

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL DEL CLON CNCh-13 DE
CACAO (*Theobroma cacao L.*) MODIFICANDO PROCESOS EN BENEFICIO, EN
LA GRANJA YARIGUIES, DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER

ANDERSON MALAVER VEGA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL EDUCATIVO A DISTANCIA
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2020

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL DEL CLON CNCh-13 DE
CACAO (*Theobroma cacao L.*) MODIFICANDO PROCESOS EN BENEFICIO, EN
LA GRANJA YARIGUIES, DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER

ANDERSON MALAVER VEGA

Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Profesional en
Producción Agroindustrial.

DIRECTOR
ALFONSO DÍAZ FONSECA
Especialista en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL EDUCATIVO A DISTANCIA
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2020

DEDICATORIA

A Dios padre gracias a ti por darme la fuerza, sabiduría, en los momentos que más lo he necesitado, gracias a ti que siempre me encaminas por el mejor sendero, que no siempre es el más sencillo pero que es el que requiero para llenarme de tu fortaleza; y porque me has dado una gran familia que siempre está conmigo incondicionalmente. A esa gran mujer que siempre está a mi lado en las buenas y en las malas, que es mi apoyo, mi gran bastón; a ella a la que le debo ser la persona que soy hoy día, que me da su consejo, me llena de aliento en los días de adversidad, me da su cariño, amor, ternura, me carga de energía positiva y siempre tiene una sonrisa para mí en cada momento, le digo una y mil veces gracias por estar y ser parte de mi vida. A mis padres les doy las gracias por darme la vida y criarme con todo el amor que un padre puede sentir por sus hijos y formar gran parte de esos valores fundamentales que me hacen la persona que soy, el estar pendiente de mí en todo mi proceso de preparación profesional. A mis hermanas que las amo con todo mi ser, quiero decirles que no cancelen sus sueños por vivir los de otros, empoderense de su vida y sean felices. A mi segunda familia Porras Portillas gracias por cada voz de aliento, apoyo e interés incondicional, los llevo en el corazón... muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

El Autor del presente documento, expresan sus agradecimientos por sus valiosos aportes, colaboración y orientación, a:

La Universidad Industrial de Santander y al Instituto De proyección y educación a distancia IPRED, por darme la posibilidad formar parte de su escuela y crecer de forma profesional.

A la Compañía Nacional de Chocolates que presto sus instalaciones en la Granja Yariguies y parte de su equipo técnico y de investigación. Y permitirme ser parte de esa gran familia y darme la oportunidad de ir creciendo en diferentes aspectos tanto profesionales como éticos.

Al ingeniero Agrónomo y docente Alfonso Díaz Fonseca, por darme la asesoría, acompañamiento y guía en el proceso de desarrollo y culminación de este proyecto de vida para crecer profesionalmente.

Gracias a quienes de modo externo directa e indirectamente me apoyaron en resolver diversos temas que se pudieron presentar, cuyos aportes se ve reflejados en este documento que hoy se presenta como trabajo final de grado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2. JUSTIFICACION.....	22
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4. HIPÓTESIS.....	25
4.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	25
4.2 HIPÓTESIS NULA	25
5. MARCO DE REFERENCIAL.....	26
5.1 MARCO HISTORICO.....	26
5.2 MARCO TEORICO	28
5.2.1 Generalidades del Cultivo.	28
5.2.2 Morfología y Fisiología del Cultivo Cacao (Theobroma cacao L.).....	29
5.2.3 Taxonomía del Cacao.....	30
5.2.4 Condiciones Agroecológicas del Cacao.....	30
5.2.5 Grupos Genéticos.	31
5.2.6 Cosecha y Beneficio del Cacao.	32
5.2.7 Objetivos de la Fermentación del Grano de Cacao	34
5.2.8 Métodos de Fermentación.	35
5.2.9 Determinación de Calidad del Grano de Cacao.....	38

6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
6.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO	42
6.2 TIPO DE INVESTIGACION.....	43
6.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	43
6.4 POBLACION OBJETIVO	43
6.5 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	45
6.6 MATERIALES Y MÉTODO	46
6.6.1 Campo	46
6.6.2 Apoyo.....	46
6.6.3 Muestras.....	46
7. RESULTADOS Y DISCUCION	50
7.1 ANÁLISIS FÍSICOS	50
7.2 CALIDAD FÍSICA.....	51
7.3 ANÁLISIS SENSORIAL	52
7.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS.....	59
8. CONCLUSIONES	64
9. RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de investigación	42
Figura 2. Granos de cacao en fermentación	47
Figura 3. Medición de la temperatura en la fermentación	48
Figura 4. Secado de las muestras	49
Figura 5. .A) Granos organizados en la Guillotina. B) Granos partidos en la guillotina.	50
Figura 6. Evaluación Física de las muestras	51
Figura 7. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T1	54
Figura 8. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T2	55
Figura 9. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T3	56
Figura 10. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T4	57
Figura 11. Resultado de Características físicas.....	60
Figura 12. Características sensoriales.....	61

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requisitos del grano de cacao NTC 1252.....	40
Cuadro 2. Diseño experimental de investigación.....	44
Cuadro 3. Resultado de Evaluación física de cada muestra antes de la prueba de corte del grano.....	51
Cuadro 4. Resultados de la evaluación física de los granos de cacao después de la prueba de corte.....	52
Cuadro 5. Descripción análisis físico de muestra T1	53
Cuadro 6. Descripción análisis físico de muestra T2	54
Cuadro 7. Descripción análisis físico de muestra T3	55
Cuadro 8. Descripción análisis físico de muestra T4	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de evaluación sensorial de licor de cacao.....	72
Anexo B. Carta de autorización por la empresa para trabajo de grado con material de su propiedad	73

GLOSARIO

CATACION: es la descripción y/o medición de características físicas y organolépticas de algún producto. Puesto que permite evaluar atributos, cualidades y defectos, se convierte en una herramienta de control de calidad al final del proceso de transformación del producto¹.

FERMENTACIÓN: proceso bioquímico mediante el cual por medio de levaduras y bacterias se desintegra el mucílago y una serie de ácidos son eliminados y modificados. Para la ocurrencia de este proceso, los granos de cacao son sometidos a altas temperaturas, provocando la muerte del embrión².

MUCÍLAGO: Los mucílagos son análogos por su composición y propiedades a las gomas; dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ella para formar una pseudo disolución gelatinosa.

PERFIL SENSORIAL: conjunto de atributos o características que pueden ser percibidas por los órganos de los sentidos y que definen la calidad de un alimento.

SABOR A CACAO: detalla el sabor típico de almendras de cacao bien fermentadas, tostadas libres de defectos, asociado a un amargor agradable parecido al que queda después de degustar café, como referencia para este sabor están las barras de chocolate, cacao fermentado/tostado.

¹Dirección municipal de la ANAP, provincia Santiago de Cuba, municipio Songo - La Maya, 2011. [En Línea] Disponible en: <https://www.ecured.cu/Cataci%C3%B3n>.

² GAVANZO, Cárdenas Oscar Mauricio. Influencia del tiempo de fermentación en la calidad física y sensorial de cuatro clones regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) con registro comercial de cultivares en el municipio de san Vicente de Chucurí, Santander, COLOMBIA. Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Instituto universitario de la paz, Escuela de Ingeniería agronómica. - Año 2016.

SABOR AFRUTADO: caracteriza licores con un sabor de fruta madura, generalmente describe una nota de aroma dulce, como cualquier fruta fresca (de cítricos, cereza).

SABOR FLORAL: caracteriza licores con un sabor de flores, casi perfumado. Probablemente se siente como químico o alcohol, medicamentos, la referencia para este sabor es el aroma lila, violeta y agua de la flor de naranja, flores de Bach.

VOLTEOS: Los volteos de la masa del cacao consisten en movilizar los granos en fermentación, de tal forma que los que inicialmente se encontraban arriba terminen abajo y los que se encontraban en el fondo se ubican en la parte superior³.

³ GUÍA 8: COSECHA, FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CACAO [En línea] Disponible en: <http://cacaomovil.com/guia/8/contenido/fermentacion>.

RESUMEN

TITULO: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL DEL CLON CNCh-13 DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) MODIFICANDO PROCESOS EN BENEFICIO, EN LA GRANJA YARIGUIES, DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER*

AUTOR: ANDERSON MALAVER VEGA**

PALABRAS CLAVE: Cacao, Fermentación, volteos, Calidad Física, Sensorial.

DESCRIPCIÓN:

Esta investigación se realizó fundamentalmente para que los resultados mostraran un procedimiento que fuera de gran ayuda para los Cacaocultores en el cual ellos de forma sencilla puedan aplicar un método para mejorar la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) ya que existe amplios factores genéticos que influyen en características de calidad como el sabor y el aroma en la poscosecha del grano, siendo en esta donde se da a lugar reacciones físico-químicas que resaltan dichos atributos. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física y sensorial del clon CNCh-13 de cacao (*Theobroma cacao* L.) modificando procesos en beneficio, en la granja Yariguies, de Barrancabermeja, Santander.

Se evaluaron 4 muestras tomadas del clon CHCh-13 de cacao (*Theobroma cacao* L.) como tratamiento incluyendo testigo, los tiempos de volteos fueron: T1 cada 48-48-48 horas, T2 48-24-48-24, T3 24-48-24-24-24, T4 48-48-24-24, para un total de 144 horas en proceso de fermentación. Se realizó un diseño experimental de bloques completamente a azar, con cuatro tratamientos incluyendo el testigo y tres repeticiones, los datos fueron analizados a través de una prueba de Shapiro-Wilk y tukey. Con variables porcentuales físicas como: humedad, fermentación, a través de pruebas de corte y sensoriales con descriptores como sabor a cacao, floral, frutal, nuez, etc.

De acuerdo al análisis estadístico y paramétrico el cual arrojó que no hay un grado de significancia entre los tratamiento a nivel de fermentación y prueba sensorial, pero siendo T1 (testigo) el más alto en cuanto al índice de grano, se determina que es el más indicado para aplicar en un proceso de beneficio del clon CNCh-13 y confirma la hipótesis nula.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional Educativo a Distancia. Profesional en Producción Agroindustrial Director: Alfonso Díaz Fonseca. Especialista en Ingeniería Ambiental.

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF THE PHYSICAL AND SENSORY QUALITY OF THE CACAO CNCh-13 CLON (*Theobroma cacao* L.) MODIFYING PROCESSES IN BENEFIT, IN THE FARM YARIGUIES, DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER*

AUTHOR: ANDERSON MALAVER VEGA**

KEYWORDS: Cocoa, Fermentation, flips, Physical Quality, Sensory.

DESCRIPTION:

This research was carried out fundamentally so that the results showed a procedure that was of great help to the Cocoa Farmers in which they can easily apply a method to improve the quality of the cocoa bean (*Theobroma cacao* L.) since there are ample genetic factors that influence quality characteristics such as taste and aroma in the postharvest of the grain, being in this where physical-chemical reactions that highlight these attributes occur. The objective of this research was to evaluate the physical and sensory quality of the CNCh-13 cocoa clone (*Theobroma cacao* L.) by modifying processes for the benefit, at the Yariguies farm, in Barrancabermeja, Santander.

Four samples taken from the cocoa CHCh-13 clone (*Theobroma cacao* L.) were evaluated as a control treatment, the turn-around times were: T1 every 48-48-48 hours, T2 48-24-48-24, T3 24- 48-24-24-24, T4 48-48-24-24, for a total of 144 hours in the fermentation process. A completely randomized experimental block design was performed, with four treatments including the control and three repetitions, the data were analyzed through a Shapiro-Wilk and tukey test. With physical percentage variables such as: moisture, fermentation, through cutting and sensory tests with descriptors such as cocoa, floral, fruity, nutty, etc.

According to the statistical and parametric analysis, which showed that there is no degree of significance between the fermentation and sensory tests, but T1 (control) being the highest in terms of grain index, it is determined to be the most indicated to apply in a process of benefit of the CNCh-13 clone and confirm the null hypothesis.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional Educativo a Distancia. Profesional en Producción Agroindustrial Director: Alfonso Díaz Fonseca. Especialista en Ingeniería Ambiental.

INTRODUCCIÓN

El cacao se ha cultivado en Colombia desde la época de la colonia, llegando a ser en un momento el principal producto agrario de exportación. Aunque actualmente el cultivo tiene presencia en casi todos los departamentos del país, la producción y el área sembrada se concentran en 11 departamentos que producen más del 90% del grano. Los principales municipios productores se localizan al centro-norte del país, especialmente en Santander, departamento que aporta más de una tercera parte de la producción; así como también en el sur del país, por ejemplo, Nariño con aproximadamente el 10% de la producción nacional.

Los sistemas productivos cacaoteros varían a lo largo del país, y pueden diferenciarse por su nivel de tecnificación, el modelo de financiación de las siembras, el régimen de tenencia de las tierras, los rendimientos obtenidos y la importancia del cultivo dentro de la economía regional y familiar. Cabe notar que además del rendimiento, un factor clave que determina la rentabilidad de los cultivos para los distintos tipos de productores es el acceso a los mercados, ya que se ha encontrado en que los márgenes pueden reducirse sustancialmente dependiendo de la distancia y facilidad de acceso desde la finca a puntos de compra y mercados de insumos⁴.

