

# EFFECTO DE LA UBICACIÓN Y ÉPOCA DE COSECHA EN EL CONTROL DE FERMENTACIÓN DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*)

## Effect of the location and time of harvest in control fermentation cocoa (*Theobroma cacao L.*)

Mary Lisbeth Alvarado<sup>(1)</sup>, Elvis Portillo<sup>(2)</sup>, Renaud Boulanger<sup>(3)</sup>, Philippe Bastide<sup>(4)</sup>, Isabel Macia<sup>(5)</sup>.

<sup>(1,5)</sup>Programa Ciencias del Agro y el Mar. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. [malialpa@hotmail.com](mailto:malialpa@hotmail.com), [imacia2@yahoo.es](mailto:imacia2@yahoo.es).

<sup>(2)</sup>Departamento de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. [elvisportillo@hotmail.com](mailto:elvisportillo@hotmail.com).

<sup>(3,4)</sup>Centro Internacional de Investigaciones Agronómicas para el Desarrollo, CIRAD. Montpellier, Francia. [renaud.boulanger@cirad.fr](mailto:renaud.boulanger@cirad.fr), [philippe.bastide@cirad.fr](mailto:philippe.bastide@cirad.fr)

Recibido: 17-01.14/ Aceptado: 20-03-14

### RESUMEN

En el estado Portuguesa específicamente en las zonas de Biscucuy y Chabasquén, el desarrollo y producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en los últimos años, ha representado una alternativa de diversificación de los sistemas productivos puesto que se han caracterizados principalmente por el cultivo de café, indicando esto que no existe una amplia experiencia relacionada con el manejo del cultivo y tratamiento poscosecha. Por lo que, se planteó explicar el efecto de la ubicación y época de cosecha en el control de fermentación de las almendras de cacao. El estudio se realizó en las épocas de abril-junio y noviembre-enero desde el 2010 al 2012; se recolectaron entre 800 y 1000 mazorcas de cacao en cada cosecha. Las almendras fueron fermentadas en cajones de madera de dimensiones 60x60x60 cm durante seis días, posteriormente se secaron al sol. En el laboratorio de Tecnología de Alimentos de La Universidad del Zulia, se determinó el contenido de humedad, pH, acidez total y volátil. Tomando en consideración la ubicación, época de cosecha y tiempo de fermentación, los resultados se compararon por análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software estadístico (XLSTAT-2012). Finalmente, se dedujo que en el cacao de Biscucuy los niveles máximos de temperatura se presentaron en la época de noviembre-enero; no obstante en el de Chabasquén se observaron en el periodo de abril-junio. Asimismo, se mostró mayores niveles de humedad en la época de abril-mayo en ambos cacaos y el cacao de Chabasquén presenta más niveles de acidez que el de Biscucuy en la época mencionada.

**Palabras Clave:**Control de fermentación, humedad, acidez, época de cosecha.

## SUMMARY

In Portuguesa state specifically in the areas of Biscucuy and Chabasquén, development and production of cocoa (*Theobroma cacao L.*) in recent years, has been represented an alternative diversification of production systems since it has been characterized mainly by coffee cultivation, indicating that there is not a wide experience related to crop management and postharvest treatment. So, it was proposed to explain the effect of the location and harvest time in the control fermentation of cocoa beans. The study was conducted in the periods of April-June and November-January from 2010 to 2012, there were collected between 800 and 1000 cocoa pods at each harvest. Almonds were fermented in wooden boxes dimensions 60x60x60 cm for six days, and then dried in the sun. Moisture content, pH, total and volatile acidity were determined in the laboratory of Food Technology at Zulia University. Considering the location, time of harvest and fermentation time, the results were compared by analysis of variance (ANOVA) using the statistical software (XLSTAT 2012). Finally, it was concluded that the cocoa from Biscucuy showed maximum temperature levels during November-January harvesting period, while cocoa beans from Chabasquén presented maximum temperature levels in April-June period. Also, higher moisture levels were observed in April-May season. Also, higher humidity levels was shown in season from April to May in both cocoa and acidity level of Chabasquén cocoa were greater than Biscucuy cocoa at the time mentioned.

