

**AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE FERMENTACIÓN DE ALMENDRA DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES****AUTOMATION OF A CACAO ALMOND FERMEN-TATION SYSTEM (THEOBROMA CACAO L.) FOR SMALL PRODUCERS**Rosa Paulina Córdova Bohórquez<sup>1</sup>E-mail: [rpcordova\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:rpcordova_est@utmachala.edu.ec)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1202-4064>José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>Sayda Herrera Reyes<sup>1</sup><sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.**Cita sugerida (APA, sexta edición)**

Córdova Bohórquez, R. P., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M., & Herrera Reyes, S. (2019). Automatización de un sistema de fermentación de almendra de cacao (*Theobroma cacao* L.) para pequeños productores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 149-156. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo experimental fue determinar la eficiencia del fermentador rotor de madera automatizado sobre la calidad sensorial del licor de cacao. Para iniciar con el trabajo de campo se procedió a cosechar mazorcas sanas y maduras de cacao CCN 51, obtenidas del jardín clonal en la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, luego se realizó el quiebre y desgranamiento de las mazorcas, se las trasladó a los fermentadores en baldes plásticos limpios y secos. Los métodos de fermentación empleados para las comparaciones fueron: rotor de madera no mecanizado (T1), rotor de madera mecanizado (T2), cajón de madera (T3) y presecado (T4), el trabajo experimental se efectúa bajo las mismas condiciones ambientales. Para el análisis estadístico de los datos se usó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), se aplicó un ANOVA, en los resultados obtenidos se estableció que existe diferencia estadística entre los tratamientos.

**Palabras clave:** Cacao, fermentación, automatización, presecado, perfil sensorial, costo beneficio.

**ABSTRACT**

The objective of this experimental work was to determine the efficiency of the automated wood rotor fermenter over the sensory quality of cocoa liquor. To start with the fieldwork, healthy and mature cocoa pods of CCN 51 were harvested, obtained from the clonal garden at the Santa Inés Farm of the Technical University of Machala, then the breaking and shelling of the ears was carried out, they were moved to fermenters in clean and dry plastic buckets. The fermentation methods used for the comparisons were: non-mechanized wood rotor (T1), mechanized wood rotor (T2), wooden box (T3) and pre-dried (T4), the experimental work is carried out under the same environmental conditions. For the statistical analysis of the data the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program was used, an ANOVA was applied, in the results obtained it was established that there is a statistical difference between the treatments.

**Keywords:** Cocoa, fermentation, automation, presecado, sensory profile, cost benefit.

INTRODUCCIÓN

La producción de cacao ha logrado impulsar y ayudar al desarrollo de la economía de los ecuatorianos, este producto genera ingresos a las familias campesinas en especial de las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y El Oro, que son las zonas más productivas de cacao en el Ecuador. Los métodos de fermentación más utilizados en el medio son: montón, sacos de yute, balde plástico y caja de madera de puede ser de un nivel o tipo escalera.

En la mayoría de los casos los fermentadores son contruidos a base de madera porque este material avala que los granos de cacao posean buena calidad, buen olor, color y estética, pudiéndose diferenciar de los otros granos por su tamaño y forma.

Ecuador es un país dotado de abundante biodiversidad esto se debe a sus características geográficas únicas, debido a estas características se ha convertido en el máximo productor y exportador de cacao fino de aroma, este cacao es reconocido a nivel mundial por su aroma, sabor y demás características organolépticas de alta calidad, características que se ven amenazadas por el manejo deficiente de la post cosecha.

El cacao arriba o cacao fino de aroma de Ecuador en los últimos tiempos presenta problemas en los procesos de postcosecha, durante la fermentación y secado que atentan contra esas características organolépticas únicas lo que perjudica el prestigio del cacao ecuatoriano en el mercado internaciona. Sí, durante el proceso de fermentación no se cumplen todos los pasos a detalle la calidad del cacao disminuirá. Con el empleo y estandarización de técnicas y tecnologías adecuadas se puede reducir las pérdidas de calidad de los granos.