Por otra parte un factor determinante e importante dentro del proceso del cultivo de cacao, son los ciclos que se desarrollan en la poscosecha del grano, ya que existen reacciones físicas y químicas de importancia que se dan lugar después de la recolección de los frutos de la planta. La fermentación es un proceso mediante el cual la masa de cacao experimenta fases bioquímicas de manera aeróbicas y

⁴ CHARRY, Andrés; CASTRO, Llanos Fabio y NUNEZ, Castro Augusto. CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE AGRICULTURA TROPICAL; Estudio de línea base de la cadena del cacao en Colombia, Oportunidades y limitaciones para el desarrollo de la cadena, la conservación y restauración de bosques y la construcción de paz. Cali, Colombia; 2019. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-17. Disponible en: www.ciat.cgiar.org.

anaeróbicas que deben llevarse con especial cuidado; ya que del correcto desarrollo de estas fases, las cuales son precursoras de las características organolépticas de sabor y aroma en el cacao, dará como resultado un producto de excelente calidad.

“El peso de las almendras de cacao está estrechamente correlacionado con el tamaño; sin embargo, los cultivos instalados en Colombia generalmente involucran varios tipos de cacao en una misma plantación y el conocimiento del comportamiento durante el proceso de fermentación se convierte en aspectos relevantes para asegurar la calidad. El uso de diferentes tipos de cacao puede transmitir diferencias en las características sensoriales del licor de cacao y los derivados que a partir de este se produzca”⁵. Este proceso tiene crucial importancia y se ha convertido en un factor a mejorar dentro de la investigación del sector cacaotero, puesto que el cacao seco disponible de manera comercial, está orientado a la transformación; como la chocolatería, fina y artesanal, y demás sistemas de industrialización del mismo.

Por ello las exigencias de calidad presentes en el grano de cacao juegan un papel importante a la hora de la comercialización para el agricultor, ya que se deben cumplir con estrictos estándares de calidad para que su precio y rentabilidad no se vea castigado en el momento de la comercialización del producto en grano seco.

Expresado lo anterior es la razón por la que cotidianamente alianzas del sector crezca la preocupación de la calidad del grano como materia prima para la industria, además de trabajar constantemente en la búsqueda de alternativas desde la investigación del cultivo en cada una de sus etapas para lograr proporcionar una transferencia tecnológica de calidad al servicio del agricultor. Además de brindarle las herramientas necesarias para que este pueda implementar estos métodos de

⁵ GAVANZO, Cárdenas Oscar Mauricio. Influencia del tiempo de fermentación en la calidad física y sensorial de cuatro clones regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) con registro comercial de cultivares en el municipio de san Vicente de Chucurí, Santander, COLOMBIA. Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Instituto universitario de la paz, Escuela de Ingeniería agronómica. - Año 2016. p.88.

mejora continua dentro del cultivo y de esta forma hacer más rentable y sustentable su producción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia como en otros países dedicados al cultivo de cacao, han querido explotar al máximo su potencial genético, resaltando como tal su variabilidad; en búsqueda de la cualificación y caracterización de sus propiedades de sabor y aroma. Dichas características de cada material que a través de procesos agronómicos y de producción, desarrolla cualidades específicas en cada región; pese de tratarse del mismo producto. Por tal motivo en la actualidad se dispone con una variedad de materiales genéticos, marcados por características específicas dadas por su origen criollo, trinitario y forastero, pero además por las condiciones agroecológicas donde se desarrolla. Lo anterior es un indicador de apoyo importante para el desarrollo de cada selección varietal y aporta en el proceso información de gran valor.

El cacao es un producto con grandes ventajas con necesidades de suplir la demanda interna y de incrementar la exportaciones de productos de chocolatería; no obstante, la baja productividad de las plantaciones híbridas de cacao, ha afectado el desarrollo económico del sector, por lo cual, la investigación en el país está enfocada en la búsqueda de materiales productivos, resistente a enfermedades y calidad de grano aceptable en mercados nacionales e internacionales⁶.

“El material genético de cacao presenta características físicas, químicas y sensoriales diferentes, en tal sentido, materiales regionales de cacao colombiano; todos presentan diferencias significativas entre sí por lo que las características fisicoquímicas pueden servir como parámetros diferenciadores de la calidad⁷.”

⁶ PEREA, Aidé Janeth; RAMIREZ, Olga Lucia y VILLAMIZAR, Arley Rene.- Caracterización fisicoquímica de Materiales regionales de cacao colombiano.- [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-17. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a05.pdf>- ISSN: 1692-3561.

⁷ *Ibíd.* 15.

Estos granos de cacao provienen de diversos clones e híbridos presentes en la geografía nacional, como consecuencia a esto su método de propagación de las mismas en las diferentes zonas es muy diversificado. Por lo anterior y resaltada la importancia que implica la fase de fermentación de los granos de cacao, y lo que implica dentro de las cualidades de características físicas, químicas y organolépticas dentro del proceso de transformación de esta como materia prima; esta etapa implica con determinación y especial cuidado para lograr un producto de calidad.

Diversos factores influyen sobre el proceso fermentativo entre ellos destaca el tipo de cacao, las condiciones ambientales, el almacenamiento de la mazorca, así como el sistema empleado en la fermentación, el tipo de fermentador, el volumen de la masa y el volteo durante el proceso⁸

La compañía nacional de chocolates como otras instituciones que trabajan en el fomento del sector cacaotero, han colocado esfuerzos para apoyar al sector con respecto a investigación y desarrollo de nuevos materiales de alto rendimiento, los cuales se hace necesario realizar una estandarización de dicho proceso, para los materiales como el CNCh 13, desarrollado en la granja Yariguies.

Actualmente está siendo dado a disposición comercial a los Cacaocultores a nivel nacional por sus características de alto rendimiento y no cuenta con una estandarización de beneficio, de forma que se hace necesario desarrollar este proceso con el fin de mejorar los las características descriptivas del material a través del estudio de calidad del grano, y de esta forma facilitar la estandarización de protocolos en la etapa de beneficio(fermentación) y así consolidar las cualidades de calidad específicas para este material.

⁸ LLERENA, Teneda William Fabián. Universidad internacional de Andalucía.- Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. Año 2016. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-17. Disponible en: MEJORAMIENTO%20DEL%20PROCESO%20DE%20FERMENTACION%20DEL%20CACAO%20CNN15.pdf. ISBN: 978-84-7993-319-7.

Dicho lo anterior refiere la necesidad que enmarcan a los productores de cacao del país de mejorar sus procesos de beneficio, y evidencia la carencia que existe ya que no cuentan con un estándar en el proceso por material; Por lo cual realizan sus actividades de manera muy artesanal y obtiene un producto final con diferentes características, a la finalidad es castigada al momento de la comercialización del mismo.

Lo cual conlleva a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué estrategias aplicables en el proceso del beneficio de cacao se pueden implementar con la finalidad de mejorar la calidad de grano seco, y de esta forma contribuir con el proceso a los productores y a la industria chocolatera?

2. JUSTIFICACION

Colombia se encuentra entre los primeros 10 productores de cacao, alcanzando en el 2017 su mayor producción con más de 60 mil toneladas. A pesar de ello, su participación en el mercado internacional aún es pequeña con cerca del 1.3 % de la producción global⁹.

En el mundo los granos de cacao transformados, son consumidos principalmente en barras de chocolate por su alto valor energético, asimismo es usado como materia prima en confitería, productos farmacéuticos y cosméticos¹⁰.

Razón por la cual se ha catalogado como un cultivo de alto y significativo valor comercial a nivel país, además de generar altas expectativas y apoyar procesos de conversión productiva a través de programas de valor social. Con lo anterior realizar un aporte al crecimiento de la sustentabilidad de las familias cacaocultoras. Pero pese a todos estos esfuerzos de transferencia tecnológica., *En Colombia, la calidad del cacao como producto final en grano seco es baja por tener establecidas operaciones de cosecha y poscosecha con mínimo control de calidad, lo cual conduce a una heterogeneidad en el grado de fermentación (Mejía, 2000)*¹¹.

Diversos factores influyen sobre el proceso fermentativo entre ellos destaca el tipo de cacao, las condiciones ambientales, el almacenamiento de la mazorca, así como el sistema empleado en la fermentación ,el tipo de fermentador, el volumen de la masa y el volteo durante el proceso¹².

⁹ Ibíd. p.25.

¹⁰ GAVANZO. Op. Cit.

¹¹ PEDRAZA, Contreras Carlos Alberto. Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado (Bogotá), Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería, Departamento de Civil y Agrícola. 2017. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-27. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/59141/1/1032373448-2017.pdf>.

¹² LLERENA. Op. Cit.

Por lo anterior se hace necesario establecer protocolos y estándares enfocados en evaluar métodos de fermentación sobre los clones y en particular en el CNCh-13, especificando el procedimiento adecuado para el beneficio del grano de cacao; lo cual permitirá tener un resultado óptimo que resaltara sus atributos de calidad y sabor los cuales serán de gran aplicabilidad en la granja yariquies; fortaleciendo e impulsando procesos de comercialización del material genético. Teniendo como garantía el buen manejo en el proceso de beneficio que otorgue directrices valiosas para los productores y/o Cacaocultores que lleguen a la adquisición comercial del material vegetal.

Ya que los agricultores son quienes sustentan de la producción de cacao, en ellos es donde se enfoca la necesidad de evaluar y proveer el más óptimo y efectivo proceso de estas actividades de fermentación, para la producción de un grano de calidad, los que desarrollados a través de pautas específicas se verá reflejado en el valor comercial que favorece a las unidades productoras primarias que son los agricultores.

Puesto que la calidad es parte fundamental en los procesos industriales y que se vea reflejado en las materias primas; de esta forma los procesos de transformación serán más eficientes y eficaces ya que como tal serán cualificados y aceptados por estándares de calidad pertinentes en cada proceso de la cadena de la industrial.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad física y sensorial del clon CNCh-13 de cacao (*Theobroma cacao* L.) modificando procesos en beneficio, en la granja Yariguies, de Barrancabermeja, Santander

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar tres pruebas de volteos con tiempos diferentes en la fermentación del clon de CNCh-13. Con tres repeticiones de los tratamientos, tomando datos de temperatura y porcentaje de fermentación arrojadas en las diferentes pruebas.
- Determinar la influencia de las diferentes pruebas en las características físicas y sensoriales del de grano de cacao seco del clon de CNCh-13.
- Evaluar los porcentajes de reducción del peso de los diferentes tratamientos y determinar si hay diferenciación entre ellos.

4. HIPÓTESIS

4.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

La modificación en tiempos o frecuencias de volteos en la etapa de fermentación, si influyen en la calidad física y sensorial del material CNCh-13 de *cacao* (*Theobroma cacao* L.)

4.2 HIPÓTESIS NULA

Los tiempos o frecuencias de volteo en la etapa de fermentación, no influyen en la calidad física y sensorial del material CNCh-13 de *cacao* (*Theobroma cacao* L.)

5. MARCO DE REFERENCIAL

5.1 MARCO HISTORICO

En el beneficio del cacao, (*Theobroma cacao* L.), una de las etapas más importantes es la fermentación, etapa en la que ocurren las transformaciones bioquímicas en el grano que originan los compuestos precursores del aroma y sabor a chocolate. El almacenamiento de las mazorcas antes de la apertura y el desgrane así como el sistema de fermentación usado en el proceso son factores que influyen sobre la calidad del producto final (Barel, 1987; Dias y Avila, 1993; Schwan *et al.*, 1990)¹³.

González et al., son numerosas, sin embargo para el chocolate, las propiedades sensoriales únicas son quizás las más importantes. La textura, el sabor y el aroma característicos, así como un color atractivo, hacen del chocolate; el producto de cacao más popular. El camino hacia un buen chocolate comienza con el árbol de cacao, continúa en la cosecha, el beneficio y las distintas fases de procesamiento involucradas en el desarrollo del mismo. Durante estas etapas actúan diferentes factores que inciden en su calidad sensorial¹⁴.

La calidad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), depende, entre otros factores, de la variedad y del proceso de fermentación (PF), etapa necesaria para inducir los cambios bioquímicos en el grano que producen los precursores del aroma y sabor a chocolate al beneficiar el cacao (Puziah *et al.*, 1998). La metodología

¹³ GONZÁLEZ, F., L. ORTIZ DE BERTORELLI, L. GRAZIANI DE FARIÑAS, *et al.* Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Rev. Facultad de Agronomía. . [EN LINEA]: Recuperado 2019-06-27. Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%2520Tropical/at5404/pdf/torres_o.pdf.

¹⁴ GONZÁLEZ, Muñoz Yuniesky; PÉREZ, Elevina Sira y PALOMINO, Camargo Carolina- , ACTUALIZACIÓN EN NUTRICIÓN, Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate, VOL 13 - N° 4 – Año 2012, [EN LINEA]: Recuperado 2019-06-27. Disponible en: www.google.com/search?q=Factores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+delchocolate&dq=Factores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+delchocolate.

aplicada en el proceso afecta la fermentación, bien sea por el tipo de fermentador empleado (Vargas et al., 1989), el volumen de la masa (Braudeau, 1970; Puziah et al., 1998; Portillo, 2000) y volteo de los granos (Puziah et al., 1998), variando el método entre los distintos países (Braudeau, 1970)¹⁵.

