



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Agroindustrial

Proyecto de Investigación:

ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AROMATIZANTE A PARTIR DE PLACENTA
FERMENTADA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) VARIEDAD CCN - 51

Autor:

DARWIN ARGENIS ROSERO MASEIRA

Director de Proyecto de Investigación:

DR. LUIS ALBERTO EGAS ASTUDILLO, PHD

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **DARWIN ARGENIS ROSERO MASEIRA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional, y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Darwin Argenis Rosero Maseira', is written over a horizontal line.

DARWIN ARGENIS ROSERO MASEIRA

C.I: 1207333475



CERTIFICADOS DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Dr. Luis Alberto Egas Astudillo, PhD**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Darwin Argenis Rosero Maseira**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AROMATIZANTE A PARTIR DE PLACENTA FERMENTADA DE CACAO** (*Theobroma cacao L.*) **VARIEDAD CCN – 51**”, previo a la obtención de título de **Ingeniero Agroindustrial**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

LUIS ALBERTO
EGAS ASTUDILLO

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO EGAS ASTUDILLO
Fecha: 2023.11.13 12:31:59
-05'00'

Dr. Luis Alberto Egas Astudillo, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Dr. Luis Alberto Egas Astudillo, PhD.**, mediante el presente cumpla en presentar a usted el informe del proyecto de Investigación titulado “ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AROMATIZANTE A PARTIR DE PLACENTA FERMENTADA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) VARIEDAD CCN – 51”, Presentado por el estudiante **Rosero Maseira Darwin Argenis**, egresado de la Carrera de Agroindustria que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 99 % y similitud en 1 %, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Document Information

Analyzed document	Tesis aromatizante.docx (0178657317)
Submitted	11/13/2023 2:16:00 PM
Submitted by	
Submitter email	legasa@uteq.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	legasa.uteq@analysis.arkund.com

**LUIS ALBERTO EGAS
ASTUDILLO**

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO EGAS ASTUDILLO
Fecha: 2023.11.13 12:32:20 -05'00'

Dr. Luis Alberto Egas Astudillo, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS EN LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AROMATIZANTE A PARTIR DE PLACENTA
FERMENTADA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) VARIEDAD CCN - 51

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Loguard Smith Rojas Uribe



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Edison Geovanny Díaz Campozano



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Azucena Elizabeth Bernal Gutiérrez

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR
2023

AGRADECIMIENTO

Me siento gratamente agradecido con todas las personas que han sido parte de mi trayectoria y han aportado positivamente en mi formación profesional. Mi más profundo agradecimiento a mi madre la Sra. Marian María Maseira Morales y a mi padre el Sr. Darwin Jeovanny Rosero Párraga que han sido un ejemplo de lucha constante y un apoyo importante en la culminación de este trabajo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por formar los primeros cimientos de mi carrera profesional a través de valores, enseñanzas y profesionalismo impartidos por cada uno de los docentes, autoridades y mentores que me impartiera su sabiduría en la ejecución de la fase experimental del Trabajo de Integración Curricular, en especial al Ing. Erick García y al Ing. Ángel Cedeño quienes pertenecen a la parte administrativa de los laboratorios de Química y Microbiología respectivamente, brindándome sus conocimientos prácticos logrando despertar en mí una fascinación por las actividades de laboratorio

. Mis más sinceros agradecimientos a director de tesis al Dr. Luis Alberto Egas Astudillo PhD, por su paciencia y su dedicación para guiarme en todas las etapas del trabajo de Integración Curricular (TIC)

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se lo dedico a aquellas personas que han sido incondicionales y me han brindado su apoyo desde el inicio de mi camino hacia la consecución de este trabajo, y posterior obtención de mi título de grado como Ingeniero Agroindustrial, pues han sido un pilar fundamental en este camino. Por una parte, esta mi madre Mirian que es mi gran ejemplo de vida y de igual forma a mi padre Darwin que es mi espejo de temple ante las adversidades y ser ese constante luchador y no rendirme fácilmente, por esta y muchas razones les ofrezco este trabajo de investigación ya que sin ellos no hubiera sido posible lograrlo, a pesar de los distintos problemas que se suscitaron durante el proceso. Por último, le dedico este trabajo a mi abuela Elsa y mi tía Marlene, quienes han estado para mí en esos momentos donde mis padres pasaban por una situación económica compleja, y sin pedir nada a cambio me ofrecieron su más grato apoyo.

Rosero Maseira Darwin Argenis

RESUMEN

La tendencia de aprovechar los residuos de la agroindustria ha ido en incremento en la última década, sobre todo esto se ve reflejado en los cambios medioambientales propiciados por la contaminación desmesurada de las grandes industrias, también exista un número significativo de desechos a partir de la cosecha, sea el caco de cascaras de cacao, mucilago y placenta de cacao. En esta investigación se desarrolló los procesos idóneos para la obtención de un producto con caracterices aromatizantes aplicando una fermentación controlada ayuda a que exista compuestos químicos aromáticos como los aldehídos. Lo cual se demostró por medio de un ensayo de Fehling, aquí se observó que todas las muestras que fueron sometidas a esta fermentación controlada al aplicar una fermentación dentro de un díselo de fermentador a partir de una bandeja plástica y sensores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y HRE denotaron un resultado positivo en el ensayo. En cambio, en el análisis de espectrofotometría, tanto la absorbancia y la longitud de onda a la que se encuentra el extracto vegetal obtenido previamente por destilación automática utilizando un Rotavapor (Heidolph) a una temperatura de 75°C , una rotación de 122 rpm y en un tiempo de 24 ± 3 min identificó al T2 (20 g polvo fermentado de placenta + 40 ml $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$:35 ml H_2O con el valor más alto de absorbancia ($0.0502 \text{ ABS}/\lambda \text{ máx. } 580 \text{ nm}$) lo que refleja que tiene la mayor concentración de polifenoles en suspensión. Dado los resultados se decidió utilizar este extracto en un proceso de encapsulamiento aplicando dos sustancias químicas (alginato de sodio $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{N}$ y cloruro de calcio CaCl_2) mediante coacervación compleja Para la evaluación de este procedimiento fue necesario aplicar un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), mientras que los factores de estudio fueron el diámetro de la capsula y el efecto aromatizante de este al introducirlas en un humidificador que se instaló en un cuarto semicerrado necesario para aromatizar toda el área, dando así que el T4 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm) presento los mejores resultados tanto en el diámetro (0.70 mm) y así mismo en la aceptabilidad del aroma medida mediante una cata de aroma realizado un grupo de jueces no profesionales con un resultado positivo de (3.766 /5 pts.) en un espacio de 4,5 m² por una duración de 10 min de concentración del aroma en el ambiente expuesto.

