



**Atributos Físicoquímicos de Granos de Cacao Fec-2 (*Theobroma Cacao* L.)  
Producidos en Norte de Santander (Colombia).**

**Physicochemical Attributes Of Fec-2 Cocoa Beans (*Theobroma Cacao* L.)  
Produced In North Of Santander (Colombia).**

**<sup>1</sup>Pedrerros-Gómez Cáterin Lizet, \*<sup>1</sup>Maldonado-Mateus Lida Yaneth, Caballero-  
<sup>1</sup>Pérez, Luz Alba**

<sup>1</sup>Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario Grupo de Investigación en Bioprocesos y Alimentos – GIBA. Kilómetro 1, vía a Bucaramanga,

\*✉ Correo electrónico: [lida.maldonado@unipamplona.edu.co](mailto:lida.maldonado@unipamplona.edu.co)  [ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4631-5211](https://orcid.org/0000-0003-4631-5211);

✉ correo electrónico: [luzcaballero@unipamplona.edu.co](mailto:luzcaballero@unipamplona.edu.co),  [ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3591-5828](http://orcid.org/0000-0003-3591-5828);

✉ correo electrónico: [caterin.pedrerros@unipamplona.edu.co](mailto:caterin.pedrerros@unipamplona.edu.co),  [ORCID: https://orcid.org/0009-0000-6830-8923](https://orcid.org/0009-0000-6830-8923).

Tel: 3102619845, Villa del rosario. Norte de Santander. Colombia

**Recibido: julio 21 de 2024; Aceptado: diciembre 02 de 2024**

## **RESUMEN**

La calidad físicoquímica de los granos de cacao desempeña un papel fundamental en la industria chocolatera. Los aspectos físicos y químicos de los granos afectan directamente la calidad, el sabor, la textura, el aroma y la vida útil del chocolate como producto final. Por lo tanto, es crucial para los chocolateros seleccionar y utilizar granos de cacao de alta calidad para obtener productos de chocolate excepcionales. El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad físicoquímica de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad FEC-2 obtenidos en la finca la Paz del municipio de

}

Chinácota, Norte de Santander (Colombia). Las muestras se tomaron de la siguiente manera: F1 (cosecha del 04.05.23) y F2 (cosecha del 12.05.23). se evaluaron las propiedades físicas (tamaño del grano, índice del grano, contenido de impurezas, porcentaje de cascarilla, humedad, rendimiento del grano, grado de fermentado, grano defectuoso) y químicas (pH, acidez titulable y cenizas). Como resultado de los análisis fisicoquímicos se encontró que las muestras F1 y F2 evaluadas respecto al tamaño del grano, índice del grano, contenido de impurezas, porcentaje de cascarilla, rendimiento del grano, grado de fermentado, pH, acidez titulable cumplen con los estándares de calidad establecidos en la normativa vigente colombiana. La muestra F1 cumple con el porcentaje de humedad, mientras que la F2 presento un valor más bajo al recomendado. Las muestras F1 y F2 respecto al grano defectuoso requieren mejoras en el proceso de beneficio del cacao, el contenido de cenizas concuerda con lo obtenido por algunos autores para este mismo clon (FEC-2).

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia Lida Yaneth Maldonado M. ✉ Correo electrónico: [lymaldonadom@gmail.com](mailto:lymaldonadom@gmail.com)

**Palabras clave:** cacao, calidad, clon FEC-2, Colombia, evaluación fisicoquímica.

## ABSTRACT

The physicochemical quality of cocoa beans plays a fundamental role in the chocolate industry. The physical and chemical aspects of the beans directly affect the quality, flavor, texture, aroma, and shelf life of chocolate as a final product. Therefore, it is crucial for chocolatiers to select and use high-quality cocoa beans to obtain exceptional chocolate products. The objective of this research was to determine the physicochemical quality of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) of the FEC-2 variety obtained at the La Paz farm in the

municipality of Chinácota, Norte de Santander (Colombia). The samples were taken as follows: F1 (harvest on 05/04/23) and F2 (harvest on 05/12/23). The physical (grain size, grain index, impurity content, hull percentage, humidity, grain yield, degree of fermentation, defective grain) and chemical (pH, titratable acidity and ash) properties were evaluated. As a result of the physicochemical analyzes it was found that samples F1 and F2 evaluated with respect to grain size, grain index, impurity content, hull percentage, grain yield, degree of fermentation, pH, titratable acidity meet the standards of quality established in current Colombian regulations. Sample F1 complies with the humidity percentage, while F2 presented a lower value than the recommended one. Samples F1 and F2 with respect to the defective bean require improvements in the cocoa processing process, the ash content agrees with what was obtained by some authors for this same clone (FEC-2).

**Key words:** cocoa, quality, FEC-2 clone, Colombia, physicochemical evaluation.

## INTRODUCCIÓN

El cacao y sus derivados representan un mercado global significativo, con un creciente interés en la calidad y origen de los granos de cacao. El grano de cacao, la semilla de forma almendrada que se encuentra dentro del fruto del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Singh & Cook, 2018), desempeña un papel fundamental en la industria chocolatera de Colombia. En los últimos años, ha habido un aumento significativo en las áreas de

cultivo y la producción de derivados en el país, consolidando su posición como un importante actor en el mercado mundial del cacao fino de aroma. Es imperativo tener un entendimiento completo de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao para garantizar la producción de chocolate de alta calidad, caracterizado por su atractivo aroma, sabor y color (Zhang *et al.*, 2009; Vera Romero *et al.*, 2017; Vera - Romero y Castellanos - Suárez, 2022). La evaluación de estos atributos no solo asegura el

} cumplimiento de los estándares de calidad de la industria, sino que también garantiza la seguridad alimentaria y la salud de los consumidores, influyendo significativamente en la dinámica del mercado. La evaluación de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao sirve para descubrir sus características inherentes y asegurarse de que cumplan con los estándares de calidad establecidos por la industria. Esta evaluación abarca medidas de parámetros como el tamaño, el contenido de humedad, la acidez y la presencia de microorganismos, entre otros.

Además, la evaluación de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y la salud de los consumidores. También influye significativamente en la dinámica del mercado. Los compradores que buscan cacao de alta calidad están dispuestos a pagar precios premium por granos que cumplan con estos exigentes estándares, lo que podría aumentar la rentabilidad de los productores locales (Loor Solorzano *et al.*, 2018).

La calidad fisicoquímica de los granos de cacao puede variar según la variedad de cacao y el lugar de origen. Un estudio realizado en Colombia, por ejemplo, encontró similitudes en el contenido de

proteína entre el cacao Criollo y otros materiales regionales de cacao colombiano, mientras que el contenido de fibra cruda variaba en diferentes materiales (Perea *et al.*, 2011).