Durante la fermentación de los granos, los cuales sufren algunas transformaciones importantes y se dan por etapas, dando a lugar a reacciones y cambios, como lo menciona ÁLVAREZ *et al.*, "En la primera etapa se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y de la astringencia que dando, origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate. En la segunda etapa se reduce la humedad, continúa la fase oxidativa iniciada en la fermentación y se completa la formación de los compuestos del aroma y sabor (Fowler, 1994; Cros y Jeanjean 1995; Puziah et al., 1998; Graziani de Fariñas et al., 2003)"¹⁶.

La fermentación es una etapa de vital importancia dentro del beneficio del cacao, cuyo desarrollo involucra fases o fenómenos diversos, donde parte del proceso además de fundamental es darse muerte al embrión después de la eliminación de la pulpa, así lo argumenta Portillo *et al.*, .También induce a un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones, que conducen a la modificación de la composición química de las almendras y en particular a la formación de los precursores del aroma. Estas reacciones son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y a la migración del ácido acético de la pulpa hacia la almendra. Estos dos fenómenos de la misma manera suprimen el poder germinativo del embrión¹⁷.

¹⁵ GRAZIANI DE FARINAS, Lucía; ORTIZ DE BERTORELLI; Ligia; ALVAREZ, Naidely. et. al. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *En: Agronomía Trop.* [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27. 2003, vol.53, n.2, pp. 175-188. [Disponible en]: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000200005&lng=es&nrm=iso. ISSN 0002-192X.

¹⁶ ÁLVAREZ, Clímaco, TOVAR, Lumidla; GARCÍA, Héctor. et. al. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Miranda), Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores, [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27. [Disponible en]: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>.

¹⁷ PORTILLO, E., DE FARIÑAS L. Graziani., CROS E. Efecto de algunos factores poscosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). *En: Revista de la Facultad de Agronomía.* [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27 [Disponible en]: www.scielo.org/ve/scielo. ISSN 0378-7818.

Como lo menciona González, 2012 *et al.*,¹⁸ las características propias del sabor y aroma a chocolate están dados, entre otros aspectos por la clon de cacao, el clima, suelo, los procedimientos y efectuados en la etapa de poscosecha, así como el proceso que se le da a la hora de manufacturarlo.

La intensidad e interacción de los componentes del sabor nutren las particularidades de los perfiles sensoriales de los distintos orígenes y variedades de cacao (Cros, 2004; Sukha y Butler, 2006). Cualquier esfuerzo para mejorar la comprensión del vínculo beneficio post cosecha-torrefacción-expresión sensorial, se justifica para tener más control sobre la calidad del sabor en los productos a base de cacao y chocolate, De ahí que la búsqueda y desarrollo de orígenes de cacao más específicos es una tendencia creciente, particularmente en los mercados maduros.¹⁹.

5.2 MARCO TEORICO

5.2.1 Generalidades del Cultivo.

Origen del cacao. El cacao es originario de América del Sur, específicamente de las cuencas hidrográficas del alto Amazonas y Orinoco, al este de la cordillera de los Andes, en territorios que hoy corresponden a Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guayanas. Actualmente se extiende desde Brasil a México en zonas tropicales, y también se lo siembra en el oeste de África (BARTLEY, 2005)²⁰.

¹⁸ González. *et.al.* Op. cit. p23.

¹⁹ SOLÓRZANO, Chávez Eddy; AMORES, Puyutaxi Freddy, BARRAGAN, Jiménez Juan. *et.al.* Comparación sensorial del cacao (theobroma cacao l.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del ecuador. *En:* Ciencias Agrarias. [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27. [Disponible en] www.google.com/search?biw=911&bih=405&ei=MTMVXYa9NYnz5gKT85vwBw&q=Factores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+del+chocolate. ISSN 1390-4051

²⁰ DÍAZ, Ponce Shirley Linley; PINOARGOTE, Chang Milton Horacio. Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Tesis de Grado, previo a la obtención del Título de: ingenieros de alimentos., GUAYAQUIL – ECUADOR - Año 2012. pp 145.

Según et al., en Colombia se cultiva cacao desde la época de la colonia constituyéndose desde entonces en exportador del grano²¹.

5.2.2 Morfología y Fisiología del Cultivo Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Descripción botánica. El cacao es un árbol que puede alcanzar una altura de 6 a 8 m, posee un sistema radicular principalmente pivotante el cual busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos, posee a la vez raíces primarias y secundarias que crecen horizontalmente.

La raíz. Posee dos tipos de raíces: una principal pivotante y unas raíces secundarias, de donde se desprenden los 'pelos absorbentes'. La raíz principal es la encargada de perforar el suelo, darle un buen anclaje y sostenimiento a la planta²².

El tallo Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta²³.

Las hojas adultas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color²⁴.

²¹ PINZON USECHE, José, ROJAS ARDILA Jacob. Guía técnica para el manejo del cultivo de cacao, 5 ed. Bogotá D.C.: 2012 p.11.

²² Ibid. p. 26.

²³ ESTRADA, Miguel William Josué; CASTELLANO, Romero Xiomara Guadalupe, y PERAZA, Moreno Josué Alberto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. EL SALVADOR 2011. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf.

²⁴ Ibid. p.4.

La flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad²⁵.

El fruto. Es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente así como el manejo de la plantación²⁶.

5.2.3 Taxonomía del Cacao. Clasificación taxonómica. Según Jesús Ízco²⁷, la ubicación taxonómica se describe de la siguiente forma.

DOMINIO	Eucaria
REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Dillenidae
ORDEN	Malvales
FAMILIA	Malvaceae
GÉNERO	<i>Theobroma</i>
ESPECIE	<i>Theobroma cacao</i> L.

5.2.4 Condiciones Agroecológicas del Cacao

Clima y suelos

Factores climáticos que tiene mayor importancia para el establecimiento de este cultivo en una zona determinada, son la temperatura y la lluvia. Las condiciones

²⁵ *Ibíd.* p.5.

²⁶ *Ibíd.* p.5.

²⁷ ÍZCO, Jesús; BARRENO, E y BROGUES, M, *et al.* Botánica. 2 ed. Madrid, España: McGraw Hill, 2000. p.781.

ideales para el cultivo de cacao, son aquellas comprendidas entre los 0 y 1200 msnm, la temperatura medio anual debe oscilar entre los 21°C y 25°C. La precipitación óptima anual fluctúa entre 1.500 a 2.500 mm, pero requiere precipitación mensual de unos 100 mm, por lo menos. Suelos con buen contenido de materia orgánica y de fácil drenado. En Colombia el clima propicio para el desarrollo de cacao coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar²⁸.

5.2.5 Grupos Genéticos. Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario.

Cacao Criollo o dulce. Su origen se centra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características más sobresalientes se menciona que el fruto posee una cascara suave, con 10 surcos profundos con otro de menor profundidad, su curvatura es borroñosa y termina en una punta delgada. La cascara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino²⁹.

Cacao Forastero o amargo. Su principal centro de origen se limita a la zona de América del sur y es el más cultivado tanto en África como en Brasil. Entre sus características se cita que posee una cascara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada y la cascara suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo³⁰.

²⁸ Ibíd. p.16.

²⁹ Ibíd. p.6.

³⁰ Ibíd. p.6.

Cacao Trinitario. Surge del cruce de la variedad criolla y forastero las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo³¹.

5.2.6 Cosecha y Beneficio del Cacao. El Beneficio del cacao se puede definir como la serie de operaciones sucesivas que comienzan con la cosecha y apertura de las mazorcas maduras para la obtención de los granos (desgrane), continúa con la fermentación, secado y limpieza, terminando con la selección, clasificación y almacenamiento del grano. (Álvarez, 2004)³².

Esta etapa del proceso del cultivo resalta una vital importancia por la participación que interviene en la calidad y presentación sobre el grano seco o almendra, puesto que cuyas características dependen de este proceso. Además del valor agregado que le aporta al producto, La calidad final del cacao para la comercialización depende directamente de una adecuada fermentación y secado de la almendra.

Recolección. La cosecha consiste en la recolección de las mazorcas sanas y maduras. Generalmente, esta se aprecia por el cambio de color, que varía, del verde pasa al amarillo y el rojo al naranjado. Se busca con la cosecha frecuente evitar la sobre maduración de las mazorcas y germinación de las almendras en su interior. La presencia de almendras germinadas, es un grave defecto ya que estas almendras, influyen negativamente sobre el sabor del chocolate y colocan en riesgo su inocuidad y características de sabor y aroma³³.

³¹ *Ibid.* p.6.

³² ESPINOZA, Osorio Martha Doris. Fermentación de cacao (theobroma cacao l.) tipo criollo en diferentes tipos de fermentadores en sector la unión Río Negro. Para optar el título profesional de: ingeniera en ciencias agrarias. PERÚ 2011. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1899/Espinoza%20Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

³³ GAVANZO. Op. Cit., p. 18.

Partida de mazorcas o quiebre. La quiebra o partida de las mazorcas, suele hacerse con un machete corto, con un mazo de madera, con partidor de lámina sin filo y en algunos casos, con máquinas. Sin embargo, hay que advertir que en todo caso, debe evitarse cortar los granos, lo cual puede suceder cuando se hace con machete, con el cual también se corre el riesgo de sufrir accidentes en las manos³⁴. Las mazorcas se quiebran, con el cuidado de no causar heridas a las almendras.

Desgrane. La extracción de los granos se hace entonces fácilmente con ayuda de los dedos, deslizándolos a lo largo de la placenta por uno y otro lado. Una vez extraídos los granos, éstos son sometidos a fermentación (GONZÁLEZ & RUIZ, 2009)³⁵. La calidad dependerá en gran medida de la forma en que se abran las mazorcas, operación que debe hacerse sin dañar las semillas con cortes o aplastamientos cuidando además que al momento de separar las cáscaras de las almendras, éstas queden limpias sin la placenta o trozos de cáscara, pues la presencia de estos residuos afectan la fermentación y la calidad³⁶.

Fermentación. De acuerdo a *EFRAIM, 2009*, la fermentación es una de las etapas realizadas después de la cosecha, que más afectan a la calidad de los productos obtenidos a partir de cacao. La razón principal para la fermentación de cacao es inducir transformaciones bioquímicas dentro de los granos que llevan al desenvolvimiento de precursores del sabor de chocolate. Sin este tratamiento, los granos de cacao son excesivamente amargos, ácidos y astringentes, y cuando son procesados no desarrollan el aroma y sabor característico del chocolate (THOMPSON, *et al.*, 2001).

Se debe tener en cuenta que de acuerdo al tipo de método escogido y tiempo de fermentación dado, la bioquímica interna del grano se verá afectada debido a los

³⁴ PINZON. Op. Cit., p. 153.

³⁵ DIAZ. Op. Cit., p. 14.

³⁶ LLENERA. Op. Cit., p.36.

cambios de pH y temperatura, que influyen en la actividad enzimática del grano (CAMU, *et al.*, 2008)³⁷. En general, la fermentación debe realizarse en un lugar protegido pero suficientemente ventilado.

La fermentación consiste en una serie de cambios físico-químicos que generan el desarrollo de sabor y aroma a chocolate, con:

- Cambios en la pigmentación interna, color violeta a marrón claro.
- Transformación del sabor astringente de los cotiledones.
- Transformación de los azúcares en alcoholes por las levaduras, los cuales son a su vez convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas. Durante este proceso, existe una relación ordenada entre microorganismos y las variaciones de temperatura, pH y humedad, con la formación de alcoholes, ácidos y compuestos polifenólicos, que matan el embrión, disminuyen el sabor amargo y se producen las reacciones bioquímicas que forman el chocolate. Dichas alteraciones químicas en el interior del haba de cacao, dependen de la muerte de las células del cotiledón, con la cual sus membranas celulares se degradan y aumentan su permeabilidad, permitiendo el contacto entre los diversos componentes celulares. Así los polifenoles, que producen el sabor astringente, pueden difundirse entonces hacia las células adyacentes, donde se encuentran con diversas enzimas que provocan reacciones hidrolíticas gracias a las condiciones anaerobias del haba. Si no se degradan, pasan al grano seco, provocando el color violeta de la almendra, que indica errores en el proceso de fermentación³⁸.

5.2.7 Objetivos de la Fermentación del Grano de Cacao

- Mejorar la calidad del grano.
- Lograr la descomposición y remoción de la pulpa azucarada para facilitar el secado y el almacenamiento del producto final.

³⁷ *Ibíd.* p. 15.

³⁸ *Ibíd.* p.45.

- Aumento de la temperatura, a consecuencia de la acción de las levaduras y bacterias acéticas sobre los azúcares de la pulpa transformándolos en alcohol etílico y ácido acético.
- Provocar la muerte del embrión por efecto de las altas temperaturas (45-50 °C) y por la penetración del ácido acético hasta el embrión; evitando la germinación de la semilla, facilitando su conservación. Además, los cambios importantes (como serían la oxidación enzimática de los componentes de los polifenoles del tejido de los cotiledones) no comienzan sino hasta después de muerto el embrión.
- Desencadenar profundas modificaciones bioquímicas, que producen cambios de color (púrpura a pardo); sabor (formación de los precursores del sabor y aroma a chocolate) y la consistencia del grano (hinchazón de los cotiledones).
- Por último, ayuda a separar la cutícula de la superficie de los cotiledones, desprendiéndose fácilmente durante el proceso del tostado³⁹.