Palabras clave: alginato de sodio, coacervación, pi-deslocalizados.

ABSTRACT AND KEYWORD

The trend of using waste from agroindustry has been increasing in the last decade, above all this is reflected in the environmental changes caused by the excessive pollution of large industries, there is also a significant number of waste from the harvest, be the cacao of cocoa shells, mucilage and cocoa placenta. In this research, the ideal processes were developed to obtain a product with aromatizing characteristics, applying controlled fermentation to help create aromatic chemical compounds such as aldehydes. Which was demonstrated through a Fehling test, here it was observed that all the samples that were subjected to this controlled fermentation by applying a fermentation within a fermenter design from a plastic tray and °T and °HRE sensors denoted a positive result in the test. On the other hand, in the spectrophotometric analysis, both the absorbance and the wavelength at which the plant extract is previously obtained by automatic distillation using a Rotavapor (Heidolph) at a temperature of 75°C, a rotation of 122 rpm and in a time of 24 ±3 min identified T2 (20 g fermented placenta powder + 40 ml C₂H₆O:35 ml H₂O with the highest absorbance value (0.0502 ABS/ λ max. 580 nm) which reflects that it has the highest concentration of polyphenols in suspension. Given the results, it was decided to use this extract in an encapsulation process applying two chemical substances (sodium alginate C₆H₇O₆N and calcium chloride CaCl₂) through complex coacervation. For the evaluation of this procedure it was necessary to apply a block design completely random (DBCA), while the study factors were the diameter of the capsule and its aromatizing effect when introduced into a humidifier that was installed in a semi-closed room necessary to aromatize the entire area, thus giving the T4 (50 ml of extract with sodium alginate applied directly and drip technique at 15 cm) presented the best results both in diameter (0.70 mm) and also in the acceptability of the aroma measured through an aroma tasting carried out by a group of non-professional judges with a positive result of (3,766 /5 pts.) in a space of 4.5 m² for a duration of 10 min of concentration of the aroma in the exposed environment..

Keywords: sodium alginate, coacervation, pi-delocalized.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICADOS DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT AND KEYWORD	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS	xv
INDICE DE ECUACIONES	xvi
INDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLÍN	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de Investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema	6
1.1.3. Sistematización del problema	6
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6

1.3. Justificación	7
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1. Marco conceptual	10
2.1.1. <i>Cacao Colección Castro Naranjal 51 (CCN – 51)</i>	10
2.1.2. Placenta de cacao.....	10
2.1.3. <i>Aromaticidad</i>	12
2.1.4 <i>Productos aromáticos a partir de vegetales</i>	12
2.1.4.1. <i>Extractos vegetales</i>	12
2.1.4.2. <i>Aceites esenciales</i>	13
2.1.5. <i>Métodos de extracción de compuestos aromáticos</i>	13
2.1.5.1. <i>Extracción hidroalcohólica por Rotavapor</i>	13
2.1.5.2. <i>Extracción por arrastre de vapor</i>	14
2.1.5.3. <i>Extracción por solventes volátiles</i>	15
2.1.5.4. <i>Extracción con fluidos supercríticos</i>	15
2.1.6.1. <i>Bencenos</i>	16
2.1.6.2. <i>Aldehídos</i>	17
2.1.6.3. <i>Cetonas</i>	17
2.1.7. <i>Criterios de cuantificación y cualificación de aromaticidad de una sustancia</i>	18
2.1.7.1. <i>Planaridad</i>	18
2.1.7.2. <i>Estabilidad</i>	18
2.1.7.3. <i>Resonancia</i>	18
2.1.7.4. <i>Energía de Enlace</i>	18
2.1.7.5. <i>Espectroscopía</i>	18
2.1.7.6. <i>Sustitución Electrofílica Aromática</i>	19
2.1.7.7. <i>Estabilidad de Iones</i>	19

2.1.8. Criterio espectroscópico.....	19
2.1.8.1. Interpretación de resultados del espectro de absorbanca	21
2.1.10. Métodos de encapsulamiento de aroma	22
2.1.9. Encapsulamiento	22
2.1.10.1. Coacervación.....	22
2.1.10.2. Secado de aspersión	23
2.1.10.3. Aspersión por frío.....	23
2.1.10.4. Extrusión.....	24
2.1.10.5. Revestimiento en lecho fluido.....	24
2.1.10.6. Gelificación iónica	24
2.1.11. Cápsulas de alginato de sodio.....	25
2.1.12. Cloruro de calcio.....	25
2.1.13. Alginato de sodio.....	25
2.1.14. Evaluación del nivel de aromaticidad	26
2.2. Marco referencial.....	29
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1. Localización del estudio	33
3.1.1. Materia prima.....	33
3.2. Tipo de investigación	33
3.2.1. Investigación Exploratoria	33
3.2.2. Investigación Experimental.	33
3.3. Método de investigación.....	33
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	34
3.4.1. Fuentes primarias.....	34
3.4.2. Fuentes secundarias	35

