermentation) and the total acidity was of 2.81% and 5.15% respectively.

The strong variability of the acidity values observed among the treatments zero and five days of fermentation might be attribute to the ripening of the different lots of cacao. In fact, the acidity of the pulp increases during ripening of ears and the over ripped fruits present this acetic smell in the moment of the shell. This acid may easily emigrate through the head and penetrate inside the cotyledons (Portillo *et al.*, 2006).

The results of this research agree to those obtained by Álvarez (1997), who points a reduction of pH the first three days of fermentation parallel to the increment of the acidity, for the fermented almonds after 5 days of endurance. Meter *et al.*, (1989) indicated that the increment of the acidity is related to the acetic and lactic acids produced during the degrading of the pulp by the microbial action. The same authors say that the final values of pH \approx 4.5 in grains, are favorable for the formation of the aroma of the cacao, while, inferior values damage this formation.

Figures 3, 4 and 5 corresponding to pH, total and volatile acidity, respectively, show the evolution of the contents of these compounds in function of the fermentation. It is possible to observe that in the case of pH, the values reduce slowly until the

de fermentación paralelamente a un aumento de la acidez, para las almendras fermentadas después de un aguante de 5 días. Meyer *et al.* (1989), indicaron que el aumento de la acidez está relacionado a los de ácidos acéticos y láctico producidos durante la degradación de la pulpa por la acción microbiana. Los mismos autores señalan que los valores finales de pH $\geq 4,5$ en los granos son favorables para la formación del aroma cacao, mientras que valores inferiores perjudican esta formación.

Las figuras 3, 4 y 5 correspondiente a pH, acidez volátil y total, respectivamente, muestran la evolución de los contenidos de estos compuestos en función de la fermentación. Es posible observar que en el caso del pH, los valores disminuyen lentamente hasta el segundo día de fermentación independientemente de la remoción y del aguante de la mazorca, esto valores oscilaron entre 6,18 (aguante cero) y 6,30 (aguante cinco), para un cacao sin fermentar. Hasta alcanzar valores de 4,88 (D0) y 5,26 (D5) en cacao fermentados cuatro días. En el caso de la acidez volátil la figura 4 muestra claramente que esta variable presenta valores superiores para los tratamientos de aguante cero días, diferencias que están alrededor del 50% entre ambas, estos valores varían entre 1,17% (sin fermentar) y 0,61% (4 días de fermentación). Con respecto a las muestras D5, la tendencia en cuanto a la evolución fue similar, simplemente que el comportamiento no fue uniforme, es decir, inicialmente los valores estuvieron entre 0,37% y 0,51% al inicio del proceso de fermentación y al final estos valores oscila-

second day of fermentation independently of the removal and endurance of the ear, these values oscillated from 6.18 (endurance zero) and 6.30 (endurance five), for a cacao without fermentation, until reaching values from 4.88 (D0) and 5.26 (D5) in cacao fermented for four days. In the case of the volatile acidity, figure 4 shows clearly that this variable presents superior values for the treatments of zero endurance, differences that are around 50% among both, these values vary from 1.17% (without fermentation) to 0.61% (4 days of fermentation). Regarding samples of D5, the tendency in relation to the evolution was similar, but the behavior was not uniform, that is, initially, the values were from 0.37% to 0.51% at the beginning of the fermentation process and at the end, these values oscillated from 0.36% to 0.41%. In both cases (D0 and D5) were observed variations in the content of acidity in the first and third day of fermentation, maybe due to the difference existent in the lots of cacao evaluated, in spite of coming from the same season and treatment, there was variability in the ripening of the fruits. The total acidity presented a more uniform behavior, that is, figure 5 shows how the value of this variable increases during the fermentation process, presenting values slightly superior for cacaos which treatments were endurance zero in comparison to five days. In the first case, were obtained values that varied from 3.25% for a cacao without fermentation and 5.85% for a fermented cacao for four days. In the second case (D5) these

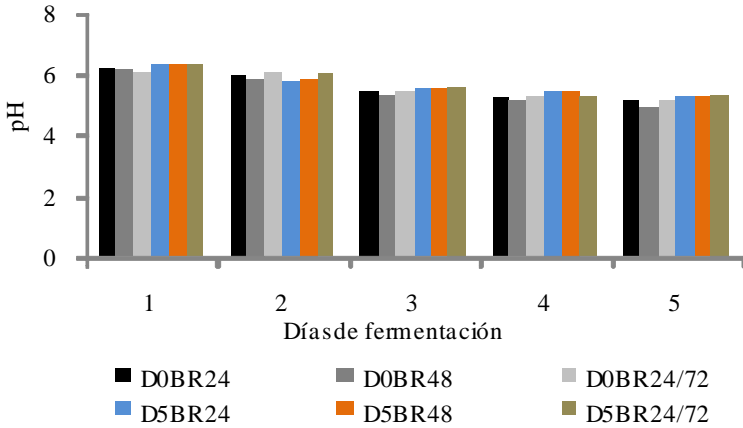


Figura 3. Evolución del pH en función del aguante mazorca 0 y 5 días, durante la fermentación.