5.2.8 Métodos de Fermentación. La fermentación es quizás el paso más importante del cual depende los resultados finales. Hay un sinnúmero de formas y recipientes para fermentar una masa de cacao. Un factor muy importante a considerar es que jamás se debe mezclar almendras extraídas de mazorcas en diferentes días. Es necesario fermentarlas por separado quizá se puedan secar juntas, pero jamás fermentar mezcladas (López, 1987)⁴⁰.

Todos los sistemas de fermentación manejan una secuencia anaerobia y aerobia en una fase de días determinados donde la pulpa (Figura 4), comienza una descomposición del 32 azúcar sin oxígeno por medio de las levaduras, pasando a la producción de etanol y dióxido de carbono que desplazan el aire que se pueda encontrar en el fermentador, generando aumento de temperatura. Durante el

³⁹Anón. s.f. Poscosecha del cacao. Fermentación y cura del cacao. [ANONIMO]. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://poscosechacacao.blogspot.com/2017/12/fermentacion-o-cura-del-cacao.html>.

⁴⁰ Ibíd. p. 40.

transcurso de los días la semilla va perdiendo la pulpa y la concentración de azúcares permitiéndole absorber más aire para comenzar su oxidación, y disminuye la astringencia por la conversión de polifenoles solubles en polímeros insolubles. (Cubillos, Merizalde & Correa, 2008; Beckett, 2009)⁴¹.

Fermentador de Madera. Los fermentadores se construyen de madera, porque este material garantiza un cacao de buena calidad, con buen olor, sabor, color y apariencia; se diferencian por su forma y su tamaño⁴². Los cajones deben estar colocados en sitios cubiertos y abrigados, protegidos de corrientes de aire frío que suelen presentarse especialmente en las horas de la madrugada, pues se requiere que la temperatura se eleve y sea constante, para garantizar un proceso de fermentación completo y parejo⁴³.

Fermentación en sacos. La fermentación también se efectúa en costales de polietileno o yute, donde se colocan las almendras, se cierran y se los deja fermentando en el piso. La fermentación se realiza tradicionalmente en sacos de yute o costales de polietileno los cuales se dejan en el piso o para tener mejor aireación se suelen colgar, por lo que se presenta un porcentaje elevado de granos violáceos y pizarrosos (Portillo et al, 2009)⁴⁴.

Fermentación en Montones o rumas. Consiste en poner en el piso una capa de hojas de plátano que sirven de base y facilitan el drenaje del lixiviado, luego se cubre con hojas de plátano y sacos de yute para mantener el calor⁴⁵. Los montones no deben estar expuestos directamente al sol, por eso se construyen cobertizos cuya base estará aproximadamente a 80 cm del suelo⁴⁶.

⁴¹ HORTA, Téllez Heidi Briggity. Evaluación del tipo de fermentador en la calidad final de una mezcla de cacao (theobroma cacao l.) Trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de ingeniería agronómica programa de ingeniería agroindustrial. Universidad del Tolima Ibagué-Tolima. 2017. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://repositorio.ut.edu.co/bitstream/001/2148/1/APROBADO%20HEIDI%20BRIGGITY%20HORTA%20TELL>

⁴² Ibíd. p. 58.

⁴³ Ibíd. p.153.

⁴⁴ Ibíd. p. 33.

⁴⁵ Ibíd. p.33

⁴⁶ LLERENA. Op. Cit., p.59.

Tiempo. La longitud de tiempo de fermentación va relacionada con la cantidad de pulpa y concentración de polifenoles en las almendras, según el genotipo del que se trate⁴⁷.

Temperatura. La fermentación debe realizarse en un sitio caliente que favorezca el aumento de la temperatura, lejos del recorrido del viento para evitar que la misma descienda y que las partículas que puedan venir en el viento no contaminen nuestra fermentación garantizando un proceso de fermentación completo y parejo⁴⁸. Se puede afirmar que los volteos sirven para homogenizar el desarrollo de los procesos bioquímicos que se manifiesta en el curso de la fermentación, cuya consecuencia inmediata es la uniformidad de la temperatura de la masa del cacao en fermentación⁴⁹.

Secado. Inmediatamente que termina la fermentación, la masa respectiva debe someterse al secamiento. Esto se hace así porque si se deja más tiempo en los cajones puede ocurrir una sobre fermentación que predispone los granos al ataque de insectos y a enmohecerse cubriéndose de una capa sucia; además toma un olor desagradable. El secado es una operación indispensable para facilitar el transporte, manejo, almacenamiento y comercialización del cacao⁵⁰.

El proceso de secado se basa en el movimiento de aire para eliminar el agua, como consecuencia el aire penetra a las almendras a través de la cutícula o testa, oxidándose parte de los polifenoles que aún quedan en el grano. Esta fase es la

⁴⁷ AMORES Puyutaxi, F. M., PALACIOS, A., JIMÉNEZ Barragán. et.al. . Estación Experimental Tropical Pichilingue. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeralda. (Ecuador). En: Boletín Técnico no. 135. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1565>.

⁴⁸ Ibíd. p. 57.

⁴⁹ ENRIQUEZ, Gustavo A. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 1985. Serie de enseñanza N° 22. p. 183.

⁵⁰ MORENO, Luis Julián; SÁNCHEZ, Jesús Alfonso. Beneficio del cacao. Fundación hondureña de Investigación agrícola. En: Serie: Tecnología, Comunicación y Desarrollo. Fascículo No. 6. Honduras. 1989. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36812834/Beneficio_del_Cacao.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBeneficio_del_Cacao.pdf.

continuación de las reacciones bioquímicas internas que conducen al desarrollo de los precursores del sabor y aroma del cacao en almendras bien fermentadas⁵¹.

5.2.9 Determinación de Calidad del Grano de Cacao. En cuanto a calidad los mercados realizan la clasificación de los productos con el fin de determinar su valor, transformador y consumidor final, además de garantizar el control de características físicas, químicas, sensoriales y sanitarias para una trazabilidad idónea⁵².

Calidad física. Tiene en cuenta la apariencia externa de los granos de cacao, como color, aroma y agrietamiento. Estas condiciones son determinadas la NTC 1252 y los criterios de calidad que allí describen los cuales son:

Cacao en grano: Semilla completa y fermentada de la especie *Theobroma cacao* L., limpia y seca.

Fermentación de cacao: Proceso adecuado a que se somete el grano de cacao para mejorar el sabor, el aroma y para facilitar su secado.

Grano bien fermentado: grano de cacao cuyo proceso de fermentación ha sido completo y que presenta las siguientes características: cáscara o tegumento de color marrón, rojizo o pardo rojizo, que se desprende fácilmente de la almendra. Las almendras tienen un color marrón o pardo rojizo oscuro (color chocolate) con alvéolos bien definidos de forma arriñonada y con olor a chocolate.

Grano insuficientemente fermentado: Grano de cacao con una fermentación incompleta, cuyos cotiledones (almendra) presentan un color violeta o marrón violeta, de estructura semicompacta, con cáscara difícilmente separable.

⁵¹ DIAZ. Op. Cit., p.22.

⁵² TELLEZ. Op. Cit., p. 35.

Grano pizarroso: grano de cacao sin fermentar, el cual presenta un color interior gris negruzco y estructura completamente compacta.

Pasilla: Conjunto de granos de cacao planos, tan delgados que se dificulta su partida longitudinal.

Grano infestado: grano de cacao invadido de insectos vivos, larvas o adultos dañinos al mismo.

Grano dañado por insectos: grano o pedazo de grano de cacao que aparece alterado en su apariencia y cuya estructura presenta perforaciones o daños causados por insectos.

Grano mohoso: grano con formación interna de estructura de hongo perceptible a la vista, con olor y sabor desagradable.

Impurezas o materias extrañas: Cualquier material o elemento diferente al grano de cacao.

Grano germinado: grano de cacao cuya testa o tegumento ha sido perforada o quebrada debido al crecimiento del embrión o radícula.

Grano ahumado: grano con olor y sabor a humo o que presenta signos de contaminación por humo.

Grano múltiple: unión de dos o más granos de cacao debido a ataques de hongos en la mazorca o la falta de separación, volteo y remoción de los granos de cacao durante la fermentación y secado.

Tamaño de grano: Se refiere a la masa (peso) en gramos de cacao. El cacao en grano debe estar adecuadamente fermentado, seco, exento de olores extraños, libre de infestación por insectos, libre de granos múltiples y almendras partidas. Asimismo, se designa por su nombre. Ejemplo cacao premio, cacao en grano corriente y cacao en grano pasilla, teniendo en cuenta lo siguientes requisitos generales: El cacao en grano debe tener un tamaño uniforme, solo el 12% de los granos puede desviarse un 33% del peso promedio⁵³.

Prueba de corte. Luego de haber concluido el secado, y con el fin de que la información reportada no incluya muestras de almendras que hayan sufrido oxidación, se determina el índice de fermentación.

Cuadro 1. Requisitos del grano de cacao NTC 1252

REQUISITOS	PREMIO	CORRIENTE	PASILLA
Contenido de humedad en % (m/m), máx	7	7	7
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m), máx.	0	0,3	0,5
Grano mohoso interno, número de granos/100 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, número de granos/100 granos	1	2	3
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m), mín.			40- 60
Masa (peso), en g/100 granos, mín.	120	105 - 119	40
Granos bien fermentados, número de granos/100 granos, mín.	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos máx.	25	35	40
Granos pizarrosos, número de granos/100 granos, máx.	1	3	3

Calidad organoléptica del grano de cacao. Para conocer la aceptación del consumidor se deben realizar ensayos que permiten la medición, el análisis y el reconocimiento de las reacciones características de los alimentos; percibidos por la vista, el olfato y el gusto⁵⁴.

⁵³ Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. Norma Técnica Colombiana 1252 cacao en grano. Bogotá. Año 2003. p.10.

⁵⁴ LOZANO, Wilfredo Loayza. Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo. Universidad Nacional mayor de San Marcos. Facultad de química e ingeniería química. Lima – Perú 2014. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3877/Loayza_lw.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Catación. Es una labor que practican personas que tienen la capacidad de grabar en su mente las características de los alimentos que prueban y que deben saber identificarlo según su olor, textura y sabor para evaluar una muestra y reconocer un producto de calidad. A través de este proceso, el catador identifica con precisión un sabor a nuez, sabor a caramelo y el amargor que puede tener un licor de cacao. Todo ello se logra al seguir procedimientos establecidos para la identificación⁵⁵.

Licor de cacao. El licor de cacao o pasta de cacao es el cacao finamente molido y refinado luego de ser debidamente tostado y descascarillado. Durante todo este proceso, ningún aditivo o conservante es añadido así como ninguno de los elementos constituyentes del cacao son retirados⁵⁶.

⁵⁵Ibid. p. 17.

⁵⁶ [Anónimo]. s.f. Licor de cacao. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://www.grandino.pe/sis/pdf/201705251716191.pdf>.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El proyecto de investigación se realizó en la Granja Yariguies, vereda Lejía, Municipio de Barrancabermeja; está a 110 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), con una Temperatura que oscila entre 28°C- 35°C, y en épocas de sequía para la vereda el 32°-45°C; Brillo solar Medio anual 2.170 horas, Evaporación media anual 2900 mm, catalogada dentro de la Zona agroecológica Bosque Húmedo Tropical (BHT).

Figura 1. Ubicación de investigación



Fuente: GOOGLE Barrancabermeja Santander Colombia [En línea]. Disponible en: <https://mapasamerica.dices.net/colombia/mapa.php?nombre=La-Lejia&id=10392>

El lugar donde se llevara a cabo el desarrollo de la investigación, La Granja Yariguies; abrió puertas en el año 2009, operando con la finalidad de realizar el

establecimiento de un cultivo de cacao; cuyos objetivos se enfocan en la producción de semillas y plántulas de cacao, y cacao seco. Adicionalmente de capacitar técnicos y agricultores y una tercera línea enfoca en el Fito mejoramiento.

6.2 TIPO DE INVESTIGACION

Esta investigación se ubica en una de tipo exploratoria, experimental - cuantitativa. Básicamente se trata de una exploración o primer acercamiento que permite que investigaciones posteriores puedan dirigirse a un análisis de la temática tratada. En el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, experimental en el hecho de que se pretende manipular varias variables, cuantitativa a la hora de estructurar y recopilar datos de análisis, presentes en la aplicación de las pruebas de este clon.

6.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se desarrolló en la etapa de postcosecha del grano de cacao, el cual inicia con llevar los granos de cacao y disponerlos en los cajones de fermentación y aplicar el método de evaluación correspondiente para la investigación, que consiste en realizar diferentes tiempos de volteo por muestra, pasando por sus dos fases (aeróbica y anaeróbica); de manera que a través de la toma de datos numéricos se aplica un método cuantitativo, serán los procedimientos que se apliquen para lograr los objetivos propuestos en la presente investigación de acuerdo a lo expuesto en el planteamiento de la problemática, para poder acceder a las meta deseada.

6.4 POBLACION OBJETIVO

Para el desarrollo de las actividades de campo partiremos desde la etapa de postcosecha del grano de cacao, para lo cual se requiere 2000 kilos de masa de cacao

y/o cacao en baba del clon CNCh-13, con el fin de depositarlos en los cajones fermentadores. Cuyas medidas son de 1m*80cm y 70cm de profundidad, estos cajones son de madera y con un diseño en forma de escalera; según el diseño se requiere llenar 4 cajones con masa de cacao; cada uno con 500 kilos, ya con los granos de cacao en ellos se procede por muestra del siguiente modo:

Cuadro 2. Diseño experimental de investigación.

