

Caracterización Físicoquímica del Mucilago del Cacao

Viviana Marcela Carvajal Calderón

Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Programa de Química

Bucaramanga

2022

Caracterización Físicoquímica del Mucilago del Cacao

Viviana Marcela Carvajal Calderón

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Química

Director

Mag. Alberto García Jerez

Semillero de Investigación Agropecuaria SIA UNAD

Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Programa de Química

Bucaramanga

2022

Edita

Caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao en el departamento de Santander / Viviana

Marcela Carvajal Calderón.

Bucaramanga Santander, 2022

151 paginas

Incluye tablas, fotos y referencias bibliográficas

1. Teobroma cacao L 2. Genotipos 3. Mucilago

Palabras clave

Dedicatoria

Dedico mi proyecto de grado a Dios y a la virgen María por permitir que mis estudios, mi sueño se haya hecho realidad, a la vida por todos los momentos vividos que gracias a ellos me guio para estudiar esta disciplina, a todos los docentes y tutores universitarios que aportaron sus conocimientos.

A mi familia por todo su compromiso para conmigo especialmente los esfuerzos de mi madre Ana Ilma Carvajal Calderón, a mi prima Matilde Avellaneda Calderón, a mis tías por su confianza en mí y en mis capacidades que fueron mi aliento en los momentos difíciles, a mi pareja Jerson Antonio Mendoza por su compañía en este proceso.

Agradecimientos

Agradezco fraternalmente a los docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarme sus conocimientos y ser grandes contribuyentes de mis logros especialmente al director del proyecto Magister Alberto García Jerez por su respaldo, confianza por compartir sus conocimientos en referencia al cacao y por permitirme hacer parte en proyecto de investigación Caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao.

También realizo un agradecimiento a los cacaoteros del departamento de Santander por su trabajo diario en la planta del cacao, por su interés en los nuevos genotipos y al grupo de investigación corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA por su colaboración y al semillero de investigación agropecuaria SIA UNAD.

Resumen

El presente libro investiga el mucilago del cacao con el fin de dar a conocer su importancia en el proceso de la creación del alimento chocolate y utilidad en otros campos industriales, estudiando los genotipos caracterizados por la corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA, de los 18 genotipos caracterizados se seleccionaron 5 genotipos comerciales los cuales fueron TCS (Theobroma Corpoica la Suiza) 01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN (Colección Castro Naranjal) 51, procedentes del departamento de Santander y Boyacá, el mucilago presente en las semillas del cacao está compuesto por tres tipos de polisacáridos (pectinas, celulosa y hemicelulosas) y demuestra propiedades adhesivas después de la hidratación.

Este trabajo investigativo surge de un proyecto macro en alianza con la Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA y la Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD, la metodología utilizada en prueba química, física y sensorial permite determinar las principales características del mucilago y dejar planteado iniciativas en cuanto a su posible uso y utilización en diversos productos alimenticios. Los factores de estudio realizados en las instalaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia sede Bucaramanga permiten medir la calidad del grano de cacao mediante los cambios físicos, químicos y sensoriales que surgen a partir del mucilago, se comparan valores como pH, grado Brix, acidez, densidad, y pectina, se busca opciones de utilidad para mucilago de cacao con gran variedad de compuestos

orgánicos, y establecer las propiedades del mucilago en las variantes utilizadas determinar mediante su sabor, olor, viscosidad la afectación en calidad de granos de cacao.

Encontrarás el mucílago que envuelve las semillas de cacao en el interior de los frutos como un velo protector con textura de barra. Aunque la pulpa blanca no se usa directamente para hacer chocolate, está lejos de ser inútil: el mucílago es un componente esencial del proceso de fermentación, un paso crucial para desarrollar los precursores del sabor dentro de los granos de cacao. Técnicamente, es la pulpa blanca, y no los granos de cacao, la que se fermenta y da inicio a todas las reacciones químicas que ocurren durante la fermentación. Después de hacer su trabajo, la pulpa blanca se escurre y queda como desperdicio de la producción de cacao, la pulpa blanca tiene un sabor tropical, fresco y afrutado único, como una mezcla de jugos de frutas que debería tener una nueva oportunidad.

Palabras clave: mucilago, pectinas, cacao y atributos.

Summary

This book investigates the cocoa mucilage in order to publicize its importance in the process of creating chocolate food and its usefulness in other industrial fields, studying the genotypes characterized by the Colombian agricultural research corporation AGROSAVIA, of the 18 genotypes characterized, 5 commercial genotypes were selected, which were TCS (Theobroma Corpoica la Suiza) 01, TCS06, TCS13, TCS19 and CCN (Castro Naranjal Collection) 51, from the department of Santander and Boyacá, the mucilage present in the cocoa beans is composed by three types of polysaccharides (pectins, cellulose and hemicelluloses) and demonstrates adhesive properties after hydration.

This investigative work arises from a macro project in alliance with the Colombian Agricultural Research Corporation, AGROSAVIA and the National Open and Distance University UNAD, the methodology used in chemical, physical and sensory tests allows determining the main characteristics of the mucilage and leaving initiatives in regarding its possible use and utilization in various food products. The study factors carried out in the facilities of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bucaramanga headquarters, allow measuring the quality of the cocoa bean through the physical, chemical and sensory changes that arise from the mucilage, values such as pH, Brix degree, acidity are compared. , density, and pectin, useful options are sought for cocoa mucilage with a wide variety of organic compounds, and to establish the properties of the mucilage in the variants used, determine through its taste, smell, and viscosity the affectation on the quality of cocoa beans.

You will find the mucilage that surrounds the cocoa beans inside the fruits like a protective veil with a bar texture. Although the white pulp is not directly used to make chocolate, it is far from useless: the mucilage is an essential component of the fermentation process, a crucial step in developing the flavor precursors within the cocoa beans. Technically, it is the white pulp, and not the cacao beans, that is fermented and kicks off all the chemical reactions that occur during fermentation. After doing its job, the white pulp is drained and remains as waste from cocoa production, the white pulp has a unique tropical, fresh and fruity flavor, like a mixture of fruit juices that should be given a new lease of life.

Keywords: *mucilage, pectins, cocoa and attributes.*

Contenido

	Pág.
Introducción	20
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos	24
Justificación	25
Aspectos Botánicos y Culturales de la planta de cacao en América Latina	27
Compatibilidad Sexual	27
Composición Fisicoquímica del Mucilago del Cacao en Fresco	31
Las Reacciones Químicas que se Presentan durante la Fermentación	32
Fermentación Alcohólica	34
Fermentación Acética	34
Madurez del Fruto también afecta la Calidad del Mucilago	39
Sanidad de los Frutos afecta la Cantidad de los Granos de Cacao	39
Descripción física de los genotipos seleccionados TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, 7 CCN51	43
TCS 01 (<i>Theobroma Corpoica la Suiza 01</i>)	44
TCS 06 (<i>Theobroma Corpoica la Suiza 06</i>)	46
TCS 13 (<i>Theobroma Corpoica la Suiza 13</i>)	48
TCS 19 (<i>Theobroma Corpoica la Suiza 19</i>)	50
CCN 51 (Colección Castro Naranjal)	52
Evaluar la Composición Sensorial del Mucilago Fresco del Cacao de los Materiales TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(Testigo)	55
Evaluación Sensorial del Mucilago de Cacao	55
Distintas técnicas de la prueba Sensorial	57
Pruebas Cuantitativas de Consumo	57

	11
Pruebas de Preferencia	58
Prueba de Preferencia Pareada	58
Pruebas de Aceptabilidad	58
Prueba de Aceptabilidad por Ordenamiento	59
Prueba Hedónica	59
Parte Investigativa	62
Evaluación Sensorial en Laboratorio Multipropósitos Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Bucaramanga	62
Pruebas Cualitativas de Consumo Aplicada al Proyecto Investigativo	62
Población de panel de Evaluadores	64
Recolección de Muestras del mucilago de los genotipos de estudio TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN51	65
Espacio Destinado laboratorio de evaluación sensorial	66
Presentación de las Muestras a evaluadores	67
Establecimientos de un Panel de Evaluación Sensorial	68
Resultados Evaluación Sensorial	77
Valorar la Cantidad del Mucilago Fresco de Cacao en los Materiales TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(Testigo)	84
Parte Investigativa del muestreo del mucilago de cacao	85
Valoración del Mucilago de cacao Fresco en las variedades TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51	86
Numero de Granos por Frutos	88
Peso Promedio Húmedo de los Granos por Frutos	88
Analizar las Variables Físicas, Químicas y Sensoriales del Mucilago del Cacao. (Densidad, Grados Brix, pH, Cenizas)	91
Análisis de Muestras	91
Glucolisis, Conservación de Glucosa a Acido Pirúvico	92
Técnicas de laboratorio del Mucilago del Cacao	94
Apertura de los Frutos de cacao	94
Transporte de las Semillas en Baba para Fermentar	94
Población de Muestreo	95

	12
Muestreo de Mucilago	95
Caracterización Bromatológica	97
Practica de Densidad	97
Procedimiento	98
Calibración de Instrumentos	98
<i>Determinación de Densidad Relativa en cada Genotipo.</i>	98
Muestras de Genotipos Analizadas	99
Resultados	105
Practica Grados Brix	105
Muestras de Genotipos. TCS01, TCS06, TCS 13, TCS19, CCN51	105
Procedimiento	105
Preparación de Muestras	106
Resultado.	108
Practica de PH	109
Muestras de genotipos. TCS01, TCS06, TCS 13, TCS19, CCN51	109
Procedimiento	109
Respuestas	112
Practica de Cenizas	113
Procedimiento	114
Resultados	115
Análisis de Cenizas	117
Determinación del Contenido de Pectina en el Mucilago.	121
Practica de Pectinas	121
Procedimiento.	122
Relación Macroscópica	123
Inactivación enzimática.	124
Hidrolisis Acida.	125
Filtración.	126
Precipitación	127
Lavado. Disolver la pectina en medio ácido y precipitarla con etanol.	128

	13
Secado.	131
Molienda.	132
Resultados.	133
Conclusiones	137
Recomendaciones	138
Referencias Bibliográficas	139
Apéndices	142
Apéndice A. Tabla A1 Datos Obtenidos en la Prueba Sensorial Mucilago de Cacao Recolección de Muestras	142
Apéndice B. Jueces Participantes en la Prueba Sensorial de Mucilago de Cacao	145
Apéndice C. Datos Obtenidos en Análisis de Cenizas con Siana	147
Apéndice D. Norma Técnica Colombiana del ICONTEC – NTC 1252	150

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Primera Floración de los Frutos de Cacao en Árbol de Cacao Teobroma L</i>	28
Figura 2. <i>Representación Cauliflora de los Frutos de Cacao en sus Diferentes Etapas</i>	29
Figura 3. <i>Disposición Espacial del Mucilago de Cacao dentro del Fruto de Cacao</i>	30
Figura 4. <i>Grano de Cacao Observado desde el Interior sin Fermentar</i>	32
Figura 5. <i>Fermentación Alcohólica</i>	34
Figura 6. <i>Diferencia de Colores por Perdida de Humedad en los Granos de Cacao</i>	36
Figura 7. <i>Mucilago de Cacao en el Proceso de Secado</i>	37
Figura 8. <i>secado de granos de Cacao con restos de mucilago</i>	38
Figura 9. <i>Frutos de Cacao con Enfermedades Separados de los Cultivos Sanos</i>	40
Figura 10. <i>Representación de Enfermedad en Frutos Monilia (Moniliophthora roreri)</i>	41
Figura 11. <i>Representación gráfica genotipo de Cacao TCS 01</i>	44
Figura 12. <i>Representación gráfica genotipo de Cacao TCS 06</i>	46
Figura 13. <i>Representación gráfica genotipo de Cacao TCS 13</i>	48
Figura 14. <i>Representación gráfica genotipo de Cacao TCS 19</i>	50
Figura 15. <i>Representación gráfica genotipo de Cacao CCN51</i>	52
Figura 16. <i>representacion grafica de las muestras de Mucilago de Cacao en el laboratorio multipropósitos UNAD</i>	65
figura 17. <i>evidencia de marcado y seleccionado de genotipos de mucilago de cacao</i>	66

	15
Figura 18. <i>Explicación de Formato de Prueba utilizada en la Evaluación Sensorial de los genotipos</i>	69
Figura 19. <i>Presentación de muestras de cacao a Juez evaluador</i>	70
Figura 20. <i>Presentación de muestras de cacao a Juez evaluador</i>	71
Figura 21. <i>Degustación de genotipos Mucilago de Cacao con Juez</i>	72
Figura 22. <i>Degustación de genotipos Mucilago de Cacao con Juez</i>	73
Figura 23. <i>Apreciación del Color de la Muestra de Mucilago genotipos con juez evaluador</i>	74
Figura 24. <i>Evidencia de Toma de Muestras con Juez Evaluador</i>	75
Figura 25. <i>Evidencia de Muestras con Juez Evaluador</i>	76
Figura 26. <i>Diagrama de Componentes Principales para los Genotipos de Mucilago de Cacao TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 Y CCN51.</i>	82
Figura 27. <i>Granos de Cacao Recubiertos con Mucilago Fresco</i>	85
Figura 28. <i>Representación Gráfica GLUCOLISIS</i>	93
Figura 29. <i>Ejemplo de Marcado de Muestras en Laboratorio</i>	96
Figura 30. <i>Muestras Seleccionadas de Mucilago</i>	97
Figura 31. <i>Materiales y reactivos utilizados</i>	99
Figura 32. <i>Picnómetro utilizado Durante la Práctica de Densidad</i>	100
Figura 33. <i>Pesados de Pruebas realizadas Consolidadas en la tabla # 11</i>	101
Figura 34 <i>Pesados de pruebas realizadas consolidadas en la tabla #12</i>	106
Figura 35. <i>Reactivos Peachímetros Buffer</i>	111
Figura 36. <i>Análisis de Resultados pH</i>	112
Figura 37. <i>Representación de Muestras Húmedas en Mufla</i>	118

	16
Figura 38 Representación de muestras de ceniza sacadas de Mufla	119
Figura 39. <i>Muestras de Cenizas después de estar en Mufla</i>	120
Figura 40. <i>Representación de Agua Destilada Lista para Investigación</i>	123
Figura 41. <i>Representación Relación Macroscópica de 1 a 2</i>	124
Figura 42. <i>Representación de Muestras con Agua Destilada, y Muestras de Mucilago de Cacao</i>	125
Figura 43. <i>Representación de Práctica de Pectina en Proceso con Muestras de Agua Destilada, Reactivo y Genotipos Correspondientes</i>	126
Figura 44. <i>Representación de Filtrado de Muestras</i>	127
Figura 45. <i>Representación de Muestras en Reposo</i>	128
Figura 46. <i>Representación de Lavado con Etanol en donde se Muestran los Primeros Brotes de Pectina Formadas</i>	129
Figura 47. <i>Representación de Formación de Cadenas y Presencia de Pectinas</i>	130
Figura 48. <i>Presencia de Pectina en las Muestras Analizadas</i>	131
Figura 49. <i>Representación de Muestras en Mufla de Secado</i>	132
Figura 50. <i>Representación de Resultado de Molienda de Pectina luego de Proceso de Secado</i>	133
Figura 51. <i>Representación de Pectina en los Genotipos TCS 06 con 1ml de Ácido Clorhídrico y TCS 13 con 0,1g de Ácido Clorhídrico</i>	134
Figura 52. <i>Representación de Pectina en Genotipos TCS 13</i>	136
Figura 53. <i>Representación de Pectina en Genotipos TCS 06</i>	136

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Evaluaciones Físicas en los Frutos del Cacao</i>	53
Tabla 2. <i>Clasificación de Estímulos y Tipos de Receptores</i>	60
Tabla 3. <i>Escala de Valoración de Intensidad de Sabor</i>	63
Tabla 4. <i>Atributos Descritos de los Materiales Descritos</i>	78
Tabla 5. <i>Formato de control la valoración de los evaluadores Sensoriales</i>	81
Tabla 6. <i>Genotipos de Cacao con Mayor Índice de Grano de los Genotipos Evaluados</i>	87
Tabla 7. <i>Límites de Número de Granos por Fruto que Permiten Clasificar la Cantidad de los Granos Obtenidos en los Genotipos Estudiados.</i>	88
Tabla 8. <i>Límites de Peso Húmedo de los Granos de los Frutos de Cacao de los Genotipos Estudiados</i>	89
Tabla 9. <i>Genotipos de Cacao con Nivel Alto de Peso Húmedo de Granos</i>	89
Tabla 10. <i>Análisis de Resultados peso/masa</i>	99
Tabla 11. <i>Análisis de Resultados con los Datos Obtenidos en el Pesado</i>	102
Tabla 12. <i>Análisis de Datos obtenidos en la Práctica de Grados Brix</i>	107
Tabla 13. <i>Análisis de Datos Obtenidos en la Práctica de pH</i>	110
Tabla 14. <i>Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas</i>	115
Tabla 15. <i>Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas</i>	116
Tabla 16. <i>Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas</i>	110
Tabla 17. <i>Análisis de Cenizas</i>	117

Tabla 18. *Resultados Obtenidos de Pectina*

Lista de Apéndices**Pág.**

Apéndice A. Tabla A1 Datos Obtenidos en la Prueba Sensorial Mucilago de Cacao Recolección de Muestras	129
Apéndice B. Jueces Participantes en la Prueba Sensorial de Mucilago de Cacao	131
Apéndice C. Datos Obtenidos en Análisis de Cenizas con Siama	133
Apéndice D. Norma Técnica Colombiana del ICONTEC – NTC 1252	136

Introducción

Colombia país con gran variedad de culturas y sabores que llevan en cada uno el sentimiento de nuestra gente campesina, especialmente el departamento de Santander que cultiva granos de cacao en gran mayoría de sus municipios con climas cálidos en donde se están investigando variantes que le permitan cultivar cosechas de cacao gourmet hoy en día exportadas y requeridas en Europa y otros continentes. Taxonómicamente el cacao se clasifica en tres grupos genéticos: criollo, forastero y trinitario.

Cacao Criollo: es considerado un cacao fino de sabor o de aroma, se producen chocolate mucho más dulce y con menos amargos que las otras variedades, tiene una corteza muy suave y las semillas redondeadas de color violeta poseen un contenido menor de taninos.(De Graduación: "identificación et al., n.d.)

Cacao Forastero: se le conoce como cacao ordinario, es la variedad más abundante, ya que sobrepasa el 90% de la producción mundial, tiene poco sabor y aroma por lo que se usa en combinación con el criollo.(De Graduación: "identificación et al., n.d.)

Cacao Trinitario: procede de una variedad obtenida en la isla trinidad, a base de cruzar las dos variedades anteriores criollo y forastero, es más aromático que el forastero y más resistente que el criollo. (De Graduación: "identificación et al., n.d.)

El cacao es quizá uno de los alimentos más antiguos del mundo con características particulares para su crecimiento y producción, adaptado a cambios que han mejorado su calidad, sabor y olor en el proceso de crecimiento y maduración, estas mejoras incluso han sido desarrolladas durante el proceso de crecimiento por medio de genotipos que consiste en unir dos

o más genotipos de cacao para mezclar sus componentes y crear una nueva variedad de fruto de cacao que puede tener mayor rendimiento y atributos como (finos de sabor y aroma).

El genotipo del cacao determina el tipo y la cantidad de proteínas de almacenamiento, carbohidratos, polifenoles, y la actividad de las enzimas dentro de las semillas de cacao. La composición química de cada genotipo de cacao se genera una vez que los precursores químicos del sabor se condicionan durante la fermentación espontánea. (Santander Muñoz et al., 2019)

Cada genotipo de cacao tiene un fruto con atributos y tiempo de maduración diferentes, en algunos genotipos se aprecia como los frutos de cacao al madurarse cambia de color de rojo a verde, mientras otros su color de maduración asigna un color rojo o naranja, a medida que el grano de cacao va creciendo y va cambiando su composición va reflejando que está listo o maduro para la siguiente etapa. (Lima et al., n.d.)