Se aspira lograr ofrecer a los productores de cacao un sistema de fermentación diferenciado, que le ayude a perfeccionar la calidad de los granos y pasta de cacao con el único objetivo de que Ecuador siga liderando la lista de los mejores exportadores de cacao fino de aroma y los productores obtengan mejores ganancias. El usar un rotor de madera automatizado como método de fermentación permitirá aumentar la calidad de los granos y licor de cacao, este resultado se lo verificó con análisis físicos y sensoriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en el jardín clonal de cacao perteneciente a la granja experimental “Santa Inés” de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la Avenida Panamericana

Km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El cambio, cantón Machala, provincia de El Oro.

**Variables analizadas.** Las variables analizadas fueron: Temperatura, Índice de grano, Porcentaje de cascarilla o testa, Porcentaje de fermentación, Calidad del licor de cacao.

Para el estudio experimental se establecieron 4 tratamientos, Tabla 1.

Tabla 1. Métodos de fermentación a utilizar en la comparación de la eficiencia del método de rotor automatizado, la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala.

Tratamientos	Método de fermentación.
T1	Rotor no mecanizado
T2	Rotor mecanizado
T3	Cajón de Madera
T4	Presecado

Se inició cosechando mazorcas sanas y maduras de cacao CCN 51, del jardín clonal en la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, se efectuó el quiebre y se desgranó manualmente

las mazorcas se las colocó en un balde plástico seco y limpio. Para luego ser trasladadas a los fermentadores. Los métodos de fermentación empleados fueron: rotor de madera no mecanizado, rotor de madera mecanizado, cajón de madera y presecado, todos elaborados de Laurel. En cada uno de los fermentadores se colocó 25 libras de cacao fresco.

La fermentación en cada uno de los métodos duró 3 días. La remoción y toma de temperatura se efectuó cada 24 horas, desde que se dio inicio a la fermentación. Las almendras fermentadas fueron colocadas en marquesinas de malla plástica, secándose bajo una cubierta de plástico, expuestas al aire natural, hasta que la humedad de las semillas alcanzará entre el 7- 8 % de humedad. La remoción de los granos en las marquesinas se efectuó una vez cada 24 horas.

Una vez que las semillas estuvieron completamente secas se las almacenó en fundas plásticas con sus respectivas etiquetas. Para proceder a las pruebas de cortes o pruebas físicas de calidad que se llevaron a cabo en el laboratorio de Genética Vegetal de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. En cuanto al análisis sensorial de los granos de cacao fue efectuado en el laboratorio de calidad de cacao y café, perteneciente a la estación experimental de Pichilingue del INIAP, en la ciudad de Quevedo- Los Ríos.

**Diseño experimental,** El diseño experimental empleado en este trabajo fue un diseño completamente al azar (DCA), ejecutado en un entorno homogéneo.

### Medición de las variables

Temperatura.

Esta variable fue medida a las 24, 48 y 72 horas de haber iniciado el proceso fermentativo, a una profundidad de 10 cm, se utilizó un termómetro de mercurio.

Índice de grano (IG).

No es más que el peso promedio de una almendra de cacao seco, expresado en gramos. Para poder medir este se índice se tomaron 100 granos de cacao al azar de cada tratamiento. Se determinó usando la siguiente Ecuación empleada por Moreno & Sánchez (1989):

$$IG = \frac{\text{Peso en gramos de 100 almendras fermentadas y secas}}{100}$$

Porcentaje de cascarilla o testa. Para determinar el porcentaje de cascarilla se pesa 30 almendras de cacao secos y fermentados tomados al azar. De cada uno de los tratamientos. Se emplea la siguiente ecuación usada por Moreno & Sánchez (1989):

$$\% \text{ de cascarilla} = \frac{\text{Peso de cascarilla} \times 100}{\text{Peso de 30 almendras}}$$

Porcentaje de fermentación. Para determinar el porcentaje de fermentación se procedió a efectuar la “prueba de corte”, la que consiste en hacer un corte longitudinal a los granos de cacao fermentado y seco. 100 granos escogidos al azar de cada tratamiento. La evaluación de los granos de basó en la tabla de clasificación de almendras secas de cacao por el grado de fermentación. (Ver Anexo 2). Para obtener el total de fermentación se sumó los porcentajes de granos bien fermentados y ligeramente fermentados.

Para calcular el porcentaje de fermentación se empleó la siguiente ecuación (Colombia. Federación Nacional de Cacaoteros, 2004):

$$\%F = \frac{(NF) \times 100}{100\text{granos}}$$

Dónde:

%F: Grado de fermentación en porcentaje

NF: Número de granos fermentados.