**Keywords:** fermentation control, humidity, acidity, time of harvest.

## INTRODUCCIÓN

Los cultivares de cacao más comunes usados en el ámbito mundial proceden de los tipos Criollos, Trinitarios y Forasteros y una importante diversidad de cacao finos se encuentran en Venezuela, inestimables por su sabor y aroma para mezclarlo con otros productos del chocolate, debido a que carecen del extremo sabor amargo del cacao corriente. Por tal motivo, han sido objeto de múltiples estudios con el fin de conocer sus atributos físico-químicos y sensoriales. Sin embargo, es poco el conocimiento sobre las características del cacao de Biscucuy y Chabasquén; a lo que se agrega, que la información más amplia está referida a los resultados obtenidos en las investigaciones hechas en otros rubros como el café por su alta producción en dicha zona. No obstante, durante los últimos años el desarrollo y producción de cacao, ha representado una alternativa de diversificación de los sistemas productivos en la región. La propuesta persigue inicialmente determinar la temperatura de la masa de fermentación y los niveles de pH, humedad, acidez volátil y

total en las almendras en estudio para finalmente explicar el efecto de la ubicación y época de cosecha en el control de fermentación de las almendras de cacao de Biscucuy y Chabasquén.

## **METODOLOGÍA**

La metodología consistió en un diseño factorial 2x2x7 conformado por dos factores a dos niveles, ubicación de la parcela (2), puesto que se tomaron muestras de cacao provenientes de Biscucuy y Chabasquén, época de cosecha (2), debido a que se consideraron muestras en la época de Abril-Junio y Noviembre-Febrero y un factor a siete niveles correspondiente al tiempo de fermentación (7), representado por seis días de fermentación, tomando muestras desde el día cero hasta el sexto.

### **Material vegetal:**

En el estudio se seleccionaron dos plantaciones de cacao, considerando la ubicación geográfica como uno de los factores a estudiar, por lo que se recogieron mazorcas de cacao proveniente de las zonas de Biscucuy ubicada en el municipio Sucre a 800 msnm y otra siembra en Chabasquén municipio Unida a 2.100 msnm. Tomando en cuenta las épocas de cosecha Abril-Junio y Noviembre-Febrero por cada zona de estudio. Se recolectaron alrededor de 800-1000 mazorcas cuyas almendras se fermentarán por seis días en cajones de madera con medidas de (60x60x60cm) La masa de fermentación se cubrió con hojas de plátano y sacos yute. La toma de muestras se hizo diariamente durante seis días a diferentes intervalos de tiempo (0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h), considerando para ello aproximadamente 2 Kg de la masa de cacao. El secado se efectuó en patios de en capas delgadas, durante 6 días.

### **Análisis químico:**

Las almendras de cacao fermentadas y secas se trasladaron al Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, en el que se descascarillaron manualmente, para así agregar nitrógeno líquido a las nibs y

proceder a su molienda, el polvo de cacao obtenido se tamizó (<0,5mm) y se conservó a -80°C en un ultra congelador. En tal sentido, se determinó la humedad mediante el Método N° 931,04 descrito por la AOAC (1990). De igual manera, el pH por el Método N° 970,21 AOAC (1990) y la acidez por el Método N° 942,15 AOAC (1990).

### **Análisis estadístico:**

Los resultados fueron comparados por análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software estadístico (XLSTAT-2012). Los factores estudiados fueron la Ubicación, Época de cosecha y Tiempo de fermentación. La prueba de comparación de medias fue confirmada mediante el test de Tukey (HSD), Mínima Diferencia Significativa (MDS).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Temperatura:**

El Análisis de Varianza (ANOVA) de las temperaturas obtenidas durante la fermentación con respecto a los factores en estudio, detectó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la interacción Ubicación\*Época de cosecha y altamente significativa ( $P < 0,01$ ) para el tiempo de fermentación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Análisis de varianza de la temperatura con respecto a los factores de estudio.

Factor	F	Pr > F
Ubicación	2,572	0,1347 <sup>ns</sup>
Época	0,320	0,7324 <sup>ns</sup>
Tiempo de Fermentación	37,663	< 0,0001 <sup>**</sup>
Ubicación*Época	5,905	0,0163 <sup>*</sup>
Ubicación*Tiempo de Fermentación	0,610	0,7185 <sup>ns</sup>
Época*Tiempo de Fermentación	0,599	0,8062 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> No Significativo al 5%:  $> 0,05$  ; <sup>\*\*</sup> Altamente Significativo al 1%:  $< 0,01$ . <sup>\*</sup> Significativo al 5%:  $< 0,05$

Referente a la interacción Ubicación\*Época, se demuestra que la temperatura de la masa de cacao en el proceso de fermentación, varía de acuerdo a la ubicación de la parcela con respecto a la época de estudio (abril-junio y noviembre-enero). Por lo que se observa que en Biscucuy durante la época de noviembre-enero, se demuestran niveles de temperatura más altos que los de las épocas 1 y 3 pertenecientes a las de mayo. Por otro lado, en Chabasquén se presentan temperaturas de fermentación menor en la época de noviembre-enero; esto posiblemente puede estar influenciado por la altitud de la zona que es mayor a la de Biscucuy.

