

# **EVALUAR EL PROCESO DE MICRO - FERMENTACIÓN MEDIANTE LA VALIDACIÓN DE CURVAS DE TEMPERATURA PARA GARANTIZAR UNA CALIDAD INTEGRAL DEL GRANO DE CACAO DE LOS GENOTIPOS ICS 95, CCN 51 Y TCS 01, EN AGROSAVIA**

## **EVALUATE THE MICRO - FERMENTATION PROCESS THROUGH THE VALIDATION OF TEMPERATURE CURVES TO GUARANTEE AN INTEGRAL QUALITY OF THE COCOA BEAN OF THE GENOTYPES ICS 95, CCN 51 AND TCS 01, IN AGROSAVIA**

Lucero Gertrudis Rodríguez Silva<sup>1</sup>

*Agrosavia*

Lucas Fernando Quintana<sup>2</sup>

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia —UNAD—*

Ariel Rene Carreño Olejua<sup>3</sup>

*Agrosavia*

### **Resumen**

La cacaocultura en Colombia es considerada uno de los sistemas agrícolas más importantes. Las semillas de cacao son la materia prima en la preparación de un sin número de productos de chocolatería, sin embargo estas deben ser sometidas previamente a un proceso de fermentación y secado en los cuales se potencializa el sabor a chocolate y se forman los precursores de sabor y aroma que dan origen a las notas florales y frutales (Motamayor *et al.*, 2008). De ahí la importancia de la fermentación. El objetivo de la investigación es acondicionar procesos de microfermentación mediante la validación de curvas de temperatura para garantizar una calidad integral del grano de cacao en tres genotipos ICS 95, CCN 51 y TCS 01, seleccionados de acuerdo a su tamaño de grano y genética, investigación que se desarrollará en el Centro de Investigación La Suiza, Agrosavia. Esperando como resultados obtener las curvas de temperaturas más eficientes para el proceso de fermentación, lo que

---

<sup>1</sup> Investigadora, <https://orcid.org/0000-0001-9454-7821/> lgrodriguezsilva@gmail.com

<sup>2</sup> Docente, investigador asociado. <https://orcid.org/0000-0001-8047-2259/> lucas.quintana@unad.edu.co

<sup>3</sup> Investigador Ph.D., <https://orcid.org/0000-0001-8818-565X/> acarreno@agrosavia.co

permitirá desarrollar protocolos para la fermentación de microlotes que serán implementados en la caracterización de materiales genéticos en estudio y posteriormente ser implementados a gran escala, logrando dar valor agregado a unos de los productos de alta importancia en el país por su reconocimiento en el exterior como cacao finos de sabor y aroma (Fedecacao, 2020).

**Palabras clave:** microfermentación, cacao, calidad física y sensorial, microlotes.

### **Abstract**

*Colombia cocoa farming is considered one of the most important agricultural systems. Cocoa beans are the raw material in the preparation of a number of chocolate products, however these must be previously subjected to a fermentation and drying process in which the chocolate flavor is potentiated and the flavor precursors are formed and aroma that give rise to floral and fruity notes (Motamayor et al., 2008). Hence the importance of fermentation. The objective of the research is to condition a micro - fermentation process through the validation of temperature curves to guarantee an integral quality of the cocoa bean in three genotypes ICS 95, CCN 51 and TCS 01, selected according to their grain size and genetics, research that will be carried out at the La Suiza Research Center, Agrosavia. Hoping as results to obtain the most efficient temperature curves for the fermentation process, which will allow the development of protocols for the fermentation of microlots that will be implemented in the characterization of genetic materials under study and later be implemented on a large scale, achieving added value to one of the products of high importance in the country for its recognition abroad as fine flavor and aroma cocoas (Fedecacao, 2020).*

### **Keywords:**

*Micro fermentation, cocoa, physical and sensory quality, micro lots.*

## **1. Introducción**

Colombia se cataloga como país productor de cacao fino de sabor y aroma, reconocimiento que lo otorga la Organización Internacional de Cacao (ICCO, 2020), categoría que impacta en la implementación del

cultivo a nivel nacional. El país cuenta con una gran diversidad genética de cacao, la cual aporta a las características sensoriales; sin embargo, esta expresión sensorial se acompaña de prácticas agronómicas y de poscosecha (Perea *et al.*, 2017). El proceso de fermentación es una de las etapas más importantes de la poscosecha, que involucra la acción de dos etapas, en las cuales intervienen microorganismos (Forsyth, 1949): en primer lugar, las condiciones anaeróbicas, facilitan el crecimiento de las levaduras, posteriormente las condiciones micro aeróbicas, provenientes de los espacios creados en la degradación del mucilago, facilitan el establecimiento de bacterias ácido lácticas y finalmente, bajo condiciones aerobias, aparecen las bacterias ácido acéticas (Lima *et al.*, 2021), en este proceso de fermentación en el que actúan microorganismos se obtienen productos como el etanol, ácido acético, ácido láctico y el aumento de la temperatura hasta 50°C, haciendo que el embrión muera y se formen los precursores de sabor y aroma (Schwan & Wheals, 2010). En este proceso de fermentación actúan microorganismos termo tolerantes, en los cuales la temperatura influye en su crecimiento como en la capacidad de fermentación, este alto nivel de estrés al que se desafían las células ha hecho que se desarrollen mecanismos agroindustriales que optimicen la temperatura y que permitan mejorar la calidad de los productos (García-Ríos *et al.*, 2021).