El cálculo de porcentaje para granos defectuosos se lo determinó con las siguientes ecuaciones usadas por Quintana, Gómez & García (2015):

Granos defectuosos:  $\%D = \%V + \%Dh + \%Pz + \%AG$

Granos violáceos:  $\%V = \frac{(\# \text{granos violáceos}) \times 100}{100 \text{granos de la muestra}}$

Granos mohosos:  $\%Dh = \frac{(\# \text{granos infectados por hongos}) \times 100}{100 \text{granos de la muestra}}$

Granos pizarrosos:  $\%Pz = \frac{(\# \text{granos pizarrosos}) \times 100}{100 \text{granos de la muestra}}$

Granos germinados:  $\%AG = \frac{(\# \text{granos germinados}) \times 100}{100 \text{granos de la muestra}}$

Calidad de la pasta de cacao. El análisis de esta variable fue efectuado en el laboratorio de calidad de cacao y café, perteneciente a la estación experimental de Pichilingue del INIAP, en la ciudad de Quevedo- Los Ríos. Para la prueba se requirió 500 gr de caca uno de los tratamientos de granos beneficiados, con lo que se procede a elaborar el licor de cacao. Primero los granos pasan por un proceso de torrefacción a una temperatura de 112°C por el lapso de 12 minutos. Luego se las enfría al ambiente para proceder con el descascarillado manual. Después se trituran las almendras en un molino y se obtienen nibs de 1 a 3 mm, se procede a la molienda fina para la obtención de una pasta refinada. Cada una de las muestras son puestas en refrigeración con sus respectivas etiquetas de identificación. Para iniciar con la evaluación de las muestras deben ser sometidas a temperaturas entre 40 a 45°C. Cuando se realiza la captación de la muestra los evaluadores deben colocar una capa uniforme de la muestra sobre sus lenguas con ayuda de una cuchara plástica. Luego de unos segundos se determina las características y propiedades específicas de cada una de las muestras.

Antes de continuar con la degustación de ora muestra los evaluadores deben agua y/o comen galletas con el fin de eliminar sabores remanentes de las muestras ya evaluadas. La escala que se usa para calificar la captación del licor de cacao es: 1=Normal, 2=Bueno y 3=Excelente. Los sabores del licor de cacao se conocen los básicos y los específicos. Entre los sabores básicos están: Amargor, Acidez, Astringencia y Verde/crudo. Entre los sabores específicos se encuentran: Cacao, Floral, Frutal, Nuez y Caramelo.

Análisis de datos. Para el respectivo análisis estadístico de los datos se usó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), primero se

efectuó una verificación de la normalidad y homogeneidad de la muestra usando la prueba de Kolmogorov, después de efectuar la prueba se verificó que la muestra tiene una distribución normal y homogénea. Por esta razón se procede a usar una prueba paramétrica para el análisis estadístico de los datos, en este caso se usó la prueba de ANOVA de una vía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se observa el nivel de significancia que existe entre las temperaturas registradas a las 24, 48 y 72 horas y se establece que existe diferencia estadística entre los tratamientos.

Tabla 2. Resultados del ANOVA de una vía una de la variable temperatura tomada a las 24, 48 y 72 horas, en los diferentes tratamientos evaluados.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TEMPERATURA A LAS 24 HORAS	Entre grupos	649,250	3	216,417	36,044	,000
	Dentro de grupos	120,083	20	6,004		
	Total	769,333	23			
TEMPERATURA A LAS 48 HORAS	Entre grupos	210,542	3	70,181	7,632	,001
	Dentro de grupos	183,917	20	9,196		
	Total	394,458	23			
TEMPERATURA A LAS 72 HORAS	Entre grupos	309,000	3	103,000	7,241	,002
	Dentro de grupos	284,500	20	14,225		
	Total	593,500	23			

La figura 1 muestra que la temperatura más alta registra a las 24 es la del T1 que supera los 30 °C y se lo puede considerar como el mejor tratamiento según la información proporcionada por Gutiérrez Correa (2012), que menciona que la temperatura debe superar los 30°C en las 24 horas iniciales para obtener las características organolépticas deseadas de los granos. A las 48 horas la temperatura tiende a aumentar en todos los tratamientos, el tratamiento con mayor temperatura es el T1, según Gutiérrez Correa (2012); y Ortega (2017), la temperatura aumenta a las 48 debido a la actividad microbiana y las reacciones químicas que se dan como es la transformación del alcohol a ácido acético y del ácido acético a dióxido de carbono. Por otra parte, Álvarez, Tovar, García, Morillo, Sánchez, Girón & De Farias (2010), menciona que es necesario el aumento de temperatura para que el embrión muera, y se forme los aromas y sabores característicos del cacao. A las 72 horas la temperatura en los tratamientos tiende a disminuir el tratamiento con menor temperatura es el T3, Ortega (2017), explica que la disminución de temperatura es debido al decrecimiento de la actividad microbiana.