Investigadores como Sánchez Chinchilla & Fernández Bolaños (2018), Gallego Jaimes *et al.*, (2019) y Moreno Martínez *et al.*, (2019) han evaluado la calidad fisicoquímica de los granos de cacao en varias regiones de Colombia. Han identificado factores como la acidez, el contenido de humedad y los ácidos grasos libres como determinantes críticos de la calidad del cacao. Además, han observado disparidades significativas en la calidad de los granos de cacao en las regiones estudiadas.

En Norte de Santander, muchas áreas han adoptado el cultivo de cacao como sustituto de cultivos ilícitos, lo que ha generado un interés renovado en la calidad de los granos producidos localmente. Sin embargo, a pesar de la importancia de la producción de cacao en el municipio de Chinácota, existe una escasez de estudios que evalúen la calidad fisicoquímica de los granos de cacao de esta región. Esta falta de información limita las capacidades de los productores y actores de la industria, restringiendo su capacidad para ofrecer

}  
productos de alta calidad y competir a nivel global.

Además, la evaluación de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao producidos localmente permitirá a los productores identificar debilidades e introducir mejoras en varias etapas del procesamiento de los granos. Esto maximizará su potencial para la producción de chocolate de alta calidad. Como indican Osorio Tobón *et al.*, (2019), la calidad del cacao en Colombia es variable y puede mejorarse mediante la selección cuidadosa de variedades de cacao y la adopción de prácticas adecuadas de cultivo y manejo postcosecha (Fuentes Quintana & García Jerez, 2021).

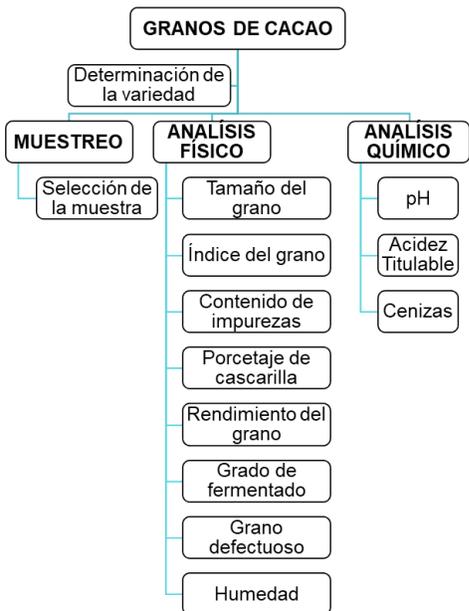
Colombia cuenta con varias normas que regulan la calidad del grano de cacao, siendo la NTC 1252:2021 la norma técnica

colombiana que especifica los requisitos y especificaciones de calidad para los granos de cacao procesados destinados al procesamiento o la comercialización. Esta norma servirá como referencia para evaluar la calidad del cacao examinado en este estudio. Este estudio se enfoca en llenar este vacío de conocimiento, evaluando los atributos fisicoquímicos de los granos de cacao FEC-2 (*Theobroma cacao* L.) producidos en Norte de Santander, Colombia, con un énfasis particular en el municipio de Chinácota. Además de contribuir al entendimiento científico de la calidad del cacao en esta región, los resultados de este estudio serán de gran utilidad para Somos Cacao S.A.S., una empresa ubicada en Norte de Santander, que busca mejorar sus procesos de producción y ofrecer productos de mayor calidad a los consumidores nacionales e internacionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao de la finca La Paz se implementó la metodología establecida en la NTC 1252, donde se tomó una muestra referencial de 2 kg netos de cada muestra de cacao, estas se rotularon con la fecha del muestreo, origen, nombre

de la finca y código de lote (Gallo Castañeda & León Vasco, 2021).



**Figura 1.** Esquema del análisis fisicoquímico

**Características físicas**

**Tamaño del grano:** Se seleccionó 100 gramos de granos de cacao, después se contaron uno a uno determinando la cantidad total y se determinó su tamaño y categoría siguiendo lo establecido en la tabla 6. Este procedimiento se realizó por y para su clasificación se tuvo en cuenta lo establecido por Gallo Castañeda & León Vasco, (2021).

**Porcentaje de cascarilla:** Siguiendo la metodología descrita por Quintana Fuentes y García Jerez, (2021), el porcentaje de cascarilla se determinó a partir de 50 granos tostados, seleccionados al azar y se hace

por triplicado (total de 150 granos), se les retiró la cascarilla y pesó la cascarilla y los nibs de cacao. Con los datos obtenidos se empleó la fórmula que se observa en la tabla 10 determinado así su porcentaje. Este procedimiento se realizó por triplicado. El contenido de cascarilla se calculará con la ecuación 3 (Gutiérrez Seijas, 2007):

$$\%Cascarilla = \frac{C}{mf} * 100$$

%C= porcentaje de cascarilla  
 C= peso de cascarilla en gramos  
 mf= peso muestra final (granos tostados) en gramos

**Índice de grano:** Se seleccionó 100 granos de cacao con cascara sin tostar de cada muestra, se pesó los granos uno por uno en una balanza analítica, para obtener el peso promedio de 100 granos (Gutiérrez Seijas, 2007); Quintana Fuentes & García Jerez, 2021) y se utilizó la ecuación 4. Se tomaron 100 granos cacao seco, y se pesaron para determinar la relación de 100 granos en 100 g. En la Tabla 1 se observa la manera de clasificación de los granos según el porcentaje de cascarilla y el índice de grano obtenido.

**Tabla 1.** Características del grano de cacao

Característica	Alto	Medio	Bajo
Cascarilla (%)	>13	11-12	<11
Índice de grano	>1.7	1.4-1.6	1.3

Fuente: Fedecacao, 2015.

**Rendimiento del grano:** Se determinó el rendimiento de los granos con los datos de los porcentajes de impurezas, cascarilla y humedad, y se empleó la ecuación X. Este procedimiento se realizó por triplicado. El contenido de impurezas en los granos de cacao se determinó a partir de una muestra de 300 gramos, los granos deben estar enteros, libres de insectos, basuras y piedras. El porcentaje de impurezas se determinó empleando la ecuación 4 según Gutiérrez Seijas, (2007). Este procedimiento se realizó por triplicado.  $\%I = \frac{(I) \times 100}{M_x}$

$\%I$  = porcentaje de impurezas.  $I$  = peso de impurezas en gramos -  $M_x$  = peso muestra total en gramos

**Rendimiento del grano:** Se determinó el rendimiento de los granos con los datos de los porcentajes de impurezas, cascarilla y humedad, y se empleó la ecuación 5. Este procedimiento se realizó por triplicado.

$$\%r = \frac{(100 - \%H - \%C - \%I)}{0,99}$$

$\%r$  = rendimiento de grano  
 $\%H$  = contenido de humedad  
 $\%C$  = contenido de cascarilla  
 $\%I$  = porcentaje impurezas