3.5. Diseño de investigación.....	35
3.5.1. <i>Generación de los compuestos aromáticos en la placenta de cacao mediante un proceso fermentativo.</i>	35
3.6. Instrumento de investigación.....	37
3.7. Tratamiento de los datos.....	39
3.7.1. <i>Generación de los compuestos aromáticos en la placenta de cacao mediante un proceso fermentativo.</i>	39
3.7.3. <i>Elaboración de las capsulas contenedoras del extracto</i>	40
3.8. Recursos humanos y materiales.....	42
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1.1. <i>Establecer las condiciones de fermentación y deshidratación de la placenta de cacao (Theobroma cacao L.) de la variedad CCN - 51 que permitan el desarrollo de compuestos aromáticos</i>	44
4.1.1.1. <i>Desarrollo de la metodología de fermentación de la placenta de cacao (CCN-51)</i>	44
4.1.1.2. <i>Diagrama de flujo del proceso de obtención de polvo de placenta de cacao fermentada</i>	47
4.1.1.3. <i>Carta de control de la temperatura y humedad relativa en el proceso de fermentación de la placenta de cacao</i>	48
4.1.2. Implementación de la encapsulación de los compuestos aromáticos mediante coacervación con alginato de sodio (C ₆ H ₇ O ₆ Na) y cloruro de calcio (CaCl ₂).	53
4.1.2.1. Identificación de grupo aldehídos precursores de aromaticidad	53
4.1.2.2. Presencia de polifenoles en polvos fermentados	54
4.1.3. <i>Evaluación de la capacidad aromatizante de capsulas de alginato de sodio con el extracto de placenta de cacao variedad CCN – 51</i>	58
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62

5.1. CONCLUSIONES.....	64
5.2. RECOMENDACIONES	65
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA	66
6. BIBLIOGRAFÍA	67
CAPITULO VII ANEXOS.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Absorbancias ultravioletas de algunas moléculas conjugadas.....</i>	21
Tabla 2 Metodologías para el diagnóstico del olor en una instalación.....	26
Tabla 3 Descripción de los tratamientos sometidos a extracción hidroalcohólica	40
Tabla 4 Esquema del análisis de varianza (DBCA) para las variables en estudio	40
Tabla 5 Descripción de los tratamientos para la obtención de las capsulas del extracto de placenta de cacao	41
Tabla 6 Recursos humanos y materiales para la realización del proyecto de investigación.....	42
Tabla 7 Ensayo de Fehling a los concentrados obtenidos en proceso de extracción hidroalcohólica (sometidos a encapsulación)	53
Tabla 8 ANOVA para ABS -Suma de Cuadrados Tipo III	78
Tabla 9 Pruebas de Múltiple Rangos para ABS por Tratamientos	78
Tabla 10 Análisis de Varianza para Diámetro - Suma de Cuadrados Tipo III.....	78
Tabla 11 Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro por Tratamientos.....	78
Tabla 12 ANOVA para Intensidad por Tratamientos.....	79
Tabla 13 Pruebas de Múltiple Rangos para Intensidad por Tratamientos	79

Tabla 14 Tabla ANOVA para Aceptabilidad por Tratamientos.....	79
Tabla 15 <i>Pruebas de Múltiple Rangos para Aceptabilidad por Tratamientos</i>	79
Tabla 16. Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 1.....	82
Tabla 17 Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 2.....	82
Tabla 18 Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 3.....	83
Tabla 19 Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 4.....	83
Tabla 20 Datos recopilados del análisis sensorial sobre intensidad aromática.	84
Tabla 21 Datos recopilados del análisis sensorial sobre aceptabilidad.	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 La anatomía de una vaina de cacao.....	10
Figura 2 Placenta de cacao recién extrahda de la mazorca	11
Figura 3 Espectro ultravioleta del 1,3 – butadieno.....	20
Figura 4 Ubicación geográfica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Campus La María	33
Figura 5 Diseño del fermentador con sensores de humedad y temperatura	45
Figura 6 Evolución de la temperatura durante el proceso fermentativo de la placenta de cacao	48
Figura 7 Evolución de la humedad relativa durante el proceso fermentativo de la placenta de cacao	49
Figura 8 Carta de control de la temperatura en el proceso de fermentación de la placenta de cacao	49

Figura 9 Carta de control de la humedad relativa en el proceso de fermentación de la placenta de cacao	50
Figura 10 Absorbancia vs. Longitud de onda detectada en el Espectrofotómetro para los diferentes tratamientos	55
Figura 11 Prueba de LSD al 95% realizada a la absorbancia de las capsulas obtenidas de cada uno de los tratamientos estudiados	56
Figura 12. Prueba de LSD al 95% realizada a los diámetros de las capsulas obtenidas de cada uno de los tratamientos estudiados	57
Figura 13 Intensidad del aroma en los diferentes tratamientos	59
Figura 14 Gráfico de barras de acuerdo a la aceptabilidad del aroma de las capsulas elaboradas.	60

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Absorbancia en función de la longitud de onda.....	20
--	----

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1	Fotografías del proceso de obtención de las capsulas de placenta de cacao	67
Anexos 2	Diagrama de proceso y de masa para la obtención de las capsulas de placenta de cacao fermentada.	76
Anexos 3	Tablas de ANOVA y prueba múltiple de rango de los análisis realizados	78
Anexos 4	Fotografías necesarias para analizar el diámetro de las capsulas.....	80
Anexos 5	Tablas de los resultados obtenidos al analizar el diámetro de las capsulas	82
Anexos 6.	Tabla de datos recopilados del análisis sensorial sobre intensidad y aceptabilidad.	84
Anexos 7	Modelo de formulario para la prueba descriptiva simple de olores ejecutado para las capsulas de placenta de cacao fermentada.	86