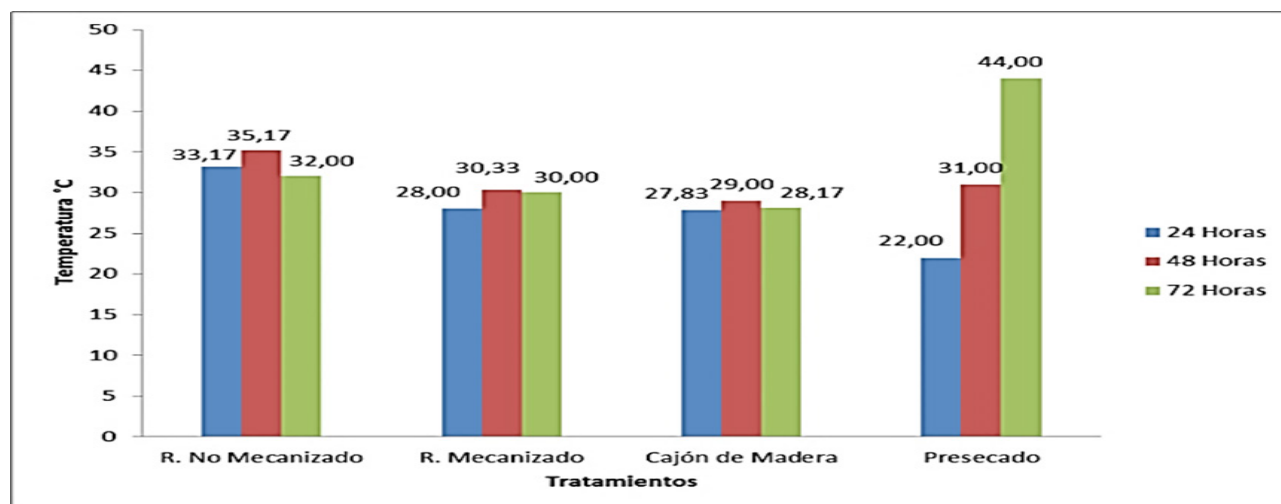


Figura 1. Diferenciación de la temperatura entre cada uno de los tratamientos durante el proceso de fermentación.



Prueba física o prueba de corte.

En la tabla 3 se observa el nivel de significancia que existe entre los resultados de la prueba de corte como son el índice de grano, porcentaje de cáscara y porcentaje de fermentación de los granos de cacao entre los tratamientos evaluados y se establece que existe una diferencia estadística entre los tratamientos.

Tabla 3. Resultados del ANOVA de una vía de los resultados de la prueba de corte y los diferentes tratamientos evaluados.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ÍNDICE DE GRANO	Entre grupos	1,086	3	,362	25,278	,000
	Dentro de grupos	,587	41	,014		
	Total	1,673	44			
ÍNDICE DE CASCARA	Entre grupos	261,056	3	87,019	6,501	,001
	Dentro de grupos	548,833	41	13,386		
	Total	809,889	44			
FERMENTACIÓN BUENA	Entre grupos	33691,550	3	11230,517	141,710	,000
	Dentro de grupos	3249,250	41	79,250		
	Total	36940,800	44			
FERMENTACIÓN MEDIA	Entre grupos	11954,950	3	3984,983	35,470	,000
	Dentro de grupos	4606,250	41	112,348		
	Total	16561,200	44			
FERMENTACIÓN TOTAL	Entre grupos	561,500	3	187,167	70,727	,000
	Dentro de grupos	108,500	41	2,646		
	Total	670,000	44			
ALMENDRAS PIZARROSAS	Entre grupos	966,550	3	322,183	45,827	,000
	Dentro de grupos	288,250	41	7,030		
	Total	1254,800	44			
ALMENDRAS VIOLETAS	Entre grupos	22,061	3	7,354	5,921	,002
	Dentro de grupos	50,917	41	1,242		
	Total	72,978	44			
ALMENDRAS MOHOSAS	Entre grupos	22,061	3	7,354	5,921	,002
	Dentro de grupos	50,917	41	1,242		
	Total	72,978	44			