En Colombia las fermentaciones tradicionales se realizan con mezclas de diferentes genotipos, llevando a tener interacciones entre perfiles sensoriales que no resultan beneficiosos ya que se desarrollan sabores indeseados debido a que cada genotipo, de acuerdo a su genética, necesita protocolos de fermentación diferente (Horta-Téllez, *et al.*, 2019). Estudios han demostrado que la cantidad de masa afecta el proceso de fermentación disminuyéndose los precursores de sabor y aroma (Puziah, *et al.*, 1998), sumado a que la variable de temperatura se verá afectada por la disminución de sustrato y el trabajo microbiano será menor, produciendo menor etanol y la reacción exotérmica de aumento de temperatura disminuirá (Samagaci *et al.*, 2014).

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario desarrollar un método que permita tanto la fermentación de masas pequeñas (i.e., micro lotes) como la evaluación de la calidad integral del grano de cacao. Para lo cual se plantea desarrollar un protocolo de fermentación controlada validando curvas de temperatura que permitirán establecer las condiciones óptimas de la micro fermentación. Se espera que con el desarrollo de esta investigación se aporte a la estandarización de la fermentación de micro

lotes y a la caracterización específica de los diferentes genotipos de cacao, así como también, a que en un futuro esta estandarización pueda ser extrapolada a fermentadores más inocuos, de mayor volumen y sostenibles para los agricultores, promoviendo la calidad del cacao colombiano.

## **2. Metodología (o desarrollo del tema según sea el caso)**

### **2.1 Lugar de experimentación**

El estudio se realizará en el laboratorio de química y análisis sensorial del Centro de Investigación La Suiza de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia, el cual se encuentra en las coordenadas 7 ° 22'12 " N, 73 ° 11'39 " W, km 32 vía al mar, vereda Galápagos en Rionegro - Santander.

### **2.2 Materia prima**

El desarrollo de la investigación permitirá conocer las condiciones óptimas para el desarrollo de un protocolo de micro fermentación a escala de laboratorio, tomando como base 3 materiales genéticos de cacao los cuales corresponden a TCS 01, ICS 95 y CCN 51. El TCS 01 es un material originario de Colombia seleccionado por Agrosavia, característico por su índice de grano de 3 gr/ grano y sus características sensoriales destacándose sabores a nuez, cacao y frutal (Agrosavia, s. f.). El material ICS 95 es originario de Trinidad y desarrollado por J.F mediante clonación , este material presenta índice de grano de 1,4 gr/grano; el material genético CCN 51 es un material originario de Ecuador, desarrollado por Homero Castro por medio de la clonación y se caracteriza por ser un material de lata productividad e índice de grano de 1,6 gr/ grano (Perea *et al.*, 2017).

### **2.3 Diseño experimental**

Se empleará un diseño experimental de parcelas divididas con medidas repetidas evaluando el efecto de 3 curvas de temperatura (entre sujetos) sobre el proceso de fermentación de granos de cacao de los 3 genotipos (TCS 01, ICS 95, CCN 51) (sujetos).

**Tabla 1. Curvas de temperatura y tiempo de fermentación para validación de fermentación de micro lotes bajo condiciones controladas**

<b>Día/ horas</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3 (Agrosavia, CI LA SUIZA, 2018)</b>
<b>0 horas</b>	35°C	35°C	37°C
<b>1 (24h)</b>	37°C	40°C	37°C
<b>2 (48h)</b>	40°C	44°C	37°C
<b>3 (72h)</b>	44°C	46°C	42°C
<b>4 (96h)</b>	44°C	48°C	46°C
<b>5 (120h)</b>	44°C	47°C	50°C
<b>6 (144h)</b>	44°C	47°C	46°C
<b>7 (168h)</b>	44°C	47°C	46°C

Fuente: elaboración propia.