CÓDIGO DUBLÍN

Título	ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AROMATIZANTE A PARTIR DE PLACENTA FERMENTADA DE CACAO (<i>Theobroma cacao L.</i>) VARIEDAD CCN - 51			
Autor	Darwin Argenis Rosero Maseira			
Palabras clave:	Alginato de sodio	coacervación	LUMO	pi-deslocalizados
Fecha de publicación	Noviembre 2023			
Editorial	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023			
Resumen: (hasta 300 palabras)	La tendencia de aprovechar los residuos de la agroindustria ha ido en incremento en la última década, sobre todo esto se ve reflejado en los cambios medioambientales propiciados por la contaminación desmesurada de las grandes industrias, también exista un número significativo de desechos a partir de la cosecha, sea el caco de cascara de cacao, mucilago y placenta de cacao. En esta investigación se desarrolló los procesos idóneos para la obtención de un producto con caracterices aromatizantes aplicando una fermentación controlada ayuda a que exista compuestos químicos aromáticos como los aldehídos. Lo cual se demostró por medio de un ensayo de Fehling, aquí se observó que todas las muestras que fueron sometidas a esta fermentación controlada al aplicar una fermentación dentro de un díselo de fermentador a partir de una bandeja plástica y sensores de temperatura (°C) y HRE denotaron un resultado positivo en el ensayo. En cambio, en el análisis de espectrofotometría, tanto la absorbancia y la longitud de onda a la que se encuentra el extracto vegetal obtenido previamente por destilación automática utilizando un Rotavapor (Heidolph) a una temperatura de 75°C, una rotación de 122 rpm y en un tiempo de 24 ±3 min identificó al T2 (20 g polvo fermentado de placenta + 40 ml C₂H₆O:35 ml H₂O con el valor más alto de absorbancia (0.0502 ABS/ λ máx. 580 nm) lo que refleja que tiene la mayor concentración de polifenoles en suspensión. Dado los resultados se decidió utilizar este extracto en un proceso de encapsulamiento aplicando dos sustancias químicas (alginato de sodio C₆H₇O₆N y cloruro de calcio CaCl₂) mediante coacervación compleja Para la evaluación de este procedimiento fue necesario aplicar un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), mientras que los factores de estudio fueron el diámetro de la capsula y el efecto aromatizante de este al introducirlas en un humidificador que se instaló en un cuarto semicerrado necesario para aromatizar toda el área, dando así que el T4 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm) presento los mejores resultados tanto en el diámetro (0.70 mm) y así mismo en la aceptabilidad del aroma medida mediante una cata de aroma realizado un grupo de jueces no profesionales con un resultado positivo de (3.766 /5 pts.) en un espacio de 4,5 m2 por una duración de 10 min de concentración del aroma en el ambiente expuesto.			
Abstract (hasta 300 palabras)	The trend of using waste from agroindustry has been increasing in the last decade, above all this is reflected in the environmental changes caused by the excessive pollution of large industries, there is also a significant number of waste from the harvest, be the cacao of cocoa shells, mucilage and cocoa placenta. In this research, the ideal processes were developed to obtain a product with aromatizing characteristics, applying controlled fermentation to help create aromatic chemical compounds such as aldehydes. Which was demonstrated through a Fehling test, here it was observed that all the samples that were subjected to this controlled fermentation by applying a fermentation within a fermenter design from a plastic tray and °T and °HRE sensors denoted a positive result in the test. On the other hand, in the spectrophotometric analysis, both the absorbance and the wavelength at which the plant extract is previously obtained by automatic distillation using a Rotavapor (Heidolph) at a temperature of 75°C, a rotation of 122 rpm and in a time of 24 ±3 min identified T2 (20 g fermented placenta powder + 40 ml C₂H₆O:35 ml H₂O with the highest absorbance value (0.0502 ABS/ λ max. 580 nm) which reflects that it has the highest concentration of polyphenols in suspension. Given the results, it was decided to use this extract in an encapsulation process applying two chemical substances (sodium alginate C₆H₇O₆N and calcium chloride CaCl₂) through complex coacervation. For the evaluation of this procedure it was necessary to apply a block design completely random (DBCA), while the study factors were the diameter of the capsule and its aromatizing effect when introduced into a humidifier that was installed in a semi-closed room necessary to aromatize the entire area, thus giving the T4 (50 ml of extract with sodium alginate applied directly and drip technique at 15 cm) presented the best results both in diameter (0.70 mm) and also in the acceptability of the aroma measured through an aroma tasting carried out by a group of non-professional judges with a positive result of (3,766 /5 pts.) in a space of 4.5 m2 for a duration of 10 min of concentration of the aroma in the exposed environment..			
Descripción	113 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URL:				

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los residuos orgánicos ha sido considerado en la actualidad por muchas industrias que solo se dedicaban a procesar la materia prima, mientras que a los residuos obtenidos en el proceso los desechaban o en algunas ocasiones lo vendían a otras empresas para alimentación de animales de granja en su mayoría. Esta investigación se plantea aprovechar uno de estos residuos, es específico, la placenta de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN - 51, resultante de la cosecha de este fruto (Tapia, 2015).

La placenta de cacao por su parte, a pesar de que no ha sido estudiada a detalle como si ha sido el fruto del cacao, refleja tener características físico-químicas y nutricionales muy buenas en relación a otros alimentos. Así por ejemplo se conoce que tiene un contenido de 10.72 % proteínas, 8.90 % de grasa y de hidratos de carbono del 73.10 %, dependiendo del tipo de deshidratado (Morejón et al., 2018).

Pero si lo analizamos desde las características odoríferas no existe tal información, así como la elaboración de un producto en beneficioso de esas propiedades. En base a lo expuesto, se propone la obtención de un producto aromático sólido a partir de la placenta de cacao de la variedad CCN - 51, aplicando un tipo de agente extractor de aroma mediante arrastre de vapor que retenga de mejor manera esta propiedad en este residuo separado de la mazorca de cacao durante su cosecha, fermentado, secado y mediante procesos para obtención del concentrado o extracto, facilitando así el proceso de formación de capsulas a través de sustancias o reactivos químicos como alginato de sodio ($C_6H_7O_6Na$) y el cloruro de calcio ($CaCl_2$) que prevén la mejora en las características estructurales y conservación del aroma (Silvina et al., 2019).

En la siguiente investigación se caracterizará este producto a partir de metodologías y ensayos realizados en productos con características aromáticas provenientes de compuestos químicos como los aldehídos, y cetonas que serán evaluados conforme a la obtención del extracto de placenta fermentada de cacao y así mismo se evaluará la capacidad aromatizante de las capsulas elaboradas al introducirlas en un humidificador y mediante una cata de aroma con jueces no profesionales aplicando la norma ISO-12219-7-2017 y el Manual para la selección y entrenamiento básico en la evaluación sensorial de aromas, para la compañía nacional de aromas, fragancias y colorantes Disaromas Ltda (Acero Rodríguez, 2002).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Durante muchos años se ha usado únicamente el 20 % del fruto del cacao, es decir, solo se hace uso de las semillas para fabricar chocolate y sus derivados mientras que el restante del fruto se considera desechos (Tapia, 2015).