Figure 3. pH evolution in function of the endurance within 0 to 5 days, during fermentation.

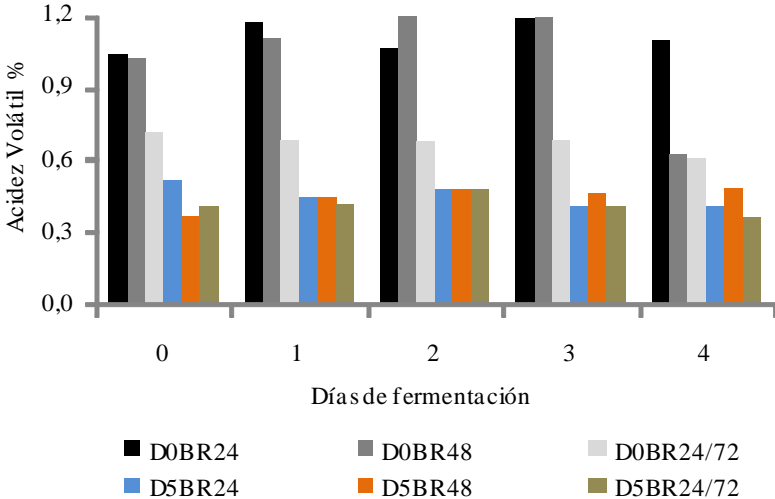


Figura 4. Evolución de la acidez volátil en función del aguante de la mazorca 0 y 5 días durante la fermentación.

Figure 4. Evolution of the volatile acidity in function of the ear endurance within 0 to 5 days, during fermentation.

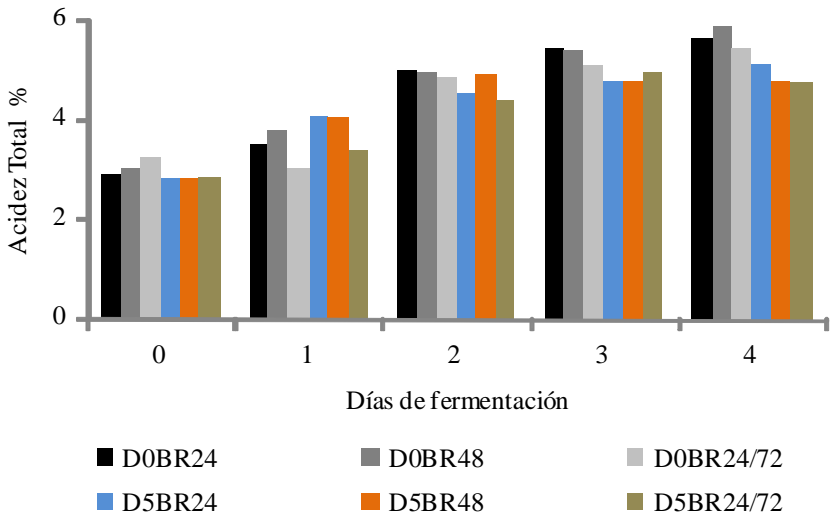


Figura 5. Evolución de la acidez total en función del aguante de la mazorca 0 y 5 días, durante la fermentación.

Figure 5. Evolution of the total acidity of the ear endurance within 0 to 5 days, during fermentation.

ron entre 0,36% y 0,41%. En ambos casos (D0 y D5) se observaron variaciones en el contenido de acidez entre el primer y tercer día de fermentación, atribuibles a la diferencia existentes en los lotes de cacao evaluados, a pesar de venir de la misma época y tratamiento, hubo variabilidad en cuanto la madurez de los frutos. La acidez total presentó un comportamiento más uniforme, es decir, la figura 5 muestra como el valor de esta variable aumenta durante el proceso de fermentación, presentando valores ligeramente superiores para los cacao cuyos tratamientos fueron de aguante 0 en comparación a cinco días. En el primer caso se obtuvieron valores que variaron entre 3,25% para un cacao sin fermentar y 5,85% para un cacao fermentado cuatro días. En el

percentages oscillated from 2.86% to 5.15% respectively.