Como se puede observar en la figura 2, el índice de grano más alto lo obtuvo el T3, mientras que el T2 y T1 obtuvieron una media muy similar. Al comparar los resultados obtenidos podemos declarar que los valores están dentro de los rangos establecidos por Vera, Vallejo, Párraga, Macías, Ramos & Morales (2015), quién señala que el índice de grano de cacao arriba debe estar comprendido entre 0,76 y 1,89 gr. Por otra parte, Ruiz, Mera, Prado & Cedeño (2014), declara que el índice de grano del cacao ecuatoriano es de 1,26 granos. Al comparar nuestros resultados con la tabla de calidad de las normas INEN Ecuador, podemos establecer que los granos evaluados están dentro de la categoría A.S.S.P.S (Arriba Superior Summer Plantación Selecta).

En la figura 3, se aprecia también el porcentaje de cáscara en donde el T2 obtuvo un porcentaje más elevado comparado con el T3 y el T1. Aunque todos tendrían una diferencia muy elevada si se compara los resultados obtenidos con los que establece (Ruiz, et al., 2014) donde menciona que en el mercado internacional el máximo porcentaje de cáscara permitido es del 12%. Los granos que se han evaluados estarían en desventaja. Esta desventaja es corroborada por Amores, Palacios, Jiménez, & Zhang (2009), quien explica que cuando se obtiene un porcentaje elevado de cáscara, esta se convertiría en una pérdida económica muy puntual, debido a que el rendimiento de nibs es muy bajo al momento de retirar la cáscara. En la tabla de las normas INEN para Ecuador no se establece un porcentaje de cáscara, por lo que no se puede comparar los resultados.

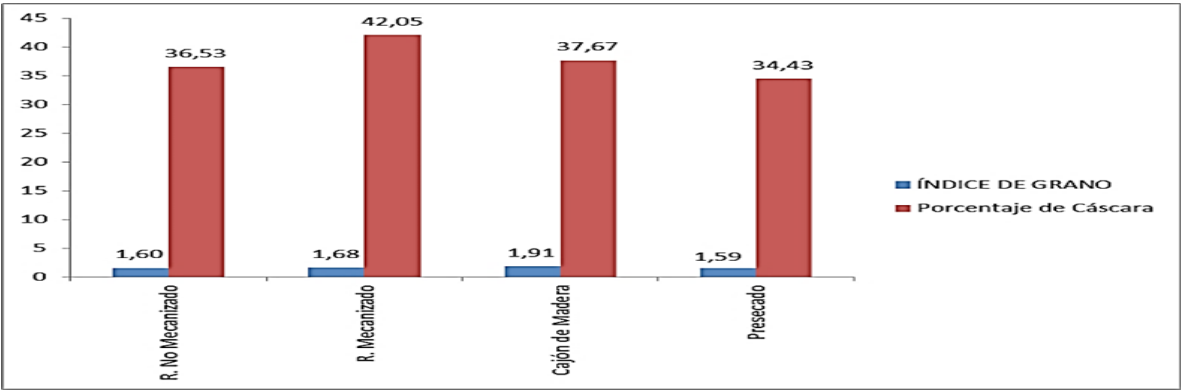


Figura 2. Variación del índice de grano y porcentaje de cáscara de los tratamientos durante el proceso de fermentación.

El T1 obtuvo el 97% de fermentación total al igual que el T2 y muy similar el T4 el porcentaje de fermentación total más bajo es el que alcanzó el T3 del 93% como se aprecia en la figura 3.

Estos porcentajes de fermentación son bastante aceptables según Ruiz, et al. (2014), quien menciona que el porcentaje mínimo de fermentación total para obtener los beneficios del cacao es del 75%. Los granos de cacao evaluados están muy por encima del mínimo requerido según el autor antes mencionado, por lo que si estos valores son comparados con como la tabla de normas INEN este cacao alcanzaría categoría A.S.S.P.S (Arriba Superior Summer Plantación Selecta).