La cáscaras y placentas que quedan cuando se quiebran los frutos al extraer los granos; representan al menos el 75 % del peso total de las mazorcas cosechadas, es por esto que la industria del chocolate genera cantidades significativas de desperdicios, principalmente en la ruptura del fruto, en donde se descarta la cáscara del cacao (también conocida como cacota del cacao en la industria cacaotera), y las mieles de cacao que se desechan en el proceso de extracción de líquido de la pulpa o mucílago, al igual que la placenta (Cruz et al., 2015). Este hecho se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje. La no utilización de estos desechos que se hace mención presenta varias causas como: la falta de recursos económicos, la falta de conocimientos de los agricultores y la despreocupación de organismos para la optimización de estos recursos. Los agricultores sin el conocimiento técnico desperdician lo que queda de la extracción de granos de cacao sin transformar o añadir un valor agregado al mismo (Bernal, 2021).

Por otro lado, las características aromáticas en el cacao se derivan de la presencia de agentes químicos de la familia de los aldehídos en gran parte, luego la familia de las cetonas seguidos de los alcoholes y ésteres, esta característica propia del cacao resulta ser una ventaja si planteamos la captación de estas propiedades odoríferas, ya que si el cacao como tal posee estos aromas de igual manera los poseerán el residuo proveniente de la fermentación y cosecha de este grano, llegando a ser tentativo realizar un estudio que permita valorizar los residuos del cacao y a partir de aquello aprovechar varios de los compuestos fenólicos existentes en los residuos del cacao especialmente en la placenta que podrían ser encapsulados con el fin de darles una conservación a este aroma (Lozano, 2014).

Hoy en día el uso de la aromaterapia tiene un auge importante debido a las sensaciones de bienestar que proporciona ayudando a tratar dolencias físicas o mentales, teniendo como premisa que el cuerpo humano es un ente completo, formado por cuerpo, mente y espíritu. Los extractos

vegetales al igual que los aceites esenciales han sido de gran importancia y realce para la aplicación de esta medicina alternativa que reemplaza a la utilización de pastillas u otra medicación con composición química. Así por ejemplo en el Hospital Público de Sant Joan de Déu (Barcelona), la responsable del departamento de Oncología Pediátrica ha añadido aceites esenciales y extractos vegetales para aliviar síntomas de los tratamientos oncológicos. La aromaterapia tiene la ventaja que para su aplicación no es necesario equipos muy sofisticados, ya que con un difusor o humidificador es más que necesario para conseguir desinfectar y aromatizar una sala. Por esta razón se la ha integrado en la Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC) a los extractos vegetales y aceites esenciales que previamente han sido sometido a controles de calidad establecidos por toda aquella sustancia que tenga una implementación farmacéutica (Mestres, 2022).

Pese a esto la sociedad actualmente tiende a emplear productos naturales sobre los sintéticos debido a que todo aquello que es artificial o se elabora cumpliendo esta condición se relaciona con la contaminación medioambiental y problemas con la salud. Al centrar este enfoque a los ambientadores de uso cotidiano el rechazo es unánime hacia los productos químicos sintéticos llegando a ser una oportunidad a aquellos aromatizantes naturales con envases totalmente biodegradables, lo cual les da un realce para que desde la presentación sea más atractivo al público (Chávez & Bejarano, 2020).

Diagnóstico

En el caso de la placenta de cacao (considerada como desecho) esta muestra una gran adaptabilidad al proceso de transformación, conservación y separación adecuada de componentes, así este residuo del cacao podría convertirse fácilmente en materia prima para la elaboración de diferentes productos no alimenticios (Morejón et al., 2018).

Sin embargo, el no empoderamiento del uso de los residuos de origen vegetal en la generación de diferentes productos no solo alimenticio sino también de uso cotidiano a la larga generará problemas de contaminación en los sectores productivos de forma general. En el campo de la investigación científica y la industria, la valorización de subproductos agrícolas y residuos es una práctica cada vez más relevante debido a su potencial para obtener productos secundarios valiosos, reducir el desperdicio y tener un impacto ambiental positivo. (Bernal, 2021).

La valorización de los residuos del cacao puede ser una línea de estudio prometedora, ya que podría permitir aprovechar varios de los compuestos fenólicos presentes en la placenta y otros componentes no utilizados durante el procesamiento del cacao. Bajo la premisa que el cacao brinda aromas y sabores característicos que no se pueden generar a partir de otras materias primas. La posible generación de productos aromatizantes naturales a partir de la placenta de cacao podría proporcionar a los productores una oportunidad para diversificar sus fuentes de ingresos. En lugar de depender únicamente de la venta de granos de cacao, podrían agregar valor a sus productos mediante la obtención de extractos aromáticos para su uso en diversas industrias, como la alimentaria o la cosmética (Contreras, 2016).

En la actualidad, hay una creciente demanda por parte de los consumidores y la industria de alimentos y bebidas de ingredientes naturales y sostenibles. La obtención de aromatizantes naturales de la placenta de cacao podría responder a esta tendencia y abrir oportunidades en el mercado de productos naturales y orgánicos (Chávez & Bejarano, 2020).

Pronóstico

La diversificación de los residuos agroindustriales no solo en productos alimenticios sino también, en productos de uso cotidiano dan una brecha de consumo reformando nuevos segmentos de mercado. La elaboración de un aromatizante a partir de la placenta de cacao permite brindar a la rama agroindustrial una nueva alternativa de uso, propagando así varias ideas de desarrollo ya no solo basados en el área de la alimentación sino también en el área comercial, esto generará mayor ingreso a los productores puesto que si bien es importante el uso de los residuos es más importante la generación de conocimientos que aporten al comercio en general.

La aparición de un aromatizante 100% natural abre un abanico de posibilidades a nivel de escuelas, hospitales, centros de diversión , viajes (aviones, transporte urbano o vehículos privados), hoteles e incluso podrían ser parte de un proceso de aromaterapias ya que el aroma es un bien intangible que puede ser vendido esto crea divisas a partir de un punto no aprovechado por la agroindustria como es la elaboración de productos comerciales a partir de desechos agroindustriales que puedan ser utilizados en el diario vivir cotidiano.

1.1.2. Formulación del problema

¿Será posible el uso de la placenta de cacao fermentada y deshidratada como materia prima en el desarrollo de un producto aromatizante?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será la temperatura y humedad relativa que permita el desarrollo de las características aromatizantes de la placenta de cacao variedad CCN – 51?