**Grado de fermentado:** Con la metodología descrita por Gutiérrez Seijas, (2007); Moreno Martínez *et al.*, (2019), se determinó el grado de fermentado de los

granos de cacao donde se seleccionó una muestra de 100 granos al azar y se ubicó en la guillotina en muestras de 25 por corte, donde se realizó un corte longitudinal y se observó el cotiledón de los granos. Posteriormente se revisó las dos mitades del grano bajo la luz de una linterna y se evaluó de acuerdo con la tabla 2. procedimiento se realizó por triplicado

**Tabla 2.** Porcentaje de granos fermentados

Color	Causa
Pizarrosas	No fermentado
Violeta, textura compacta	Baja fermentación
Violeta, textura abierta	Fermentación buena a ligeramente baja
Violeta parduzca a marrón	Buena fermentación
Marrón	Sobrefermentación

(Ecuación 6).  $\%f = \frac{(n_f) \times 100}{100 \text{ granos}}$

$\%f$  = grado de fermentación en %.  $N_f$  = número de granos fermentados

Fuente: Stevenson *et al.*, (1993).

Además, para la determinación del porcentaje de grado de fermentado de los granos de cacao se empleó la fórmula que se observa en la tabla 3 y su clasificación según su porcentaje obtenido se evaluó con lo establecido en la NTC 1252:2021.

**Grano defectuoso:** Se realizó una sumatoria total con los granos seleccionados como defectuosos del

proceso de grado de fermentado, se empleó la metodología de Gutiérrez Seijas, (2007) y se determinó el porcentaje de cada grano y realizó la sumatoria con la fórmula que se observa en la tabla 3. Este procedimiento se realizó por triplicado.

**Tabla 3.** Fórmulas para los porcentajes de granos defectuosos totales.

Para	Fórmula
<b>Grano violáceo</b>	$\%v = \frac{(\#granos\ violáceo) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Grano mohoso</b>	$\%h = \frac{(\#granos\ afectados\ con\ hongos) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Grano pizarroso</b>	$\%pz = \frac{(\#granos\ pizarrosos) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Grano germinado</b>	$\%g = \frac{(\#granos\ germinados) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Grano partido</b>	$\%p = \frac{(\#granos\ partidos) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Grano vano</b>	$\%va = \frac{(\#granos\ vanos) \times 100}{100\ granos\ de\ la\ muestra}$
<b>Sumatoria total (grano defectuoso)</b>	$\%d = \%v + \%h + \%pz + \%g + \%p + \%va$

**Humedad:** El contenido de humedad de los granos de cacao se determinó,

inicialmente moliendo la muestra y se tomó 3 gramos para agregarla en el plato de una balanza de humedad (Dexter-200, Lexus), luego se expuso la muestra a los rayos infrarrojos a 110 °C hasta alcanzar el equilibrio de peso. La diferencia entre el peso inicial y el final correspondió al agua que fue eliminada. Este procedimiento se realizó por triplicado.

### Características químicas

**pH:** Los cambios de pH de los granos de cacao se determinaron de la siguiente manera, se tomaron 30 granos de cacao seco y fermentado, se pesó y trituró la muestra, se le añadió 100 mL de agua destilada y finalmente con un pH-metro (Hanna HI 99141), se procedió a realizar la lectura del pH, este proceso se realizó por triplicado, empleando la metodología de Vera Chang *et al.*, (2015) con modificaciones.

**Acidez Titulable:** Se realizó a partir del extracto obtenido de la medición del pH tomando 10 gramos de muestra, se le añadió 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0,1N hasta que se obtuvo un pH final de 8,3. Se empleó la metodología de Espín Mayorga y Samaniego Maigua,

}  
 (2016) además se determinó su porcentaje empleando la ecuación 7:

$$\% \text{cenizas} = \frac{(P - p) \times 100}{m}$$

$$\frac{(0,064) \times (\text{Normal de NaOH}) \times (\text{mL utilizados de NaOH})}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

**Ceniza:** Se realizó siguiendo la norma A.O.A.C 942.05/90, se eliminó la humedad de los crisoles en la mufla durante 1 hora, luego se pesaron 3 gramos de cada una de las muestras, se secaron previamente empleando un mechero de Bunsen hasta que dejaron de emitir humo y posteriormente se calcinaron en una mufla (Vulcan A-550) a una temperatura de 550°C durante 4 horas, hasta que las cenizas quedaron completamente grises. Este procedimiento se realizó por triplicado. El porcentaje de cenizas se calculó mediante la ecuación 8 (Negrete Sánchez *et al.*, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de granos de cacao evaluadas son de la variedad FEC-2, estas presentan diferente tiempo de cosecha (8 días), la muestra de fecha de cosecha 04.05.2023 se tomó como F1 y la muestra de cosecha 12.05.2023 se tomó como F2.

### Características físicas

### Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar (DE) de mediciones por triplicado. El nivel de significación estadística entre las medias con un nivel de confianza del 95%, se realizó el análisis de muestras relaciones paramétricas mediante T – Student y para muestras relacionas no paramétricas Wilcoxon para determinar las diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) utilizando el programa IBM SPSS Statistics versión 25.

**Tamaño del grano:** El propósito del factor de tamaño del grano es aumentar el rendimiento del procesamiento para utilizar mejor los granos en cuanto a la producción de chocolate y manteca de cacao, además de ser un requisito importante al momento de exportar el grano. En la tabla 6 se pueden observar la cantidad promedio de granos que se

}  
 obtuvo en las muestras F1 y F2 de 100 gramos cada una.

**Tabla 6.** Valores Análisis tamaño del grano.

Muestras	Análisis
	Tamaño del grano (unidad)
F1	84,33 ± 2,52
F2	85,33 ± 1,53

Las muestras F1 y F2 analizadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ). La muestra F2 presentó una cantidad promedio (85,33 ± 1,53) mayor que la muestra F1 (84,33 ± 2,52) indicado así que F2 obtuvo mayor cantidad de granos entre su muestra de 100 gramos, determinado que el grano de la cosecha 12.05.2023 presenta granos un poco más pequeños que los de la cosecha 04.05.2023. Con lo anterior la norma NTC: 1252:2021 indica que para el número de granos de cacao de 100 gramos si es  $\leq$  (menor o igual) a 100 granos su clasificación por la cantidad obtenida es un grano de cacao Estándar o tamaño de grano normal. Determinando con esto que las dos muestras evaluadas están dentro de esta clasificación.