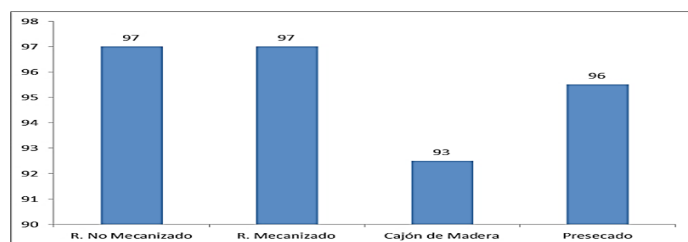


Figura 3. Diferenciación de la fermentación total de los tratamientos durante el proceso de fermentación.

En la figura 4 se aprecia que los únicos tratamientos que mostraron presencia de almendras pizarrosas son el T3 que obtuvo un 2% y el T4 con el 12%. Según Rivera, et al. (2012), la presencia de almendras pizarrosas se debe a factores como la madurez de las mazorcas cosechadas, al método de fermentación y a la insuficiente de la remoción. La presencia de almendras pizarrosas no se atribuye al tiempo de fermentación, lo que resulta contradictorio con lo que menciona Amores, et al. (2009), quien menciona que las almendras pizarrosas se deben cuando los tiempos de fermentación son muy cortos. Al comparar los resultados con la tabla de requisitos de las normas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006) coloca al cacao evaluado dentro de la categoría de A.S.S.P.S Arriba Superior Summer Plantación selecta.

El porcentaje de almendras violetas se aprecia en la figura 4, en donde se observa que el T3 obtuvo un 1% y el T4 un 15%. La diferencia que obtuvo este tratamiento nos indica que el método de fermentación interviene en la presencia de almendras pizarrosas, esto se debe al no haber una oportuna aireación, lo que provoca una fermentación incompleta esto según lo señalado por Jiménez, et al. (2011), y que también menciona que la presencia de almendras violetas se da cuando la fermentación es limitada y no se producen las reacciones químicas como la oxidación de los polifenoles.

Los tratamientos de T3 y T4 son lo que registraron presencia de almendras mohosas. Según, Jiménez, et al. (2011), menciona que la presencia de almendras mohosas se da debido a la sobre fermentación, a que las almendras son almacenadas con un alto grado de humedad y/o por el inadecuado manejo del proceso de secado que se vuelve deficiente o muy lento. El sabor que se obtiene de estas almendras es desagradable (Figura 4).

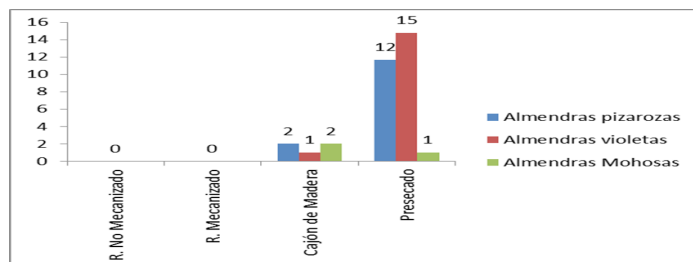


Figura 4. Diferenciación del porcentaje de almendras pizarrosas, violetas y mohosas de los tratamientos evaluados durante el proceso de fermentación.

Calidad sensorial de los granos de cacao. La figura 5 muestra que el T4 es tratamiento en el que más sobresalen los sabores básicos esto es corroborado por Jiménez, Tuz, Quevedo & García (2018) quien menciona que al efectuar el presecado de los granos la calidad sensorial aumenta en el cacao CCN 51 el cual es considerado un cacao de baja calidad. El sabor a cacao es más elevado en los granos del T1 y T2 esto sabor está presente cuando el cacao es correctamente fermentado y tostado según lo mencionado por Ascrizzi, Flamini, Tessieri & Pistelli (2017). El T3 es el tratamiento en que no se encontraron presencia de estos sabores. Liendo (2015), afirma que los aromas y sabores característicos del cacao se dan por las reacciones enzimáticas durante el manejo de postcosecha.