## **2.4 Fermentación**

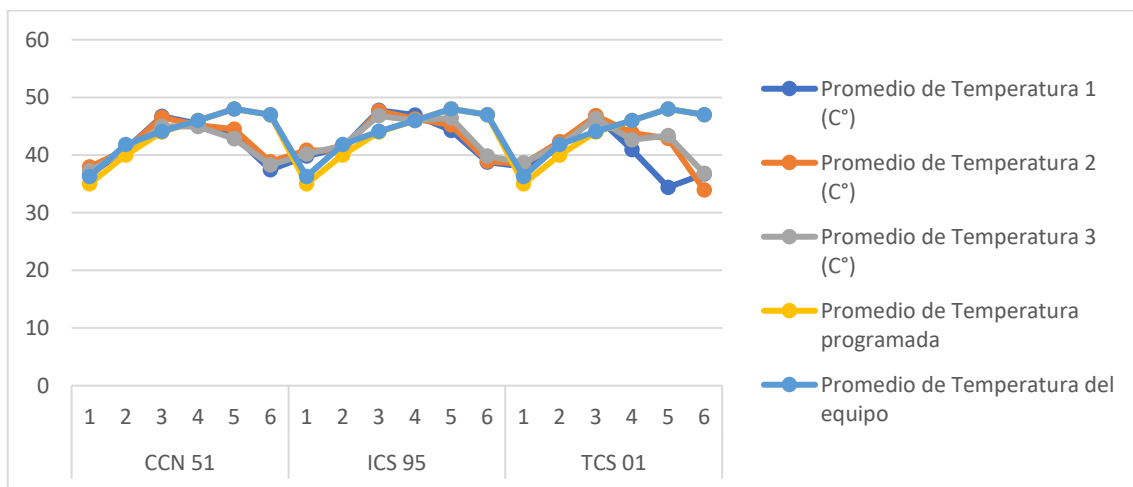
Para realizar la investigación se usó una incubadora marca Memmert modelo IN 450 de capacidad de 30 kilogramos, en el interior se ubicaron tanques cilíndricos perforados en acero inoxidable que permiten el escurrido de los lixiviados (mucilago), se ingresó la capacidad de 3.700 gr. Las remociones se realizarán cada 24 horas posterior a las 48 de inicio, el proceso se realiza de forma manual para favorecer la incorporación de oxígeno. El proceso de fermentación se lleva a cabo durante 6, durante el proceso de fermentación se realizó la toma de muestras para el análisis de pH, acidez y porcentaje de fermentación. Posteriormente se llevó a el secado natural hasta obtener el 7 % de humedad de acuerdo con la NTC 1252 y realizar los análisis de respuesta de porcentaje de fermentación en grano seco, pH, acidez y análisis sensorial.

## **3. Discusión**

El proceso de fermentación de los granos de cacao es un proceso importante para la formación de los precursores de sabor y aroma

(Nicolăescu & Popa, 2020; Predan *et al.*, 2019). Realizar este proceso de forma controlada y en micro lotes es un desafío para el desarrollo de materia prima (granos de cacao) de calidad física y sensorial. Con los resultados previos obtenidos es posible establecer si el proceso de fermentación se logra mediante condiciones controladas aportando a la calidad integral del grano.

La medición de la variable de temperatura permite concluir previamente que sí tiene un efecto sobre el proceso de fermentación, dado que la temperatura que se establece se transfiere en el grano en los primeros días, mostrando fermentación y trabajo microbiano evidenciado por el aumento de temperatura en la masa, sin embargo la implementación de la temperatura al final del proceso refleja una disminución con respecto a la propuesta como se refleja en la gráfica, esto puede darse a que el trabajo de bacterias termofílicas ha disminuido, de acuerdo a lo reportado por Deus e investigadores, que en el proceso de fermentación de cacao actual levaduras y bacterias ácido lácticas LAB, que convierten el azúcar de la pulpa en etanol y cuando se realiza los volteos, la tensión de oxígeno aumenta y el AAB produce ácido acético a partir del etanol; ambas reacciones son altamente exotérmicas, aumentando la temperatura de la masa de cacao, cuando se disminuye su colonización esta temperatura disminuye (Deus *et al.*, 2021; Quintana & García, 2021).



Gráfica 1. Comportamiento de temperatura en los granos de cacao de las variedades CCN 51, ICS 95 y TCS 01 fermentados bajo temperaturas controladas.

La medición de pH y acidez permite analizar si se realizó una fermentación adecuada dado que se ha reportado que los bajos niveles de pH que se obtiene en la fermentación activan enzimas proteolíticas endógenas, como la endoproteasa aspártica y la carboxipeptidasa que hidrolizan las proteínas de almacenamiento en aminoácidos y péptidos libres, los cuales son los responsables de originar los precursores de sabor y aroma (Spizzirri *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos de pH y acidez son similares a los de la literatura en los que se reportan en fermentaciones naturales, a los cuales se les reportan carates sensoriales específicos (Deus *et al.*, 2021), con lo anterior se concluye que la fermentación siguió un curso debido y que se espera que en la calidad física y sensorial se reflejen.