La determinación del número de granos de cacao en 100 gramos es importante por varias razones. De acuerdo con García Jerez et al., (2021), este dato es una medida de la calidad del grano de cacao. Un bajo número de granos en 100 gramos indica que los granos son más grandes y, por lo tanto, de mejor calidad. Por otra parte, Aldave Palacios, (2016), indica que la determinación del número de granos de cacao en 100 gramos es una herramienta importante para los productores de cacao, ya que les permite comparar la calidad de su cacao con otros productores y hacer mejoras en su proceso de producción. Además, de ser esencial para la evaluación de la calidad del cacao en el comercio internacional, donde los compradores pagan más por granos más grandes y de mejor calidad. Se obtuvo resultados similares a los reportados por Chapa Gonza *et al.*, (2022), en donde el contenido total de almendras o semillas de cacao fue de 84 para los genotipos MRC05 y JBB04.

**Índice del grano:** Al igual que el tamaño del grano el índice del grano se toma para determinar su rendimiento y

} el uso que se le dará a dicho grano en la elaboración de los productos de chocolatería. En la tabla 7 se observa el peso promedio de cada grano y peso promedio total de los 300 granos de cada una de las muestras analizadas.

**Tabla 7.** Valores Análisis del índice del grano.

Muestras	Peso de la muestra (g)	Índice del grano (g)
F1	123,39	1,27 ± 0,04
F2	133,64	1,34 ± 0,16

El índice del grano es un factor importante a la hora de realizar el tostado y el molido además de determinar para que área de producción se utilizará el grano. Se encontró que las muestras F1 y F2 analizadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Se obtuvo que el peso de la muestra y el índice del grano promedio para las muestras analizadas fue mayor para la F2 (133,64 g y  $1,34 \pm 0,16$ ) en comparación de la F1 (123,39 g y  $1,27 \pm 0,04$ ) observando así que la muestra F2 presenta granos más pequeños que la F1. De acuerdo con Fedecacao, (2015) el índice de grano colombiano es: alto  $>1,7$  g, medio  $1,4 \leq 1,7$  g y bajo  $<1,4$  g. Por lo tanto, las

muestras analizadas están clasificadas como un grano bajo ya que su peso es menor a 1,4 g, el grano bajo se clasifican como granos de tamaño mediano, los granos de este tipo de tamaño son más fáciles de procesar, ya que pueden procesarse por lotes de manera más uniforme. Esto puede conducir a una mayor eficiencia en las operaciones de procesamiento, reduciendo el tiempo y los costos asociados con la producción de chocolate. Con lo mencionado anteriormente se puede observar que el tipo de variedad difiere mucho en su tamaño de grano en comparación de estos, las muestras analizadas (F1 y F2) de la variedad FEC-2 presenta un rango de índice de grano menor que oscilo de 1,27 a 1,34, determinándolas como un grano medianamente pequeño.

**Contenido de impurezas:** Las impurezas de todo tipo de alimento deben ser descartas para no afectar la calidad del producto, es por esto que el contenido de impurezas en una muestra es importe ya que se debe eliminar correctamente. En la tabla 8 observamos el porcentaje promedio de

} impurezas calculadas para las muestras (F1 y F2).

**Tabla 8.** Valores Análisis del contenido de impurezas

Muestras	Análisis
	Contenido de impurezas (%)
F1	1,68 ± 0,30
F2	1,24 ± 0,09

Las muestras (F1, F2) analizadas si presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Para el peso de 300 gramos la muestra F1 presento mayor contenido de impurezas ( $1,68 \pm 0,30$ ) que la muestra F2 ( $1,24 \pm 0,09$ ). De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 1252, el cacao en grano debe estar libre de impurezas. En este sentido, las muestras evaluadas cumplen con este criterio, ya que su porcentaje de impurezas oscila entre el 1% y el 1,7%, manteniéndose dentro de los estándares de calidad exigidos.

De acuerdo con Escobar y Martínez Ramírez, (2018), un porcentaje bajo de impurezas en los granos de cacao implica una mayor calidad del cacao, un procesamiento más eficiente, una mayor seguridad alimentaria, un mayor valor

comercial y un ambiente de cultivo adecuado. Esto beneficia tanto a los agricultores como a los consumidores finales de productos de cacao de otra parte otros autores como Álvarez Orlando *et al.*, (2018), establecieron un perfil de calidad comercial del cacao (*Theobroma cacao* L) en función del manejo post cosecha empleado en cinco unidades de producción venezolanas ubicadas en los estados: Bolívar, Mérida, Miranda, Portuguesa y Sucre, y determinaron que el porcentaje de impurezas visibles no superan el 0,5% en todas las muestras analizadas. Con lo anteriormente mencionado se determina que, en comparación de los porcentajes de impurezas determinados por Álvarez Orlando *et al.*, (2018); Murcia-Artunduaga *et al.*, (2022) el porcentaje de impurezas para las muestras de la variedad FEC-2 fueron relativamente alta obteniendo un porcentaje que oscilo del 1,24 a 1,68.

De acuerdo con la ECA *et al.*, (2015), el alto contenido de impurezas en los granos de cacao puede deberse a varios factores, como la falta de una limpieza adecuada durante la cosecha y

} el procesamiento posterior a la cosecha, la contaminación ambiental, el almacenamiento inadecuado, la fermentación y el secado inadecuados y la presencia de impurezas en los granos de cacao pueden afectar la calidad del producto final.

**Porcentaje de cascarilla:** Este factor es muy importante porque refleja las propiedades del cacao utilizado para la producción de chocolatería. En la tabla 9 se observa el porcentaje promedio de cascarilla de 50 granos previamente tostados.

**Tabla 9.** Valores Análisis del Porcentaje de Cascarilla.

Muestras	Análisis
	Porcentaje Cascarilla (%)
F1	10,17 ± 0,22
F2	14,60 ± 1,19

Se encontró que las muestras (F1 y F2) analizadas si presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Como se puede ver en la tabla 9 la muestra de granos de cacao cosechada del 12.05.23 (F2) presentaron un porcentaje promedio ( $14,60 \pm 1,19$ ) mayor que la muestra de granos de cacao cosechada del 04.05.23 (F1)

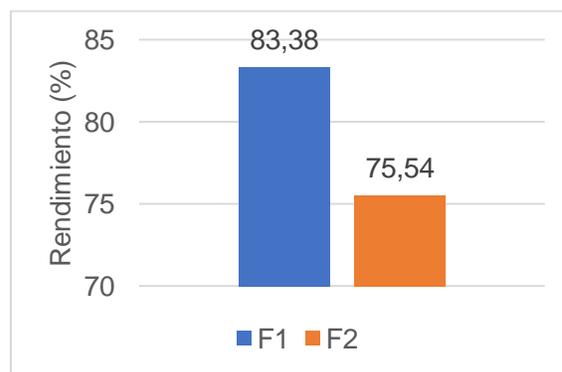
( $10,17 \pm 0,22$ ). Con base en la clasificación proporcionada por Fedecacao, (2015), que dice que el porcentaje de cascarilla se clasifica en: Alto  $> 13 \%$ , medio 11 a  $< 13 \%$ , y bajo  $> 11\%$ . La muestra F1 se ubica en la categoría de bajo contenido de cascarilla ( $>11\%$ ), mientras que la muestra F2 se ubica en la categoría de alto contenido de cascarilla ( $>13\%$ ). En un estudio realizado por Afoakwa *et al.*, (2008), reportan que la cascarilla representa del 10 al 17% del peso seco total del grano y el cotiledón representa la mayor parte del grano (86-90%) y que la cascarilla puede contener aproximadamente el 40% del total de la fibra dietaria. De acuerdo con lo anterior, los valores de contenido de cáscara promedio determinados de la variedad de cacao FEC-2 estuvieron dentro de los rangos especificados y oscilaron entre 10,17% y 14,60%.