¿Será posible la encapsulación de los compuestos aromáticos generados mediante la coacervación con alginato de sodio y cloruro de potasio?

¿Será posible cumplir con la normativa ISO-12219-7-2017? la cual establece la capacidad aromatizante de un producto en espacios cerrados de acuerdo con el Manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Desarrollar el proceso de obtención de un producto aromatizante a partir de la placenta de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la variedad CCN - 51.

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer las condiciones de fermentación y deshidratación de la placenta de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la variedad CCN - 51 que permitan el desarrollo de compuestos aromáticos.
- Implementación de la encapsulación de los compuestos aromáticos mediante coacervación con alginato de sodio ($C_6H_7O_6Na$) y cloruro de calcio ($CaCl_2$).
- Evaluar el efecto aromatizante de este producto mediante el cumplimiento de los estándares propuestos en la norma ISO-12219-7-2017.y en base al Manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda.

1.3. Justificación

Los productos aromatizantes han sido utilizados desde hace mucho tiempo en los hogares de personas de toda clase social dados sus efectos relajantes y de fragancia en espacios cerrados o semi-cerrados, hoy en día existen aromatizantes líquidos, en aerosol y gel, entre otros, que reproducen el olor de las rosas, el limón, romero, cedrón o la vainilla, por mencionar algunas posibilidades (Guapulema, 2015).

En la actualidad es muy común que la gente utilice los aromatizantes para el hogar, no sólo para disimular ciertos olores desagradables sino también adaptar el ambiente a sus propios gustos. En un caso así, los aromatizantes pueden ser una solución ideal (Chávez & Bejarano, 2020).

Por su parte la fermentación de las semillas de cacao, mostro una de las características propias de esta materia prima como es su aromas y sabor característicos, los cuales dependen del genotipo, procesos de fermentación, secado e industrialización. En este caso, la fermentación es un requerimiento fundamental para el desarrollo de los precursores del sabor y aroma característicos del chocolate (Aikpokpodion & Dongo, 2015).

Lo cual hizo que se plantee una hipótesis dado que la placenta es considerada como un residuo del cacao si esta es fermentada obtendría características aromatizantes similares puesto que la placenta del cacao es una estructura vegetal mayormente compuesta por carbohidratos y fibra (Morejón et al., 2018).

Del mismo modo la gran parte de productos derivados del cacao tienden a destinarse para el consumo humano, tales son los casos de barras de chocolate, bombones, cremas, entre otros, pero en lo que respecta a productos no alimenticios, su uso es inferior y nulo, por la pérdida económica que esto podría presentarse al no elaborar productos que están mejor puntuados en el mercado (Porras et al., 2022).

Sin embargo, hasta el momento no existe evidencia de algún trabajo de investigación conducente a determinar el uso de los compuestos volátiles que intervienen en el aroma de la placenta de cacao de la variedad CCN - 51. Por este motivo, este trabajo se enfoca en la elaboración de un producto que aproveche estos compuestos.

Para logra este aprovechamiento se plantea el uso de la técnica de encapsulamiento la cual es la tecnología más utilizada para la preservación de aromas bajo la acción de diferentes materiales como almidones, grasas, además de la variación de las condiciones del extracto como cambios en el pH, temperatura, velocidad de formación de las capsulas, etc.; Las capsulas formadas

básicamente son una película semipermeable alrededor de cada molécula precursor de aroma (Gutiérrez et al., 2006).

Finalmente se establece que este producto estará enfocado al cuidado del medio ambiente, lo cual será posible debido a la utilización de una materia prima considerada como residuo en el procesamiento del cacao por la reducción de este subproducto considerado habitualmente como residuo por los productores de cacao. Por otra parte, la diversificación del uso del cacao daría varias fuentes de trabajo y presentaría un avistamiento no explorado, dando lugar a más investigaciones, análisis y estudios de residuos de cacao con potencial de innovación, permitiendo la aplicación y tecnología que permitan el crecimiento del campo agroindustrial en el país generando un beneficio económico para la cadena agro productiva del cacao.

.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Cacao Colección Castro Naranjal 51 (CCN – 51)

El cacao CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano de alta productividad, fue un clon seleccionado y estudiado por Homero Castro hace más de 30 años, obtenido al coleccionar material genético para usarlos en programas de cruzamiento con Variedades Trinitarias y otros cultivos, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades. El promedio de producción de cacao Clon CCN-51 en esta zona es de cuarenta y cinco quintales por hectárea Este clon es el resultado del cruce de los clones ICS 95 y el IMC 67 en 1965 en la zona de Naranjal hacienda “Sofi”, se han realizado diversos análisis de este clon, comparándolo con el cacao de las huertas tradicionales y presentándose resultados favorables, (Fuentes et al., 2011).

2.1.2. Placenta de cacao

El eje céntrico de la mazorca de cacao en donde se interconectan los granos se llama placenta. Este elemento de la mazorca de cacao muestra un porcentaje de materia seca 0.77 a 1.52 % y considerable contenido de azúcares (Tapia, 2016).

Figura 1

La anatomía de una vaina de cacao



Nota :fotografía obtenida de (Guevara, 2020)

La placenta de cacao desde el punto de vista organoléptico tiene un sabor dulce al igual que la pulpa, un olor poco intenso característico al mucilago de cacao presente en la post - cosecha ya que luego suele ser influenciado por factores como el nivel de madurez y el contenido de

humedad, sea para potenciar o mejorar su aroma. En esta figura se observa que tiene un color blanco amarillento que en cuanto vaya aumentando el grado de oxidación este ira cambiando progresivamente (Guevara, 2020).

Una vez se retira la placenta de la mazorca por medio del contacto con el oxígeno se da una reacción química que tiende a oscurecer o pardear a la placenta de cacao por lo que muchos agricultores en la actualidad consideran necesario realizarle un control físico y así ser aplicable como balanceado de ganado bovino y porcino, esta actividad se ha desarrollado con mayor frecuencia en los últimos años para contribuir a la economía circular de esta materia prima que se le considera generalmente como un residuo vegetal (Matamoros, 2016). En la siguiente figura 2, se presenta una placenta de cacao de la variedad CCN - 51 extraída de la mazorca, presentando una coloración blanca con mínimos rasgos anaranjados y con una longitud de diez centímetros.