Tiempos de volteos en horas						
Tratamiento	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	total
Testigo (T1)	48	48	48	-	-	144
2	48	24	48	24	-	144
3	24	48	24	24	24	144
4	48	48	24	24	-	144

Se realizara un diseño experimental de bloques completamente a azar (BCA), con 4 tratamientos incluyendo el testigo y tres repeticiones y se realizara una prueba de Shapiro-Wilk para establecer si existe normalidad en la información. En el caso de que existiera normalidad, se realizará un contraste con prueba Tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En el caso de que no exista normalidad, se realizará un test de U de Mann-Whitney y comparación entre cada uno de los tratamientos con un test de Kolmogorov-Smirnov para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Todas las pruebas estadísticas se realizaran con un nivel de confianza del 95%. Se utilizará el software R y la interfaz gráfica R-Wizard para realizar los análisis estadísticos.

6.5 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta la investigación se determinaron las siguientes variables:

VARIABLE INDEPENDIENTE

Volteo: consiste en pasar de un cajón a otro la masa de cacao en fermentación realizando remoción completa y la separación de los granos con el fin de generar aireación entre ellos puesto que en la fermentación del grano de cacao pasa por dos fases:

VARIABLE DEPENDIENTE

Fase anaeróbica: esta se da en primera instancia después de depositada la masa de cacao, cuyas reacciones se dan sin la presencia de oxígeno, favorecidas por el alto contenido de mucilago presente; donde se inicia la descomposición de azúcares formando ácidos lácticos influenciado por la acción de los microorganismos como las bacterias.

Fase aeróbica: Con presencia de oxígeno, en esta última fase, se dan reacciones de importancia, dadas por a la acción de la temperatura y el trabajo de los microorganismos, se genera la muerte del embrión y se producen cambios bioquímicos dando origen a los precursores de sabor y aroma característicos.

Para la toma de datos se establece: cada 24 horas partiendo del momento del depósito de los tratamientos en los cajones fermentadores y se recopilara datos cuya denominación serán las acciones de las variables de investigación: Y se medirá la temperatura hasta completar los 6 días de fermentación.

Por último se realizara el secado natural a exposición solar en patios de madera a cada muestra por separado con el fin de reducir su humedad hasta llegar a un 7% de acuerdo a la norma NTC 1252, ya en esta etapa se recolectaran los tratamientos y serán enviados a laboratorio analizar las cualidades físicas, organolépticas o sensoriales del grano de cacao seco.

6.6 MATERIALES Y MÉTODO

6.6.1 Campo

- ❖ Materia prima, granos de cacao en baba del clon CNCh-13.
- ❖ Cajones fermentadores de madera tipo escalera.
- ❖ Patio de secado.
- ❖ Termómetro Halthen digital Tester KTJ TA-268
- ❖ Cinta para señalar los tratamientos
- ❖ Balanza electrónica Mettler Toledo PB3001-s
- ❖ Guillotina
- ❖ Medidor de humedad Cooffee tester

6.6.2 Apoyo

- ❖ Hoja de registro
- ❖ Lapiceros
- ❖ Computador
- ❖ Cámara digital
- ❖ Calculadora

6.6.3 Muestras. Estas fueron recolectadas en la graja Yariguies, de la Compañía Nacional de Chocolates en diferentes lotes comprendidos desde el lote 10 hasta el lote 24 en los cuales está propagado el clon CNCh-13 con el fin de poder obtener la cantidad de materia prima deseada de cacao en baba de él, este clon se encuentra en proceso de registro para su liberación comercial a nivel país.

En la cosecha se seleccionaron frutos en estado óptimo de maduración y en buen estado de sanidad. Se utilizaron baldes, costales y guantes limpios y exclusivos para el desarrollo de esta actividad; con el fin de no contaminar la muestra.

FERMENTACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los cajones fermentadores con diseño en forma de escalera con 3 compartimentos, tienen dimensiones de 100 cm de largo. 80 cm ancho y 70 cm de profundidad y una capacidad de 500 kg de masa en fresco, los 2 primeros compartimentos tienen orificios de un centímetro de diámetro en el fondo; con la finalidad de permitir la evacuación de mucilago excedente de la fermentación.

El proceso de fermentación se realizó en las instalaciones de la granja Yariguies de la Compañía Nacional de Chocolates, en el área de beneficio (fermentación y secado de los granos de cacao), en 4 cajones se depositaron 500 kg de masa de cacao incluyendo el testigo y realizando las réplicas hasta completar tres de cada una.

Figura 2. Granos de cacao en fermentación



VOLTEO DE LA MUESTRA

De acuerdo al tiempo determinado para cada tratamiento se realizó la remoción y volteos de las muestra, esto de realizo utilizando una pala de madera como herramienta, cortando la masa de cacao un tanto compacta y separando cada grano de cacao uno del otro rompiendo lo que sería la Fase anaeróbica para dar inicio a la fase aeróbica. De este modo las muestras son pasadas de un cajón a otro y tapadas con costales de fique con el fin de reducir algún tipo de contaminación cruzada.

Desde el momento en que son depositadas las muestras en los cajones de fermentación se inicia la toma de datos de temperatura con un Termómetro Halthen digital Tester KTJ TA-268, esta se realizó en cada cajón durante periodos de tiempo establecidos partiendo de la hora 0 y posterior cada 24 horas hasta completar 144 horas equivalentes a los 6 días de fermentación establecidos en el protocolo, los cambios en la temperatura son determinantes ya que al superar los 45°C se produce la muerte del embrión y se activan los precursores de aroma y de sabor.

Figura 3. Medición de la temperatura en la fermentación



SECADO DE LA MUESTRA

Finalizado el sexto día de fermentación se expusieron las muestras al sol y a temperatura ambiente para realizar el secado de los granos de forma natural, buscando reducir su contenido de humedad a un 7% según la norma NTC 1252, esta prueba fue realizada con el medidor de humedad Coffee tester el cual trae programado medidas de más de 30 tipos de grano seco, en el secado se realizaron remociones cada 30 minutos de los granos con el fin de cambiar la posición y obtener un secado uniforme. Este proceso se realizó dejando los granos de cacao el primer día de secado expuesto al sol y al ambiente durante 3 horas y los siguientes días a exposición total en promedio de 8 horas.

Figura 4. Secado de las muestras



7. RESULTADOS Y DISCUCION

7.1 ANÁLISIS FÍSICOS

Este proceso se realizó mediante una prueba de corte, que consistió en tomar 100 granos completamente al azar de cada muestra y por cada tratamiento, los cuales se organizaron dentro de una guillotina con capacidad de 50 granos, para ser cortados al tiempo en forma longitudinal, partiendo la almendra por mitad, seguidamente se examinó la mitad de la almendra para evaluar: porcentaje de fermentación determinados por; granos insuficientemente fermentados, granos sin fermentar, sobre fermentados y bien fermentados y la presencia de moho interno.

Figura 5. .A) Granos organizados en la Guillotina. B) Granos partidos en la guillotina.



También se determinó el peso de 100 granos por muestra en cada tratamiento obteniendo el índice del grano y el peso total de cada tratamiento. Este procedimiento se discrimino según las características y proceso propuesto dentro de la NTC 1252 para cacao en grano.

Figura 6. Evaluación Física de las muestras



Cuadro 3. Resultado de Evaluación física de cada muestra antes de la prueba de corte del grano.

EVALUACIÓN FÍSICA DEL CLON CNCH-13 EN LABORATORIO			
grano seco			
Repeticiones	Tratamiento	Indice de grano	% Humedad
1	T2	1,40	7,10
1	T3	1,45	7,00
1	T4	1,30	7,40
1	T1	1,50	7,00
2	T2	1,30	6,70
2	T3	1,30	6,80
2	T4	1,45	7,20
2	T1	1,50	6,90
3	T2	1,20	6,90
3	T3	1,45	6,90
3	T4	1,45	7,00
3	T1	1,50	6,80

7.2 CALIDAD FÍSICA

Tal como se observa en el cuadro 3, dentro de las repeticiones realizadas en cada uno de los tratamientos incluidos el testigo, después de iniciada la etapa de

evaluación el porcentaje de humedad fue descendiendo significativamente de acuerdo al proceso y tratamientos estipulados.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación física de los granos de cacao después de la prueba de corte.

EVALUACIÓN FÍSICA DEL CLON CNCH-13 EN LABORATORIO					
grano seco					
Repeticiones	Tratamiento	insuficientemente fermentados %	sin fermentar o pizarrosos %	Granos violetas %	bien fermentados %
1	T2	42	0	17	41
1	T3	41	0	18	41
1	T4	47	0	23	30
1	T1	40	0	16	44
2	T2	40	0	15	45
2	T3	36	0	24	40
2	T4	36	0	30	34
2	T1	43	0	14	43
3	T2	38	0	19	43
3	T3	34	0	18	48
3	T4	43	0	28	29
3	T1	43	0	18	39

En el cuadro 4, se puede observar los resultados de la evaluación física, en grano seco; donde se evidencia que durante las tres repeticiones en los tres tratamientos y el testigo, no se evidencio granos pizarrosos en la evaluación realizada.

7.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Según la calificación cualitativa (característica sensorial) que presentó cada licor de cacao, resultado de las cuatro muestras usadas para el desarrollo de la investigación, se utilizó una escala de 0 a 10 para la cuantificación de la información y la determinación del perfil sensorial según lo propuesto por el (NTC 3929) ajustada por la Federación Nacional de Cacaoteros. Posteriormente a la prueba física realizadas según los parámetros normativos, se realizaron pruebas estadísticas y de esta forma determinar diferencias significativas de las muestras; resultados de los cuatro tratamientos en cada uno de los tiempos de volteo o remoción de masa

de granos propuestos, con el fin de conocer las diferencias entre ellos y la influencia de la frecuencia de remoción con respecto al material de investigación.

Basados en lo anterior, esta es la descripción sensorial para la muestra de nominada T0, donde el contenido de humedad es bajo y aplica a satisfactorio con la norma NTC 1252, donde en términos generales es una buena muestra; y la nula existencia de defectos dentro de la misma.

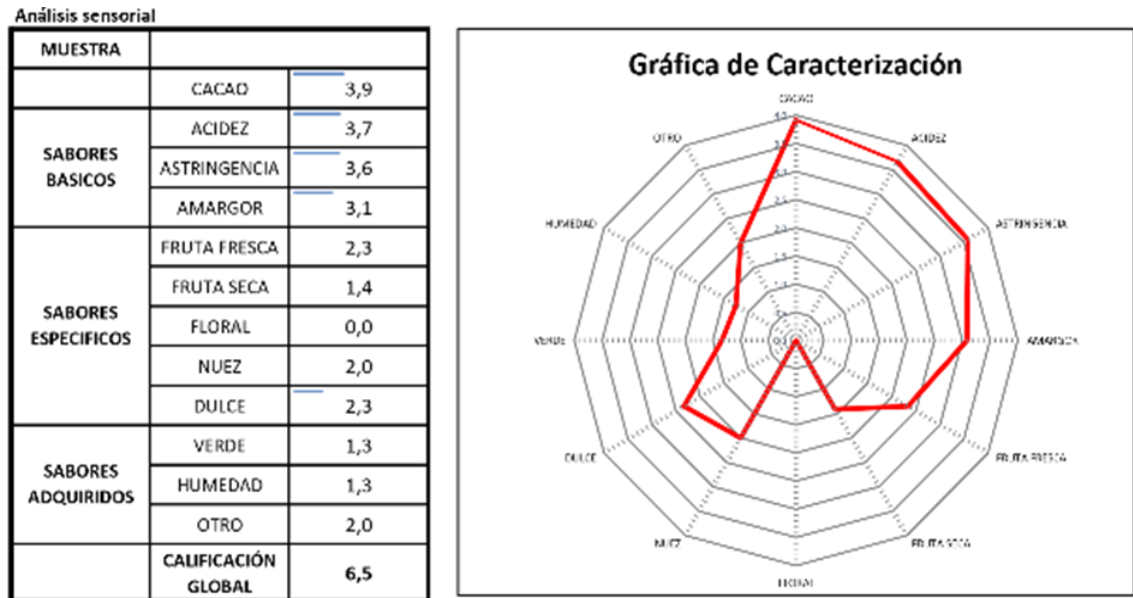
Cuadro 5. Descripción análisis físico de muestra T1

Contenido de humedad % (m/m)					6,9		
Índice de grano (peso en gramos de 100 granos)					1,5		
PRUEBA DE CO			RTE		DEFECTOS		
Granos Bien fermentados	Granos Medianamente fermentados	Granos violetas	Granos pizarrosos	% de Fermentación	Granos dañados por insectos	Granos germinados	Granos mohosos
42	42	16	0	84	0	0	0

Fuente: Panel sensorial

En cuanto a índice de grano la muestra aplica para cacao premio, el porcentaje de fermentación se encuentra en 84% rango óptimo teniendo en cuenta la NTC 1252, porcentaje de humedad 6,9% por encima de la norma siendo 7% rango óptimo.

Figura 7. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T1



Fuente: Panel sensorial

En cuanto a la evaluación sensorial, la muestra con buena fluidez; se perciben notas agradables a cacao en intensidad medio, sabores básicos en intensidad baja y agradables aromas a fruta fresca y seca, nuez. Otras notas, como agridulce. Muestra agradable.