Por otra parte, García Jerez *et al.*, (2021), determinaron el porcentaje de cascarilla de los materiales genéticos FSV 41, FEAR 5, FLE 2 y CCN 51, estableciendo así que el FEAR 5 presenta el porcentaje más alto cerca al

15% y que el genotipo FSV 41 con el 11% con el valor más bajo obtenido por las muestras, fueron resultados similares a los obtenidos con la variedad FEC-2.

**Rendimiento del grano:** Se encontró que las muestras (F1 y F2) analizadas presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ). La muestra que presentó mayor porcentaje de rendimiento fue la F1 con  $83,38 \pm 2,34\%$  mientras que la muestra F2 presentó un menor rendimiento ( $75,54 \pm 4,56$ ), obtenido una diferencia de ( $7,84 \pm 6,79$ ). Myle, (2019) indica que el porcentaje de rendimiento de un alimento siempre debe ser menor a 100%, por lo tanto, las muestras evaluadas están dentro del rango indicado ya que su porcentaje oscila del 75 al 84%.

**Gráfica 1.** Valores análisis rendimiento del grano.



Por otra parte, se obtuvieron resultados similares a los reportados por Chapa Gonza *et al.*, (2022), en donde el porcentaje de rendimiento de los granos de cacao fue, el promedio más alto de 81.22% para el CCN51 y el más bajo de 77.51% correspondiente al genotipo VVA01.

Del mismo modo Espinosa-García *et al.*, (2015) indican que el rendimiento del grano de cacao es importante para garantizar la calidad del chocolate, la productividad económica, la sostenibilidad y la eficiencia en el procesamiento. Un mayor rendimiento permite obtener una mayor cantidad de granos de cacao de alta calidad, lo que beneficia tanto a los agricultores como a la industria del cacao.

**Grado de fermentado:** El grado de fermentación el más importante factor

de la calidad del grano de cacao ya que este nos expresa la eficiencia del proceso de fermentación que se realizó a los granos. Con este análisis se determina el destino de los granos de cacao y tener un mayor conocimiento sobre la calidad final del licor de cacao obtenido de los granos. Además, el análisis verifica la sanidad de los granos de cacao.

En la tabla 10 se observa el porcentaje promedio del grado de fermentado de las muestras de granos de cacao evaluadas.

**Tabla 10.** Valores Análisis del Grado de Fermentado.

Muestras	Análisis
	Grado de Fermentado (%)
F1	53,33 ± 15,14
F2	70,67 ± 4,62

las muestras (F1, F2) no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) en el análisis de su grado de fermentado. La muestra F2 presentó un promedio de grado de fermentado mayor ( $70,67 \pm 4,62$ ) que la muestra F1 ( $53,33 \pm 15,14$ ) obtenido una diferencia entre las muestras de ( $17,33 \pm 7,42$ ). Según los requisitos fisicoquímicos para

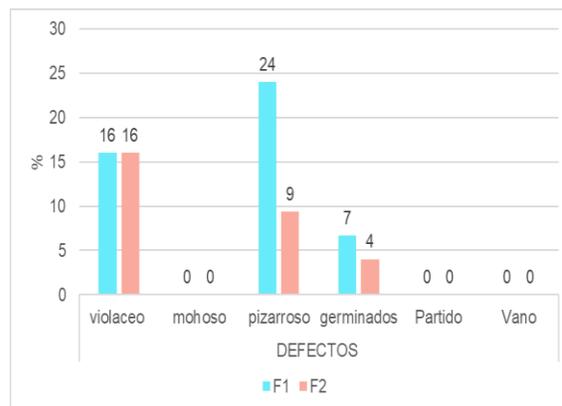
el grano de cacao establecidos en la NTC 1252:2021 la clasificación de los granos analizados es la siguiente: la muestra F1 queda clasificada como un grano corriente ya que % mínimo para esta clasificación es del 55% y la muestra F2 se clasificó como una muestra premium/especial ya que presentó un promedio mayor del porcentaje mínimo (70%) y entre mayor sea la cantidad de granos que presenten una buena fermentación mejor será su calidad. Murcia-Artunduaga *et al.*, (2022), evaluaron los granos bien fermentados/100 granos, donde determinaron que el rango de las muestras analizadas oscila entre 60 al 65%, siendo este un porcentaje menor en comparación al obtenido en la muestra F2. Los resultados obtenidos se asemejan a los presentados por Vera Romero y Mantilla Pabón, (2020) en donde el contenido promedio de granos bien fermentados fue del 70% para la muestra FEAR5.

De acuerdo con Freire Muñoz y López, (2022), el porcentaje de fermentación de los granos de cacao indica la cantidad de granos de cacao que han pasado por

} un proceso de fermentación adecuado. Un alto grado de fermentación se asocia con una mejor calidad y sabor del cacao fermentado.

**Grano defectuoso:** Este análisis va incluido en el grado de fermentado ya que se realiza en la misma prueba (prueba de corte), este factor influye en la calidad del grano como en su precio o compra del mismo, un grano con una gran cantidad de granos defectuosos no será adquirido por los compradores ya que serían pérdidas para la persona que lo adquiera y con el fin que lo adquiera. En la gráfica 2 podemos observar los porcentajes promedios de los granos defectuosos (grano violáceo, mohoso, pizarroso, germinado, partido, vano) encontrados en las muestras.

**Gráfica 2.** Análisis del grano defectuoso en la muestra F1 y F2.



Como se observa en la gráfica 2 la muestra F1 presento mayor porcentaje promedio en granos pizarrosos (24%) y granos germinados (7%), ninguna de las muestras evaluadas presentó granos mohosos, partidos o vanos. Además, las dos muestras presentaron el mismo porcentaje promedio de granos violáceo o granos insuficientemente fermentados (16%). El porcentaje promedio de los defectos evaluados en los granos de cacao (violáceo, mohoso, pizarroso, germinados, partidos y vanos) de las muestras (F1, F2) no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabla 11).