El fruto del cacao está compuesto por una capa gruesa, rugosa que dependiendo del genotipo presenta franjas profundas o poco profundas su principal función es cubrir los granos del cacao, se encarga principalmente de proteger y almidonar el sabor y aroma de cada grano de cacao que está en crecimiento dentro de él; Dentro de este fruto se encuentran los granos del cacao que a su vez están cubiertos por mucilago del cacao (pulpa blanca mucilaginosa que cubre los granos del cacao) se desarrolla principalmente en la etapa de crecimiento del fruto o estructura del cacao en ella se reflejan todos los nutrientes absorbidos por la raíz y que suben al tronco del árbol y a su vez admitidos en el fruto y aromatizados en el mucilago, el mucilago está compuesto más del 50% de agua y aproximadamente 0.7% de glucosa y fructosa, ácidos cítricos y cantidades pequeñas de almidón, ácidos volátiles y sales, aproximadamente 14% de azúcar y 1.5% de pectina a pH 3 (Schwan, 1998)

La fermentación del cacao es una etapa muy importante en el proceso del grano del cacao, en la actualidad la principal función del mucilago del cacao se da durante el proceso de fermentación, por su alto contenido de azúcares, péptidos y ácidos procesos por los cual hay una transformación bioquímica de sustancias al interior de cada semilla de cacao; La fermentación más común consiste en amontonar los granos de cacao cubiertos de mucilago en cajones generalmente de madera en donde sube rápidamente la temperatura y empieza el proceso de fermentación interactuando con levaduras y bacterias, se debe dar vuelta a los granos una vez cada 24 horas, mientras se va dando el volteo a los granos de cacao se van aireando secando los residuos del mucilago y la humedad que dan las hojas de plátano o costales que se le colocan para producir aumento de la temperatura por encima de los 40°C (Peláez et al., 2016)

La fermentación microbiana del cacao absorbe el mucílago e induce un conjunto de reacciones bioquímicas internas en el cotiledón que conducen a la modificación de la composición química de los granos de cacao y a la formación de precursores aromáticos. Durante la fermentación, la sucesión microbiana ocurre por cambios en la temperatura, el pH y la disponibilidad de oxígeno.(Peláez et al., 2016)

Normalmente el proceso de fermentación es un proceso espontaneo iniciado por microorganismos incluyen levaduras, bacterias lácticas y acéticas, bacilos y hongos filamentosos los cuales utilizan la pulpa mucilagosa como fuente de carbono y oxígeno.

La fermentación en los granos del cacao es esencial para transformar el grano de cacao en licor de cacao y este licor es la base la chocolatería y bombonería, se requiere de una aireación adecuada para que el mucilago realice su proceso de degradación y realice el debido proceso de

drenado del líquido el cual es considerado en varios países de gran importancia para realizar bebidas fermentadas(Gildemberg. et al., 2008)

Se deben tener en cuenta condiciones ambientales tropicales que se vuelven favorables para el crecimiento de bacterias del ácido acético, que oxidan el etanol producido por las levaduras y el ácido láctico producido por las bacterias del ácido láctico en ácido acético y posteriormente sobre oxidan este ácido acético en dióxido de carbono y agua (Peláez et al., 2016)

El exudado de cacao, el líquido amarillento pálido que se escurre durante la fermentación del cacao, es el producto de descomposición del mucílago que rodea al grano de cacao fresco y constituye aproximadamente el 10% del peso de la fruta del cacao, la mayoría de exudado es adaptado para realizar otras funciones como insecticida en el control de insectos por su alto contenido de ácidos, otra función adaptada al exudado es la investigación que se está realizando es la extracción de biocelulosa sintética, de esta manera se aprovecha el mucilago del cacao en otros campos. (Buamah et al., 1997)

Mediante esta propuesta de investigación se avalúa variables fisicoquímicas y sensoriales del mucilago del cacao, con el propósito de conocer sus atributos y posibles usos en nuevas iniciativas en productos alimenticios, también se analizan los diferentes genotipos cultivados por familias cacaoteras Santandereanas dispuestas a crear nuevos aromas y olores finos de cacao con base en los nuevos genotipos , mediante 4 capítulos dedicados especialmente al mucilago de cacao, al cambio organoléptico de la semilla del cacao, analizamos rendimiento, variables fisicoquímicas, sensoriales, acidez, grados Brix, y pH de acuerdo con los genotipos seleccionado TCS01, TCS06, TCS13, TCS 19 Y CCN51, en donde se darán a conocer las características particulares de cada variedad o genotipo.

Objetivos

Objetivo General

Valorar la composición fisicoquímica y sensorial del mucilago fresco de cacao de los genotipos TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(testigo)

Objetivos Específicos

Valorar la cantidad del mucilago fresco de cacao en los materiales TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(testigo).

Analizar las variables físicas, químicas y sensoriales de importancia bioquímica en la valoración y el rendimiento del mucilago del cacao. (Densidad, turbiedad, físicas viscosidad, grados brix, pH).

Determinación del contenido de pectina en el mucilago.

Justificación

El proyecto de investigación caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao busco identificar las principales características físicas, químicas y sensoriales del mucilago de cacao en los genotipos TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 Y CCN 51 en el departamento de Santander y de Boyacá, Colombia; el mucilago del cacao es el tema central para esta investigación debido a las características organolépticas aportadas al licor del cacao, por su alto contenido de humedad, acidez y pectinas presentes en el, que a su vez le permite iniciar su proceso de fermentación sin necesidad de agregar otros componentes químicos a este importante proceso.

El principal interés de la transformación física y bioquímica de los frutos de cacao a granos del cacao es generar compuestos de precursores del sabor: aminoácidos libres, péptidos y azúcares reductores; además, de componentes específicos de la semilla: proteínas y carbohidratos a través de reacciones catalizadas por enzimas que tienen lugar en el interior de la semilla por medio del mucilago del cacao.

Las semillas del cacao están rodeadas por una pulpa mucilagosa aromática, que surge de los tegumentos de la semilla (técnicamente un arillo) a quien se le atribuye todos los compuestos encontrados en el chocolate; El grano del cacao contiene una gran cantidad de fitoquímicos (compuestos fisiológicamente activos) que se encuentran en las plantas, un grupo de compuestos llamados polifenoles que han demostrado tener propiedades antioxidantes.

La pulpa de la semilla o mucilago representa alrededor del 40% del peso fresco de la semilla y está compuesta por un tejido parenquimatoso esponjoso que contiene savia celular, que

es rica en azúcares (10-13% de glucosa y fructosa; 0,7% de sacarosa, sales (8-10%), pantanosos (1.5% pectina), ácidos orgánicos (1-2%) y proteína (0,6%)(Gildemberg. et al., 2008)

Los factores de estudios en el mucilago del cacao influyen positivamente en la calidad del proceso de fermentación del cacao contribuyendo a la formación en la textura, los sabores y aromas como: florales, frutales, frutos secos, y lácteos. Con la siguiente investigación se caracteriza el mucilago del cacao de 5 genotipos seleccionados por la Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria AGROSAVIA seleccionados comercialmente con el propósito de fortalecer el conocimiento sobre el mucilago del cacao para que sirva de insumo a nuevos estudios e iniciativas que puedan en un futuro cercano establecer nuevos insumos extraídos a partir de este sustrato.

El mucilago de cacao contiene infinitas propiedades entre ellas provee las condiciones adecuadas para fermentar los granos de cacao, el objetivo principal del proyecto de investigación es dar a conocer los componentes presentes y la importancia del mucilago del cacao en su etapa de crecimientos y desarrollo de los granos de cacao, los factores de estudio influyeron positivamente en el estudio y en la importancia que se le debe dar al mucilago de cacao la piel que cubre cada grano de cacao y que es la causa de los componentes organolépticos que posee el chocolate después de su proceso de fermentación.

Aspectos Botánicos y Culturales de la planta de cacao en América Latina

El cacao *Theobroma cacao L* es un árbol que tiene origen en la parte alta de la cuenca del río Amazonas en América del Sur. En las regiones amazónicas superiores de Perú, Colombia, Brasil, y riveras de diversas redes fluviales importantes que desembocan en el río Marañón y en el río Amazonas (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017)

Dendrologicamente hablando, el cacao es un árbol fuerte con crecimiento vertical de tipo leñoso, pertenece a la familia Malvacea, sus hojas tienen una forma ancha y alargada, y se presentan de forma alterna y opuesta en las ramas (Fuentes & Jerez, 2021)

Compatibilidad Sexual

El árbol de cacao pertenece a una especie cauliflora, es decir, sus flores y frutos aparecen insertados sobre el tronco en las ramas más antiguas. Las flores se pueden encontrar a lo largo del tronco y en las ramas en las partes más leñosas del árbol, en grupos y generando los llamados “cojines florales”. El tiempo y la cantidad de flores se ve afectada por los cambios climáticos y depende de ellos para su aparición. La primera floración debe ser importante para evaluar la preciosidad del material genético (Fuentes & Jerez, 2021)

La autocompatibilidad del cacao está dada por la fecundación que se realice en sus propias flores y dependiendo de su propia fecundación llegue a cosechar frutos de cacao en perfectas condiciones (Lopez, 2011)

Figura 1.

Primera Floración de los Frutos de Cacao en Árbol de Cacao Teobroma L



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura (1) la flor del cacao que después se convierte en el fruto del cacao en una baya indehiscente, es decir, que no abre ni expulsa las semillas por sus propios medios, sino que el fruto pertenece unido al árbol por su pedúnculo todo el tiempo aun después de madurar. La cascara del fruto de cacao es de tipo fibrosa y su espesor está relacionado con el genotipo. Al interior de los granos de cacao se encuentra una estructura con 5 filas en donde encontramos las semillas, de acuerdo con los 5 lóculos que posee el ovario. Su color tiene unas

tonalidades que van desde el color blanco cremoso, moteado, violeta o morado (Fuentes & Jerez, 2021)

Figura 2.

Representación Cauliflora de los Frutos de Cacao en sus Diferentes Etapas



Fuente: elaboración propia

En la figura (2) se observa la representación floral paso a paso como van cambiando su proceso de maduración hasta llegar a la apertura del botón floral en donde se observa su forma, color, profundidad de los surcos, grosor del exocarpio, forma de apice, construcción basal y rugosidad de la superficie en frutos de cacao, después observamos el primer brote y crecimiento del fruto del cacao, y donde comienza los tejidos parenquimatosos del mucilago de cacao.

Figura 3.*Disposición Espacial del Mucilago de Cacao dentro del Fruto de Cacao*

Fuente: elaboración propia

En la imagen se observa el corte transversal del fruto de cacao en donde apreciamos el color morado de las semillas frescas de cacao, con sus surcos y células, que están rodeadas por pulpa aromática mucilaginosa de color blanco reluciente la cual procede de los tegumentos, la pulpa mucilaginosa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares, pentosas, ácidos cítricos y sales, durante el proceso de cosecha

de las semillas de cacao la pulpa es removida por fermentación e hidrolizada por micro organismo, la pulpa al finalizar el proceso de fermentación es conocida en la industria como exudados (Teneda Llenera, 2016)

Composición Fisicoquímica del Mucilago del Cacao en Fresco

El mucilago de cacao es la piel de los granos de cacao, una composición algodonosa con las condiciones exactas para iniciar el proceso de fermentación las cuales son humedad, acidez, almibarado, aspecto fibroso y denso el cual brinda protección de agentes exteriores a los granos de cacao permitiendo tener una fermentación completamente limpia y un debido proceso a la maduración de los granos de cacao; La pulpa de la semilla o mucilago representa alrededor del 40% del peso fresco de la semilla y está compuesta por un tejido parenquimatoso esponjoso que contiene savia celular, que es rica en azúcares (10-13% de glucosa y fructosa; 0,7% de sacarosa, sales (8-10%), pantanosos (1.5% pectina), ácidos orgánicos (1-2%) y proteína (0,6%)(Gildemberg. et al., 2008)

En la imagen a continuación se aprecia los granos de cacao sin fermentar aun con el mucilago de cacao intacto, se aprecia un color morado intenso al interior del grano de cacao, en donde las venas fibrosas de los granos de cacao no se han fermentado.

Figura 4.

Grano de Cacao Observado desde el Interior sin Fermentar



Fuente: elaboración propia

Para iniciar el proceso de fermentación en donde los granos de cacao cambian de color a un tono más oscuro o marrón oscuro y la forma arrionada que indirectamente indica que se dieron cambios físicos y químicos al interior del grano que influye directamente en el sabor y aroma de demás atributos que se buscan de como especiales.

Las Reacciones Químicas que se Presentan durante la Fermentación

Los métodos de fermentación varían según las preferencias regionales y la disponibilidad de recursos. Cada productor tomará una decisión distinta en cuanto al tipo y el tamaño del recipiente de fermentación, la cantidad de días que fermenta el cacao, con cuánta

frecuencia hacer rotar el cacao, el pre acondicionamiento de la pulpa (almacenamiento de la pulpa previo a la fermentación) y otros factores.

Pero en términos generales, toda fermentación del cacao sigue un proceso similar incluyendo una fase anaeróbica y una fase aeróbica. Los detalles específicos de cada etapa están influenciados por una gran cantidad de factores, como la madurez de los frutos de cacao, las condiciones climáticas y ambientales, la calidad de los frutos de cacao y el tamaño del lote, entre otros (Cadby, 2019)

En las décadas de 1940 y 1950 las compañías chocolateras transnacionales buscaban en Sudamérica y el Caribe las variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) con las mejores características para sus procesos, por lo que necesitaban fermentar cantidades muy pequeñas de granos en corto tiempo.

Ahora sabemos que este tipo de procedimientos no se puede operar en un laboratorio en pequeñas ni en grandes cantidades, ya que el cacao pierde todas las características físico-químicas responsables del sabor (Teneda Llenera, 2016)

La fermentación consiste en una serie de cambios físico-químicos que generan el desarrollo de sabor y aroma al alimento del chocolate:

Cambios en la pigmentación interna, color violeta a marrón oscuro

Transformación del sabor astringente de los cotiledones

Transformación de los azúcares en alcoholes por levaduras, los cuales son a su vez convertidos en ácidos acéticos por bacterias acéticas. (Teneda Llenera, 2016)

Fermentación Alcohólica

Bajo condiciones anaerobias, sin participación de oxígeno molecular, el ácido pirúvico se transforma en alcohol etílico, la presencia de oxígeno causaría productos de oxidación poli fenólica capaces de destruir las enzimas hidrolíticas (Teneda Llenera, 2016)

Figura 5.

Fermentación Alcohólica



Nota: (Teneda Llenera, 2016)

Bajo condiciones anaeróbicas, sin participación del oxígeno molecular, el ácido pirúvico se transforma en alcohol etílico, la presencia de oxígeno causaría productos intermedios de la oxidación poli fenólica capaces de destruir las enzimas hidrolíticas. (Teneda Llenera, 2016)

Fermentación Acética

En la fase de acuerdo a la remoción que oxigena el ambiente y el descenso del pH convierte el etanol obtenido en ácido acético (CH_3COOH), se presenta la oxidación del etanol a través de la fermentación oxidativa. La temperatura ideal en el proceso de fermentación acética está entre 28°C y 30°C y el pH óptimo es de 4,5 (Teneda Llenera, 2016)

La oxidación del etanol se realiza en dos etapas: la primera el etanol se oxida a acetaldehído y en la segunda el acetaldehído a ácido acético; Se forma otros productos como acetato de etilo, butanol, isopropanol, compuestos intermedios de acetaldehído y ácidos orgánicos (Teneda Llenera, 2016).

La reacción dada es: $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ (Teneda Llenera, 2016)

Después del proceso de fermentación viene el secado de los granos de cacao, tiene como finalidad reducir el 60 % de humedad de las almendras fermentadas, se debe realizar en un lugar adecuado como una marquesina y girarlos periódicamente para asegurar que todos los granos de cacao se sequen uniformemente, los tres primeros días se debe dar intervalos de sol a los granos de cacao máximo tres horas al día, pasados los siguientes días van aumentando las horas de secado hasta terminar el proceso, este proceso de secado se puede hacer por partes como se muestra en la imagen a continuación

Figura 6.

Diferencia de Colores por Perdida de Humedad en los Granos de Cacao



Fuente: elaboración propia

El secado por partes en la marquesilla se realiza por compartimientos en donde los granos de cacao se recolectan en diferentes fechas y se colocan a secar en diferentes días con horarios establecidos que van de menor a mayor, en la imagen se observa la diferencia de colores, a medida que los granos de cacao van perdiendo humedad y se van secando el color se va oscureciendo y el color toma un tono chocolate.

Al finalizar la etapa de fermentación el mucilago de cacao sobrante en los granos de cacao se adhiere a los granos de cacao lo cual le da una consistencia seca y cascarillera al momento de finalizar la etapa de secado, a medida que los granos de cacao pierden humedad el tono de los granos de cacao va pasando a cada vez más oscuro hasta llegar al color representativo del chocolate.

Figura 7.

Mucilago de Cacao en el Proceso de Secado

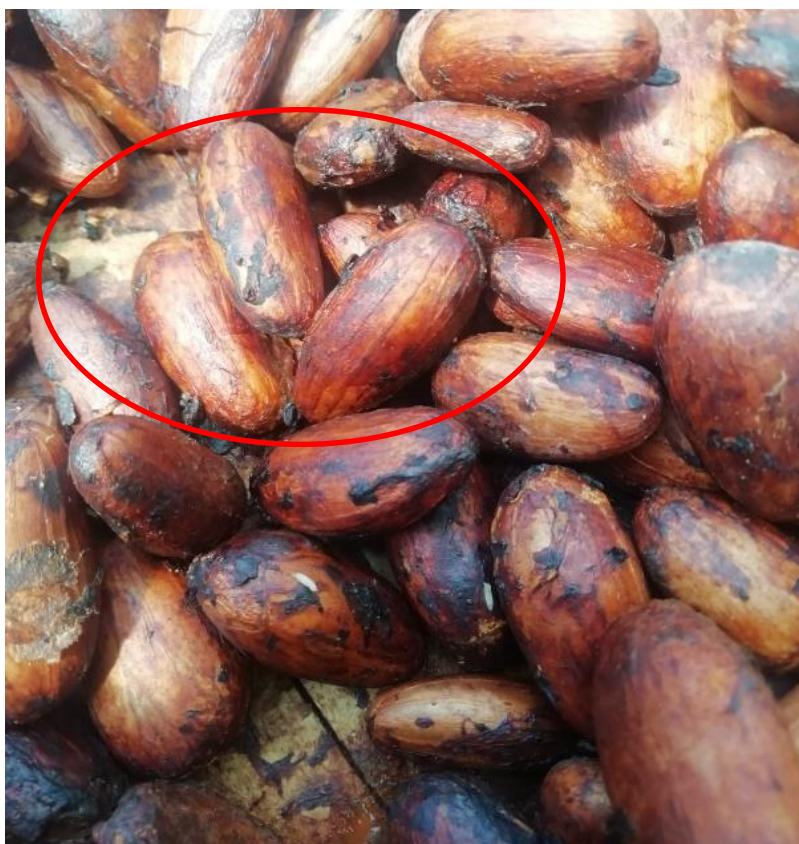


Fuete elaboración propia

Al terminar la fase de fermentación los granos de cacao terminan su proceso con residuos frescos de mucilago, en la imagen se observa como las venas fibrosas de los granos del cacao se maduraron y el grano de cacao ha tomado un color rojo pardo.

Figura 8.

Secado de los Granos de cacao con restos de mucilago



Fuente: elaboración propia

En la siguiente imagen se observa los granos de cacao en su proceso final del secado, los granos de cacao han cambiado de color claro a marrón oscuro, los restos de mucilago se han adherido completamente al grano de cacao, los cotiledones se separan con facilidad de la cutícula y se observa unos granos más consistentes y con cascaras crujientes.

Madurez del Fruto también afecta la Calidad del Mucilago

Los frutos del cacao con un estado de madures, el mucilago de cacao aporta el néctar con gran cantidad de azúcares, proteínas, agua y fibra o hilio. Con el aporte de carbohidratos inicia la fermentación de forma espontánea en el cajón de fermentación. (Teneda Llenera, 2016).

Si el fruto este sobre maduro, las semillas no tienen la suficiente cantidad de jugos para iniciar la fermentación, esto no representaría problemas si se trata de una cantidad pequeña en masa grande, porque las otras semillas suplirían los jugos, pero cuando la cantidad de frutos sobre maduros sobrepasan la mayor cantidad se puede convertir en un factor crítico (Teneda Llenera, 2016)

Sanidad de los Frutos afecta la Cantidad de los Granos de Cacao

Los frutos enfermos tienen gran impacto en el mucilago del cacao el cual estaría alterando los microorganismos o levaduras iniciales en el proceso inicial de fermentación, se recomienda una vez bajados los frutos del árbol de cacao almacenarlos por dos o tres días de esta manera los frutos han perdido agua del mucilago y tiene menos jugos lo que favorece la iniciación de la fermentación y la elevación de la temperatura (Teneda Llenera, 2016).

Figura 9.

Frutos de Cacao con Enfermedades Separados de los Cultivos Sanos



Fuente: Elaboración propia

La sanidad de los frutos del cacao es esencial en la calidad de los granos de cacao y sanidad nutricional de mucilago por ello muy importante que los frutos que tengan alguna enfermedad deben ser retirados del árbol como se aprecia en la foto 11, el fruto enfermo interviene en el crecimiento y desarrollo de los nutrientes de los frutos del cacao y en los nutrientes que el mucilago le ira aportar a los granos de cacao en su proceso de fermentación.

(Clon de Cacao TCS, n.d.)

Figura 10.