#### 4. Conclusiones

Los resultados previos permiten visualizar un proceso de fermentación adecuado logrando obtener calidad integral del grano, se espera corroborar con los análisis físicos y sensoriales.

#### Referencias

- Agrosavia, C. colombiana de investigación agropecuaria. (s. f.). *Clon de Cacao TCS 01 : Theobroma Corpoica La Suiza 01*. CORPOICA. Recuperado 18 de agosto de 2021, de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34650>
- Deus, V. L., Bispo, E. S., Franca, A. S., & Gloria, M. B. A. (2021). Understanding amino acids and bioactive amines changes during on-farm cocoa fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 97, 103776. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2020.103776>
- Fedecacao. (2020). *Producción de cacao crece un 6% durante el primer trimestre del 2020*. <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1222-produccion-de-cacao-crece-un-6-durante-el-primer-trimestre-del-2020>
- García-Ríos, E., Lairón-Peris, M., Muñiz-Calvo, S., Heras, J. M., Ortiz-Julien, A., Poirot, P., Rozès, N., Querol, A., & Guillamón, J. M. (2021). Thermo-adaptive evolution to generate improved *Saccharomyces cerevisiae* strains for cocoa pulp fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, 342, 109077. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2021.109077>

- Horta-Téllez, H. B., Sandoval-Aldana, A. P., Garcia-Muñoz, M. C., Cerón-Salazar, I. X., Horta-Téllez, H. B., Sandoval-Aldana, A. P., Garcia-Muñoz, M. C., & Cerón-Salazar, I. X. (2019). Evaluation of the fermentation process and final quality of five cacao clones from the department of Huila, Colombia. *DYNA*, 86(210), 233-239. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V86N210.75814>
- ICCO. (2020). *Cacao fino o aromatizado - Organización Internacional del Cacao*. <https://www.icco.org/fine-or-flavor-cocoa/>
- Lima, C., Vaz, A. B. M., De Castro, G. M., Lobo, F., Solar, R., Rodrigues, C., Martins Pinto, L. R., Vandenberghe, L., Pereira, G., Miúra da Costa, A., Benevides, R. G., Azevedo, V., Trovatti Uetanabaro, A. P., Soccol, C. R., & Góes-Neto, A. (2021). Integrating microbial metagenomics and physicochemical parameters and a new perspective on starter culture for fine cocoa fermentation. *Food Microbiology*, 93, 103608. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2020.103608>
- Motamayor, J. C., Lachenaud, P., da Silva e Mota, J. W., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao L.*). *PLoS ONE*, 3(10), e3311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
- Nicolăescu, T. M., & Popa, M. E. (2020). *Personalized nutrition-current trends and challenges*. LXIII(2).
- Perea, J. A., Martínez, N., Aranzazu, F., & Cadena, T. (2017). *Características de la calidad del cacao: Catálogo de 26 cultivares | Portal de Publicaciones UIS*. <https://ediciones.uis.edu.co/index.php/publicacionesuis/catalog/book/19>
- Perea Villamil, A., Perea Villamil, A., Martínez Guerrero, N., Aranzazu Hernández, F., Cadena Cala, T., & Barbosa, F. (2017). *Características de calidad del cacao de Colombia : catálogo de 26 cultivares / (Segunda ed)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Predan, G. M. I., Lazăr, D. A., & Lungu, I. I. (2019). Cocoa industry—from plant cultivation to cocoa drinks production. *Caffeinated and Cocoa Based Beverages: Volume 8. The Science of Beverages*, (pp. 489-507). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815864-7.00015-5>
- Puziah Hashim, Selamat, J., Kharidah, S., Muhammad, S., & Ali, A. (1998). Effect of Mass and Turning Time on Free Amino Acid, Sugar and Pyrazine Peptide-N Concentration during Cocoa Fermentation. *Sci*



*Food Agric*, 78, 543-550.

Quintana, L. F., & Garcia, A. (2021). *Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao*.

Samagaci, L., Honoré G. Ouattara, B. G. G., & Niamke, S. L. (2014). Capacidad de crecimiento de las levaduras potenciales cepas iniciales bajo condiciones de estrés de fermentación de cacao en Costa de Marfil. *J. Food Agric*, 26, 861-870. doi: 10.9755 / ejfa.v26i10.18114

Schwan, R. F., & Wheals, A. E. (2010). The Microbiology of Cocoa Fermentation and its Role in Chocolate Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 205-221. <https://doi.org/10.1080/10408690490464104>

Spizzirri, U. G., Ieri, F., Campo, M., Paolino, D., Restuccia, D., & Romani, A. (2019). Biogenic amines, phenolic, and aroma-related compounds of unroasted and roasted cocoa beans with different origin. *Foods*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/FOODS8080306>