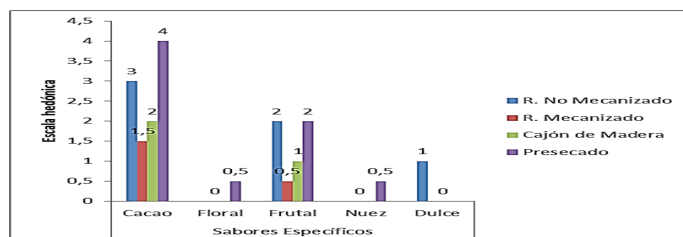


Figura 5. Diferenciación de las calificaciones obtenidas en los sabores específicos en cada tratamiento.

En la figura 6, se observa que el T4 obtuvo la menor incidencia de sabores básicos esto se corrobora con la Agencia de noticias UNAL (2017), quien menciona que el proceso de presecado disminuye la presencia de microorganismo que pueden sobre fermentar al grano. En los T1, T2 y T3 hubo una alta presencia de estos sabores básicos en especial en T2 (Vera, et al., 2015) establece que estos sabores

están presentes en proceso de fermentación con algún grado de deficiencia lo que da como resultados sabores de amargor, acidez y astringencia esta situación limita que sabores y aromas de interés se expresen, lo mencionado es corroborado por Solórzano, Amores, Jiménez, Nicklin & Barzola (2015), que menciona que calidad y las características sensoriales de los granos son influidas por los procesos de fermentación.

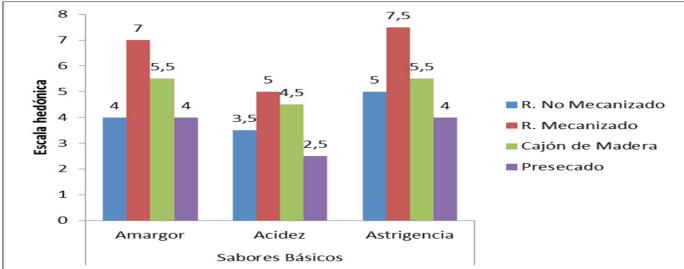


Figura 6. Diferenciación de las calificaciones obtenidas en los sabores básicos en cada uno de los tratamientos evaluados.

Los sabores adquiridos se los puede observar en La figura 7, en donde se aprecia que el T3 es que más refleja estos sabores, mientras que el T1, T2 y T4 presentan un nivel aceptable de sabores verde/ crudo además de mohoso, estos sabores son típicos de los granos que no han tenido un buen proceso de fermentación o de secado, también se hacen presente cuando existe una sobre fermentación de los granos, el aroma de moho es muy similar a aromas de bosques, musgos o pan viejo.

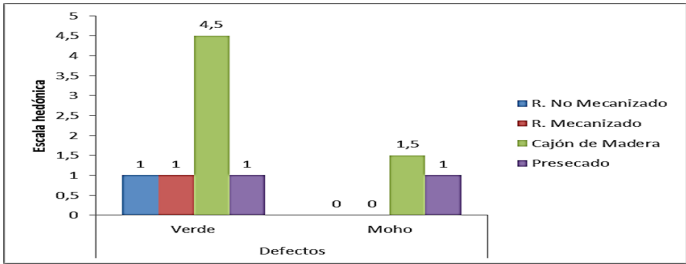


Figura 7. Diferenciación de las calificaciones obtenidas en los sabores adquiridos en cada uno de los tratamientos.

### Análisis Costo Beneficio de los Tratamientos.

En la tabla 4, se puede comparar los ingresos de los tratamientos evaluados y se observa que entre el tratamiento de T2 tiene un ingreso de 136 USD muy parecido al T4, aunque este último presenta una ventaja al presentar un costo de inversión más económico. Sí se compara al T1 y T2 el ingreso marginal es de 20 USD lo que representa un ingreso superior para el agricultor que se no lo gana porque no conoce y no invertir en la implementación del método de fermentación, además de que el T2 presenta una ventaja al no prescindir de un jornal que lo manipule durante todo el proceso de fermentación. Al observar los resultados del T3 se observan ingresos menores al de los otros tratamientos, esto se da porque los granos de cacaos obtenidos son de baja calidad y no son muy comerciales.

Tabla 4. Análisis de costo y beneficio de los métodos de fermentación evaluados durante el trabajo experimental.