Representación de Enfermedad en Frutos Monilia (Moniliophthora roreri)



Fuente: elaboración propia

Dentro de las enfermedades limitantes en el cultivo del cacao se encuentra la monilia (*Moniliophthora roreri*), que es la responsable de pérdidas en producción hasta aproximadamente el 80%, por consiguiente, el mucilago del cacao pierde sus propiedades. Para establecer el índice de monilia se realiza evaluaciones quincenales de número de frutos afectador y el número de frutos sanos y se realiza análisis mediante la siguiente ecuación. (Báez Daza, E. Y., Agudelo

Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

Formula de numero de incidencia por perdida de los frutos de cacao afectados por las enfermedades.

$$incidencia (\%) = \frac{Numero\ de\ frutos\ afectados}{Numero\ de\ frutos\ afectados + Numero\ de\ frutos\ sanos} * 100 \text{ Ecuación 1 (Báez}$$

Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

Descripción física de los genotipos seleccionados TCS01, TCS 06, TCS13, TCS19 Y CCN51

A partir de 1999, la investigación en Colombia se enfocó en la selección participativa de genéticos regionales, a los cuales se les dio la sigla (Selección Colombia Corpoica). A partir de 2008, la Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, desarrollo un proyecto de investigación denominado “Selección Varietal Participativa En Las Principales Regiones Productoras De Colombia” donde se evaluaron *in situ* (*en terreno*) más de 255 genotipos y se seleccionaron materiales promisorios identificados con las siglas TCS (Theobroma Corpoica La Suiza). (Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

En el año 2015, AGROSAVIA selecciono 19 genotipos TCS para ser incorporados en evaluaciones productivas y sanitarias, con caracterización fisicoquímica y sensorial. Estas evaluaciones se han realizado en marco del proyecto “investigación, desarrollo e innovación de cacao especiales en sistemas agroforestales” del Sistema General De Regalías (SGR) del departamento de Santander, Finalmente se logró caracterizar 18 genotipos que se encuentran en proceso de evaluación y seis variedades comerciales: TCS01, TCS06, TCS13, TCS 19 ICS 95 Y CCN (Colección Castro Naranjal) 51, de los cuales hemos seleccionado 5 genotipos para realizar nuestro proyecto de investigación: TCS01, TCS06, TCS13, TCS 19 Y CCN (Colección Castro

Naranjal) 51.(Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

TCS 01 (*Theobroma Corpoica la Suiza 01*)

Figura 11.

Representación gráfica de genotipo de Cacao TCS 01



Fuente: Elaboración propia

Originario del municipio de Coper, en el departamento de Boyacá, Se considera un material regional con propiedades fino de sabor y aroma, es autocompatible, es decir, sus flores poseen la capacidad de autofecundarse con su mismo polen, sus frutos son rojos con

pigmentación verdosa desde la mitad al ápice, con surcos semi profundos, superficie rugosa, base ancha sin construcción, ápice dentado, grosor de la cascara de 1.2 cm, el clon presenta 30 cojines florales por metro lineal y cada cojín floral posee 6 flores en promedio en cada uno de sus cojines, la mayor parte de la flor tiene una pigmentación roja, en un clon de tipo genotipo híbrido procedente de las mezclas de cacao trinitario y criollo, presenta un crecimiento de tronco derecho y el promedio número de frutos es de 9 por árbol plantado, 38 almendras en cada fruto de ancho 1,8cm y 3,5 largo, presenta floración a los 14 meses e inicia su producción a los 20 meses con los cuidados agronómicos correspondientes como siembra por hectárea de más árboles leñosos y árboles frutales como maíz, plátano y otras plantaciones de la región, tiene un índice de 9 frutos por kilo de cacao seco lo que lo hace rentable económicamente, la forma de la almendra es oblonga y el color de la almendra es rosado claro tomada de página (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2002).

TCS 06 (*Theobroma Corpoica la Suiza 06*)

Figura 12.

Representación gráfica de genotipo de Cacao TCS 06



Fuente: Elaboración propia

Originario del municipio de Coper, en el departamento de Boyacá, posee alta tolerancia a enfermedades es una variedad que presenta las menores pérdidas (2%) causadas por *Monilia* sp o moniliasis, hongo mortal que afecta los tejidos de crecimiento del fruto del cacao, es un fruto amelonado sus frutos son de color verde, ligera profundidad del surco, superficie semirugosa,

base sin construcción, ápice atenuado, grosor de fruto de 1.5cm, el TCS 06 se caracteriza por ser un fruto autoincompatible floralmente, es decir, requiere de ser sembrado junto a un donador de polen como TCS 01 o TCS 19, presenta un crecimiento pendulado y es de tamaño pequeño requiere de una poda de formación inicial y mantenimiento todos los años, el clon presenta 34 cojines florales por metro lineal y cada cojín floral posee 10 flores en promedio, la mayor parte de la flor es blanca con pigmentación roja, inicia su floración a los 20 meses de sembrado en campo e inicia su producción a los 26 meses con características predominantes de cacao criollo finos de aroma, notas de maní y almendra según análisis de laboratorio realizado por Corporación Colombiana de Investigación AGROSAVIA Centro de Investigación la Suiza, con un promedio de 47 granos de cacao por fruto fresco, presenta un índice de 12 frutos por kilo de cacao seco, la forma de la almendra es ovada y el color de la almendra es rosado, presenta un índice de 2.0gr, con un ancho de 1,3 cm y largo 2,4 cm (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2002).

Durante aproximadamente 10 años se estudiaron los materiales TCS 13 Y TCS 19 en el centro de investigación corpoica (llamado de esta manera durante 25 años, después adopta el nombre de Corporación de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA) a través del centro de investigación la suiza, los cuales presentaron comportamientos productivos sobresalientes entre ocho genotipos de cacao seleccionados.

TCS 13 (*Theobroma Corpoica la Suiza 13*)

Figura 13.

Representación gráfica de genotipo de Cacao TCS 13



Fuente: Elaboración propia

Originario del municipio de Rionegro, en el departamento de Santander, con sabores predominantes a cacao, nuez, herbal, y cítricos según análisis de laboratorio de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA en el Centro de Investigación la Suiza, es auto compatible pues sus flores poseen la capacidad de auto fecundarse, el genotipo

presenta 23 cojines florales por metro lineal y cada cojín floral posee 7 flores en promedio, la mayor parte de la flor posee una coloración rojo medio, se recomienda sembrar al lado de otros genotipos como TCS 01 Y TCS 19 según las investigaciones los arboles sembrados al lado de estos materiales genéticos aumentaron la capacidad de fecundación del número de frutos dados por el año.

Sus frutos son de color rojo en estado inmaduro, se convierte en naranja al madurar, con surcos poco profundos, superficie moderadamente rugosa, base ancha con construcción basal débil, ápice agudo, grosor de la cascara de 2.0cm, inicia su etapa productiva a los 24 meses de sembrado en campo, el índice de grano por fruto es de 42 almendras, presenta un índice de 14 frutos por kilo de cacao seco, la forma de la almendra es aplanada y el color de la almendra es rojo claro de ancho 1.5 cm y largo 3,1 cm tomado de página (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2002)

TCS 19 (*Theobroma Corpoica la Suiza 19*)

Figura 14.

Representación gráfica de genotipo de Cacao TCS 19



Fuente: Elaboración propia

Originario del municipio de Lebrija, departamento de Santander, variedad de cacao fino con notas lácteas (visto pocas veces entre los materiales de cacao), dulce, nuez y cacao según análisis de laboratorio Agrosavia CI la Suiza, es una variedad autocompatible, es decir las flores

pueden autofecundarse, lo que permite establecerla en cultivos homogéneos debido a su alto nivel de fecundación y favorece la producción de frutos, es de poca altura y se caracteriza por ser un clon precoz debido a que inicia su etapa productiva a los 20 meses de sembrado en campo, el clon presenta 14 cojines florales por metro lineal y cada cojín floral posee 8 flores en promedio, la mayor parte de la flor es de coloración rojo débil o rosado, presenta tolerancia a enfermedades espacialmente a la monilia sp, el genotipo es muy compatible para realizar nuevas siembras o rehabilitación de plantaciones improductivas de acuerdo a estudios realizados, la forma del fruto es amelonada frutos color rojos en estado inmaduro, naranja en estado inmaduro ligera profundidad del surco o poco profundo, superficie lisa, base sin construcción, apice obtuso, grosor de la cascara de 1.8cm y 39 almendras e índice de mazorca de 16, presenta un índice de 16 frutos por kilo de cacao seco, la forma de la almendra es ovalada y el color de la almendra es color rosado claro, ancho 1,4 cm y largo 2,8 cm (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2002)

CCN 51 (Colección Castro Naranjal)

Figura 15.

Representación gráfica de genotipo de Cacao CCN51



Fuente: Elaboración propia

Es una variedad de cacao clonado con las variedades de Iquitos (variedad ecuatoriana), IAN 21 Criollo (amazonia ecuatoriana), Amelonado (Ghana, centroamerica) de origen ecuatoriano creado por el agrónomo Homero Castro Zurita, quien investigo desde 1952 las diversas variedades del grano hasta obtener la variante 51, se caracteriza por ser una variante muy resistente a las enfermedades especialmente hongo *Moniliophthora perniciosa* causante de

escoba de bruja es un tipo de enfermedad que afecta el árbol leñoso modificando el tronco de la planta se alimenta de tejido vivo provocando la muerte cerebral, no requiere de sombra y tiene mayor productividad en frutos por árbol, al ser un clon modificado lo hace resistente a enfermedades de muy buena calidad olor y sabor finos, sus frutos tienen una coloración rojiza en la maduración con buena calidad de tamaño en los frutos del cacao (Cadby, 2019).

Tabla 1.

Evaluaciones Físicas en los Frutos del Cacao

Patrones que debemos evaluar una vez sembrado el genotipo	Mensualmente y por árbol	Única vez	Una vez al año	Dos veces al año
		Desde su primera cosecha número de frutos sanos	Primera floración Compatibilidad sexual	Peso de los frutos Numero de almendras por fruto
	Incidencia enfermedades limitantes	Primer fructificación	Peso de almendras	

Color, forma y rugosidad del fruto	(índice de grano)
	Color interno de la almendra
	Evaluaciones fisicoquímicas al grano
	Evaluaciones sensoriales

Fuente: elaboración propia

Una vez los genotipos son colocados *in situ in (en terreno)* deben ser monitoreados periódicamente verificando que se cumplan sus características anteriormente registradas en la tabla 1.

Evaluar la Composición Sensorial del Mucilago Fresco del Cacao de los Materiales TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(Testigo)

Evaluación Sensorial del Mucilago de Cacao

La calidad final de los alimentos depende de procesos únicos que van dirigidos especialmente al consumidor final y la mayoría de los productos que tenemos en el mercado cumple con las normas establecidas para la ejecución del análisis sensorial al pasar por catadores expertos en alimentos en donde colocan a prueba las características organolépticas de cada producto, en caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao se destacó por analizar diferentes genotipos de mucilago del cacao en donde se evaluó las propiedades organolépticas que aporta a los granos de cacao.

El análisis sensorial es una disciplina científica para evocar, medir, analizar, e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto, y oído, esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la valoración de las respuestas de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento, entre otras (Guzmán Duque & Gómez Prada, 2014).

La evaluación sensorial es una disciplina, de la ciencia de los alimentos, que permite establecer el rechazo o aceptación de los alimentos por parte de los consumidores soportado en la conformación de jueces expertos en entrenamiento y jueces expertos en consumidores en el

siguiente proyecto aplicado se busca evaluar la composición fisicoquímica del mucilago del cacao fresco mediante jueces expertos que realicen la comparación física y sensorial del mucilago entre genotipos TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 Y CCN 51 (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Con la evaluación sensorial en este proyecto aplicado se busca aportar a la comunidad cacaotera más información acerca de los nuevos genotipos y tener como base de información técnicas para la verificación y mantenimiento de la calidad sensorial del mucilago del cacao y así facilitar mejoras en la productividad de los genotipos TCS01, TCS 03, TCS19, TCS13 Y CCN51 con un soporte metodológico soportado en las normas técnicas colombianas (Aguilar, 2016).

La evaluación sensorial es importante para la industria de los alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de procesos y los productos, para los encargados de la producción y la promoción de los productos alimenticios teniendo unos parámetros ya establecidos para evaluar los alimentos y de esta manera hacerlos competitivos en el mercado, la aceptación de un producto depende de la preferencia que le den los consumidores a las características organolépticas de cada producto y para que estas características sean agradables a los consumidores se debe evaluar *in situ*, procesamiento y transformación final y desarrollo de los productos como es el caso de cacao y de otros como el café etc. Se deben evaluar desde su crecimientos, los abonos y entornos en los que crece para llegar al proceso de recolección de los frutos y mirar que potencialidades se encuentran en el mucilago y los beneficios que este aporta en el proceso de fermentación de los granos de cacao, para poder pronosticar esto se han desarrollado pruebas sensoriales que nos permiten establecer la aceptación teniendo en cuenta la

dificultad para definir estas características y las diferencias de sensibilidad de los consumidores (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Para el desarrollo y funcionamiento de un panel de evaluación sensorial es necesario tener en cuenta varios parámetros para conseguir resultados lo más exactos posibles, las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son las más comunes los jueces los cuales deben ser seleccionados y entrenados por personas que sean expertas en productos alimenticios.

El mucilago de cacao es la sustancia blanca que envuelve el grano de cacao y que desde la evaluación sensorial no hay referentes de la valoración de las propiedades sensoriales, aunque el mucilago de cacao se considera un subproducto, diversas iniciativas están innovando con nuevos productos alimenticios a partir de este subproducto.

Distintas técnicas de la prueba Sensorial

Pruebas Cuantitativas de Consumo

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conoce como pruebas cuantitativas de consumo o pruebas orientadas al consumidor ya que se llevan a cabo en paneles de consumidores no entrenados, existe tres dimensiones básicas en este tipo de investigación a) sensorial o hedónica, b) conveniencia (facilidad para comprar, transportar, conservar etc.), y c) beneficios del producto relacionados con la salud (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Pruebas de Preferencia

En las pruebas de preferencia a los evaluadores se les presentan dos o más muestras y se les orienta que indiquen cual es la muestra de su preferencia mayor o menor, son pruebas de fácil realización y la pregunta es comprendida por los evaluadores de todas las edades, para determinar las diferencias se aplica análisis estadístico no paramétrico (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Prueba de Preferencia Pareada

La comparación de pares es probablemente el primer método formal desarrollados para evaluar las preferencias, es esta prueba los panelistas responden a la pregunta ¿Cuál de las muestras codificadas prefieren? Dándola opción que respondan si alguna de dos les parece idénticas, las muestras se pueden presentar en recipientes idénticos codificados con números aleatorios de varios dígitos, es esta prueba se permite saborear (probar) la muestra varias veces (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Pruebas de Aceptabilidad

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (hedónicas) son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales, se emplea para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo permiten medir cuanto agrada o desagrade dicho producto, la aceptabilidad de un producto se puede usar pruebas de ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de

comparación pareada, describen otros métodos que en su mayor parte están asociados con categorías de productos particulares (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Prueba de Aceptabilidad por Ordenamiento

En esta prueba se pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas con base a su aceptabilidad, usualmente no se permite la ubicación de dos muestras en la misma posición, se pueden entregar tres o más muestras en recipientes idénticos codificados con números aleatorios de tres dígitos, todas las muestras se presentan simultáneamente en un orden balanceado o en un orden aleatorio en esta prueba es posible saborear las muestras más de una vez (Medina Cruz & Lucas Fernando Quintana Fuentes, 2017).

Prueba Hedónica

La escala más utilizada es la escala hedónica de nueve puntos, aunque también existen variantes de esta como 7, 5, y 3, puntos o escala grafica de cara sonriente, es la prueba recomendada para la mayoría de los estudios o en proyectos de investigación estándar donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor.

A los penalistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos indicando cuanto les agrada cada muestra marcando una de las categorías en la escala que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente”, se puede representar gráficamente, en esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra, las muestras se

presentan en recipientes idénticos codificando con números aleatorios de tres dígitos(Ramirez, 2012).

El mecanismo con el cual el consumidor manifiesta las características de un alimento es el denominado proceso de la percepción sensorial y sus etapas son: primero se percibe el color, apariencia o aspecto con el sentido de la visión, posteriormente el olor con el sentido del olfato, después sigue la textura con el sentido del tacto, luego el sabor con el sentido del gusto y, por último, el sonido al ser masticado e ingerido (Fuentes & Jerez, 2021).

En la etapa de sensación los estímulos pueden ser químicos o físicos y se reciben por medio de los órganos de los sentidos. Luego, las sensaciones son transmitidas por el sistema nervioso y por último el cerebro realiza una interpretación para generar la percepción sobre el producto. Al correlacionar esto con experiencias previas se da respuesta de aceptación o rechazo, de acuerdo con la intensidad, duración y calidad del estímulo(Fuentes & Jerez, 2021).

Tabla 2.

Clasificación de Estímulos y Tipos de Receptores

Estímulos	Tipos de receptores
Mecánicos	Mecanorreceptores: responden a la deformación física de la membrana celular a partir de la energía mecánica o la presión, incluido el tacto, el estiramiento, el movimiento o el sonido.
Acústicos	Sonoras propagaciones de ondas a través de aires o de solidos como los dientes y huesos.
Térmicos	Termorreceptores: responden al calor y al frio (en la piel)

Estímulos	Tipos de receptores
Luminosos	Fotorreceptores: responde a la energía radiante (ojos, luz visible en la mayoría de los vertebrados; luz visible y UV en muchos insectos)
Químicos	Quimiorreceptores: (lengua y olfato) responden a moléculas específicas, a menudo disueltas en un medio determinado (como saliva o moco) o moléculas en el aire.
Eléctricos	La nocicepción es un proceso neuronal mediante el cual se codifican y procesan los estímulos potencialmente dañinos contra tejidos.

Nota: (Fuentes & Jerez, 2021)

Parte Investigativa

Evaluación Sensorial en Laboratorio Multipropósitos Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Bucaramanga

Pruebas Cualitativas de Consumo Aplicada al Proyecto Investigativo

Los atributos sensoriales de los genotipos de cacao producidos en Colombia se establecen a través de paneles de evaluación sensorial con el fin de realizar perfiles sensoriales de cacaos finos de sabor y aroma. Las agremiaciones, asociaciones campesinas, el gobierno y las universidades realizan proyectos continuos, el propender por una mejora continua de las características organolépticas de los genotipos de cacao, gracias a estos ejercicios y a la identificación de esas características en materiales genéticos de zonas como el departamento de Santander, se han logrado alcanzar el título de ganadores en el salón del chocolate en París (Fuentes & Jerez, 2021).

Dentro de sus procesos de elaboración las industrias alimenticias del mundo consideran importante la evaluación sensorial, o ciencia para la toma de decisiones de un producto alimentario antes de presentarse a un consumidor final. los atributos en la calidad de estos alimentos están dados por características particulares asociadas a el aroma, sabor, el gusto, las propiedades táctiles y la apariencia (Fuentes & Jerez, 2021).

Existen otras pruebas centradas en el conocimiento cualitativo, que proveen conocimientos sobre las percepciones del consumidor sus necesidades y deseos que es de

utilidad en el desarrollo de productos, publicidad y cuestionarios cuantitativos, las pruebas principales de este grupo son el grupo focal y la entrevista.

Tan pronto se tienen las notas de sabor, se recomienda consensuarlas. Con base en las notas definidas se determina el orden de percepción, intensidad, sabor residual y persistente, o ambas, y luego se evalúa la impresión total (Normas Técnicas Colombianas NTC 3929, 2009). Se señala que un licor de cacao se puede identificar tres tipos de sabores, básicos, específicos y adquiridos, los sabores básicos son: ácidos, amargo, dulce. Sabores específicos: cacao, frutal, y nuez. Sabores adquiridos: moho, químico, verde/crudo y humo. Los sabores mencionados son determinantes en la intensidad que posee cada genotipo de mucilago mediante el proceso de fermentación las propiedades organolépticas de cada mucilago son adheridas a los granos de cacao en los genotipos seleccionados TCS01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51 hemos encontrado sabores como: frutal, floral, frutos secos y lácteos (Fuentes & Jerez, 2021)

En la (Norma Técnica Colombiana NTC 3929) se establece una escala para la evaluación de la intensidad de cada uno de los atributos descritos, que va de 0-5; en nuestro caso se ha ajustado a la que se utiliza los laboratorios en Ecuador, Francia, Venezuela, y Colombia que va de 0-10, nos describe cada uno de los siguientes atributos.

Tabla 3.

Escala de Valoración de Intensidad de Sabor

Puntuación	Intensidad
0	Ausente
1-2	Bajo

3-6	Medio
7-9	Alto
10	Muy Alto o Intenso

Nota: Adaptada de Norma técnica colombiana NTC 3929

Los valores mencionados anteriormente en la tabla 3, fueron tomados en relación correspondiente para valorar la intensidad de los sabores presentes en los genotipos estudiados.