**Tabla 11.** Porcentaje promedio del total de granos defectuosos.

Muestras	Análisis
	Grano Defectuoso (%)
F1	46,67 ± 15,14

F2	29,33 ± 4,62
----	--------------

Por otra parte, en porcentaje promedio de la sumatoria total de los defectos la muestra que presento mayor cantidad promedio fue la F1 (46,67 ± 15,14) mientras que la F2 obtuvo un promedio menor (29,33 ± 4,62).

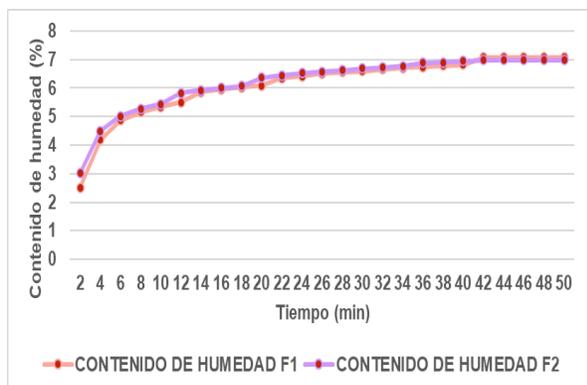
De acuerdo con las características evaluadas según lo establecido en la NTC 1252:2021, la muestra F2 se clasifica como tipo premium/especial, lo que indica que sus granos cumplen con los parámetros requeridos para esta categoría. En contraste, la muestra F1 se considera de calidad corriente, dado que su porcentaje de fermentación no alcanza los niveles requeridos para una clasificación superior.

Murcia-Artunduaga *et al.*, (2022), evaluaron los granos insuficientemente fermentados/100 granos, obteniendo un rango de 24 a 35%, grano sin fermentar con un rango de 2 a 4%, grano mohoso de 0 a 0,2%, grano germinado de 0 a 0,3%. presentando un contenido mayor de granos defectuosos que para las muestras F1 y F2. Por otra parte, Erazo Solórzano *et al.*, (2021), valoraron la

influencia de fermentadores de cacao elaborados de maderas (Guayacán Blanco, Laurel, Pino) sobre la calidad físico-químicas de las almendras de cacao variedad Trinitario y Nacional, determinaron que el contenido total de granos defectuosos fue de granos violetas 21%, granos pizarrosos superó el 12%, un contenido mayor en comparación de la variedad de cacao FEC-2 de la cosecha 04.05.23. De acuerdo con Aguilar, (2016), el grado de fermentación es indicativo de la calidad del lote. A mayor porcentaje de granos fermentados y, menor de granos violetas, pizarrosos y sobrefermentados, el sabor del cacao será de mayor calidad y agradable que se expresa como menos ácido, menos astringente y amargo o libre de sabor indeseable.

**Humedad:** El contenido de humedad es un parámetro crucial para asegurar la conservación de los granos secos de cacao y prevenir la proliferación de microorganismos, particularmente moho, así como para facilitar el almacenamiento, transporte, manejo y venta del cacao.

**Gráfica 3.** Contenido de humedad granos muestras F1 y F2.



En la gráfica 3 se observa el contenido de humedad de las muestras F1 y F2. Las muestras F1 y F2 no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) con respecto a su contenido de humedad. El promedio obtenido de la cantidad de humedad para la muestra F1 ( $7,08 \pm 0,10$ ) fue mayor que el porcentaje promedio de la muestra F2 ( $6,98 \pm 0,35$ ), según la NTC 1252:2021 el porcentaje de humedad oscila entre un rango de 7 a 7,5%, por lo tanto, la muestra que cumple con este criterio es la F1.

El porcentaje de humedad en las variedades analizadas por Murcia-Artunduaga *et al.*, (2022) tuvieron un rango que oscila de 6 a 6,2% siendo menor que los porcentajes de las

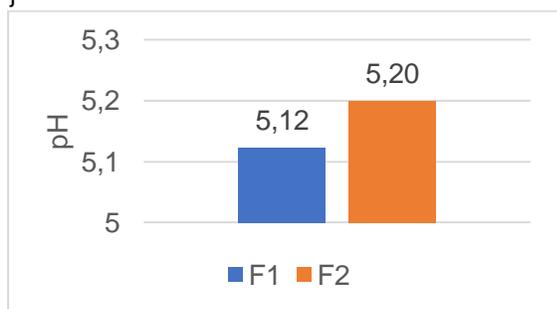
muestras (F1 y F2) de la variedad FEC-2, pero inferior al valor obtenido por García González *et al.*, (2019) que fue de un rango de 10 a 18%, superando la humedad sugerida para cacao seco del 7% NTC 1252, 2021.

De acuerdo con Aguilar, (2016) un grano de cacao con una humedad de más del 8% es propenso al crecimiento de microorganismos, especialmente hongos, lo que lleva al deterioro de la calidad. Pero también puede deteriorarse haciéndose quebradizo si la humedad es inferior al 6%. El mercado de exportación de cacao dicta que el contenido de humedad del grano debe estar entre 6,5% y 7%. Por lo tanto, siguiendo lo anteriormente mencionado las muestras analizadas están en el rango establecido para ser exportadas.

### Pruebas Químicas

**pH:** El pH es un factor importante para los granos de cacao debido que afecta la calidad y los atributos del cacao, como su sabor, aroma y textura.

**Gráfica 4.** Valor del pH de las muestras de granos.



Además, la conservación y la resistencia del cacao a enfermedades y plagas pueden verse afectadas por el pH. Como resultado, el pH es un factor crucial a tener en cuenta al producir y almacenar cacao seco.

Las muestras F1 y F2 no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Como se observa en la gráfica 4 la muestra que presentó mayor promedio de pH fue la F2 ( $5,20 \pm 0,26$ ). De acuerdo con lo indicado por Loureiro *et al.*, (2017) el pH óptimo para los granos de cacao de buena calidad debe encontrarse entre 5,0 y 5,4, indicando que un pH menor de 5,0 indican la presencia de ácidos volátiles indeseables para el desarrollo del aroma y sabor del cacao. Por lo tanto, las muestras evaluadas son clasificadas como grano de buena calidad ya que su rango oscila en los valores indicados.

Se obtuvieron resultados similares a los reportados por Andrade-Almeida *et al.*, (2019) en donde el pH de la variedad Nacional de Ecuador fue de  $5,18 \pm 0,04\%$ , para la muestra F1. En contraste con lo anterior, se obtuvieron resultados similares reportados por Chapa Gonza *et al.*, (2022) en donde el pH para los genotipos MRC05 y VVA01 fue de 5,3, mientras que para los ABL03 y MRC10 fue de 5,1.