Asimismo, el tiempo de fermentación como factor altamente significativo en el comportamiento de la temperatura, se observa que a las 0 y 24 horas, las temperaturas son similares y no hay significancia en ambas, mientras que a las 96 y 144 horas de fermentación hay una diferencia significativa en las temperaturas respectivas en el proceso de fermentación. En tal sentido, las temperaturas observadas en la masa de cacao de Biscucuy y Chabasquén, es similar a la descrita por Camu *et al.* (2008), mediante un estudio en variedades de cacao de Ghana, encontraron temperaturas de fermentación entre 43°C y 47°C, con un pico máximo de 45,5°C a las 72 horas de fermentación, demostrando luego un decrecimiento hasta las 144 horas de fermentación.

## **Humedad**

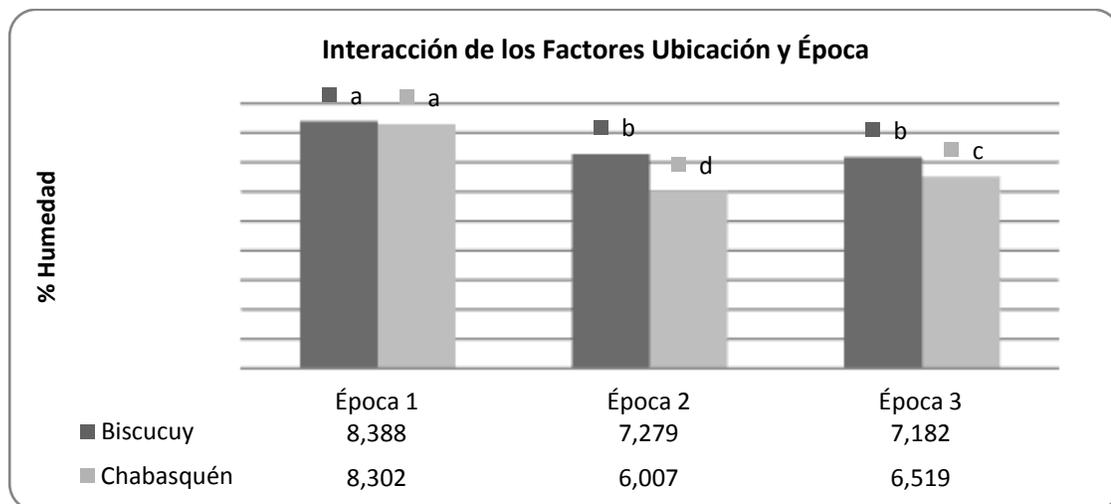
La prueba de medias de la humedad con respecto a los factores de estudio, muestra una diferencia significativa en la variable humedad de Biscucuy y Chabasquén, observándose la misma situación en las tres épocas de cosecha estudiadas (Tabla 2). Esto coincide con lo demostrado por Enríquez (1988), quien indicó que la pérdida de humedad de las almendras de cacao durante el proceso de fermentación depende principalmente de la época de cosecha.

**Tabla 2.** Prueba de medias de la humedad y los factores de estudio.

Factor de estudio	% Humedad
Ubicación (U)	
Biscucuy U1	7,616 <sup>a</sup>
Chabasquén U2	6,942 <sup>b</sup>
Época ( E )	
E1	8,345 <sup>a</sup>
E2	6,850 <sup>b</sup>
E3	6,643 <sup>a</sup>
Tiempo de fermentación	
0	6,822 <sup>b</sup>
24	7,255 <sup>ab</sup>
48	7,298 <sup>ab</sup>
72	7,287 <sup>ab</sup>
96	7,470 <sup>a</sup>
120	7,353 <sup>ab</sup>
144	7,469 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c y d</sup>. Letras diferentes entre columna indican diferencias significativa al 5% P: <0,05

En tal sentido, al interaccionar los factores Ubicación\*Época de cosecha, se denota en la primera época (abril-mayo), un mayor contenido de agua (8,30-8,38%), posiblemente debido a que en ambas épocas hubo mayor precipitación en las zonas de estudio, lo que influiría en la humedad. Sin embargo, en la segunda época (noviembre-enero), caracterizada por poca precipitación o sequía, se presenta una disminución de la humedad en el cacao de Biscucuy y Chabasquén, oscilando entre 6,00 y 7,27%, presentando un comportamiento similar en la tercera época de estudio (Figura 32). Estos resultados son similares a los obtenidos por Álvarez *et al.* (2010), los cuales evaluaron la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*) de Curiepe (Miranda) usando dos tipos de fermentadores, encontrando valores de humedad entre 6,40 y 7,29%.



a,b,c y d. Letras diferentes entre columna indican diferencias significativa al 5%  $P < 0,05$ .