El análisis sensorial se realizó para 5 genotipos estudiados en el presente estudio TCS 01, TCS 06, TCS13, TCS19 Y CCN51, en donde se invitaron un total de 4 evaluadores, dos evaluadores externos y dos evaluadores pertenecientes al proyecto de investigación caracterización fisicoquímica del mucilago.

Población de panel de Evaluadores

El análisis sensorial es un proceso de medición en el cual se utilizan equipos e instalaciones, pero su componente principal son las personas que ejecutan las pruebas o evaluadores. Los evaluadores requieren entrenamiento constante y por lo general se especializan en un producto alimenticio, para el proyecto de investigación caracterización fisicoquímica del mucilago de cacao se ha seleccionado personal externo, ajenas al proyecto de investigación, pero con conocimientos altos en la historia del chocolate.

Recolección de Muestras del mucilago de los genotipos de estudio TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN51

Figura 16

Representación gráfica de las muestras de mucilago de cacao en el laboratorio multipropósitos UNAD



Fuente: elaboración propia

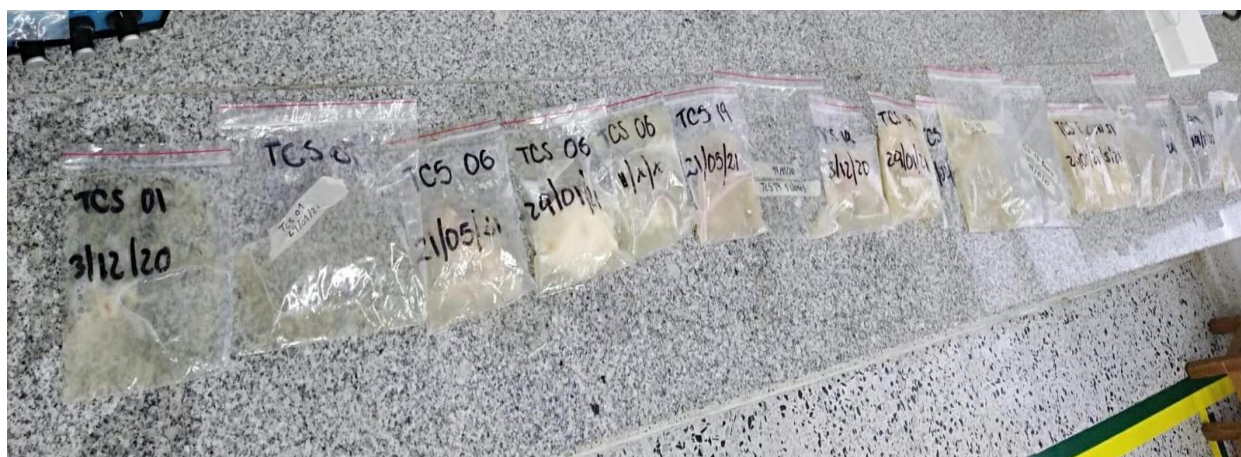
El mucilago de cacao fue seleccionado y recolectadas en las instalaciones de centro de investigación la suiza de Agrosavia, parcela experimental instalación ubicada en Rionegro Santander, vereda Galapagos km 32 vía al mar, con una temperatura media anuales de 30°C y se encuentra a 7° 22' 12'' latitud norte y 73° 11' 39'' longitud occidental. La recolección se realizó de forma manual en donde se despulpo el mucilago de cacao de los granos de cacao posteriormente

se llevó a zona de refrigeración identificadas con su respectivo genotipo TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN51.

Espacio Destinado laboratorio de evaluación sensorial

Figura 17.

Evidencia de Marcado y Seleccionado de Genotipos de Mucilago de Cacao



Fuente: elaboración propia

Una vez llegaron las muestras de mucilago de cacao a las instalaciones del laboratorio de la universidad nacional abierta y a distancia sede Bucaramanga (un espacio de preparación de muestras, dotado de elementos básicos como: fregaderos industriales, mesones de acero inoxidable, luminarias, aire acondicionado, refrigeradores, que permiten la preparación de muestras del alimento a analizar y la verificación de análisis físico y químico básicos), se depositaron en recipientes de plástico independientes y lo más importante se mantiene la temperatura para conservar las condiciones físicas y químicas de cada genotipo.

Presentación de las Muestras a evaluadores

Para realizar la evaluación sensorial se tomaron 10 ml de mucilago de cacao por cada genotipo evaluado, luego las muestras son sometidas a baño maría JlabTech hasta alcanzar una consistencia líquida que permita acentuar los sabores en las pupilas gustativas.

Durante el proceso de servido de muestras se adaptó el paladar de los evaluadores mediante pruebas sensoriales que fueron ácido ascórbico en polvo con concentración de 6mg/l y muestras de jugo de fruta maracuyá con el fin de acostumbrar las pupilas gustativas a sabores fuertes.

Se verificar la calidad fisicoquímica del mucilago de cacao para garantizar que la muestra es apta para ser evaluada dentro de los parámetros normales y por respeto a los evaluadores, la temperatura de las muestras es de vital importancia para una buena evaluación del producto, para lo cual deben cumplir con los siguientes aspectos:

Temperatura: la temperatura del mucilago del cacao debe estar entre los 50°C – 55°C, una vez servida la muestra, el evaluador debe probar y emitir su juicio para evitar disminución de la temperatura, una vez las muestras se enfrían van cambiando su sabor real entre más congeladas las muestras los sabores se disminuyen, esto se debe a que los alimentos a temperatura ambiente o calientes las pupilas gustativas de la lengua hace una percepción realzada del sabor.

Cantidad: la cantidad puede variar de acuerdo con la disponibilidad de muestras que se tengan y el número de muestras que deban probar el evaluador, en general, una muestra

individual puede estar entre los 10 y 15 ml, se debe tener una reserva para evaluador sensorial que desee solicitar muestra adicional.

Presentación: todos los recipientes servidos deben estar debidamente rotulados esto con el fin de dar mayor concentración en la evaluación de la muestra que los jueces no estén distraídos por el tipo de muestra que están degustando y para evitar que no se presenten errores en el servido de muestras (Fuentes & Jerez, 2021).

Establecimientos de un Panel de Evaluación Sensorial

Para la citación de los evaluadores sensoriales es importante que se complete la programación de las secciones en los horarios que no estén cercanos a la hora de toma de alimentos como desayuno o almuerzo. En jornadas de la mañana son horarios ideales entre las 9:00 y 11:00 am y en horas de la tarde entre 3:00 a 6:00 pm.

Para nuestro proyecto de evaluación se seleccionó la fase 2 3:00 a 6:00 pm en donde se citaron a los evaluadores sensoriales, una vez ingresaron al laboratorio multipropósitos Universidad Nacional Abierta y a Distancia sede Bucaramanga se realizó inducción de los Genotipos a evaluar y se explicó la metodología utilizada para la prueba de evaluación sensorial.

Figura 18.

Explicación de Formato de Prueba utilizada en la Evaluación Sensorial de los Genotipos



Fuente: elaboración propia

Una vez finalizada la inducción sobre la evaluación sensorial a seguir, se invita a los evaluadores encargados a realizar una prueba de base en donde colocan a prueba y preparan los sentidos organolépticos con ácidos más fuertes que los presentados en los mucilagos de los genotipos utilizados en los granos de cacao.

Prueba número 1: toma de prueba de base con ácido ascórbico o vitamina C en polvo, nutriente esencial para los mamíferos, es un ácido de azúcar con propiedades antioxidantes.

Tiene una estructura lactosa y dos grupos de hidróxido enolíticos, así como alcohol primarios y secundarios.

Prueba número 2: toma de prueba de base con jugo de fruta maracuyá que es buena fuente de ácido ascórbico y carotenoides.

Figura 19.

Presentación de muestras de mucilago de cacao a Juez evaluador



Fuente: elaboración propia

Una vez finalizada la prueba base se recomienda a los evaluadores a tomar una muestra líquida de agua para eliminar los residuos de la muestra anterior, en seguida se presenta a cada evaluador la muestra de mucilago en donde se indica el genotipo que se va evaluar.

Figura 20.

Presentación de muestra de mucilago de cacao a Juez evaluador



Fuente: elaboración propia

Se presenta al evaluador experto la muestra de mucilago de cacao y se dan instrucciones relacionadas con procesos del diligenciamiento del formato de la evaluación.

Figura 21.

Degustación de genotipos Mucilago de Cacao con Juez evaluador



Fuente: elaboración propia

Se presenta al evaluador experto la muestra de mucilago de cacao y se dan instrucciones relacionadas con procesos de prueba que corresponden a las indicaciones generales sobre la muestra evaluar y la finalización de la muestra.

Figura 22.

Presentación de la muestra de genotipos Mucilago de Cacao con Juez evaluadora



Fuente: elaboración propia

El color y brillo en las muestras presentada a los evaluadores pueden influir en sus decisiones sobre la percepción de un alimento, los colores del mucilago de cacao van de color blando brillante, blanco resplandeciente y blando cremoso. Con el fin de obstruir estos fenómenos visuales ocasionados por la refracción de la luz y eliminar la evaluación sensorial errada, se requiere una iluminación uniforme que enmascare colores y texturas de la muestra.

Figura 23.

Apreciación del Color de la Muestra de Mucilago genotipos con juez evaluador



Fuente: elaboración propia

La prueba sensorial se realizó dentro del laboratorio multipropósito donde se adecuaron los espacios para evitar interferencias y distracciones que puedan afectar los juicios, En los módulos correspondientes a cada juez se adecuan con bolígrafo, formato rotulado de recepción de prueba, paño limpia bocas y un vaso con agua para tomar en intermediarias a las pruebas con el fin de colocar los órganos de la lengua receptores de los sabores en modo neutro.

Las sillas deben ser confortables y sin estímulos sonoros para no distraer a los jueces evaluadores en las decisiones sobre las muestras de mucilago de cacao.

El análisis sensorial se realizó por secciones en las que se utilizaron intervalos de descanso de los jueces evaluadores para evitar fatigas sensoriales.

Figura 24.

Evidencia de Toma de Muestras con Juez Evaluador



Fuente: elaboración propia

En medio de los intervalos de las muestras los jueces evaluadores tienen la oportunidad de tomar agua con el fin de limpiar los residuos anteriores y descansar las pupilas gustativas, un descanso en donde socializan los sabores encontrados en cada genotipo de cacao.

Figura 25.

Evidencia de Muestras con Juez Evaluador



Fuente: elaboración propia

Una vez terminadas la prueba sensorial los jueces evaluadores tienen la oportunidad de analizar los resultados y de socializar el resultado final, de igual manera se agradece por su tiempo y participación en la prueba sensorial de mucilago de cacao.

Resultados Evaluación Sensorial

El tipo de ácido que es evaluado de la muestra es ácido cítrico que está presente en las pulpas de las frutas y que se idéntica fácilmente en naranjas, mandarinas y el limón. Este atributo se identifica en el TCS 19, esta característica es importante en lo materiales genéticos definidos como finos de sabor y aroma como es el caso de TCS 19.

Para el aroma se destacan dos materiales como son el TCS 13 y el TCS 06, presentando mejores propiedades el TCS 06.

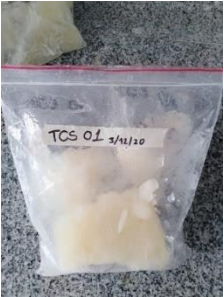
La calificación global consiste en la evaluación cualitativa del mucilago del cacao de acuerdo con las valoraciones realizadas por los evaluadores sensoriales, es homogénea en el Material genético CCN 51. El otro aspecto importante es la determinación de sabor residual el cual no fue detectado en le evaluación de las muestras.


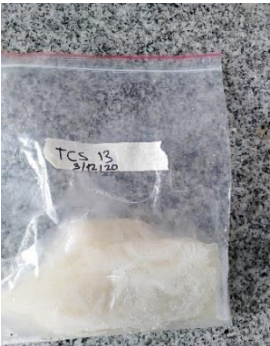
Esta Genotipo se utilizó como referencia por ser reconocidos sus atributos como material genético universal, es cultivado en distintos lugares del mundo con amplio reconocimiento de sus atributos, de adaptación en distintos ambientes, de rendimiento y por sus características organolépticos particulares.

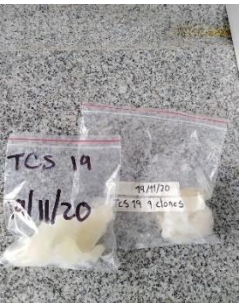
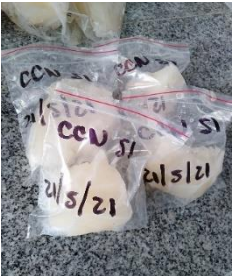
El perfil sensorial se determinó evaluando los criterios de sabores básicos, sabores específicos y sabores adquiridos, así como la escala de atributos mencionada en la siguiente tabla.

Tabla 4.

Atributos Descritos de los genotipos TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN51

Genotipos	Aroma	Sabor	Escala De Atributos
TCS 01 	Aroma a especias, representa un buen aroma a chocolate y a dulce, acides a limón mandarina, trapiche, al final aroma a levadura de cerveza y uvas pasas	Una muestra que presenta sabor agridulce y notas de trapiche en el inicio de la cata, pasando notas de malta en la mitad dela cata, notas de uvas pasas su sabor a nuez es percibido desde el inicio de la cata hasta el final lo cual es muy agradable, las notas de cacao son percibidas desde la mitad de la cata y notas de especias.	1 - 10

Genotipos	Aroma	Sabor	Escala De Atributos
<p>TCS 06</p> 	<p>Aroma dulce, maní, caramelo, ácido cítrico, frutal</p>	<p>Una muestra que presenta un muy buen sabor al inicio de la cata hasta el final, buen sabor a cacao, notas de maní y almendras, en la mitad de la cata notas de banano, caramelo y frutos agridulces.</p>	1-10
<p>TCS 13</p> 	<p>Aroma a nuez, cacao notas herbales, hierba seca, frutas cítricas y agridulces</p>	<p>Tiene notas de cacao que resalta en toda la cata acompañado de notas de nuez en la mitad de la cata resaltan notas herbales, hierba seca, frescos además hay presencia de notas frutales "cítricas" y agridulces lo cual hacen una muestra armoniosa</p>	1-10

Genotipos	Aroma	Sabor	Escala De Atributos
TCS 19 	Notas de cacao, lácteas, notas dulces y nuez.	Presenta notas de cacao y lácteas desde el inicio de la cata, las cuales se acompañan con notas dulce y nuez, su sabor cacao es medio y se acompaña de notas verdes y herbal, con un final de notas de nuez salado agradable.	1-10
CCN 51 	Notas de cacao sabor a nuez o frutal	Presenta notas frutales semejantes a fruta madura aromatizado con flores perfumadas y notas de almendra o nuez al final del peladar	1-10

Fuente: elaboración propia

A continuación, encontrarán formato utilizado para la investigación sensorial del proyecto investigativo.

Tabla 5.*Formato de control con la valoración de los evaluadores Sensoriales*

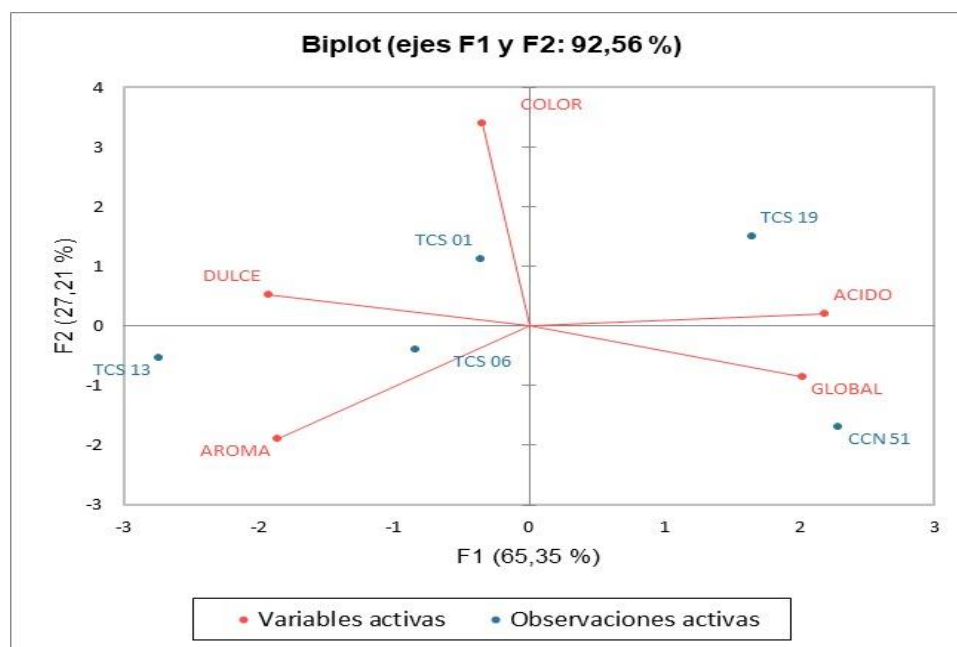
Nombre		Atributos			
Muestras		Dulce	Ácido cítrico	Olor: floral, frutal, ácido acético	Color
TCS 01	03/12/2020				
TCS 01	29/01/2021				
TCS 06	29/01/2021				
TCS 06	11/02/2021				
TCS 06	21/05/2021				
TCS 13	19/11/2020				
	0				
TCS 13	03/12/2020				
TCS 13	21/05/2021				
TCS 19	19/11/2020				
TCS 19	03/12/2020				
TCS 19	29/01/2021				
TCS 19	11/02/2021				
TCS 19	21/05/2021				
CCN 51	19/11/2020				
CCN 51	03/12/2020				

Nombre	
Atributos	
Muestras	Dulce Dulce Ácido cítrico Olor: floral, frutal, ácido acético Color
CCN 51	29/01/2021
CCN 51	21/05/2021

Fuente: Alberto García Jerez

Figura 26

Diagrama de Componentes Principales para los Genotipos de Mucilago de Cacao TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 Y CCN51.



Los atributos seleccionados para establecer este perfil descriptivo fueron consolidados a partir de la experiencia de 4 evaluadores expertos que han desarrollado evaluaciones a productos similares como son pulpas de frutas, los cuatro atributos fueron establecidos en consenso.

Las variables activas están conformadas por los atributos dulce, color, acidez, aroma y la valoración global. Estas características son las más relevantes de los mucilagos recolectados para esta investigación que corresponde a 12 muestras de los materiales genéticos TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 Y CCN51. En el cuadrante superior izquierdo se presenta el mucilago del genotipo TCS 01 o Theobroma Corpoica La Suiza 01, con la característica más dulce dada por los evaluadores sensoriales. Este material también presenta un color blanco perlado homogéneo del mucilago.

Valorar la Cantidad del Mucilago Fresco de Cacao en los Materiales TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51(Testigo)

La principal función de los granos de cacao es la elaboración de chocolates en diferentes presentaciones siendo un fruto cosechado a nivel mundial, Latinoamérica especialmente el departamento de Santander en Colombia concentra la mayor parte de hectáreas plantadas de cacao siendo su principal fuente de ingreso en porcentaje de fincas cacaoteras, así también generan grandes cantidades de desecho al fermentar sus granos de cacao, como pulpa mucilagosa que es convertida en lixiviados y cascaras del fruto que a su vez la mayoría son desechados por no tener una finalidad o uso comercial, una mínima parte estos recursos es sub-explotadas en investigaciones (Sánchez-Olaya, Rodriguez Perez, Castro Rojas, & Trujillo Trujillo, 2019).

El cacao es parte del patrimonio de América del Sur y Central, ha desempeñado un papel importante en la historia de la cultura humana allí. Los métodos modernos de producción de cacao en grano para la fabricación de chocolate moderno están vinculados al origen y desarrollo de los métodos de fermentación y procesamiento de cacao en grano y la ciencia de la microbiología. Hasta la fecha, sin embargo, no ha habido un estudio que discuta los impactos de la ciencia y la cultura en la evolución del cacao en grano y el procesamiento del cacao en grano (Ozturk & Glenn M., 2017).

Parte Investigativa del muestreo del mucilago de cacao

Para el proyecto de investigación caracterización fisicoquímica del mucilago de cacao se tomaron muestras de cada uno de los genotipos caracterizados pertenecientes a centro de investigación la Suiza (Agrosavia) en el municipio de Rio negro Santander, la colecta se realizó en las horas de la mañana y se depositaron en bolsas herméticas debidamente identificadas y almacenadas en neveras portátiles con temperatura interna no mayor a 10°C con el fin de evitar la fermentación de los granos de cacao.

Figura 27.