Cuadro 6. Descripción análisis físico de muestra T2

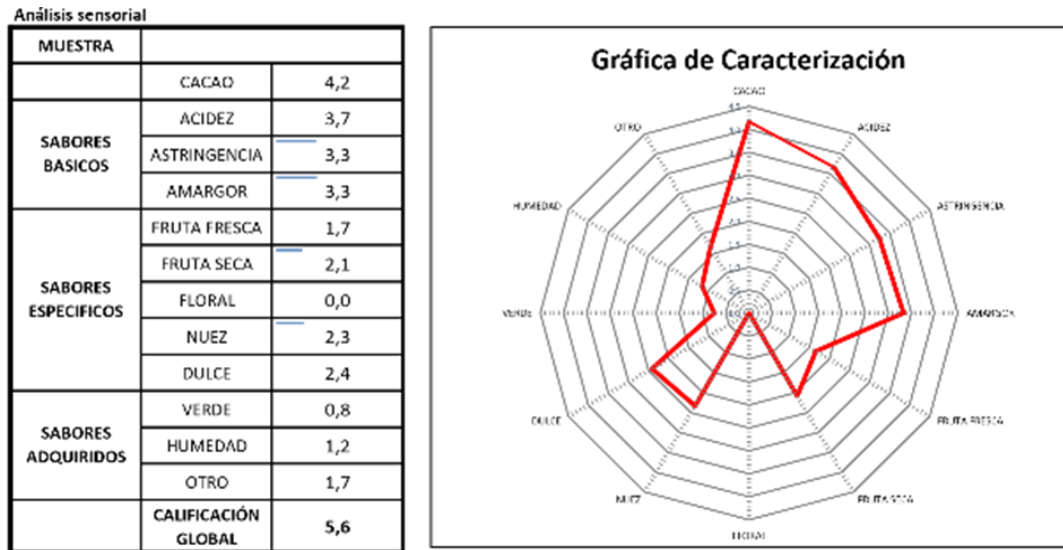
Contenido de humedad % (m/m)					6 , 9		
Índice de grano (peso en gramos de 100 granos)					1 , 3		
PRUEBA DE CO		RTE			DEFECTOS		
Granos Bien fermentados	Granos Medianamente fermentados	Granos violetas	Granos pizarrosos	% de Fermentación	Granos dañados por insectos	Granos germinados	Granos mohosos
42	40	17	0	82	0	0	0

Fuente: Panel sensorial

Respecto a los resultados de T2, la valoración de la muestra en cuanto a índice de grano aplica para cacao premio, el porcentaje de fermentación se encuentra en un

rango adecuado del 82%, teniendo en cuenta la norma NTC 1252, por su parte el porcentaje de humedad 6,9% por debajo de la norma siendo 7% rango óptimo.

Figura 8. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T2



Fuente: Panel sensorial

Sensorialmente, posee intensidad media de acidez, astringencia, amargor. Notas baja a fruta fresca, predominando fruta seca y nuez. Entre los aromas adquiridos se encuentran notas de humedad, frutos sobre maduros y notas lácticas, pero en rangos generales demuestra ser una muestra agradable.

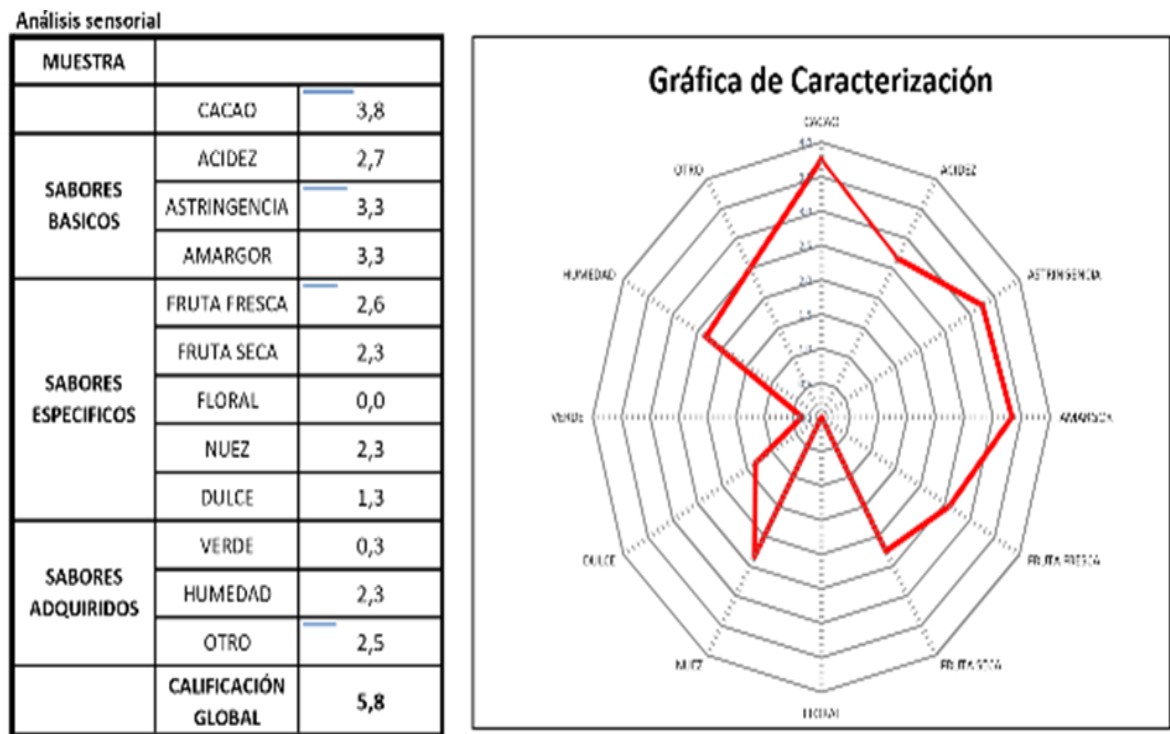
Cuadro 7. Descripción análisis físico de muestra T3

Contenido de humedad % (m/m)					6,9		
Índice de grano (peso en gramos de 100 granos)					1,4		
PRUEBA DE CO			RTE		DEFECTOS		
Granos Bien fermentados	Granos Medianamente fermentados	Granos violetas	Granos pizarrosos	% de Fermentación	Granos dañados por insectos	Granos germinados	Granos mohosos
44	37	20	0	81	0	0	0

Fuente: Panel sensorial

Como se puede apreciar en el cuadro, en cuanto a índice de grano la muestra aplica para cacao premio, por los resultados dentro del rango descriptivo calificable según la normativa; el porcentaje de fermentación se encuentra en 77% rango óptimo teniendo en cuenta la NTC 1252, porcentaje de humedad 6,9% siendo 7% rango óptimo.

Figura 9. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T3



Fuente: Panel sensorial

En esta muestra según la gráfica se pudo percibir notas a cacao medio, se además de notas agradables a cacao en intensidad medio, sabores básicos en intensidad baja y agradables aromas a fruta fresca y seca, nuez. En aromas adquiridos se encuentra notas de humedad y frutos sobre maduros. Muestra con potencial.

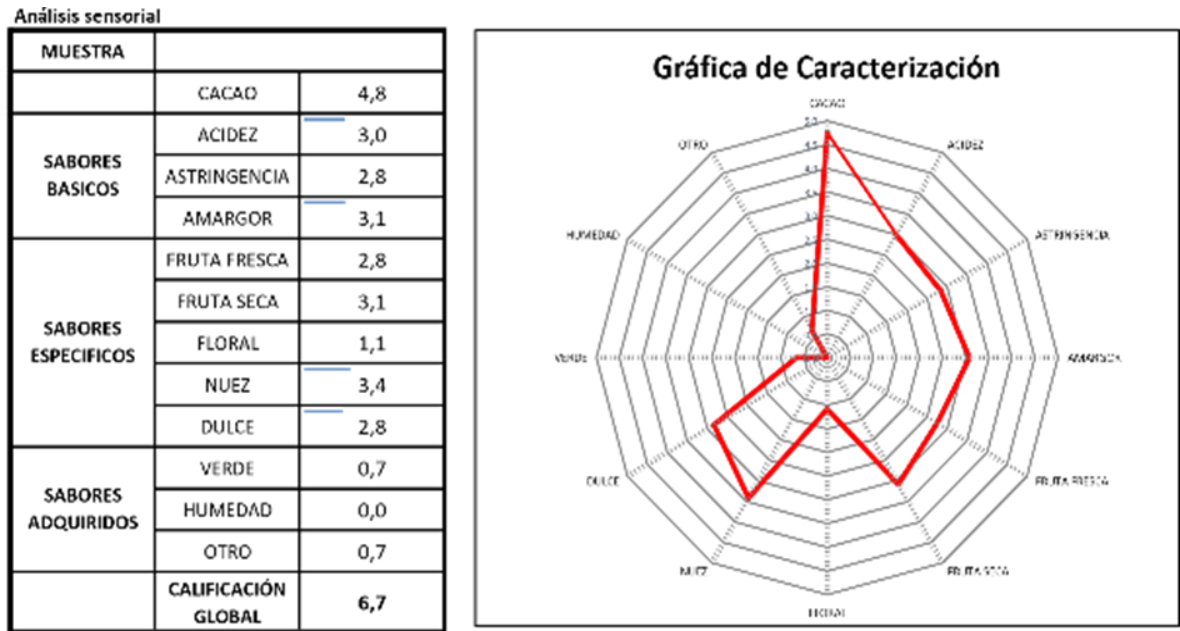
Cuadro 8. Descripción análisis físico de muestra T4

Contenido de humedad % (m/m)					7,2			
Índice de grano (peso en gramos de 100 granos)					1,4			
PRUEBA DE CO			RTE		DEFECTOS			
Granos Bien fermentados	Granos Medianamente fermentados	Granos violetas	Granos pizarrosos	% de Fermentación	Granos dañados por insectos	Granos germinados	Granos mohosos	
30	42	27	0	72	0	0	0	

Fuente: Panel sensorial

Respectivamente al cuadro anterior, el índice de grano de la muestra aplica para cacao premio, el porcentaje de fermentación se encuentra en 72% rango óptimo teniendo en cuenta la NTC 1252, porcentaje de humedad 7,2% siendo 7% rango óptimo.

Figura 10. Resultado de descripción de características sensoriales de muestra T4



Fuente: Panel sensorial

La muestra posee notas a cacao medio alto, sabores básicos en intensidad baja y agradables aromas a fruta fresca y seca, nuez. En otro, se destaca notas a café tostado. Según lo evaluadores es una muestra agradable con alto potencial.

En consecuencia con el análisis sensorial, de las muestras de cada tratamiento evaluados que fueron transformados en licor o masa de cacao, luego de un proceso de selección, clasificación, Tostion, descascarillado y molienda de los granos, realizándose un proceso de evaluación sensorial con catadores, evaluadores expertos, capacitados para este requerimiento y en cuya fase se corrobora la influencia, por mínimas que estas sean ; que tiene los tiempo y numero de volteos o remoción de masa en el proceso de fermentado, respecto a las cualidades físicas y organolépticas respectivas a la calidad del grano y el subproducto final, que también son influenciadas por la variedad de cacao.

Según los anteriores resultados de cada una de las muestras evaluadas dentro del proceso de investigación, donde se evidencia que se percibe notas agradables de fruta fresca y seca, nuez, además de notas a cacao dentro de los rangos descriptores por el especialista de cata, se puede deducir muestras de óptima calidad en términos generales y con potencial.

Porcentajes de humedad inferiores al 7% después de un proceso de beneficio, se consideran como un factor relevante para la comercialización del grano y su almacenamiento, ya que la misma hace menos vulnerable a grano a presentar problemas de moho externo e interno⁵⁷. Factor importante para la comercialización y transformación del grano.

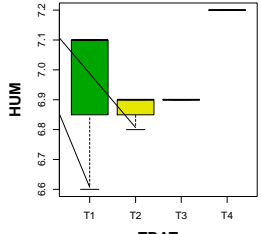
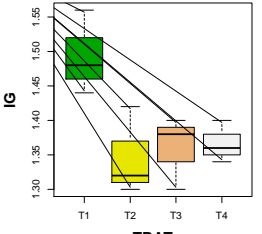
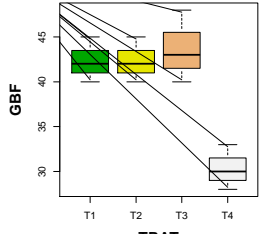
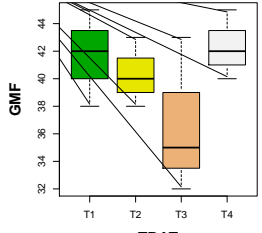
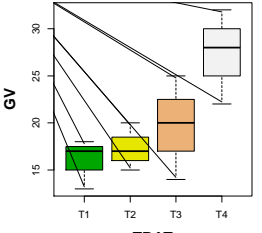
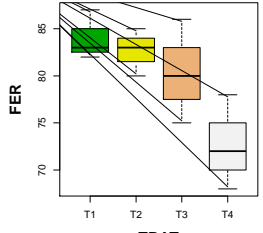
⁵⁷ GAVANZO, Cárdenas Oscar Mauricio. Influencia del tiempo de fermentación en la calidad física y sensorial de cuatro clones regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) con registro comercial de cultivares en el municipio de san Vicente de Chucurí, Santander, COLOMBIA. Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Instituto universitario de la paz, Escuela de Ingeniería agronómica. - Año 2016.p.p.45

7.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

Los perfiles sensoriales del licor de cada muestra producto de cada uso de los tratamientos evaluados, fueron determinados por los jueces de catación. Las variables dependientes consideradas en la evaluación dentro del proceso de investigación, con el fin de establecer la influencia del tiempo en la remoción o volteos de la masa de los granos de cacao; en cuanto a la en la calidad física del grano de cacao fueron: índice de grano, porcentaje de humedad, granos bien fermentados, granos insuficientemente fermentados, granos violetas, granos pizarrosos, granos mohosos, porcentaje de fermentación.