**Figura 1.** Efecto de la interacción Ubicación\*Época en el contenido de humedad del cacao de Biscucuy y Chabasquén.

### pH y Acidez

Referente a la prueba de medias, se demuestra la diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en ambas ubicaciones, caracterizada por una mayor acidez en los cacaos de Chabasquén con respecto a los de Biscucuy. Asimismo, se evidencia un efecto significativo en las tres épocas, puesto que en las épocas 1 y 3 correspondientes a las de (abril-mayo), las almendras de cacao son más ácidas con respecto a las de la segunda época (noviembre-enero). Finalmente, se observa una diferencia altamente significativa en la acidez con respecto a las horas de fermentación, puesto que la acidez total y volátil se van incrementando de acuerdo a la evolución del proceso y el pH va disminuyendo, presentándose en las tres variables una diferencia significativa a las 0, 96 y 120 horas de fermentación (Tabla 3).

**Tabla 3.** Prueba de media de la acidez total, acidez volátil y pH del cacao de Biscucuy y Chabasquén.

Factor de estudio	Media Acidez Total (%)	Media AC.V (%)	Media pH (%)
Ubicación (U)			
Biscucuy U1	3,569 <sup>a</sup>	0,944 <sup>a</sup>	6,252 <sup>a</sup>
Chabasquén U2	3,190 <sup>b</sup>	0,779 <sup>b</sup>	6,062 <sup>b</sup>
Época ( E )			
E1	3,369 <sup>b</sup>	0,870 <sup>a</sup>	6,084 <sup>b</sup>
E2	2,909 <sup>c</sup>	0,857 <sup>a</sup>	6,352 <sup>a</sup>
E3	3,862 <sup>a</sup>	0,858 <sup>a</sup>	6,036 <sup>b</sup>
Tiempo de fermentación			
0	2,243 <sup>d</sup>	0,492 <sup>c</sup>	6,663 <sup>a</sup>
24	2,314 <sup>d</sup>	0,678 <sup>b</sup>	6,542 <sup>ab</sup>
48	3,067 <sup>c</sup>	0,809 <sup>b</sup>	6,245 <sup>bc</sup>
72	3,607 <sup>b</sup>	0,982 <sup>a</sup>	6,158 <sup>cd</sup>
96	3,932 <sup>ab</sup>	1,048 <sup>a</sup>	5,947 <sup>cde</sup>
120	4,089 <sup>a</sup>	1,019 <sup>a</sup>	5,907 <sup>de</sup>
144	4,407 <sup>a</sup>	1,004 <sup>a</sup>	5,640 <sup>e</sup>

<sup>a,b,c y d</sup>. Letras diferentes entre columna indican diferencias significativa al 5% P: <0,05

En concordancia, Zambrano *et al.*, (2010), detectaron diferencias significativas en los niveles de acidez volátil de los cacaos criollos (Porcelana, Guasare y Merideño) en los diferentes ciclos de cosecha, posiblemente como consecuencia de las épocas del año, afirmando que la acidez volátil varía de acuerdo al tipo del cacao y al ciclo de cosecha.

## CONCLUSIONES

- La ubicación y época de cosecha tuvo un efecto significativo en la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación, puesto que en el cacao de Biscucuy los niveles máximos de temperatura se presentaron en la época de noviembre-enero; no obstante en el de Chabasquén se observaron en el periodo de abril-junio.

- Referente a la humedad, en ambas ubicaciones el comportamiento fue similar en las épocas estudiadas, presentando mayores niveles de humedad en la época de abril-mayo( 8,30-8,38%).
- La acidez es afectada significativamente por los factores ubicación y época de cosecha, debido a que el cacao de Chabasquén es más ácido que el proveniente de Biscucuy y sus niveles son mayores en la época abril-mayo.
- Las variables acidez total y volátil aumentaron en función del tiempo de fermentación y el pH disminuyó en el transcurso del beneficio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez C.; Tovar L.; García H.; Morillo F.; Sánchez P.; Girón C. y Aldonis de Farías. (2010). Evolución de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*) usando dos tipos de fermentadores. Revista científica de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente.10: 76-78.
- Camu, N., González Á., De Winter, T., Van Schoor, A. De Bruyne, K., Vandamme, P., Takrama, J., Addo, S. and De Vuyst, L. (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.[Revista en línea]. En: <http://aem.asm.org/>. [Consulta: mayo 24, 2013].
- Enríquez G. A.(1998).Beneficio del cacao. INIAP. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo N° 254. pp.11-18.
- Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists Official (A.O.A.C.). (1990). 15(2): 763-776.
- Zambrano, A., Romero, Á., Gómez, G., Ramos, C., Lacruz, M., Brunetto, G., Gutiérrez, L. y Delgado, Y. (2010). Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao criollo merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. Revista Agronomía Tropical. 60 (2): 211-219.