Granos de Cacao Recubiertos con Mucilago Fresco



Fuente: elaboración propia

La cantidad de mucilago presente en los granos de cacao tiene varios factores de influencia, las semillas frescas de cacao presentan un alto contenido de compuestos polifenólicos

y de manera similar que los tejidos vivos, contiene alto grado de proteínas, grasas, carbohidratos y elementos nitrogenados, incluida la teobromina y la cafeína en pequeñas cantidades en los granos

Valoración del Mucilago de cacao Fresco en las variedades TCS 01, TCS 06, TCS 13, TCS 19 y CCN 51

Las variedades de cacao TCS 13 Y TCS 19 presentaron rendimientos de 1,5 y 1,8 Kg/ árbol en promedio, respectivamente, para los periodos evaluados entre 2012 y 2015. Estos resultados fueron presentados al instituto colombiana agropecuario (ICA), dirección nacional de semillas, los cuales fueron avalados e inscritos en el registro nacional de cultivares de Colombia mediante las resoluciones 8323 y 8330, con el nombre de TCS 13 y TCS 19 para las subregiones naturales de montañas santandereanas y magdalena medio.

Algunos estudios mencionan que un índice de grano en nivel alto (muy grande) se encuentra entre 1,4 – 1,8 g, el genotipo CCN 51 presenta un índice promedio de grano entre 1.5 g y en genotipo TCS 01 presenta un índice de grano de 2,72 g lo que nos indicaría que ha mayor aumento en gramos mayor seria la proporción de mucilago presente en los genotipos, en la tabla a continuación se presentan los genotipos con peso seco de un grano de cacao para hacer compatible que tanto mucilago puede presentar.

Tabla 6.*Genotipos de Cacao con Mayor Índice de Grano de los Genotipos Evaluados*

Características	Genotipos	Peso seco de un grano de cacao
	TCS 01	2,72
	TCS 06	1,79
Índice de Grano	TCS 13	1.73
	TCS 19	1.67
	CCN51	1.53

Fuente: elaboración propia

El porcentaje de cascarilla está ligado al tamaño del grano, se estima que los granos de cacao peso promedio menores o iguales a 1g el porcentaje de cascarilla es mayor y el contenido de grasas es menor que los obtenidos para granos con pesos promedios mayores a 1g.(Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

El mucilago de cacao de los genotipos investigados TCS01, TCS06 se podría concluir que como obtuvieron un porcentaje mayor a 1g, el porcentaje de cascarilla sería menor y el contenido de grasa mayor, es decir que los granos fueron fermentados adecuadamente y el mucilago de cacao se adherido al grano de cacao, caso contrario a los genotipos TSC19 Y CCN51.

Numero de Granos por Frutos

Como se observa en la tabla 7, El número de granos por frutos es otra característica morfológica de gran importancia agronómica, ya que ayuda a determinar la productividad de los genotipos evaluados y por consiguiente determina en más rentable con cuanto al mucilago de cacao, de acuerdo con los estudios se indica que ha mayor cantidad de mucilago mayores propiedades organolépticas presentes (Báez Daza, y otros, 2022).

Tabla 7.

Límites de Número de Granos por Fruto que Permiten Clasificar la Cantidad de los Granos Obtenidos en los Genotipos Estudiados.

Características	Nivel	Cantidad
Numero de granos por fruto	Bajo	27,8 – 33,3
	Medio	33,3 – 37,5
	Alto	37,5 – 41,3
	Muy alto	41,3 – 48,0

Nota: (Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

Peso Promedio Húmedo de los Granos por Frutos

Como se observa en la tabla 8, Las variabilidades del peso húmedo promedio de los granos de los genotipos estudiados pueden oscilar entre 86,9g y 245,7g, además se identificó

un dato atípico de 310,6g, a partir de estos resultados se infiere que la variabilidad del peso húmedo de los granos entre los genotipos es muy elevada (Báez Daza, y otros, 2022).

Tabla 8.

Límites de Peso Húmedo de los Granos de los Frutos de Cacao de los Genotipos Estudiados

Características	Nivel	Gramos
	Muy bajo	86,9 – 139,9
	Bajo	139,9 – 172,6
Peso húmedo de los granos	Medio	172,6 – 203,0
	Alto	203,0 – 245,7
	atípico	310,6

Nota: (Báez Daza, y otros, 2022)

De acuerdo con los datos anteriores se puede afirmar que, al valor atípico de 310,59g corresponde al genotipo TCS 01, por otro lado, indica el CCN 51 tiene un valor que lo clasifica en grupos de valor altos como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 9.

Genotipos de Cacao con Nivel Alto de Peso Húmedo de Granos

Características	Genotipos	Peso en gramos
Peso húmedo de granos	TCS 01	310,6

Características	Genotipos	Peso en gramos
	TCS 06	245,7
	TCS 13	295,6
	TCS 19	220
	CCN51	210,3

Fuente. Elaboración propia

Los granos de cacao al terminar su proceso de fermentación terminan con cierto porcentaje de humedad y residuos de mucilago de cacao los cuales son sellados en la etapa de secado.

Se determinaron los porcentajes de contenido de humedad variaron entre 210,3g y 310,6g, los valores de humedad varían de bajo a alto entre más bajo sea el porcentaje de humedad se paran las reacciones microbianas y enzimáticas y por lo tanto el tiempo de vida útil de los granos aumenta.

Analizar las Variables Físicas, Químicas y Sensoriales del Mucilago del Cacao. (Densidad, Grados Brix, pH, Cenizas)

Los polifenoles, la concentración de este grupo de compuestos varia, en promedio, de 70mg EAG/g en granos sin fermentar a 30 mg EAG/g en granos fermentados y secos. Como en el caso de la grasa total, valores por encima de los mencionados pueden convertirse en una ventaja competitiva a la hora de comercializar los granos de cacao puestos que conforme aumenta el contenido de polifenoles, también hay mayor probabilidad de que aumenten las características funcionales de los granos de cacao (Peláez, Guerra, & Contreras, 2016).

Así los polifenoles, que produce el sabor astringente, pueden difundirse entonces hacia las células adyacentes, donde se encuentran con diversas enzimas que provocan reacciones hidrolíticas gracias a las condiciones anaeróbicas del mucilago, si no se degradan, pasan al grano seco, provocando el color violeta de la almendra, que indica errores en el proceso de fermentación (Teneda Llenera, 2016).

Análisis de Muestras

El proceso de fermentación se inicia con la transformación del azúcar de la pulpa de los granos en alcohol y dióxido de carbono; el pH y la temperatura se elevan esos cambios ocurren durante las primeras 24 o 36 horas.

La fermentación y los cambios que realiza el mucilago de cacao, dura 5 días o 120 horas, durante los cuales habrá muchos cambios a nivel físico-químico dentro y fuera de los granos de cacao, como la aparición y desaparición de sustancias poli fenoles como:

Cianidinas, que entre el tercero y quinto día de fermentación desparecen por completo al integrar parte de las reacciones bioquímicas ocurridas.

Leucocianidinas, aparecen entre el segundo y tercer día, pero luego desaparecen al combinarse con proteínas.

La transformación del mucilago ocurre con las siguientes reacciones.

Glucolisis, Conservación de Glucosa a Acido Pirúvico

La glucolisis ocurre en el citosol y consiste en la degradación de glucosa, glucosa – 6- fosfato o fructosa para formar acido pirúvico.

La glucolisis consiste de dos fases:

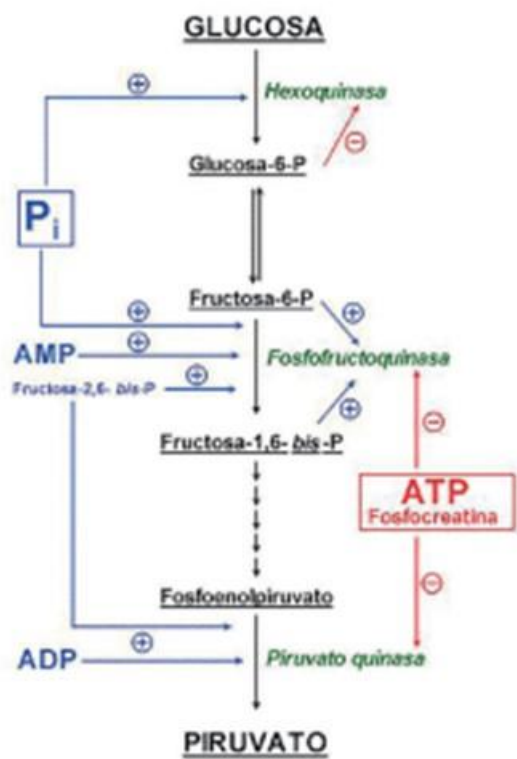
1. En la primera fase se transforma la glucosa (C6) en dos moléculas de tres carbonos (C3)
2. En la segunda se oxidan las moléculas C3 transformándose en dos moléculas de ácido pirúvico, ATP Y NADH + H⁺ (Llerena Teneda, 2016).

La reacción global es:



Figura 28.

Representación Gráfica Glucolisis



Nota: (Teneda Llenera, 2016)

Técnicas de laboratorio del Mucilago del Cacao

Apertura de los Frutos de cacao

La calidad de los análisis dados en el proyecto investigativo del mucilago de cacao dependerá en gran medida de cómo se abran los frutos, operación que debe hacerse sin dañar las semillas con cortes diagonales, cuidando además que al momento de separar las cascarras de la almendra, estas queden limpias sin la placenta o trozos de cascarras, pues las presencias de estos residuos afectan la fermentación y la calidad.

Los métodos de apertura manual de los granos de cacao pueden ser: con cuchillos. Garrotes o contra una piedra o madero fijo, por otra parte, el lugar de la apertura también juega un papel importante si se hace sobre el suelo, aunque coloquen hojas de algunas musáceas el material se contamina con tierra, basura, perjudicando enormemente la fermentación y alterando su proceso.

Transporte de las Semillas en Baba para Fermentar

El transporte del mucilago de cacao al laboratorio multipropósitos de UNAD se debe realizar con mayor cuidado posible, para evitar la contaminación con tierra, pasto, desperdicios etc., se recomienda tener un lugar apropiado de madera o cemento bien pulido, en el cual no exista peligro de contaminación.

Los recipientes que reciben las semillas deben estar limpios y se recomienda utilizar los mismos todo el tiempo, mantenerlos en lugares adecuados donde no sean contaminados por animales raedores o voladores.

Población de Muestreo

Las muestras de cacao a analizar fueron los genotipos TCS 01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51, seleccionado con un grado de madurez fisiológica en las instalaciones de agrosavia sede Rionegro recolectado de forma manual y colocado a refrigeración.

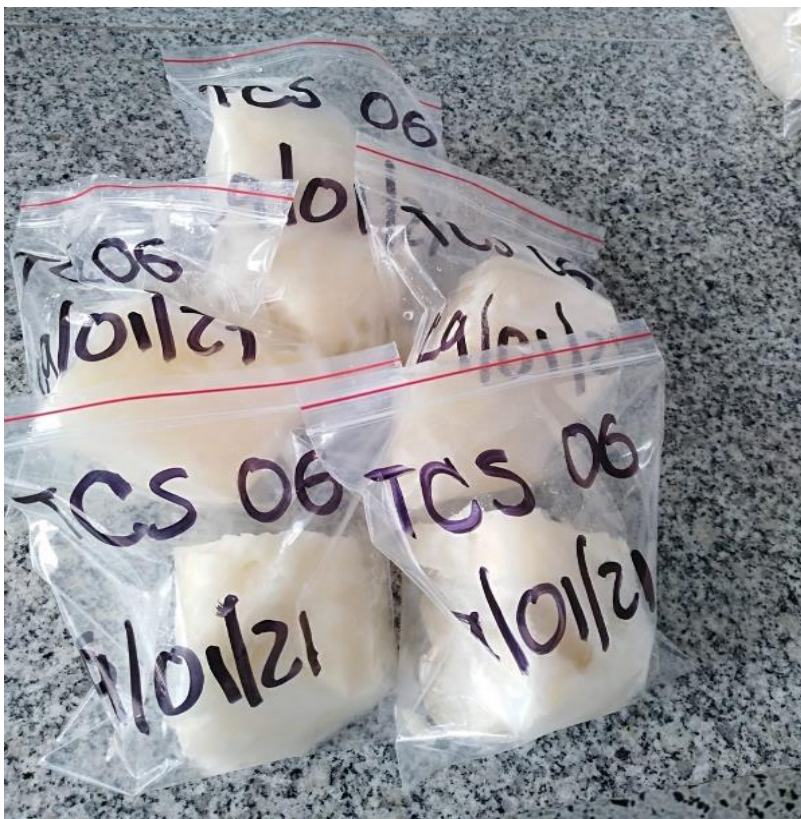
Muestreo de Mucilago

Se realizaron cortes cuidadosamente a los frutos de cacao de donde se extrajeron los granos con mucilago de cada Genotipo en las instalaciones de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria en el municipio de Rio Negro departamento de Santander para ser evaluados en las instalaciones de la universidad nacional abierta y a distancia sede Bucaramanga.

Las muestras recolectadas en condiciones de laboratorio para evitar contaminación cruzada. La recolección se realiza en bolsas de cierre hermético. Todas las muestras se marcan y se llevan a congelación como se observa en la figura 33.

Figura 29.

Ejemplo de Marcado de Muestras en Laboratorio multipropósitos UNAD

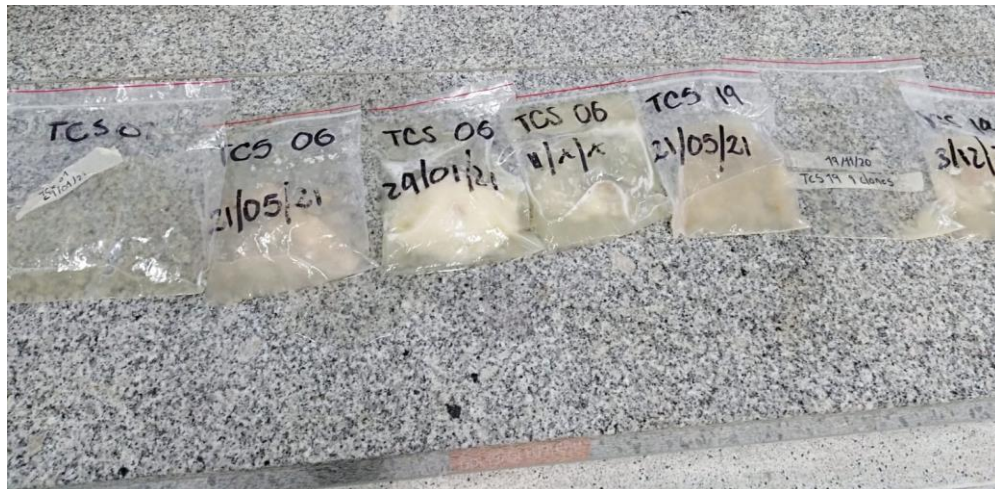


Fuente: elaboración propia

Se toma pequeñas muestras de bloques de mucilago de cacao de TCS 01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51 en donde se permiten realizar los análisis de laboratorio por separado sin contaminar el bloque en general de cada genotipo de cacao.

Figura 30

Muestras Seleccionadas de Mucilago de cacao



Fuente: elaboración propia

Luego de obtener las muestras en bloques se tomaron submuestras de los bloques iniciales con el mayor cuidado para que las muestras no presentaran cambios de temperatura ni fermentación. Con las submuestras colocadas en bolsas herméticas debidamente marcadas se procede a realizar investigaciones pertinentes.

Caracterización Bromatológica

Se realizó análisis del contenido de densidad, grados brix, pH, cenizas, presentes en cada uno de los genotipos investigados.

Practica de Densidad

- Materiales

Termómetro digital

Picnómetro

Agua destilada

Espátula

Vidrio reloj

Procedimiento

Calibración de Instrumentos

Calibración de balanza

Pesado de picnómetro en seco

Determinación de Densidad Relativa en cada Genotipo.

Para calcular la densidad de los genotipos pasamos en mucilago de cacao a líquidos por medio de descongelación y filtrado.

Para calcular la masa de los genotipos de cacao pesamos en picnómetro en seco, escribimos la medida y posteriormente se pesa con la cantidad de mucilago liquido correspondiente al volumen ocupado en el picnómetro más el peso del mismo con todos los correspondientes genotipos.

Luego restamos los datos del picnómetro seco al dado con el volumen de mucilago de cacao como se muestra en la tabla a continuación.

Se preparan soluciones con cada genotipo.

Muestras de Genotipos Analizadas

TCS01, TCS06, TCS 13, TCS19, CCN51

Tabla 10.*Análisis de Resultados peso/masa*

Ecuación densidad del agua

Peso del picnómetro = 15,462g

Agua + picnómetro = 25,925g

$$d = \frac{25,925 - 15,462}{10ml} = 1,0463$$

Figura 31.*Materiales y Reactivos Utilizados*

Fuente: elaboración propia

Los materiales utilizados en el laboratorio multipropósitos UNAD

Picnómetro

Probeta

Recticos utilizados en el laboratorio multipropósitos UNAD

Acetona

Agua destilada

Figura 32.

Picnómetro utilizado Durante la Práctica de Densidad

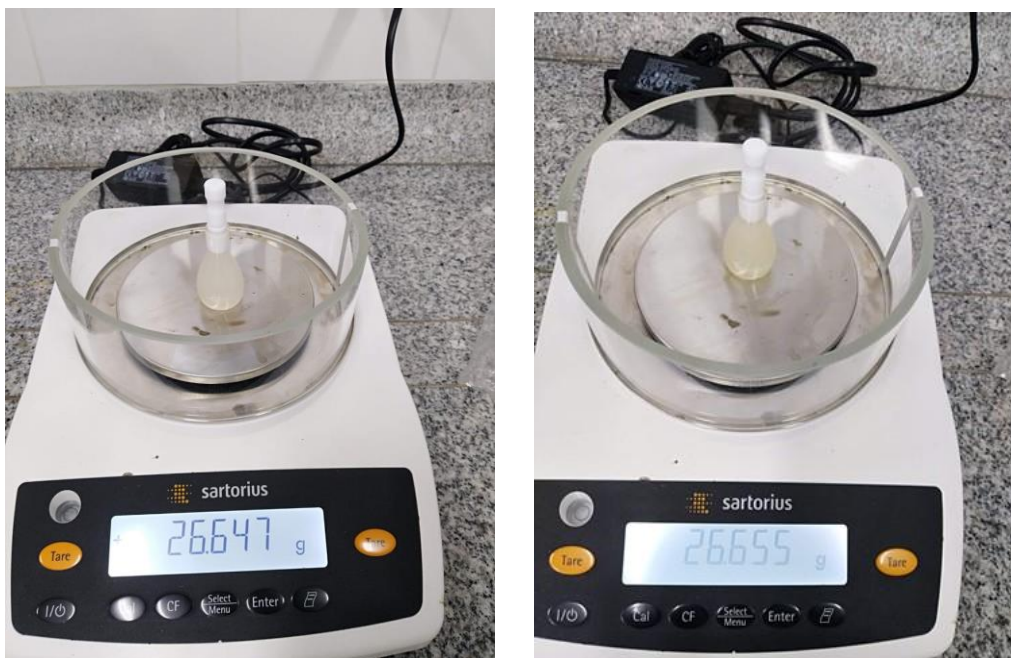


Fuente: Elaboración propia

El picnómetro es el material más importante en la práctica de práctica de densidad, permite medir la masa sobre volumen de cada mucilago de cacao de genotipo.

Figura 33.