Las variables dependientes evaluadas para establecer la influencia del tiempo en la etapa de volteo o remoción de la masa de cacao con respecto a la fermentación en la calidad sensorial del grano de cacao fueron: sabor a cacao, sabores específicos (floral, frutal, nuez), sabores básicos (acidez, amargor, astringencia) y otros sabores (dulce y verde), las cuales fueron convertidas en descriptores para ser evaluadas en una escala de 0 a 10, donde 0 es la menor intensidad y 10 la mayor. Los datos fueron analizados a través de una prueba de Shapiro-Wilk para establecer si existe normalidad en la información. En el caso de que existiera normalidad, se realizará un contraste con prueba Tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

Figura 11. Resultado de Características físicas⁵⁸

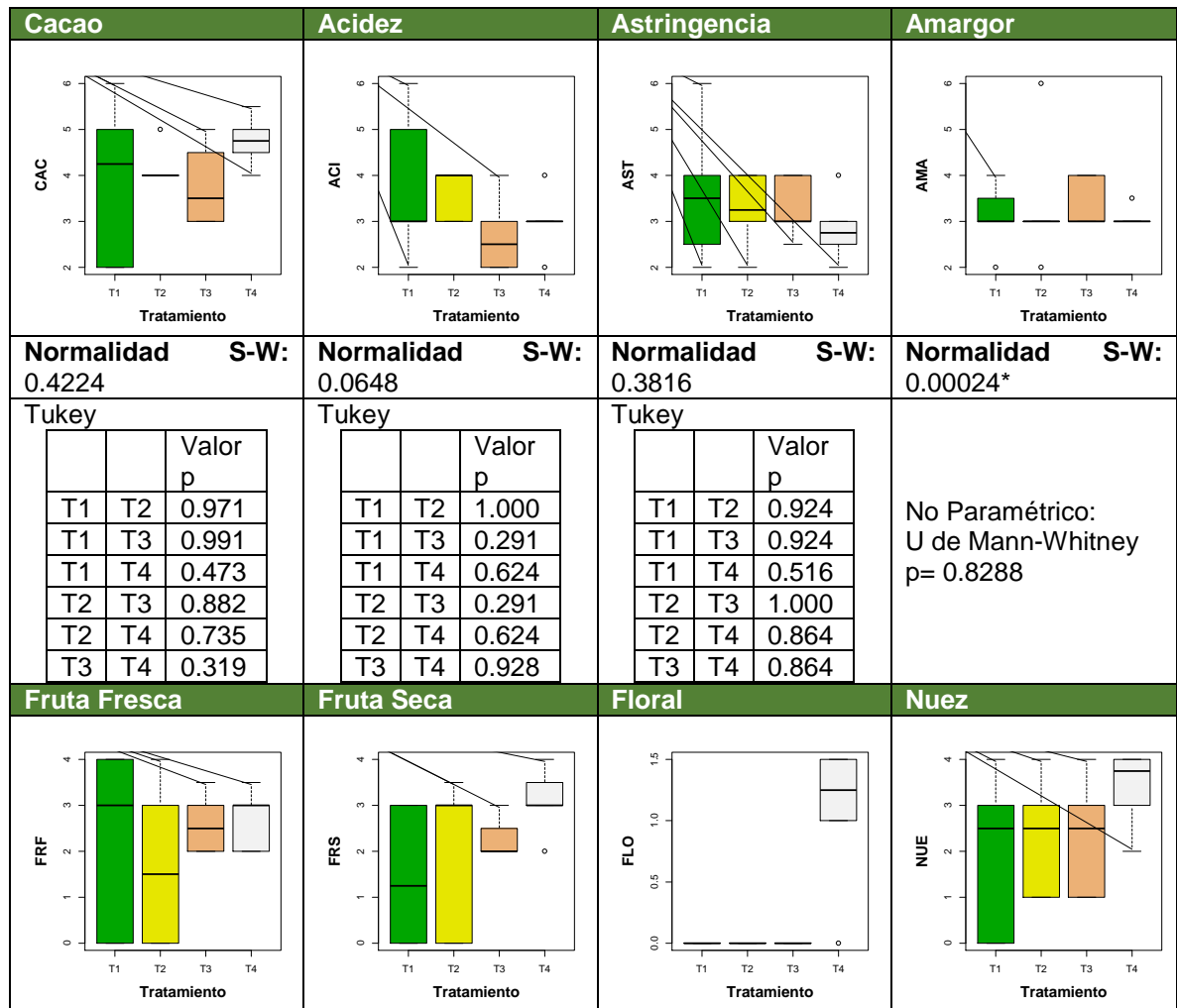
% De Humedad	Índice de Grano	Granos Bien Fermentados																																																															
																																																																	
Normalidad S-W: 0.0039	Normalidad S-W: 0.4349	Normalidad S-W: 0.2455																																																															
No Paramétrico: U de Mann-Whitney $p = 0.062$	Tukey <table border="1" data-bbox="829 663 1065 884"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.0412*</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.0636</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.0787</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.9896</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.9668</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.9987</td></tr> </tbody> </table>			Valor p	T1	T2	0.0412*	T1	T3	0.0636	T1	T4	0.0787	T2	T3	0.9896	T2	T4	0.9668	T3	T4	0.9987	Tukey <table border="1" data-bbox="1154 663 1406 884"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>1.0000</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.9441</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.0051*</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.9441</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.0050*</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.0027*</td></tr> </tbody> </table>			Valor p	T1	T2	1.0000	T1	T3	0.9441	T1	T4	0.0051*	T2	T3	0.9441	T2	T4	0.0050*	T3	T4	0.0027*																					
		Valor p																																																															
T1	T2	0.0412*																																																															
T1	T3	0.0636																																																															
T1	T4	0.0787																																																															
T2	T3	0.9896																																																															
T2	T4	0.9668																																																															
T3	T4	0.9987																																																															
		Valor p																																																															
T1	T2	1.0000																																																															
T1	T3	0.9441																																																															
T1	T4	0.0051*																																																															
T2	T3	0.9441																																																															
T2	T4	0.0050*																																																															
T3	T4	0.0027*																																																															
Granos Mediadamente Fermentados	Granos Violetas	% de Fermentación																																																															
																																																																	
Normalidad S-W: 0.809	Normalidad S-W: 0.7558	Normalidad S-W: 0.7558																																																															
Tukey <table border="1" data-bbox="431 1304 651 1545"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.971</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.422</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.996</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.651</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.914</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.326</td></tr> </tbody> </table>			Valor p	T1	T2	0.971	T1	T3	0.422	T1	T4	0.996	T2	T3	0.651	T2	T4	0.914	T3	T4	0.326	Tukey <table border="1" data-bbox="829 1304 1065 1545"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.9780</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.7097</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.0412*</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.8988</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.0716</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.1868</td></tr> </tbody> </table>			Valor p	T1	T2	0.9780	T1	T3	0.7097	T1	T4	0.0412*	T2	T3	0.8988	T2	T4	0.0716	T3	T4	0.1868	Tukey <table border="1" data-bbox="1154 1304 1406 1545"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.9780</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.7098</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.0410*</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.8988</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.0714</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.1867</td></tr> </tbody> </table>			Valor p	T1	T2	0.9780	T1	T3	0.7098	T1	T4	0.0410*	T2	T3	0.8988	T2	T4	0.0714	T3	T4	0.1867
		Valor p																																																															
T1	T2	0.971																																																															
T1	T3	0.422																																																															
T1	T4	0.996																																																															
T2	T3	0.651																																																															
T2	T4	0.914																																																															
T3	T4	0.326																																																															
		Valor p																																																															
T1	T2	0.9780																																																															
T1	T3	0.7097																																																															
T1	T4	0.0412*																																																															
T2	T3	0.8988																																																															
T2	T4	0.0716																																																															
T3	T4	0.1868																																																															
		Valor p																																																															
T1	T2	0.9780																																																															
T1	T3	0.7098																																																															
T1	T4	0.0410*																																																															
T2	T3	0.8988																																																															
T2	T4	0.0714																																																															
T3	T4	0.1867																																																															

6 de 10 variables no presentan diferencias significativas entre los 4 tratamientos evaluados. En cuanto al índice de grano, el tratamiento 1 (T1) sólo presentó

⁵⁸ Las variables Granos Pizarrosos, Insectos, Germinados y Moho presentaron valores constantes de 0 para todos los tratamientos

diferencias significativas con el tratamiento 2 (T2), siendo el T1 el que presentó el mayor índice de grano. En relación al número de granos bien fermentados, el tratamiento 4 (T4) se diferenció de los demás tratamientos, presentando el menor valor en esta variable. Para los granos violetas, el tratamiento 1 (T1) presentó diferencias significativas con el tratamiento 4 (T4), siendo este último el que evidenció una mayor cantidad en esta característica evaluada. Finalmente, el tratamiento 1 (T1) presentó diferencias significativas con el tratamiento 4 (T4) en el porcentaje de fermentación, siendo el T4, el que presentó un menor valor de fermentación.

Figura 12. Características sensoriales



Normalidad 0.417	S-W:	Normalidad 0.1109	S-W:	Normalidad 1.2e-07*	S-W:	Normalidad 0.1164	S-W:																																																																																				
Tukey <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.849</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.957</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.686</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.565</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.997</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	0.849	T1	T3	0.990	T1	T4	0.957	T2	T3	0.686	T2	T4	0.565	T3	T4	0.997	Tukey <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.769</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.628</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.106</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.484</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.628</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	0.769	T1	T3	0.628	T1	T4	0.106	T2	T3	0.995	T2	T4	0.484	T3	T4	0.628	Kolmogorov-Smirnov test <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.031*</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.031*</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.031*</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	1.000	T1	T3	1.000	T1	T4	0.031*	T2	T3	1.000	T2	T4	0.031*	T3	T4	0.031*	Tukey <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.967</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.967</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.242</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.464</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.464</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	0.967	T1	T3	0.967	T1	T4	0.242	T2	T3	1.000	T2	T4	0.464	T3	T4	0.464
		Valor p																																																																																									
T1	T2	0.849																																																																																									
T1	T3	0.990																																																																																									
T1	T4	0.957																																																																																									
T2	T3	0.686																																																																																									
T2	T4	0.565																																																																																									
T3	T4	0.997																																																																																									
		Valor p																																																																																									
T1	T2	0.769																																																																																									
T1	T3	0.628																																																																																									
T1	T4	0.106																																																																																									
T2	T3	0.995																																																																																									
T2	T4	0.484																																																																																									
T3	T4	0.628																																																																																									
		Valor p																																																																																									
T1	T2	1.000																																																																																									
T1	T3	1.000																																																																																									
T1	T4	0.031*																																																																																									
T2	T3	1.000																																																																																									
T2	T4	0.031*																																																																																									
T3	T4	0.031*																																																																																									
		Valor p																																																																																									
T1	T2	0.967																																																																																									
T1	T3	0.967																																																																																									
T1	T4	0.242																																																																																									
T2	T3	1.000																																																																																									
T2	T4	0.464																																																																																									
T3	T4	0.464																																																																																									
Dulce		Verde		Humedad		Otro																																																																																					
Normalidad 0.2044	S-W:	Normalidad 0.04004	S-W:	Normalidad 0.03486*	S-W:	Normalidad 0.2577	S-W:																																																																																				
Tukey <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.999</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.522</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.898</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.455</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.938</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.194</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	0.999	T1	T3	0.522	T1	T4	0.898	T2	T3	0.455	T2	T4	0.938	T3	T4	0.194	No Paramétrico: U de Mann-Whitney p= 0.4971		Kolmogorov-Smirnov test <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.4413</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.4413</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.4413</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.4413</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.0049*</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	1.000	T1	T3	0.4413	T1	T4	0.4413	T2	T3	0.4413	T2	T4	0.4413	T3	T4	0.0049*	Tukey <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td>T2</td><td>0.984</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T3</td><td>0.949</td></tr> <tr><td>T1</td><td>T4</td><td>0.496</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T3</td><td>0.808</td></tr> <tr><td>T2</td><td>T4</td><td>0.710</td></tr> <tr><td>T3</td><td>T4</td><td>0.234</td></tr> </tbody> </table>				Valor p	T1	T2	0.984	T1	T3	0.949	T1	T4	0.496	T2	T3	0.808	T2	T4	0.710	T3	T4	0.234																					
		Valor p																																																																																									
T1	T2	0.999																																																																																									
T1	T3	0.522																																																																																									
T1	T4	0.898																																																																																									
T2	T3	0.455																																																																																									
T2	T4	0.938																																																																																									
T3	T4	0.194																																																																																									
		Valor p																																																																																									
T1	T2	1.000																																																																																									
T1	T3	0.4413																																																																																									
T1	T4	0.4413																																																																																									
T2	T3	0.4413																																																																																									
T2	T4	0.4413																																																																																									
T3	T4	0.0049*																																																																																									
		Valor p																																																																																									
T1	T2	0.984																																																																																									
T1	T3	0.949																																																																																									
T1	T4	0.496																																																																																									
T2	T3	0.808																																																																																									
T2	T4	0.710																																																																																									
T3	T4	0.234																																																																																									

Fuente: Panel sensorial

10 de 12 atributos sensoriales evaluados no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Para el caso de la variable “Sabor Floral”, el tratamiento 4 (T4) se diferenció de los demás tratamientos, evidenciando el mayor valor para esta variable entre los tratamientos en estudio. En cuanto a la variable “Humedad”, el tratamiento 3 (T3) se diferenció del tratamiento (T4), siendo este último el que presentó el menor valor de humedad en la evaluación sensorial.