Rublos	Tratamientos.			
	R. No Mecanizado	R. Mecanizado	Cajón de Madera	Presecado
<b>Costos</b>				
Inversión inicial (\$)	250,00	325,00	40,00	255,00
Mano de obra (\$)	20,00	0,00	20,00	20,00
Mantenimiento (\$)	5,00	5,00	5,00	5,00
Total costos	275,00	330,00	65,00	280,00
<b>Beneficios</b>				
Cacao fresco (Kg)	45	45	45	45
Cacao Seco (Kg)	34,00	40,00	31,00	40,00
Fermentación total (%)	97,00	97,00	92,50	95,5
Precio del cacao (\$/Kg)	3,4	3,4	3,15	3,25
Total de ingresos	116	136	98	130

### CONCLUSIONES

En las pruebas físicas los tratamientos T1 y T2 muestran resultados muy parecidos, pero al ser comparado con el T3 y T4 se haya una diferencia entre los índices de grano, el T3 tiene el mayor índice de grano y menor porcentaje de cáscara, aunque no se lo puede considerar el mejor tratamiento debido a que su calidad no fue la mejor debido a que hubo presencia de almendras violetas, mohosas y pizarrosas.

Al efectuarse las pruebas sensoriales se determina que T4 presenta una mayor calidad sensorial que los demás tratamientos. Los T1 y T2 muestran mucha similitud entre ellos, mientras que el T3 es el tratamiento que presento la calidad sensorial más baja.

El T2 tiene el costo de inversión más alta, pero, es justificable debido a que muestra los ingresos más altos y presenta la ventaja de no requerir jornal para su manipulación permanente los que disminuye sus costos de producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Noticias UNAL. (2017). Fermentación del cacao mejora con presecado. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., & De Farias, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10 (1), 76-87. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>
- Amores, F., Palacios, Á., Jiménez, J., & Zhang, D. (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeraldas. *Boletín Técnico*, 135. Quevedo: INIAP.
- Ascrizzi, R., Flamini, G., Tessieri, C., & Pistelli, L. (2017). From the raw seed to chocolate: Volatile profile of Blanco de Criollo in different phases of the processing chain. *Microchemical Journal*, 133, 474–479. Recuperado de <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-597821e8-2fb6-3354-a6c9-26e265a5826d>
- Colombia. Federación Nacional de Cacaoteros. (2004). El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Programa de comercialización. Bogotá: FEDECACAO.
- Gutiérrez Correa, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4). Recuperado de <http://ojs.udo.edu.ve/index.php/udoagricola/article/view/3000>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0176: Requisitos de Cacao en grano. Quito: INEN.
- Jiménez, J., et al. (2011). Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. *Boletín Técnico*, 140. Quevedo: INIAP.
- Jiménez, J., Tuz, I., Quevedo, J., & García, R. (2018). resecado: su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistema*, 6(2). Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/195/224>
- Liendo, R. J. (2015). Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado Effect of the turning on the sensory profiles of the fermented cocoa. *Rev. Fac. Agron*, 32. Recuperado de [http://revfacagronluz.org.ve/PDF/enero\\_marzo2015/v32n1a20154162e.pdf](http://revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2015/v32n1a20154162e.pdf)
- Moreno, L., & Sánchez, J. (1989). Beneficio del Cacao. San Pedro Sula: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- Ortega, G. A. (2017). Evaluación del proceso fermentativo del mucílago del cacao aplicando *saccharomyces cerevisiae* para la producción de bioetanol. Quevedo: UTEQ.
- Quintana, L., Gómez, S., & García, A. (2015). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña Santanderena, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1). Recuperado de <https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/caracterizacion-de-tres-indices-de-cosecha-de-cacao-de-los-clones-ccn51-ics60-e-ics-95-en-la-montana-santandereana-colombia>
- Rivera, A., et al. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4149700.pdf>
- Ruiz, M., Mera, O., Prado, Á., & Cedeño, W. (2014). Influencia de la época de cosecha en la calidad del cacao. *Revista Espamciencia*, 5(2). Recuperado de <http://investigacion.esпам.edu.ec/index.php/Revista/article/view/121>
- Solórzano, E., Amores, F., Jiménez, J., Nicklin, C., & Barzola, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8, 37–47. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-tecnologia-quevedo/articulo/comparacion-sensorial-del-cacao-theobroma-cacao-l-nacional-fino-de-aroma-cultivado-en-diferentes-zonas-del-ecuador>
- Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., Macías, J., Ramos, R., & Morales, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21–34. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5090269.pdf>