Pesados de Pruebas realizadas Consolidadas en la tabla # 11



Fuente: elaboración propia

Al momento de obtener el mucilago de cacao liquido (colocado a baño de maria previamente), se realiza un pesado del picnómetro totalmente vacío en donde pesa la masa de la ecuación presentada a continuación, se toma el peso marcado y se procede a llenar el picnómetro con el genotipo correspondiente (se realiza el mismo procedimiento para los genotipos TCS01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51), se toma el peso marcado y se registra en la tabla 11

Tabla 11.*Análisis de Resultados con los Datos Obtenidos en el Pesado*

Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	Mucilago + picnómetro	Densidad de genotipo
TCS 01	3/12/2020	3	26,860	1,1398
Ecuación			$d = \frac{26,860 - 15,462}{10ml} = 1,1398$	
TCS 01	29/01/2021	1	26,660	1,1198
Ecuación			$d = \frac{26,660 - 15,462}{10ml} = 1,1198$	
TCS 06	29/01/2021	5	26,844	1,1382
Ecuación			$d = \frac{26,844 - 15,462}{10ml} = 1,1382$	
TCS 06	11/02/2021	3	26,762	1,13
Ecuación			$d = \frac{26,762 - 15,462}{10ml} = 1,13$	
TCS 06	21/05/2021	11	26,567	1,1105
Ecuación			$d = \frac{26,567 - 15,462}{10ml} = 1,1105$	
TCS 13	19/11/2020	1	26,731	1,1269
Ecuación			$d = \frac{26,731 - 15,462}{10ml} = 1,1269$	
TCS 13	3/12/2020	1	26,707	1,1245

Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	Mucilago + picnómetro	Densidad de genotipo
Ecuación			$d = \frac{26,707 - 15,462}{10ml} = 1,1245$	
TCS 13	21/05/2021	10	26,748	1, 1286
Ecuación			$d = \frac{26,748 - 15,462}{10ml} = 1,1286$	
Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	Mucilago + picnómetro	Densidad de genotipo
TCS 19	19/11/2020	3	26,850	1,1388
Ecuación			$d = \frac{26,850 - 15,462}{10ml} = 1,1388$	
TCS 19	3/12/2020	3	26,652	1,119
Ecuación			$d = \frac{26,650 - 15,462}{10ml} = 1,119$	
TCS 19	29/01/2021	4	26,741	1,1279
Ecuación			$d = \frac{26,741 - 15,462}{10ml} = 1,1279$	
TCS 19	11/02/2021	3	26,698	1, 1236
Ecuación			$d = \frac{26,698 - 15,462}{10ml} = 1,1236$	
TCS 19	21/05/2021	10	26,734	1,1272

Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	Mucilago + picnómetro	Densidad de genotipo
Ecuación				$d = \frac{26,734 - 15,462}{10ml} = 1,1272$
CCN 51	19/11/2020	2	26,648	1, 1186
Ecuación				$d = \frac{26,648 - 15,462}{10ml} = 1,1186$
CCN 51	3/12/2020	3	26,838	1,1376
Ecuación				$d = \frac{26,838 - 15,462}{10ml} = 1,1376$
CCN 51	29/01/2021	3	26, 734	1, 1272
Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	Mucilago + picnómetro	Densidad de genotipo
CCN 51	21/05/2021	4	26,779	1,1317
Ecuación				$d = \frac{26,779 - 15,462}{10ml} = 1,1317$
Genotipo de prueba		1	26,705	1,1243
Ecuación				$d = \frac{26,705 - 15,462}{10ml} = 1,1243$

Fuente: elaboración propia

Resultados. Los valores obtenidos en la práctica de densidad nos muestran la pureza y concentración de los genotipos estudiados se realizó por el método de masa / volumen, en donde el valor más bajo corresponde al genotipo TCS 06 con 1,1105g y el más alto corresponde al genotipo TCS 01 con 1,1398g, se observa que para cada referencia de genotipo el volumen aumenta o disminuye lo que comprueba que no todas las masas ocupan el mismo volumen, la variación en el contenido de densidad está influenciada por el genotipo pero se puede observar en la tabla que del mismo genotipo variaron las fechas de recolección de las muestras lo que se puede observar que los principales factores de variación se ve por factores agroclimáticos como el contenido de nitrógeno en el suelo.

Practica Grados Brix

- Materiales

Brixometro

Agua destilada

Espátula

Frasco lavador

vaso de precipitado

Muestras de Genotipos. TCS01, TCS06, TCS 13, TCS19, CCN51

Procedimiento

Preparación de Muestras

Se toman 1 cm de cada genotipo TCS01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN51 respectivamente marcados en cada tubo de ensayo.

Se colocan en reposo para obtener temperatura ambiente.

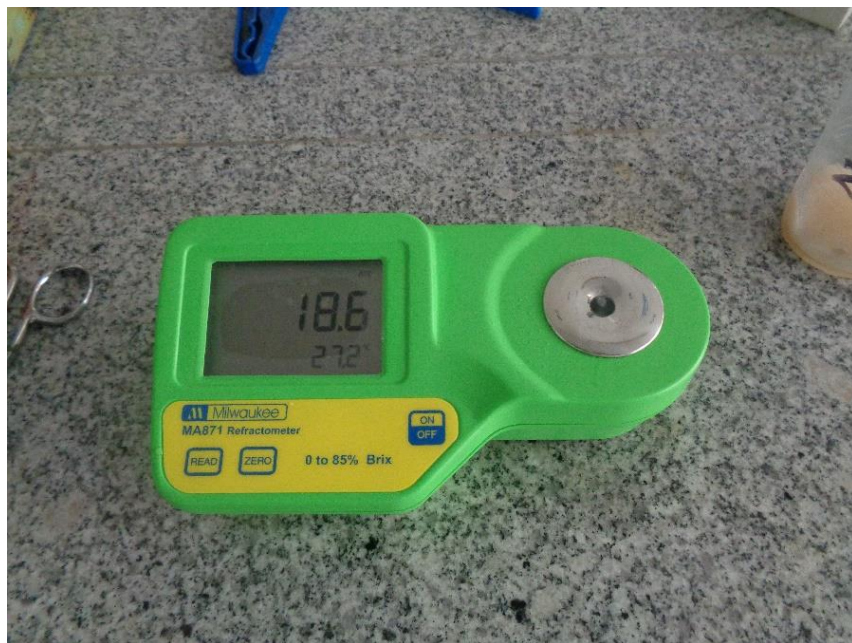
Tomar una gota de la muestra y usarla directamente en el refractómetro.

Limpiar en cada intervalo en agua destilada.

Observar la escala del refractómetro y registrar la lectura indicada.

Figura 34

Pesados de Pruebas realizadas Consolidadas en la tabla # 12



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.*Análisis de Datos obtenidos en la Práctica de Grados Brix*

Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	°Brix
TCS 01	3/12/2020	3	18,4
TCS 01	29/01/2021	1	14,6
TCS 06	29/01/2021	5	19,5
TCS 06	11/02/2021	3	22,5
TCS 06	21/05/2021	11	15,9
TCS 13	19/11/2020	1	17,1
TCS 13	3/12/2020	1	18,8
TCS 13	21/05/2021	10	17,5
TCS 19	19/11/2020	3	18,2
TCS 19	3/12/2020	3	17,1
TCS 19	29/01/2021	4	21,3
TCS 19	11/02/2021	3	18,6
TCS 19	21/05/2021	10	19,9
CCN 51	19/11/2020	2	15
CCN 51	3/12/2020	3	15,9
CCN 51	29/01/2021	3	17,9
CCN 51	21/05/2021	4	16,7
NN		1	16

Fuente: elaboración propia

Resultado.

La prueba de laboratorio de grados Brix permite medir el total de sólidos resueltos como sacarosa presente en el mucilago de cacao de cada genotipo investigado, permite medir la gravedad específica mediante un refractómetro. La sacarosa es un hidrato de carbono simple, un disacárido formado por dos monosacáridos, fructosa y glucosa, presentes de forma natural en frutas y verduras; el azúcar tiene un valor Brix del 100%, lo que significa que su valor se representa en gramos. (Hernández et al., 2019)

Cada genotipo tiene diferentes factores que influyen en los valores Brix como lo observamos en la tabla anterior número 12, se evidencia referencias del mismo genotipo recolectados en diferentes fechas y con distintos valores Brix lo que nos confirma que cada genotipo tiene su propia concentración de sacarosa debido a la madurez, etapa de crecimiento en la que se encuentran y el porcentaje de humedad.

Con base de lo descrito anteriormente podemos concluir que el genotipo con alto contenido de sacarosa corresponde al genotipo TCS06 con un porcentaje de 22,5 grados Brix con un porcentaje de 22,5 gramos en 100ml perteneciente a la cosecha recolectada a principio de año 11/02/21.

El genotipo con menor contenido de sacarosa corresponde al genotipo TCS01 con un porcentaje de 14,6 grados brix con un porcentaje de 14,6 gramos en 100ml perteneciente a la cosecha recolectada a principio de año 29/01/2021.

Practica de PH

- Materiales

Medidor de pH

Agua destilada

Frasco lavador

Buffer pH

Balanza

Probeta

Barrilla de agitación

Papel filtro

Muestras de Genotipos. TCS01, TCS06, TCS 13, TCS19, CCN51

Procedimiento

Se toman muestras de 5cm de los genotipos utilizados TCS 01, TCS06, TCS13, TCS19, CCN 51

Tomar medidas en el pHmetro colocando cada muestra cuidadosamente.

Se realizan lavados de Buffer en cada intervalo de cada toma de muestra del mucilago de cacao para normalizar el pH del pHmetro.

Observar la escala del pHmetro y registrar la lectura indicada.

Tabla 13.*Análisis de Datos Obtenidos en la Práctica de pH*

Muestras de genotipo	Fecha de recolección	# de muestras	pH
TCS 01	3/12/2020	3	3,65
TCS 01	29/01/2021	1	3,47
TCS 06	29/01/2021	5	3,1
TCS 06	11/02/2021	3	3,18
TCS 06	21/05/2021	11	3,51
TCS 13	19/11/2020	1	3,26
TCS 13	3/12/2020	1	3,37
TCS 13	21/05/2021	10	3,36
TCS 19	19/11/2020	3	3,32
TCS 19	3/12/2020	3	3,35
TCS 19	29/01/2021	4	3,15
TCS 19	11/02/2021	3	3,21
TCS 19	21/05/2021	10	3,45
CCN 51	19/11/2020	2	3,23
CCN 51	3/12/2020	3	3,34
CCN 51	29/01/2021	3	3,14
CCN 51	21/05/2021	4	3,23

NN	1	3,36
----	---	------

Fuente: Elaboración propia

El ácido está presente en la mayoría de los alimentos de forma natural, en los genotipos investigados se encuentra presente dentro del mucilago de cacao, encargado principalmente de generar procesos de fermentación, los valores de acides bajos limitan el crecimiento de microorganismos. (Castro-Alayo et al., 2019)

Figura 35.

Reactivos pHmetros Buffer



Fuente: elaboración propia

Los reactivos de buffer actúan como base para mantener constante el pH en las muestras analizadas de mucilago de cacao

Figura 36.

Análisis de Resultados pH



Fuente: elaboración propia

permiten medir la acidez según la cantidad de iones H^+ presentes en las muestras de mucilago de cacao.

Respuestas. Los valores de pH nos muestran la concentración de acidez o alcalinidad de cada genotipo en donde nos muestra la característica de cada unidad y futuro lectores cacaoteros del proyecto caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao puedan observar las características y guiar los suelos en donde van a ser sembrados futuras plantaciones

Practica de Cenizas

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos orgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento en nuestro proyecto caracterización fisicoquímica de mucilago de cacao por muestras húmedas de oxidación.

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la oxidación de la materia orgánica de un alimento en este caso el mucilago de cacao.

Todas las técnicas se llevan a cabo en el laboratorio multipropósitos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia sede Bucaramanga, lo cual consiste en quemar la muestra de mucilago de cacao al aire en mufla para eliminar todo el material orgánico presente en la muestra.

- Materiales

1 Mufla

4 Crisoles

2 pinzas metalizas

1 desecador

4 vidrio reloj

1 balanza

Tubos de ensayo

Procedimiento

Precalentar el horno a 115°C.

Tomar la muestra de forraje, suelo, madera, alimento, granos o concentrado y picarlo hasta alcanzar tamaños de partícula entre 10 y 15 mm.

Tomar muestra en un crisol e introducir a horno o estufa de aire forzado por 1 hora a 115°C.

Precalentar Mufla a 550°C.

Al sacar la muestra moler o picar nuevamente hasta alcanzar un tamaño de partícula menor.

Pesar crisoles de mufla y registrar los pesos marcando los crisoles **Wc**.

Pesar 1 grm de muestra y almacenado en un crisol de mufla **Wm**.

Introducir crisoles y tomar registro de su ubicación para posteriores cálculos.

Dejar reposar crisoles durante 45 min a temperatura ambiente.

Pasar crisol y muestra **Wcm**.

$$MO(\%) = 1 - \frac{(Wc + Wm) - Wcm}{(Wc + Wm)}$$

En teoría, absolutamente todas las biomoléculas que se encuentran en una muestra cualquiera del eje SPA al estar bajo las condiciones de la mufla (550°C por 4 horas), se desnaturaliza y el remanente (denominado cenizas) es una representación cercana al contenido de minerales de la muestra analizada.

$$\% \text{ minerales} = 100 - \%MO$$

Resultados

Los datos obtenidos en la prueba investigativa de cenizas ayudan a tomar importantes decisiones que afectan la eficiencia la operación en los genotipos de cacao por eso se realizan las investigaciones en el laboratorio multipropósitos con todos los procedimientos mencionados

Tabla 14.

Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas en el genotipo TCS13

Muestra de mucilago de cacao TCS13	
Método empleado	Por oxidación de muestras húmedas
Tiempo de secado (horas)	12 horas
Temperatura de secado (°C)	550
Tiempo de enfriamiento (minutos)	6 horas
Peso de crisol limpio y secado(g)	6,964
Peso de crisol + muestra húmeda(g)	7,158
Peso de crisol + muestra seca(g)	6,980
Peso de última muestra seca (g)	0,016

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos en la prueba investigativa de cenizas TCS13 observamos como pierde de la muestra húmeda a la muestra seca 0, 178g para obtener un resultado final de 0,016, las muestras al están 6 horas a una temperatura de 550°C en la mufla pierden totalmente la humedad, quedando residuos inorgánicos solo carbón, cenizas y minerales presentes.

Tabla 15.*Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas en el genotipo TCS06*

Muestra de mucilago de cacao TCS06	
Método empleado	Por oxidación de muestras húmedas
Tiempo de secado (horas)	12 horas
Temperatura de secado (°C)	550
Tiempo de enfriamiento (minutos)	6 horas
Peso de crisol limpio y secado(g)	6,964
Peso de crisol + muestra húmeda(g)	7,158
Peso de crisol + muestra seca(g)	6,966
Peso de última muestra seca (g)	0,002

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos en la prueba investigativa de cenizas TCS06 observamos como pierde de la muestra húmeda a la muestra seca 0, 194g para obtener un resultado final de 0,002, las muestras al están 6 horas a una temperatura de 550°C en la mufla pierden totalmente la humedad, quedando residuos inorgánicos solo carbón, cenizas y minerales presentes.

Tabla 16.*Tiempos Empleados en la Práctica Cenizas en el genotipo TCS19*

Muestra de mucilago de cacao TCS19	
Método empleado	Por oxidación de muestras húmedas
Tiempo de secado (horas)	12 horas
Temperatura de secado (°C)	550

Tiempo de enfriamiento (minutos)	6 horas
Peso de crisol limpio y secado(g)	6,964
Peso de crisol + muestra húmeda(g)	7,158
Peso de crisol + muestra seca(g)	7,093
Peso de última muestra seca (g)	0,128

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos en la prueba investigativa de cenizas TCS19 observamos como pierde de la muestra húmeda a la muestra seca 0,065g el resultado más bajo lo que se podría decir que perdió más humedad, para obtener un resultado final de 0,128, las muestras al están 6 horas a una temperatura de 550°C en la mufla pierden totalmente la humedad, quedando residuos inorgánicos solo carbón, cenizas y minerales presentes.

Análisis de Cenizas

Tabla 17.

Análisis de Cenizas

Genotipo	%Cenizas	%Calcio	Mg/Km Cadmio
TCS06	61,02	0,43	<0,06
TCS13	63,48	0,58	<0,06
TCS19	29,21	0,04	<0,06

Fuete: elaboración propia

Los porcentajes de contenido de cenizas variaron entre 29,21 y 63,48 % para mucilago de cacao fresco de los genotipos TCS06, TCS13 Y TCS 19, evaluados en el departamento de

Santander, junto a este valor de porcentaje de cenizas se encuentra el de calcio variaron de 0,04 a 0,58 y el porcentaje de cadmio que estuvieron entre 0,06 teniendo en cuenta que con el porcentaje de estos resultados se le da importancia a el contenido de minerales.

Figura 37.

Representación de Muestras Húmedas en Mufla

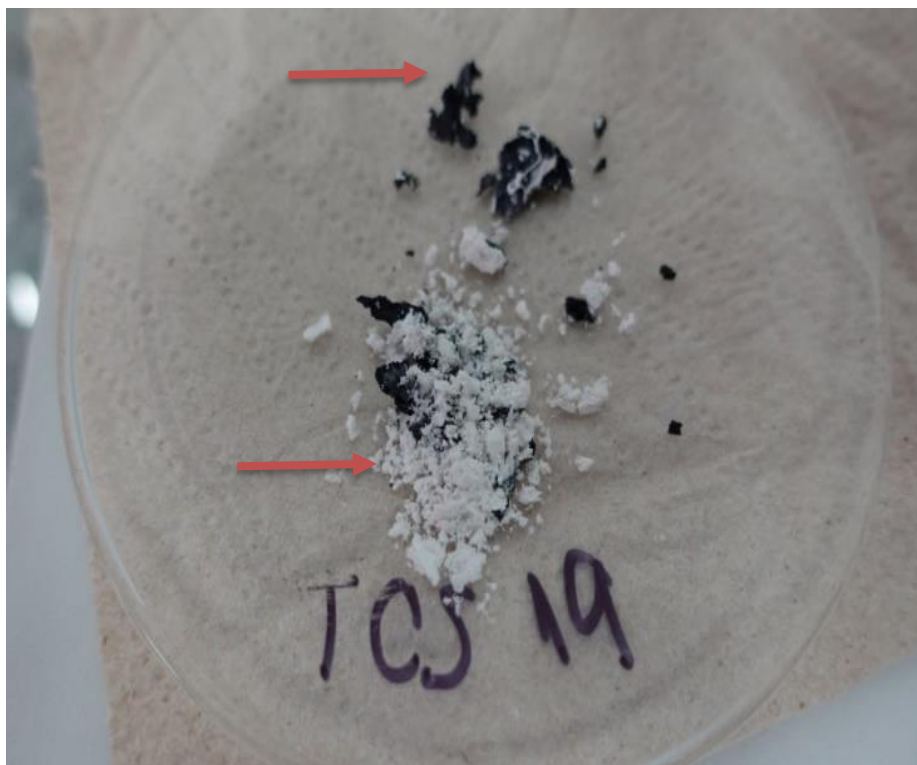


Fuentes: elaboración propia

Los análisis de los mucilagos de cacao presentes en los genotipos analizados al ser sometidos por la mufla quedan en residuos inorgánico que se obtiene al incinerarse a temperaturas de 550°C, el agua, humedad, ácidos y sacarosa, los residuos orgánicos son transformados en presencia del oxígeno del aire en dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NO₂) mientras el hidrogeno es expulsado en forma de vapor de agua. (Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, n.d.)

Figura 38.

Representación de Muestras de Cenizas Sacadas de Mufla



Fuente: elaboración propia

El procedimiento se da por terminado cuando residuo de los mucilagos de cacao esté libre de partículas húmedas y se observen partículas carbonosas (de color negro) y cenizas presentes (de color gris o blanco).

Figura 39.

Muestras de Cenizas después de estar en Mufla



Fuente: elaboración propia

El margen de error que se presenta en la práctica de cenizas en seco es: la pérdida de cenizas debido a la intensidad con que arde la flama en el momento de quemar la muestra al aire y el cambio gradual en las sales minerales con el calor, como el cambio de carbonatos a óxidos; adhesión de las muestras con un contenido alto de azúcares, lo cual puede ocasionar pérdida de la muestra y fusión del carbón a partes no oxidadas atrapadas de la muestra.

Determinación del Contenido de Pectina en el Mucilago.

Practica de Pectinas

Practica de investigación polisacárido pectina por medio de hidrolisis acida (rompimiento de cadenas esterificadas por medio del ácido clorhídrico o ácido cítrico).

La pectina es una fibra prebiótica, es utilizado como espesante, vital para la prevención de cáncer de colon por medio de la galectina.

- **Materiales**

Vasija esmaltada

Erlenmeyer 200ml, 500ml, 1000ml

Matraz aforado

Balanza analítica

Agitador magnético

Varilla de vidrio

Espátula

Vidrio de reloj

Centrifugadora

Horno de calentamiento o cámara de secado

- **Reactivos**

400ml de agua destilada

150gram HCL 0.003 N

Etanol concentrado a 96%

Ácido clorhídrico

Ácido cítrico

Acetona

Procedimiento. Para la práctica de pectina se han seleccionado los genotipos TCS 06 Y TCS 13 en donde cada genotipo se integró con un reactivo diferente.

TCS 06

200 gram con 1ml de reactivo ácido clorhídrico

TCS 13

200 gram con 0,1 ml de reactivo ácido cítrico

Luego de seleccionar las muestras de mucilago de cacao a investigar se colocan a calentar 3 vasos de Erlenmeyer en donde van adicionar los genotipos seleccionados y los reactivos correspondientes por cada genotipo.

Figura 40.