En este mismo contexto Gutiérrez Seijas, (2020) y Ortiz de Bertorelli *et al.*, (2004), hacen referencia que un pH alto en los granos de cacao indica una mayor acidez total y puede considerarse un indicador de que el proceso de fermentación no ha terminado correctamente, lo que puede tener un impacto negativo en la calidad y el sabor final del cacao. Además, un pH alto también puede afectar el rendimiento del proceso de producción de chocolate y otros productos derivados del cacao.

**Acidez titulable:** La acidez titulable es un parámetro importante del grano de cacao debido a su asociación con el desarrollo del aroma y sabor del

chocolate, puede cambiar durante el secado y almacenamiento del grano de cacao y está relacionada con el pH del grano. Además, se utiliza para evaluar la calidad comercial de los granos de cacao. En la tabla 12 se observan los porcentajes de acidez titulable obtenidos en las muestras F1 y F2.

**Tabla 12.** Porcentaje de la Acidez de las muestras de los granos.

Muestras	Análisis
	Acidez Titulable (%)
F1	0,31 ± 0,02
F2	0,61 ± 0,01

Las muestras (F1, F2) analizadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre las medidas de acidez. En la tabla 29 se observa que la muestra F1 presentó menor porcentaje promedio ( $0,31 \pm 0,02$ ) que la muestra F2 ( $0,61 \pm 0,01$ ).

Se obtuvieron resultados similares a los reportados por Andrade-Almeida et al., (2019) en donde el porcentaje de acidez titulable de la variedad CCN-51 fue de  $0,61 \pm 0,03\%$ .

**Cenizas:** El contenido de ceniza en las muestras de cacao es un parámetro importante para determinar la calidad y origen del mismo, este puede variar debido al tipo de genotipos de cacao.

En la tabla 13 se observa el porcentaje promedio obtenido de las muestras F1 y F2 de la variedad FEC-2.

**Tabla 13.** Porcentaje de ceniza de las muestras de los granos.

Muestras	Análisis
	Cenizas (%)
F1	4,78 ± 0,45
F2	4,97 ± 0,60

No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las muestras F1 y F2 ( $P > 0,05$ ) entre las medidas de porcentaje de cenizas. En la tabla 13 se observa que la muestra F2 presentó un porcentaje promedio mayor ( $4,97 \pm 0,60$ ) que la muestra F1 ( $4,78 \pm 0,45$ ).

El contenido de cenizas fue mayor que el reportado por Chapa Gonza et al., (2022), indicado que las muestras CCN51 y VVA01, tuvieron un rango de 2.14%-3.12% respectivamente, correspondientes al menor y mayor

}  
 valor de contenido de cenizas. Pero inferior al valor obtenido por Castillo et al., (2018), que fue de 8,59%. De la misma forma Erazo Solórzano *et al.*, (2021), analizaron el contenido de cenizas obtenido un valor mínimo de 2,07% y máximo de 2,44%. Rangos demasiado bajos para los obtenido en las muestras de la variedad FEC-2 que oscila del 4 a 5%. El contenido alto del porcentaje de ceniza en los granos de cacao puede deberse a varios factores

como la variedad de cacao, la fracción polifenólica, el contenido de humedad y otros factores como la composición del suelo y las prácticas agrícolas. Según un estudio realizado por Andrade-Almeida et al., (2019) en Ecuador, se evaluaron las propiedades físicas y químicas de los granos de cacao Nacional de aroma fino y CCN 51. Donde determinaron que el contenido de ceniza en los granos de cacao varía dependiendo de la variedad.

## CONCLUSIONES

En las muestras evaluadas (F1 y F2) no se encontraron diferencias significativas en cuanto al tamaño del grano. Se encontró un mayor valor del índice del grano en la muestra F2, presentando granos más pequeños en comparación con la muestra F1.

En el contenido de impurezas, se encontró la muestra F1 con un mayor contenido de impurezas en comparación con la muestra F2, indicando que tenía menos impurezas presentes en los granos. No se encontraron diferencias significativas entre las muestras F1 y F2 en cuanto al porcentaje de cascarilla,

rendimiento del grano, humedad y grado de fermentado. Los defectos más comunes encontrados fueron granos pizarrosos y germinados. Sin embargo, ninguna de las muestras presentó granos mohosos, partidos o vanos. Se puede concluir que las muestras analizadas de granos de cacao de la variedad FEC-2 en tiempos de cosecha del 04 y 12 del 05 de 2023 cumplen con los parámetros de la mayoría de las pruebas fisicoquímica como tamaño, índice, impurezas, cascarilla, rendimiento, fermentado, humedad, pH, acidez titulable y cenizas del grano,



mientras que, en granos defectuosos, se encuentran aceptables excepto en su

porcentaje de granos germinados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, H. (2016). Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao (V. González, R. Tejada, M. T. Bardales, A. Montalván, L. Mahchi, & Chocolats Halba Honduras, Eds.). Centro de Comunicación Agrícola, de la FHIA.

Aldave Palacios, G. J. (2016). Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Álvarez Fernández, C. O., Liconte Salgado, N. D., Pérez Silva, E. E., Lares Amaíz, M. D. C., & Perozo González, J. G. (2022). Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. *Revista Crítica Transdisciplinar*, 5(1), 12–25.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6548316>

Álvarez Orlando, C., Liconte, N., Pereira, Y. del C., De Farías, G. A., Buscema, I., & Láres, M. (2018). Perfil de calidad

comercial del cacao venezolano (*Theobroma cacao* L.). *Novum Scientiarum*, 3(7), 21–32.

Andrade-Almeida, J., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1–12.  
<https://doi.org/10.29019/ENFOQUE.V10N4.462>

Arias Rodríguez, L., López Cáceres, O., & Barajas Vásquez, F. E. (2016). El cacao en Norte de Santander, oportunidades y retos. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 1(1), 17–32.  
[portaldervistas,+8.++El+Cacao+En+Norte+De+Santander+1+\(1\).pdf](portaldervistas,+8.++El+Cacao+En+Norte+De+Santander+1+(1).pdf)

Bedoya, C. (2016). Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional. (Tesis Para Optar El Título de Ingeniero de Alimentos, Corporación Universitaria Lasallista). Repositorio Corporación Universitaria Lasallista.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handl>