One more time, it must be said that the variation observed is mainly due to the difference detected in the lost of harvested cacao, that even though they belong to a same plantation and same cacao, have differences in the ripening level of each of these lots. On the other hand, the post harvest effect can also be attributed, since in cacao D5 were detected significant differences in the value of acidity and pH, considering this factor of study.

Conclusions

The fermentation time was the most important factor in the values of temperature and the acidity degree

segundo caso (D5) estos porcentajes oscilaron entre 2,86% y 5,15% respectivamente.

Una vez más hay que recalcar que la variación observada se debe principalmente a la diferencia detectada en los lotes de cacao cosechados. Que a pesar de pertenecer a la misma plantación y al mismo cacao, hubo diferencias en el grado de madurez de cada uno de esos lotes. Por otra parte, también se pudiera atribuir al hecho del efecto época de cosecha, ya que en el caso de los cacao D5, se detectaron diferencias significativas en el valor de acidez y pH considerando este factor de estudio.

Conclusiones

El tiempo de fermentación fue el factor más importante en los valores de temperatura y el grado de acidez de las almendras de cacao. Así mismo, la época de cosecha también tuvo efecto sobre los resultados de las variables para cacao de cinco días de aguante.

El efecto de la remoción de la masa de cacao tipo Criollo y el aguante de la mazorca, no reflejaron ningún efecto sobre la temperatura y acidez de los granos de cacao. Lo cual permite afirmar que independientemente de la frecuencia de remoción que se utilice y el tiempo que se espere para el desgrane de las mazorcas de cacao, los valores de estas dos variables no se ven afectadas

Literatura citada

Alvarez, Y. 1997. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el

of cacao almonds. Likewise, the harvest time had also its effect on the results of the variables for cacao of five days of endurance.

The removal effect of the Creole cacao mass and the endurance of the ear did not reflect any effect on the temperature and acidity of the cacao grains, which allows affirming that independently of the removal frequency used and the waiting time for the shell of cacao ears, the values of these two variables are not affected.

End of english version

desgrane sobre algunas características del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) selección Ocumare 61, durante el proceso de fermentación, utilizando el sistema trinitario. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Septiembre, 149 p.

Barel, M. 1987. Délai d'écabossage: Influence sur les rendements et la qualité du cacao marchand et du cacao torréfié. *Café, Cacao Thé* (Paris), 31(2): 141-150.

Bianchi, J. 1990. Etude de la matière colorante développe au cours du procédé d'alcalinisation du cacao. Thèse de Doctorat. Université Montpellier II, 146 p.

Bracco, U., N. Grilhe., W. Rostagno y R. Egli. 1969. Analytical evaluation of cocoa curing in the Ivory Coast. *J. Sci food agric.*, 20: 173-175.

Cros, E. y N. Jeanjean. 1995. Qualité du cacao. Influence de la fermentation et du séchage. *Plantation – Recherche Développement*, 2, 3: 21-27.

Enriquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y

- Enseñanza, CATIE. Costa Rica. 239p.
- Hernandez, A. 1989. Evaluación del proceso de fermentación del cacao en Costa Rica. Memoria seminario regional sobre tecnología post-cosecha y calidad mejorada del cacao. 20-21 julio. Turrialba. Costa Rica. 120 p.
- Jeanjean, N. 1995. Influence du génotype, de la fermentation et de la torréfaction sur le développement de l'arôme. Rôle des précurseurs d'arôme. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II. Francia. Pp 200.
- Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists Official (AOAC). 1990. 15th de. Vol II pp 763-776.
- Meyer, B., B. Biehl., M. Said y R. Samarakoddy. 1989. Post-harvest Pod storage: A method for Pulp Preconditioning to Impair Strong Nib Acidification during Cocoa Fermentation in Malasia. *J. of the Sci. of Agric.* 48(3):285-304.
- Pinzón, J., J. Ardila y F. Rojas. 2008. Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Tercera Edición. 152-164.
- Portillo, E., L. Graziani y E. Betancourt. 2006. Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la Calidad del Cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 22:394-406
- Portillo, E., L. Graziani y E. Betancourt. 2007. Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 24:522-546
- Portillo, E. 2008. Influencia del tratamiento poscosecha sobre el desarrollo del aroma del cacao Criollo Venezolano. Trabajo de ascenso para titular. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 159 p.
- Rohan, T. 1964. El beneficiado del cacao bruto destinado al mercado. Roma. FAO. 79 p.
- Senanayake, M., E. Jansz y K. Buckle. 1997. Effect of different mixing intervals on the fermentation of cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.*, 74. 42-48.
- Torres, O. 2000. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características físicas y químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) durante la fermentación. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 96 p.