Representación de Agua Destilada Lista para Investigación



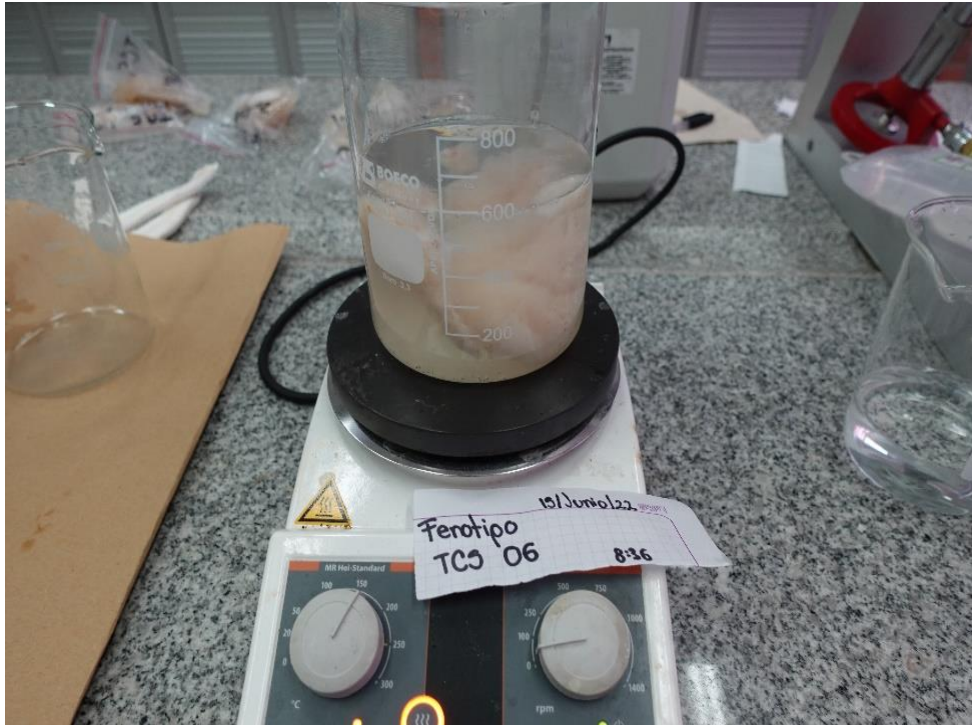
Fuente: elaboración propia

La pectina es una sustancia vegetal presente en el mucilago de cacao, para obtener su gelificante natural las muestras de mucilago de cacao se sometieron en agua a temperatura de 90°C con el fin de desactivar las enzimas: pectinesterasas (hidriloxan los grupos de esteres metílicos, formando metanol y pectinas de menor metoxilo).

Relación Macroscópica

Relación 1 a 2

1 parte de mucilago de cacao por 2 de solución

Figura 41.*Representación Relación Macroscópica de 1 a 2*

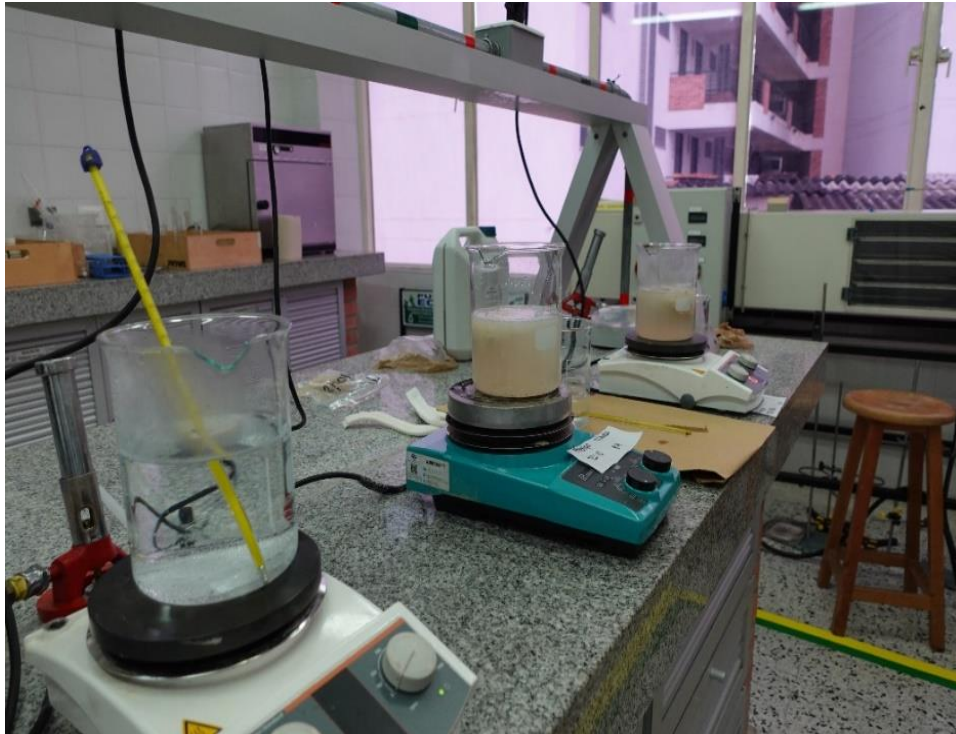
Fuente: elaboración propia

Una vez colocada las muestras seleccionadas de mucilago de cacao aproximadamente 200g son sumergidas en 400ml de solución de agua destilada entre 80 y 90°C por 20min.

Inactivación enzimática: la pectina es un material 100% celulosa vegetal, es un alimento funcional que no es metabolizado por el aparato digestivo, por el contrario, es tomado de los alimentos consumidos como fuente de fibra.

Figura 42.

Representación de Muestras con Agua Destilada, y Muestras de Mucilago de Cacao



Fuente: elaboración propia

Hidrolisis Acida. Después de pasados los 20 min a temperatura de 90°C Adicionar 150gr HCL 0.003 N (Ph 2.5) Calentar a 95°C por 90 min, el mucilago del cacao pasa por un proceso de esterilización en donde al calentarse activa el proceso celular formando pectina lo que se puede observar en la imagen.

Figura 43.

Representación de Práctica de Pectina en Proceso con Muestras de Agua Destilada, Reactivo y Genotipos Correspondientes

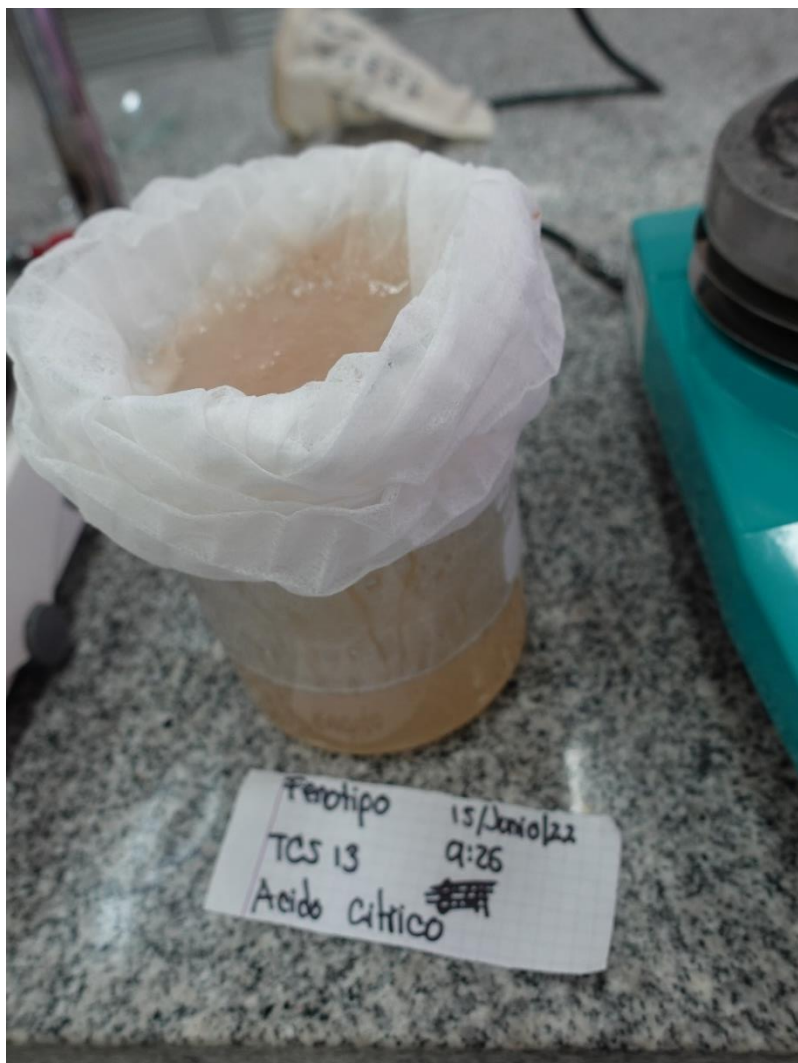


Fuente: elaboración propia

Filtración. Este proceso es importante para separar las muestras solidas del agua acidulada una vez termine el proceso de hidrolisis, en seguida se cuela a través de un lienzo, el colado se deja en reposo hasta que solidifica por enfriamiento.

Figura 44.

Representación de Filtrado de Muestras



Fuente: elaboración propia

Precipitación El etanol es utilizado para precipitar las pectinas dado su insolubilidad en el producto

Se adiciona etanol concentrado a 96% peso/ volumen y se deja en reposo por 1 hora.

Figura 45.

Representación de Muestras en Reposo

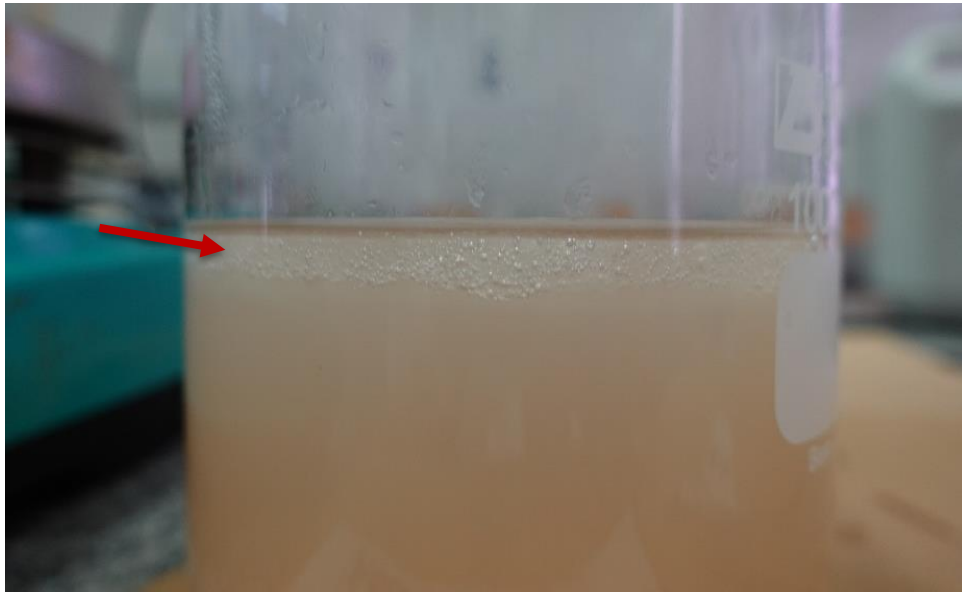


Fuente: elaboración propia

Lavado. Disolver la pectina en medio ácido y precipitarla con etanol.

Figura 46.

Representación de Lavado con Etanol en donde se Muestran los Primeros Brotes de Pectina Formadas



Fuente: elaboración propia

En cuanto pasan los minutos en reposo se van formando cadenas por unidades de ácido galacturónico con un grupo carboxilo libre,

Figura 47.

Representación de Formación de Cadenas y Presencia de Pectinas

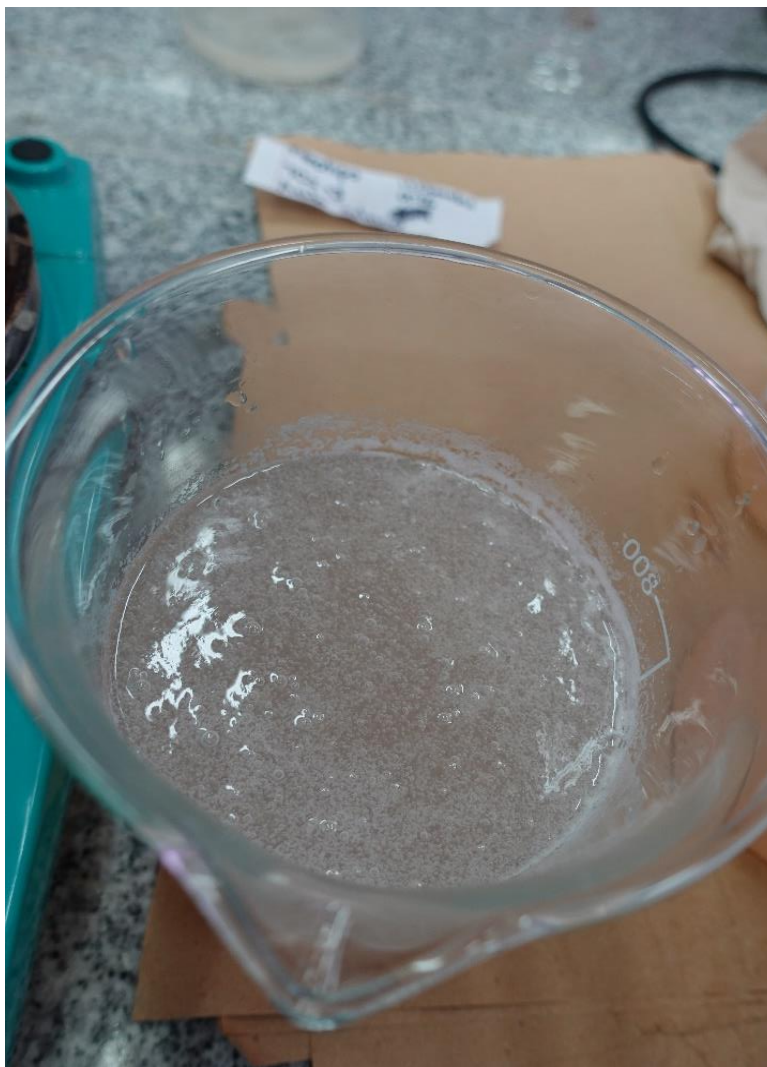


Fuente: elaboración propia

Como se observa en la imagen la película o capa se forma la cadena por unidades de ácido galacturónico, que pueden encontrarse con el grupo carboxilo libre, las unidades de ácido galacturónico están unidas entre sí por enlaces α 1-4, que se pierden fácilmente al contacto por hidrólisis ácida o enzimática

Figura 48.

Presencia de Pectina en las Muestras Analizadas



Fuente: elaboración propia

Secado. Se realiza con el fin de eliminar los residuos de humedad pasar por corrientes de aire 40°C por 12 horas y obtener las cadenas formadas por las moléculas de ácidos galacturónicos .

Figura 49.

Representación de Muestras en Mufla de Secado



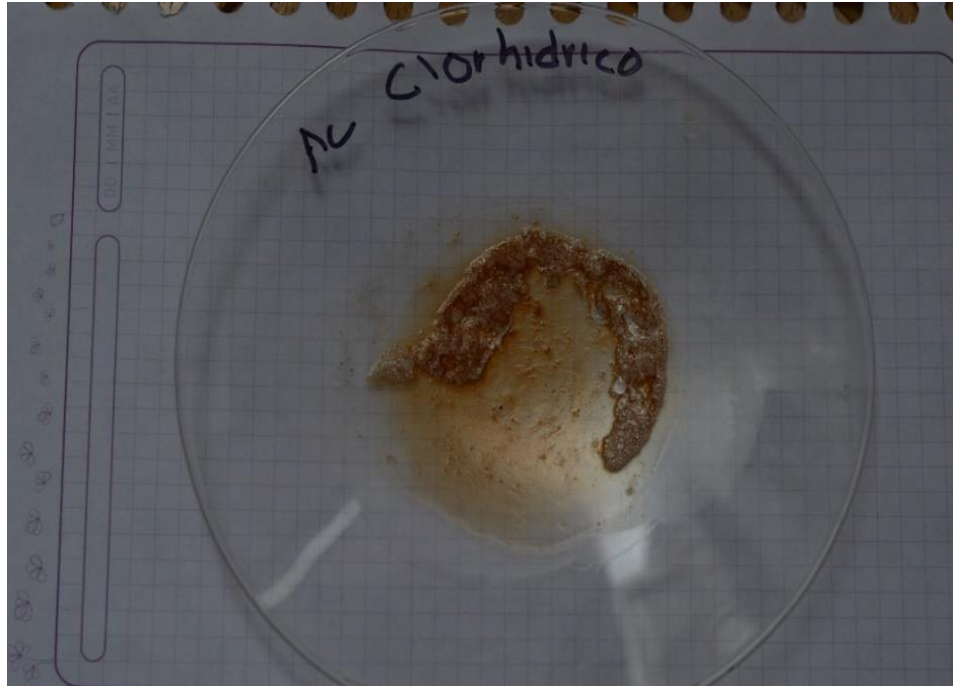
Fuente: elaboración propia

Como se observa en la imagen al pasar las corrientes de aire en las muestras se va formando la capa de pectina cada vez más gruesa, Durante la maduración, la pectina presente en la fruta es hidrolizada por enzimas específicas, como las pectinasas y las pectinasterasas, que permiten a esta última volverse más blanca.

Molienda. En morteros se realiza el molido de la pasta y se almacena en recipientes herméticos para mejorar su aspecto.

Figura 50.

Representación de Resultado de Molienda de Pectina luego de Proceso de Secado

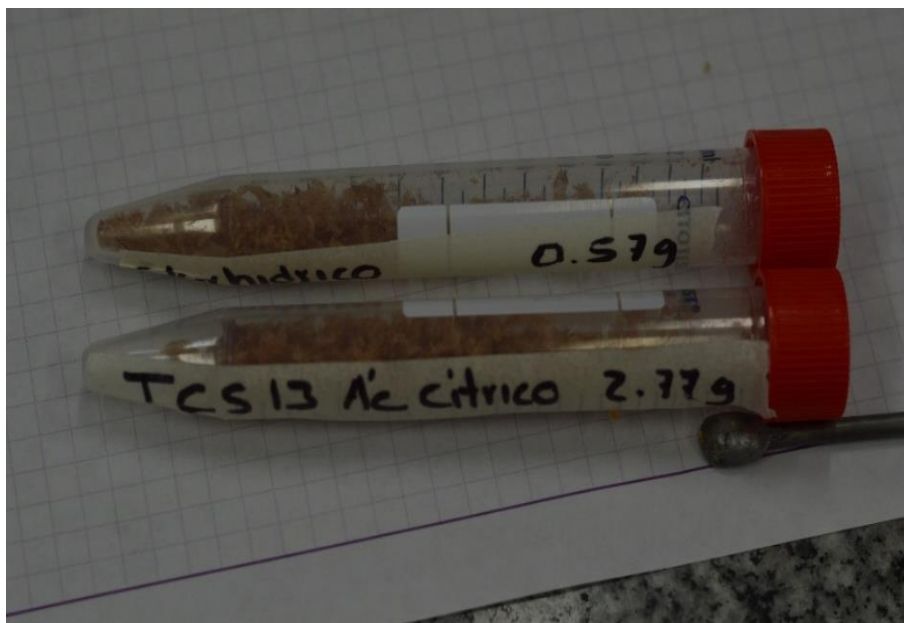


Fuente: elaboración propia

Resultados. El contenido de pectina es de vital importancia en nuestros productos consumido son ricos en fibras y ricos en polisacáridos y polifenoles provenientes en prevención de enfermedades esto se debe a la eliminación de residuos y toxinas de nuestro organismo

Figura 51.

Representación de Pectina en los Genotipos TCS 06 con 1ml de Ácido Clorhídrico y TCS 13 con 0,1g de Ácido Clorhídrico



Fuente: elaboración propia

Al finalizar las muestras de secado de pectina son colocadas bajo recipientes plásticos sellados para conservar su calidad.

Tabla 18.

Resultados Obtenidos de Pectina

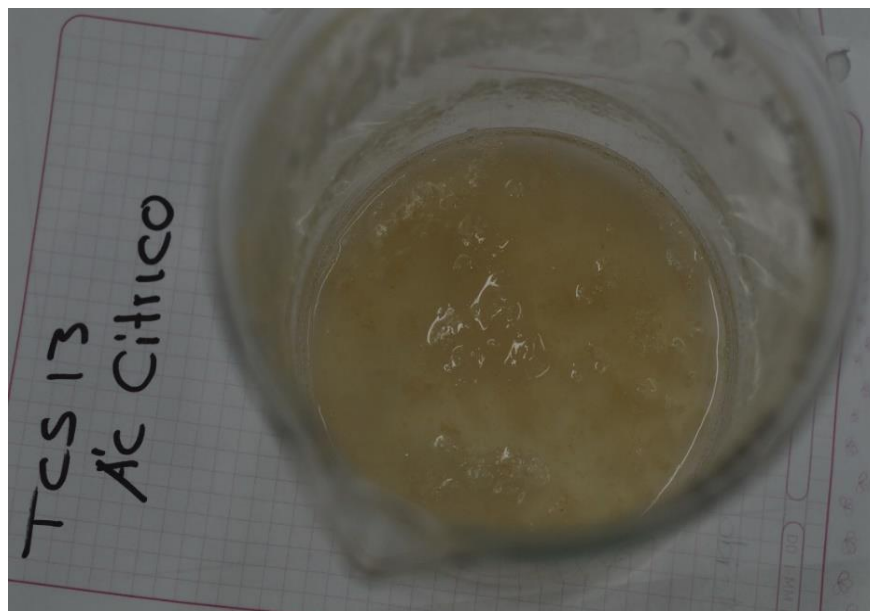
Resultado de pectina en muestras analizadas			
Genotipo	Reactivos	Cantidades	Gramos obtenidos

TCS 06	Ácido clorhídrico	200 grm de TCS 06	0,57grm
		1ml de ácido clorhídrico	
		400 grm de agua destilada	
TCS 13	Ácido cítrico	200 grm de TCS 13	2,77grm
		0,1 ml de ácido cítrico	
		400 grm de agua destilada	

La cantidad y la composición química de la pectina presente en las plantas varía en función de la tipología de la planta, de la edad, y de la parte utilizada en la extracción, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de la práctica se observa 0,57 en ácido clorhídrico para el genotipo TCS 06 y 2,77 en ácido cítrico para el genotipo TCS13.