Figura 2

Placenta de cacao recién extradida de la mazorca



Nota: fotografía del autor

En la siguiente figura 2, se presenta una placenta de cacao de la variedad CCN - 51 extraída de la mazorca, presentando una coloración blanca con mínimos rasgos anaranjados y con una longitud de diez centímetros. Además de su color al momento de ser cosechada. Existe estudios basados en la longitud de la placenta del cacao donde se conoce que esta tiende a ser mínimamente diferente en cada variedad de cacao, por ejemplo, en la variedad Nacional

es de once a trece centímetros., considerando esta premisa es de esperar que las demás características físico, químicas y sensoriales también serán determinantes en la composición final de este residuo y determinantes en la elaboración de productos agroindustriales (Aguavil, 2012).

2.1.3. Aromaticidad

El fenómeno de la aromaticidad es uno de los fenómenos esenciales en química orgánica. si la hibridación sp^3 conduce a la estereoquímica, la hibridación sp^2 permite construir moléculas planas que pueden dar lugar al fenómeno de la aromaticidad. Hay que decir de inmediato que el término aromaticidad engloba varios conceptos sin que sea seguro que todos reflejen una realidad común. Una de las razones de estos problemas semánticos, es que la palabra no ha cambiado mientras que la concepción del fenómeno ha evolucionado con la química (Alkorta et al., 2003).

2.1.4 Productos aromáticos a partir de vegetales

La metodología más utilizada en la extracción de compuestos aromáticos a partir de estructuras vegetales son los extractos, los cuales contienen compuestos con, aldehídos, cetonas que se conoce como precursores del aroma, así mismo tenemos a los aceites esenciales que son parte del mercado en todo el mundo.

2.1.4.1. Extractos vegetales

Los extractos vegetales son preparaciones obtenidas a partir de diferentes partes de las plantas, como hojas, flores, tallos, raíces o semillas, que contienen una concentración de compuestos bioactivos de interés como los flavonoides, polifenoles, terpenos, alcaloides, entre otros, El proceso de obtención de un extracto vegetal implica extraer los componentes químicos de las plantas utilizando solventes adecuados, como agua, alcohol u otros solventes orgánicos, mediante técnicas como la maceración, la destilación, la extracción por solvente o la extracción por CO_2 supercrítico. Luego, el solvente se elimina para obtener un producto concentrado que contiene los principios activos de la planta., estos extractos se utilizan para crear perfiles de sabor o fragancia únicos (Romeu et al., 2000).

2.1.4.2. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son aquella fracción volátil en forma líquida obtenida comúnmente por el proceso químico llamado arrastre de vapor de agua. Esta sustancia posee sustancias, responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética en forma de perfumes y aromatizantes sea de uso cotidiano o empresarial, así mismo como condimentos y saborizantes en la industria alimentaria. De acuerdo a la consistencia de los aceites se dividen en tres tipos que son; bálsamos, oleorresinas y esencias fluidas, estas últimas son volátiles a temperatura ambiente. En cambio, si la base de la clasificación está regida al origen se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos respectivamente. En la mayoría de los casos se suele aplicar modificaciones adicionales a los aceites esenciales de origen natural para potenciar sus características sensoriales y mejorar su nivel de conservación (Martínez, 2017).

2.1.5. Métodos de extracción de compuestos aromáticos

2.1.5.1. Extracción hidroalcohólica por Rotavapor

La extracción hidroalcohólica es un proceso utilizado para obtener componentes o sustancias de una materia prima utilizando una mezcla de agua y alcohol como solvente. Esta técnica se utiliza comúnmente en la industria farmacéutica, cosmética y de alimentos para extraer compuestos bioactivos de plantas, hierbas o cualquier otro material vegetal. El proceso de extracción hidroalcohólica se basa en la capacidad del agua y el alcohol para disolver diferentes tipos de compuestos, como aceites esenciales, flavonoides, alcaloides y otros compuestos activos presentes en la materia prima. La mezcla de agua y alcohol se utiliza como solvente porque puede disolver tanto compuestos hidrosolubles como liposolubles, lo que permite obtener una amplia gama de compuestos de interés (Gavilanes, 2020).

La extracción hidroalcohólica generalmente implica triturar o moler la materia prima para aumentar la superficie de contacto y facilitar la extracción de los compuestos deseados. Luego, se sumerge la materia prima en la mezcla de agua y alcohol, y se realiza un proceso de maceración o agitación para permitir que los compuestos se disuelvan en el solvente.

Una vez completado el proceso de extracción, se realiza una separación entre el solvente y la mezcla resultante, generalmente mediante filtración o centrifugación. Luego, el solvente se evapora para obtener un extracto concentrado que contiene los compuestos deseados. Es

importante tener en cuenta que la extracción hidroalcohólica puede variar en cuanto a los tiempos, las concentraciones y las condiciones específicas dependiendo de las características de la materia prima utilizada. Además, es fundamental cumplir con las regulaciones y normativas aplicables para garantizar la calidad y seguridad de los productos obtenidos mediante este proceso (Amaguaña & Churuchumbi, 2018).

Uno de los equipos utilizados para este proceso es el rotavapor o evaporador rotatorio, es un equipo de laboratorio utilizado para la evaporación de solventes en forma de destilación a vacío. Este equipo consta de un matraz de destilación, que contiene la muestra o solución a evaporar, y se conecta a un sistema de rotación controlada y un condensador, en algunos casos se adiciona una bomba al vacío para complementar el proceso de liberación de aire y reducción de la presión del aire provocando la evaporación del solvente a una temperatura más baja que su punto de ebullición normal, evitando la degradación térmica de la muestra. El matraz de destilación se coloca en un baño de calentamiento que proporciona calor para acelerar el proceso de evaporación. Al mismo tiempo, el sistema de rotación hace girar el matraz de destilación, lo que permite un mejor contacto entre el solvente y el aire, facilitando la evaporación y por ende un mejor extracto final. El condensador, que está conectado al matraz de destilación, enfría los vapores evaporados, condensándolos nuevamente en forma líquida. Esta condensación se produce debido a la circulación de un fluido refrigerante a través del condensador (Marilin et al., 2019).