- [e/unal/56670/NubiaMart%C3%ADnez.2016.pdf?sequence=1.](https://doi.org/10.24054/limentech.v21i3.2935)
- Bueno-Pérez, Sandra Milena. (2023). Determinación de las propiedades ópticas y morfogeométricas de semillas de cacao tipo forastero de diversas cosechas. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 21 N° 3, Suplemento Especial. Pp: 5-20. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i3.2935>
- Cardona Velásquez, L. M. (2016). Influencia del proceso de fermentación sobre las características de calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao*) (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). <https://core.ac.uk/download/pdf/427694623.pdf>.
- Castillo, E., Álvarez, C., & Contreras, Y. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*theobroma cacao* L) Cosechados en Caucagua estado Miranda. Venezuela. *Revista de Investigación*, 45(9), 154–175. <https://www.redalyc.org/journal/3761/376160247008/html/>
- Erazo Solórzano, C., Bravo Franco, K., Tuárez García, D., Fernández Escobar, Á., Torres Navarrete, Y., & Vera Chang, J. (2021). Efectos de la fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*, 8(2), 2631–2476. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.153>
- Espín Mayorga, S., & Samaniego Maigua, I. (2016). Manual para análisis de parámetros químicos asociados a la calidad del cacao (S. Garcés Carrera, X. Cuesta Subía, & Á. Monteros, Eds.). Institución Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP).
- Freire Muñoz, D. A., & López, D. S. D. (2022). Método de fermentación y secado para el beneficio de la obtención del chocolate blanco a partir del cacao criollo (*Theobroma cacao* L), ecuatoriano. *Universidad y Sociedad*, 14(S2), 323–329. <https://orcid.org/0000-0001-5301-3225>
- Fuentes Quintana, L. F., & García Jerez, A. (2021). Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao. Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/UNAD.9786287786226>

- }  
Gallo Castañeda, Y. A., & León Vasco, A. (2021). Quinta actualización de Norma Técnica de Calidad de granos de cacao - NTC 1252:2021. <https://www.youtube.com/watch?v=Uy5xrHA1Jok>
- García González, E., Serna Murillo, A. M., Córdoba Pantoja, D. A., Marín Aricapa, J. G., Montalvo Rodríguez, C., & Ordoñez Narváez, G. A. (2019). Evaluación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y de calidad en la fermentación espontánea de granos de cacao en una unidad productiva de la unión, Florida (Valle del Cauca). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(1). <https://doi.org/10.23850/24220582.1635>
- García Jerez, A., Quintana Fuentes, L. F., & Moreno Martínez, E. (2021). Determinación del índice de grano y del porcentaje cascarilla de los genotipos de cacao regionales FSV41, FEAR5 y FLE2 y genotipo universal CCN 51. *Ingeniería y Competitividad*, 24(2), 11. <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i02.11420>
- Homem de Abreu Loureiro, G. A., Reis de Araujo, Q., René Valle, R., Andrade Sodre, G., & Moreira de Souza, S. M. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 579–587. <https://doi.org/10.19136/ERA.A4N12.1274>
- ICONTEC. (2021a). NTC 1252:2021 Cacao en grano. especificaciones y requisitos de calidad. <https://tienda.icontec.org/gp-cacao-en-grano-especificaciones-y-requisitos-de-calidad-ntc1252-2021.html>
- ICONTEC. (2021b, March 17). NTC ISO 2292:2021 Cacao en grano (muestreo). <https://tienda.icontec.org/gp-cacao-en-grano-muestreo-ntc-iso2292-2021.html>
- Loureiro, G. A. H. A., Araujo, Q. R., Sodré, G. A., Valle, R. R., Souza, J. O., Ramos, E. M. L. S., Comerford, N. B., & Grierson, P. F. (2017). Cacao quality: Highlighting selected attributes. *Food Reviews International*, 33(4), 382–405. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1175011>
- Marín Reina, C. A., Antes Vivas, J. G., & Delgado, L. M. (2018). Evaluación físico-química de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de Mosquera (Nariño), durante su proceso de fermentación y secado. <https://www.researchgate.net/publication/329>

782118 [Evaluación físico-química de granos de cacao \*Theobroma cacao\* L. provenientes de Mosquera Narino durante su proceso de fermentación y secado](#)

Moreno Martínez, E., Gavanoz Cárdenas, Ó. M., & Rangel Silva, F. A. (2019a). Evaluación de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra. *Ciencia y Agricultura*, 16(3), 75–90. <https://doi.org/10.19053/01228420.V16.N3.2019.9890>

Moreno Martínez, E., Gavanoz Cárdenas, O., & Rangel Silva, F. A. (2019b). Evaluación de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra. *Ciencia y Agricultura*, 16(3), 75–90. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9890>

Murcia-Artunduaga, K., Gasca-Torres, L., & Castañeda, M. del R. (2022). Evaluación físico-sensorial de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), región sur del Huila (Colombia). *Informador Técnico*, 86(2), 194–204. <https://doi.org/10.23850/22565035.4358>

Ortiz de Bertorelli, L., Camacho, G., & Graziani de Fariñas, L. (2004). Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano

fermentado de cacao. *Agronomía Tropical*, 54(1), 31–43. [Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2004000100003&lng=es&nrm=iso>](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003&lng=es&nrm=iso). ISSN 0002-192X.

Quevedo Guerrero, J. N., Romero López, J. A., & Tuz Guncay, I. G. (2018, April). Calidad físico-química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) Usando cinco métodos de fermentación. *Revista Científica Agroecosistemas*.

Quevedo Guerrero, J. N., Tuz Guncay, V. G., & Romero López, J. A. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) Usando cinco métodos de fermentación. *Científica Agroecosistemas*, 6(1), 115–127. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Quintana Fuentes, L. F., & García Jerez, A. (2021a). Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao. *Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 1–139. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/4852>

Quintana Fuentes, L. F., & García Jerez, A. (2021b). Evaluación integral de la calidad

- } sensorial del cacao (Sello Editorial UNAD).
- Sánchez Chinchilla, D., & Fernández Bolaños, J. (2018). Evaluación de la calidad fisicoquímica de los granos de cacao en diferentes etapas de procesamiento. *Food Science and Technology International*.
- Vera Chang, J. F., Vallejo Torres, C., Párraga Morán, D. E., Macías Véliz, J., Ramos Remache, R., & Morales Rodríguez, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de membrillo clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) En el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21–34.  
<https://doi.org/10.18779/CYT.V7I2.99>
- Vera Romero. José Manuel.; Arrieta S. Alexandre; Quintana Lucas Fernando.; García J. Alberto. (2017). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas como parámetros de calidad en la fermentación de clones de Cacao CCN51, TSC01. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-7125. Volumen 15 N° 2. Pp: 76 -86.  
<https://doi.org/10.24054/limentech.v15i2.2184>
- Vera Romero, J. M., & Mantilla Pabón, Y. T. (2020). Características sensoriales de granos y licor de cacao por un panel de jueces en entrenamiento. *Revista Sennova: Revista Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 5(1), 27–42.  
<https://doi.org/10.23850/23899573.3232>
- Vera Romero José Manuel; Castellanos Suarez Laura Johana. (2022). Evaluación de características colorimétricas y fisicoquímicas en licores de cacao variedades Santander *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 1. Pp: 66 - 76.  
<https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.3179>