8. CONCLUSIONES

Se pudo notar que los protocolos propuestos en cada tratamiento arrojaron resultados que no marcaron diferencias significativas entre los mismos, de modo que la temperatura como es de esperarse en cada proceso de fermentación del grano de cacao teniendo claro una infraestructura adecuada, denota un aumento constante y similar en todos los tratamientos. Del mismo modo que el aumento en la fermentación interna del grano al generarse un cambio; tomando su color característico de lila o morado a marrón o chocolate.

Según los análisis estadísticos y paramétricos realizados se determina que no hay un grado de significancia el cual indique que un tratamiento sea más adecuado que otro, ya que en cada tratamiento se obtuvo buenas características a nivel sensorial resaltándose sabores como frutales, nuez y dulce. Aquí es donde precisamente estos sabores posicionan a este clon CNCh-13 con una calidad de denominación de sabor y aroma.

Los porcentajes en la fermentación al igual fueron muy similares en todos, estado por encima del parámetro establecido en la norma NTC 1252 lo cual es bueno para procesos de comercialización. De este modo también se concluye que todos los tratamientos son efectivos al momento de querer aplicar cualquiera de ellos para obtener una buena calidad en la fermentación.

El índice de grano es un parámetro que tiene una gran relevancia para los procesos de producción y comercialización ya que a mayor tamaño del grano representa mayor peso que al final es el equivalente en dinero. De este modo se puede decir que es lo que al final el cacaocultor busca obtener en sus unidades productivas, una buena cantidad de cacao seco con un peso representativo.

Por lo anterior y de acuerdo al análisis estadístico y paramétrico el cual arrojó cierta diferencia entre los tratamientos según el índice de grano, siendo T1 (testigo) el más alto, se determina que al tener un buen perfil sensorial al igual que los demás tratamiento, es este el de mayor tamaño de grano, por lo tanto es el más indicado para aplicar en un proceso de beneficio del clon CNCh-13, por lo cual confirma la hipótesis nula.

Esta investigación se realizó fundamentalmente para que los resultados mostraran un procedimiento que fuera, de gran ayuda para los Cacaocultores en el cual ellos de forma sencilla puedan aplicar un modelo mediante una guía para mejorar sus procesos de producción y calidad, ya que la compañía Nacional de Chocolates no solo quiere lanzar un material de cacao al mercado, sino que además puedan aprovechar al máximo sus cualidades. Causando de este modo un mejor impacto a las comunidades del sector cacaotero.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere para próximas investigaciones relacionadas con procesos de fermentación en este material de CNCh-13, ser realizadas a diferentes pisos térmicos o m.s.n.m., esto con el fin de poder impactar a más sectores de la cacaocultura.

Realizar medición de porcentajes de humedad, grados brix y pH en la masa en el proceso de fermentación y determinar la influencia de ellos en la calidad física y sensorial del material a evaluar.

Determinar la presencia de polifenoles activos en cada etapa del proceso de fermentación y en grano seco al igual que sus propiedades químicas como antioxidantes.

Se sugiere realizar procesos de beneficio modificando los tiempos en la fermentación ya sea ampliando o reduciendo las horas para su disposición en el patio de secado y determinar si hay influencia en la calidad física y sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, Clímaco, TOVAR, Lumidla; GARCÍA, Héctor. et. al. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Miranda), Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores, [En línea]: Recuperado 2019-06-27. [Disponible en]: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>.

AMORES Puyutaxi, F. M., PALACIOS, A., JIMÉNEZ Barragán. et.al. . Estación Experimental Tropical Pichilingue. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeralda. (Ecuador). En: Boletín Técnico no. 135. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1565>.

Anón. s.f. Poscosecha del cacao. Fermentación y cura del cacao. [ANONIMO]. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://poscosechacacao.blogspot.com/2017/12/fermentacion-o-cura-del-cacao.html>.

Anón. s.f. Poscosecha del cacao. Fermentación y cura del cacao. [ANONIMO]. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://poscosechacacao.blogspot.com/2017/12/fermentacion-o-cura-del-cacao.html>.

CHARRY, Andrés; CASTRO, Llanos Fabio y NUNEZ, Castro Augusto. CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE AGRICULTURA TROPICAL; Estudio de línea base de la cadena del cacao en Colombia, Oportunidades y limitaciones para el desarrollo de la cadena, la conservación y restauración de bosques y la construcción de paz. Cali, Colombia; 2019. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-17. Disponible en: www.ciat.cgiar.org.

DÍAZ, Ponce Shirley Linley; PINOARGOTE, Chang Milton Horacio. Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Tesis de Grado, previo a la obtención del Título de: ingenieros de alimentos., GUAYAQUIL – ECUADOR - Año 2012. pp 145

ENRIQUEZ, Gustavo A. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 1985. Serie de enseñanza N° 22. p. 183.

ESPINOZA, Osorio Martha Doris. Fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.) tipo criollo en diferentes tipos de fermentadores en sector la unión Río Negro. Para optar el título profesional de: ingeniera en ciencias agrarias. SATIPO – PERÚ 2011. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1899/Espinoza%20Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESTRADA, Miguel William Josué; CASTELLANO, Romero Xiomara Guadalupe, y PERAZA, Moreno Josué Alberto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. EL SALVADOR 2011. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf.

GAVANZO, Cárdenas Oscar Mauricio. Influencia del tiempo de fermentación en la calidad física y sensorial de cuatro clones regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) con registro comercial de cultivares en el municipio de san Vicente de Chucurí, Santander, COLOMBIA. Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Instituto universitario de la paz, Escuela de Ingeniería agronómica. - Año 2016. p.88.

GONZÁLEZ, Muñoz Yuniesky; PÉREZ, Elevina Sira y PALOMINO, Camargo Carolina- , ACTUALIZACIÓN EN NUTRICIÓN, Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate, VOL 13 - Nº 4 – Año 2012, [EN LINEA]: Recuperado 2019-06-27. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=Factores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+del+chocolate&oq=Factores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+del+chocolate>.

GONZÁLEZ, F., L. ORTIZ DE BERTORELLI, L. GRAZIANI DE FARIÑAS, et al. Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Rev. Facultad de Agronomía. . [EN LINEA]: Recuperado 2019-06-27. Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.sian.inia.gov.ve/revistas_ci/Agronomia%2520Tropical/at5404/pdf/torres_o.pdf

GRAZIANI DE FARINAS, Lucía; ORTIZ DE BERTORELLI; Ligia; ALVAREZ, Naidely. et. al. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. En: Agronomía Trop. [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27. 2003, vol.53, n.2, pp. 175-188. [Disponible en]: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0002-192X.

Guisande, C., Heine, J., González-DaCosta, J., & García-Roselló, E. (2014). RWizard Software. Vigo, España: Universidad de Vigo. Recuperado de <http://www.ipez.es/RWizard>.

HORTA, Téllez Heidi Briggity. Evaluación del tipo de fermentador en la calidad final de una mezcla de cacao (*theobroma cacao* l.) Trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de ingeniería agronómica programa de ingeniería agroindustrial. Universidad del Tolima Ibagué-Tolima. 2017. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] [httprepositorio.ut.edu.co/bitstream/001/2148/1/APROBADO%20HEIDI%20BRIGGITY%20HORTA%20TELL](http://repositorio.ut.edu.co/bitstream/001/2148/1/APROBADO%20HEIDI%20BRIGGITY%20HORTA%20TELL)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. Norma Técnica Colombiana 1252 cacao en grano. Bogotá. Año 2003. p.10.

LLERENA, Teneda William Fabián. Universidad internacional de Andalucía.- Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. Año 2016. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-17. Disponible en: MEJORAMIENTO%20DEL%20PROCESO%20DE%20FERMENTACION%20DEL%20CACAO%20CNN15.pdf. ISBN: 978-84-7993-319-7.

LOZANO, Wilfredo Loayza. Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo. Universidad Nacional mayor de San Marcos. Facultad de química e ingeniería química. Lima – Perú 2014. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3877/Loayza_lw.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MORENO, Luis Julián; SÁNCHEZ, Jesús Alfonso. Beneficio del cacao. Fundación hondureña de Investigación agrícola. En: Serie: Tecnología, Comunicación y Desarrollo. Fascículo No. 6. Honduras. 1989. [EN Línea]: Recuperado 2019-07-04. [Disponible en] https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36812834/Beneficio_del_Cacao.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBeneficio_del_Cacao.pdf.

PEDRAZA, Contreras Carlos Alberto. Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado (Bogotá), Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería, Departamento de Civil y Agrícola. 2017. [EN LINEA]: Recuperado en 2019-06-27. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/59141/1/1032373448-2017.pdf>.

Perea, Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol. 9, no 1, p. 35-42. ISSN: 1692-3561

PINZON USECHE, José, ROJAS ARDILA Jacob. Guía técnica para el manejo del cultivo de cacao, 5 ed. Bogotá D.C.: 2012 p.11.

PORTILLO, E., DE FARIÑAS L. Graziani., CROS E. Efecto de algunos factores poscosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). En: Revista de la Facultad de Agronomía. [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27 [Disponible en]: www.scielo.org.ve/scielo. ISSN 0378-7818.

SOLÓRZANO, Chávez Eddyn; AMORES, Puyutaxi Freddy, BARRAGAN, Jiménez Juan. *et.al.* Comparación sensorial del cacao (*theobroma cacao* l.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del ecuador. En: Ciencias Agrarias. [EN Línea]: Recuperado 2019-06-27. [Disponible en] www.google.com/search?biw=911&bih=405&ei=MTMVXYa9NYnz5gKT85vwBw&qFactores+que+inciden+en+la+calidad+sensorial+del+chocolate. ISSN 1390-4051

ANEXOS

Anexo A. Formato de evaluación sensorial de licor de cacao

 <p style="font-size: 8px;">FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAO TEROS N.º 1. 999 999 175-1 FONDO NACIONAL DEL CACAO</p>	<p>FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAO TEROS FONDO NACIONAL DEL CACAO AÑO 2015</p>																																																																																																			
<p>FORMULARIO PARA LA EVALUACION SENSORIAL DE LICOR DE CACAO</p>																																																																																																				
<p>NOMBRE: _____ FECHA: _____</p>																																																																																																				
<p>Estas muestras están identificadas por medio de un código de tres dígitos. La escala que se utiliza es de 0 a 10 puntos para medir el contenido o intensidad del sabor que encuentre en Cada una de ellas.</p>																																																																																																				
<p>0 Ausente 1 a 2 Bajo 3 a 5 Medio 6 a 8 Alto 9 a 10 Muy Alto, Fuerte.</p>																																																																																																				
Código	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Sabores Básicos</th> <th colspan="5" style="text-align: center;">Sabores Específicos</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Cacao</th> <th style="width: 10%;">Acidez</th> <th style="width: 10%;">Astringe</th> <th style="width: 10%;">Amargor</th> <th style="width: 10%;">Frutal</th> <th style="width: 10%;">Floral</th> <th style="width: 10%;">Nuez</th> <th style="width: 10%;">Verde</th> <th style="width: 10%;">Otros</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Sabores Básicos				Sabores Específicos					Cacao	Acidez	Astringe	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Verde	Otros																																																																																	
Sabores Básicos				Sabores Específicos																																																																																																
Cacao	Acidez	Astringe	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Verde	Otros																																																																																												
<p>Comentarios:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																																																																																																				

Fuente. Federación Nacional de Cacaoteros, departamento de investigación.

Anexo B. Carta de autorización por la empresa para trabajo de grado con material de su propiedad



Compañía Nacional de Chocolates S.A.S


Carrera 43A No. 1A sur - 143
Medellín, Colombia
Tel. (574) 266 15 00
Fax. (574) 268 28 72

www.chocolates.com.co

AUTORIZACIÓN ACADEMICA.

COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES S.A.S; identificada con NIT 811036030 y en calidad de la Dirección de Compras y Fomento Agrícola, Autoriza a **ANDERSON MALAVER VEGA**, identificado con cedula de ciudadanía número 1099366392, quien pertenece a **FUENTE EXTERNA DE COLOMBIA S.A.S** a realizar su trabajo de grado para el programa **Profesional en Producción Agroindustrial** titulado **EVALUACION DE LA CALIDAD FISICA Y SENSORIAL DEL CLÓN CNCh-13 DE CACAO** (*Theobroma cacao L.*) **MODIFICANDO PROCESOS EN BENEFICIO EN LA GRANJA YARIGUIES DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER.**

Los resultados de dicha investigación son de uso exclusivo de la Compañía; y estos no podrán ser transferidos ni publicados sin previa autorización de la misma.


JUAN FERNANDO VALENZUELA ARANGO
DIRECTOR DE COMPRAS Y FOMENTO AGRICOLA
COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES S.A.S

Grupo Empresarial Nutresa