Figura 52.

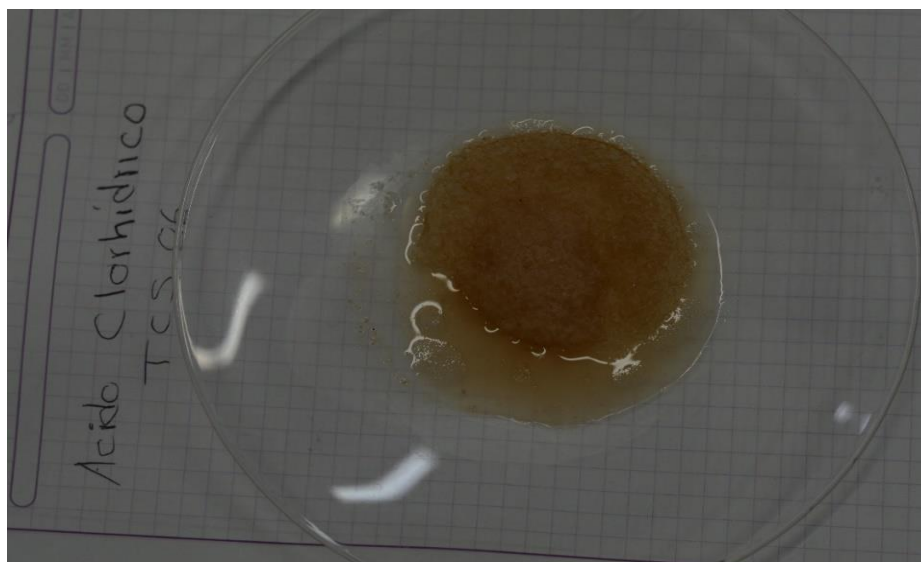
Representación de Pectina en Genotipos TCS 13



Fuente: elaboración propia

Figura 53.

Representación de Pectina en Genotipos TCS 06



Fuente: elaboración propia

Conclusiones

De acuerdo a los mucilagos de cacao pertenecientes a los genotipos TCS01, TCS06 TCS13, TCS19, CCN51 se puede concluir que caracterización fisicoquímica del mucilago los cacaoteros e investigadores pueden obtener información detallada que sirve como base para futuras investigaciones, y como base a iniciar investigaciones más detalladas del mucilago de cacao.

Nuestro proyecto de investigación caracterización fisicoquímica del mucilago del cacao permite dar a conocer las principales características de mucilago del cacao y enfatiza la importancia que se le debe dar a una parte del fruto del cacao que se considera como una bolsa o cuna que almacena los nutrientes adquiridos por la sabia celular y que después van a ser adquiridos por el grano de cacao.

Los genotipos de cacao TCS01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51, se puede concluir que son genotipos que presentar características acordes a los estándares de calidad, permitiendo a los agricultores tener información más detallada de los mucilagos de cacao presentes en cada genotipo y obtener otras alternativas de producción de cacao fino e incentivar a siembras a gran escala.

De los resultados en las pruebas sensoriales, Brix, pH, físicas, químicas, se obtuvo información base que puede llegar a otras investigaciones en donde se pueden abordar por separado y detallada de las características particulares de cada mucilago de cacao

Recomendaciones

La percepción de los sabores varía de una persona a otra, incluso en aquellas que reciben entrenamiento como jueces expertos, estas características fisiológicas pueden estar determinadas por la intensidad de la percepción de los aromas o anomalías patológicas como la anosmia, que es la alteración del bulbo olfativo o en los centros en el cerebro, es por eso que se recomienda seguir con las investigaciones sobre el mucilago de cacao presente en los genotipos TCS01, TCS06, TCS13, TCS19 Y CCN51

Con las nuevas tendencias en la producción masiva de alimentos y el surgimiento de nuevas modalidades de alimentos, se han desarrollado diversas técnicas que buscan asegurar la calidad organoléptica y nutricional de un producto alimenticio, antes de ofrecerlo al consumidor final, se recomienda tomar las pruebas de pectina como base para nuevas investigaciones y para innovar en la industria alimenticia a partir de mucilago de cacao.

Referencias Bibliográficas

- Báez Daza, E. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Núñez Gómez, K. S., Rodríguez Silva, L. G., Coronado Silva, R. A., & López Giraldo, L. J. (2022). (n.d.). *Caracterización agronómica, fisicoquímica, sensorial y de metabolitos con actividad funcional de cacao especiales cultivados bajo sistemas agroforestales en el departamento de Santander - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. Retrieved August 2, 2022, from https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=bac_dspace20.500.12324%2F37225&context=L&vid=BAC&lang=es_CL&search_scope=bac_completo&adaptor=Local Search Engine&tab=bac_tab&query=any,contains,TCS 01&offset=0
- Buamah, R., Dzogbefia, V. P., & Oldham, J. H. (1997). Pure yeast culture fermentation of cocoa (*Theobroma cacao* L): Effect on yield of sweatings and cocoa bean quality. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 13(4), 457–462. <https://doi.org/10.1023/A:1018536519325>
- Cadby, J. (2019). *Variedad CCN - 51: ¿Una Amenaza Para la Industria Del Cacao?* - *Perfect Daily Grind Español*. Perfect Daily Grind. <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/>
- Castro-Alayo, E. M., Idrogo-Vásquez, G., Siche, R., & Cardenas-Toro, F. P. (2019). Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. In *Heliyon* (Vol. 5, Issue 1, p. e01157). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>
- Clon de Cacao TCS*. (n.d.).
- De Graduación: "identificación, T., Evaluación, Y., Oportunidades, D. E., & Mercado, D. E. (n.d.). *UNIVERSIDAD "Dr. JOSÉ MATIÁS DELGADO" FACULTAD DE POSGRADOS Y EDUCACION CONTINUA MAESTRIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*.

- Fuentes, L. F. Q., & Jerez, A. G. (2021). Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao. *Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 1–139.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/4852>
- Gildemberg., L. J., Amorim, Luiz Humberto., A. G., Priscilla., E., Flavio Cesar., A. T., & Figueira. (2008). Fermentation of cacao (*Theobroma cacao* L.) seeds with a hybrid *Kluyveromyces marxianus* strain improved product quality attributes. *FEMS Yeast Research*, 8(5), 788–798.
<https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2008.00405.x>
- Guzmán Duque, J. A., & Gómez Prada, S. L. (2014). Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia). *RIAA, ISSN-e 2145-6453, Vol. 5, N° 2, 2014, Págs. 221-236, 5(2), 221–236.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5590923&info=resumen&idioma=SPA>
- Hernández, M. del P. L., Núñez, J. C., Gómez, M. S. H., & Tovar, M. D. L. (2019). Physicochemical and microbiological dynamics of the fermentation of the CCN51 cocoa material in three maturity stages. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(3).
<https://doi.org/10.1590/0100-29452019010>
- Lima, L., Septiembre De, C. A., & Suiza, C. (n.d.). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao Héctor Aguilar HELVETAS Swiss Intercooperation HONDURAS FUNDACIÓN HELVETAS HONDURAS Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra HELVETAS Swiss Intercooperation HONDURAS FUNDACIÓN HELVETAS HONDURAS Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra.*
- Lopez, A. (2011). *El encanto químico del chocolate - Science in School.* Revistaunam.Mx.
<https://www.scienceinschool.org/article/2006/chocchemistry/>

- Medina Cruz, J., & Lucas Fernando Quintana Fuentes. (2017). La ingeniería del software y su aplicación en el análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces, en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao. In *Entramado. Enero - Junio, 2017. : Vol. 13, no 1* (entramado.2017v13n1..., pp. 278–294).
<https://pdfs.semanticscholar.org/50a9/8e99155e139d826d3f143376094f1f70fef2.pdf>http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222009000400001&script=sci_arttext&tlng=en
- Peláez, P. P., Guerra, S., & Contreras, D. (2016). Changes in physical and chemical characteristics of fermented cocoa (*Theobroma cacao*) beans with manual and semi-mechanized transfer, between fermentation boxes. *Scientia Agropecuaria*, 07(02), 111–119.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.02.04>
- Ramirez, J. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor - Google Libros*. Revistareciteia. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=+pruebas+sensoriales&ots=Ic3KSQPEvt&sig=U-ct1dcFkzmmfi0Tpm_1fNAiaqU#v=onepage&q=pruebas+sensoriales&f=false
- Santander Muñoz, M., Cortina, R., Vaillant, F. E., & Parra, S. E. (2019). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition An overview of the physical and biochemical transformation of cocoa seeds to beans and to chocolate: Flavor formation*.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1581726>
- Schwan, R. F. (1998). Cocoa Fermentations Conducted with a Defined Microbial Cocktail Inoculum. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(4), 1477–1483.
<https://doi.org/10.1128/AEM.64.4.1477-1483.1998>
- Teneda Llenera, W. F. (2016). Mejoramiento el proceso de fermentación del cacao. In *Estudios iberoamericanos grupo la Rabida: Vol. Científico técnica* (1st ed., pp. 1–140).
<https://core.ac.uk/download/pdf/223061502.pdf>

Apéndices

Apéndice A. Tabla A1 Datos Obtenidos en la Prueba Sensorial Mucilago de Cacao

Recolección de Muestras

Nombre		Cindy Paola Camargo Mejia. cc. 1095794698			
Muestras		Atributos			
		Dulce	ácido cítrico	Olor: floral frutal o ácido acético	Color
• TCS 01	03/12/2020	7	3	Frutal	6
TCS 01	29/01/2021				
• TCS 06 -	29/01/2021	6	7	Frutal	5
TCS 06 -	11/02/2021				
• TCS 06 -	21/05/2021	8	4	Frutal	3
TCS 13	19/11/2020				
TCS 13	03/12/2020				
• TCS 13	21/05/2021	6	3	Frutal	7
TCS 19	19/11/2020				
• TCS 19	03/12/2020	3	6	Floral	9
• TCS 19	29/01/2021	5	7	Frutal	8
• TCS 19	11/02/2021	3	6	Frutal	2
• TCS 19	21/05/2021	7	5	Frutal	6
• CCN 51	19/11/2020	8	5	Floral	1
• CCN 51	03/12/2020	3	6	Frutal	2
• CCN 51	29/01/2021	5	7	Floral	3
• CCN 51	21/05/2021	6	3	Frutal	4
Gracias por su participación					

Nombre		Atributos				Calif. global
Muestras		Dulce	ácido cítrico	Olor: floral frutal o ácido acético	Color	
Nombre: Lucas Pdo. Quintana F. (0 - 10)						
TCS 01	03/12/2020	5	4	1	3	4
TCS 01	29/01/2021					
TCS 06 -	29/01/2021	3	4	1	3	4
TCS 06 -	11/02/2021					
TCS 06 -	21/05/2021	3	2	2	4	3
TCS 13	19/11/2020					
TCS 13	03/12/2020					
TCS 13	21/05/2021	3	2	2	4	3
TCS 19	19/11/2020					
TCS 19	03/12/2020	4	3	1	4.5	3
TCS 19	29/01/2021	5	5	1	4	5
TCS 19	11/02/2021	4	5	1	2	4
TCS 19	21/05/2021	5	4	1	3	4
CCN 51	19/11/2020	4	6	1	2	4
CCN 51	03/12/2020	4	7	1	3	6
CCN 51	29/01/2021	4	6	1	3	5
CCN 51	21/05/2021	4	5	1	2	5
Gracias por su participación						

doi: Característico.

Nombre		Atributos			
Muestras		Dulce	ácido cítrico	Olor: floral frutal o ácido acético	Color
Nombre: Viviana Marcela Carrizal Calderón					
TCS 01	03/12/2020	7	1	floral	4
TCS 01	29/01/2021				
TCS 06 -	29/01/2021	6	1	frutal	3
TCS 06 -	11/02/2021				
TCS 06 -	21/05/2021	8	1	frutal	3
TCS 13	19/11/2020				
TCS 13	03/12/2020				
TCS 13	21/05/2021	8	1	frutal	3
TCS 19	19/11/2020				
TCS 19	03/12/2020	5	2	floral	4
TCS 19	29/01/2021	5	3	frutal	4
TCS 19	11/02/2021	6	3	floral	4
TCS 19	21/05/2021	8	2	floral	4
CCN 51	19/11/2020	6	3	frutal	3
CCN 51	03/12/2020	6	1	floral	3
CCN 51	29/01/2021	5	3	frutal	3
CCN 51	21/05/2021	7	2	frutal	3
Patron: <u>Guayacana</u>		5	3	frutal	3
Patron 2		2			
Gracias por su participación					A quemado

Nombre		Atributos			
Muestras		Dulce	ácido cítrico	Olor: floral frutal o ácido acético	Color
TCS 01	3/12/2020	4	3	2	4
TCS 01	29/01/2021			2	
TCS 06 -	29/01/2021	4	3	2	3
TCS 06 -	11/02/2021				
TCS 06 -	21/05/2021	4	3	2	4
TCS 13	19/11/2020				
TCS 13	3/12/2020				
TCS 13	21/05/2021	4	2	2	4
TCS 19	19/11/2020				
TCS 19	3/12/2020	4	4	1	5
TCS 19	29/01/2021	4	5	2	3
TCS 19	11/02/2021	5	4	1	3
TCS 19	21/05/2021	4	5	1	4
CCN 51	19/11/2020	4	5	2	3
CCN 51	3/12/2020	4	6	2	3
CCN 51	29/01/2021	3	5	2	2
CCN 51	21/05/2021	4	5	2	3

Gracias por su participación

Apéndice B. Jueces Participantes en la Prueba Sensorial de Mucilago de Cacao



Juez evaluador de Mucilago de Cacao Lucas Fuentes



Juez evaluador prueba sensorial de mucilago de cacao Cindy Camargo



Juez evaluador de Mucilago de cacao Alberto García Jerez

Apéndice C. Datos Obtenidos en Análisis de Cenizas con Siana

Genotipo TCS 06



REPORTE DE RESULTADOS N° 212291

Fecha de emisión: 26 de julio de 2022		Código de la muestra: 212291					
Solicitante: VIVIANA MARCELA CARVAJAL							
Dirección: CR 22 No 31-41							
Lugar de muestreo: //	Matriz tipo de muestra: Otro						
Muestra: TCS 06	Responsable de muestreo: SOLICITANTE						
Fecha de muestreo: 15 de junio de 2022	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE						
Fecha de recepción: 17 de junio de 2022	Tamaño de la muestra: 1 unidad(es)						
Emase o empaque: Plástico	Plan de muestreo: //						
Tipo de muestreo: Puntual	Lote: //						
Condiciones de recepción de la muestra: Adecuadas	Fecha de vencimiento: //						
Observaciones: //							
FECHA DE ANÁLISIS	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES			
5/07/2022	CENIZAS	AOAC 900.02	61,02	%			
22/07/2022	CADMIO	AOAC 999.11	<0,06	mg/kg			
22/07/2022	CALCIO	AOAC 985.35	0,43	%			
OBSERVACIONES:							
Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA. Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.							
La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto SIAMA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refiere(s) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).							
Aprobó:							
MARIA DEL PILAR VARGAS DIRECTORA DE PESICOQUIMICA QUIMICA AMBIENTAL PQAmb 00029		ANGELA YANETH ORTIZ CALDERÓN COORDINADORA DE ALIMENTOS ING. DE ALIMENTOS 091062-0532701 CND					
FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS							
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.							
Código	R - 051	Versión	0.4	Fecha	10/03/2020	Página	1 de 1

Carrera 24 No. 38 - 11. Teléfono +51 7 634 8610 Códex 318 707 0031 Barranmanga - Colombia. info@siana.co

Genotipo TCS 13



REPORTE DE RESULTADOS N° 212292

Fecha de emisión: 26 de julio de 2022	Código de la muestra: 212292
Solicitante: VIVIANA MARCELA CARVAJAL	
Dirección: CR 22 No 31-41	
Lugar de muestreo: //	Materia tipo de muestra: Otro
Muestra: TCS 13	Responsable de muestreo: SOLICITANTE
Fecha de muestreo: 15 de junio de 2022	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE
Fecha de recepción: 17 de junio de 2022	Tamaño de la muestra: 1 unidad(es)
Envase o empaque: Pielito	Plan de muestreo: //
Tipo de muestreo: Puntual	Lote: //
Condiciones de recepción de la muestra: Adecuadas	Fecha de vencimiento: //
Observaciones: //	

FECHA DE ANÁLISIS	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
5/07/2022	CENIZAS	AOAC 900.02	63,48	%
22/07/2022	CADMIUM	AOAC 999.11	<0,06	mg/kg
22/07/2022	CALCIO	AOAC 985.35	0,58	%

OBSERVACIONES:

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA. Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.

La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto SIAMA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Aprobó:


MARÍA DEL PILAR VARGAS
 DIRECTORA DE FÍSICOQUÍMICA
 QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb 00029


ÁNGELA YANETH ORTIZ CALDERÓN
 COORDINADORA DE ALIMENTOS
 ING. DE ALIMENTOS 091062-0532701 CRO

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Qualquer modificação não autorizada, fraude ou falsificação do conteúdo ou de la assinatura de este documento é ilegal e os culpáveis poderão ser processados com o máximo rigor de la ley.

Código	R - 051	Versión	0.4	Fecha	10/02/2020	Página	1 de 1
--------	---------	---------	-----	-------	------------	--------	--------

Carrera 24 No. 35 - 11. TORREVEN +57 7 634 80.00 Ciudad 318 037 0821 Bucaramanga - Colombia - info@siama.co

Genotipo TCS 19


REPORTE DE RESULTADOS N° 212293

Fecha de emisión: 26 de julio de 2022		Código de la muestra: 212293	
Solicitante: VEVIANA MARCELA CARVAJAL			
Dirección: CR 22 No 31-41			
Lugar de muestreo: //	Muestra: TCS 19		
Fecha de muestreo: 15 de junio de 2022		Método de muestreo: Otro	
Fecha de recepción: 17 de junio de 2022		Responsable de muestreo: SOLICITANTE	
Envase o empaque: Plástico		Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE	
Tipo de muestreo: Puntual		Tamaño de la muestra: 1 unidad(es)	
Condiciones de recepción de la muestra: Adecuadas		Plan de muestreo: //	
Observaciones: //		Lote: //	
		Fecha de vencimiento: //	

FECHA DE ANÁLISIS	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
5/07/2022	CENIZAS	AOAC 900.02	29,31	%
22/07/2022	CADMIO	AOAC 999.11	<0,06	mg/kg
22/07/2022	CALCIO	AOAC 985.35	0,04	%

OBSERVACIONES:

Los resultados son válidos para la muestra analizada, no se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA. Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.

La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto SIAMA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Aprobó:

M. Vargas
MARIA DEL PILAR VARGAS
DIRECTORA DE FÍSICOQUÍMICA
QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb 00029

S. Yañez
ANGELA YANEZ ORTIZ GARCERAN
COORDINADORA DE ALIMENTOS
ING. DE ALIMENTOS 091062-0532701 CND

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código	R - 051	Versión	0-4	Fecha	30/02/2020	Página	1 de 1
--------	---------	---------	-----	-------	------------	--------	--------

Carrera 24 No. 36 - 11 (Teléfono: +57 7 634 80 80) Calle 41 No. 107 0831 Bucaramanga - Colombia info@siama.co

Apéndice D. Norma Técnica Colombiana del ICONTEC – NTC 1252

Basados en la Norma (NTC 1252)

Tipo de cacao	Premio	Corriente
% Humedad	7%	7,5 %
Masa (peso) 100 gramos	>- 120gr	105 – 119 gr
% Granos fermentados	>- 70	>- 65
% Granos insuficientemente fermentados	>- 29	<- 32
% Granos pizarrosos	<- 1	<- 3
% Granos con moho	1%	2 %
% Granos picados o germinados	1%	2 %
% Pasilla	1%	2 %
% Impurezas	0	0,3
% Infestación	negativa	negativa

Nota: >- (Mayor o igual) <- (Menor o igual)