El uso del rotavapor ofrece varias ventajas, como la evaporación eficiente y controlada de solventes, la recuperación de solventes valiosos, la eliminación de impurezas volátiles y la concentración de muestras. El solvente condensado se recoge en un recipiente separado, mientras que los gases no condensables se liberan o se pueden tratar de forma adecuada. Este equipo es muy utilizado en laboratorios de química, farmacéutica y de investigación, así como en la industria para diversos fines, como la purificación de productos químicos, la preparación de extractos, la destilación de solventes y la concentración de muestras (Cravotto & Cintas, 2007).

2.1.5.2. Extracción por arrastre de vapor

El proceso de extracción por arrastre de vapor, es una de las más utilizadas por su viabilidad económica, ya que no requiere de tecnologías avanzadas, además tiene un alto rendimiento en el resultado final. Generalmente, en este procedimiento implica la utilización de

materiales de laboratorio como la columna de destilación, un matraz Erlenmeyer, mangueras de goma, condensador de extracción (refrigerante), balones de vidrio, una plancha o manta calefactora, etc. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada (Martínez, 2017).

Para el proceso de extracción se debe considerar que la muestra vegetal suele ser fresca, cortada en trozos pequeños o deshidrata dependiendo del producto que se quiera obtener, puesto que si se desea obtener algún extracto vegetal será necesaria la implementación de una solución de solvente y agua destilada para que así la muestra sea sometida a una corriente de vapor. Luego se condensa, recolecta y separa en fracciones acuosas. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. (Patiño et al., 2014).

2.1.5.3. Extracción por solventes volátiles

Este proceso de extracción se maneja mediante la aplicación de una corriente de disolvente en contacto con el material (materia vegetal) hasta que éste se confiere de toda la esencia, que luego es separada por destilación o en su defecto usando un embudo de decantación. Para este procedimiento se requiere de un estudio adecuado o pruebas pilotos en la elección del solvente para la fase de contacto, ya que una elección adecuada garantiza la rápida disolución y mejores resultados reflejados en la totalidad de los componentes odoríferos obtenidos. Los solventes que mejor se adaptan a este proceso son el benceno y el éter de petróleo, pero dependiendo de la materia vegetal, se pueden usar otros solventes que garanticen un mejor rendimiento y el nulo rastro odorífero en el producto final de este solvente al momento de evaporarlo o separarlo físicamente por decantación (Martínez, 2017).

2.1.5.4. Extracción con fluidos supercríticos

La extracción aplicando fluidos en estado supercríticos aplicada para obtener compuestos específicos de materiales orgánicos como plantas, alimentos o productos naturales. Un fluido supercrítico se localiza normalmente en un estado intermedio entre un líquido y un gas cuando pero cuando se somete a temperaturas y presiones críticas específicas para el material que se someterá al proceso. Esta materia vegetal se empaca al vacío y se aplica alrededor de esta el líquido supercrítico a través de la muestra un líquido que suele ser dióxido de carbono

(CO₂) en estado supercrítico o bióxido de carbono líquido, al ocurrir estos las esencias son solubilizadas y arrastradas y por otra el líquido supercrítico es extraído y eliminado por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. Esta técnica es mucho más amigable ecológicamente que las demás técnicas de extracción debido a la no utilización de solventes orgánicos que suelen ser muy agresivos, pero tiene la desventaja que para su implementación requiere de equipos que son muy costosos pero efectivos en la extracción a altas presiones (Kamaruddin et al., 2023).

2.1.6. Compuestos químicos aromáticos

Los compuestos aromáticos se definen como aquellas moléculas orgánicas que contienen anillos con electrones π -**deslocalizados**, generalmente este es un anillo de benceno (C₆H₆), que tiene seis átomos de carbono con enlaces π **deslocalizados**. La estructura de anillo del benceno se representa generalmente como un hexágono con un círculo en el interior para indicar la deslocalización de los electrones π . Para que un compuesto sea considerado aromático, debe cumplir con la regla de Hückel, que establece que el anillo debe ser plano, tener un total de electrones π igual a $4n + 2$. Los compuestos aromáticos tienen aplicaciones en una amplia gama de campos, como la síntesis de productos químicos hasta la industria farmacéutica (Rivas, 2002).

Las fuentes principales de los hidrocarburos aromáticos son el petróleo y el carbón, este último es un compuesto constituido de arreglos extensos de anillo similares al benceno, puesto que cuando se calienta a altas temperaturas en ausencia de aire produce lo conocido como el alquitrán de hulla. Este compuesto al ser sometido a una destilación fraccionada da lugar al tolueno, benceno, naftaleno y otros compuestos aromáticos. Así mismo otros compuestos han sido estudiados minuciosamente en la última década con el fin de encontrar la relación de la estructura química de estos y su reactividad aromática (Mcmurry, 2008).

2.1.6.1. Bencenos

El benceno es un compuesto orgánico que en base de la teoría de enlace – valencia se considera un híbrido de resonancia de dos estructuras semejantes, dando lugar a una molécula conjugada cíclica con seis átomos de carbono donde cada uno está unido a un átomo de hidrogeno, así su fórmula química es C₆H₆ respectivamente. Por su parte, los bencenos mono sustituidos se identifican y relacionan de la misma manera que otros

hidrocarburos ya que experimenta reacciones que retrasan la conjugación cíclica en vez de que se presenten reacciones de adición electrofílica que significa la eliminación total de la conjugación (Mcmurry, 2008).

Químicamente se considera al benceno como un compuesto estable de acuerdo a un esquema de resonancia por deslocalización ya que, si se considera la estructura de Kekulé, este compuesto presenta tres enlaces dobles por lo que se le suele llamar al benceno como un trieno cíclico conjugado. El benceno ha sido usado como materia prima en la industria química para la elaboración de plásticos, fibras sintéticas, y algunos productos farmacéuticos (Contreras, 2016).

2.1.6.2. Aldehídos

Los aldehídos son compuestos químicos que tienen el grupo carbonilo en uno de sus extremos de la cadena carbonada. La fórmula general es $RCHO$, donde R representa cualquier grupo alquilo o arilo por lo que el grupo aldehído se representa como $-CHO$, así mismo algunos aldehídos tienen usos en la industria alimentaria, como sabores y fragancias. Esto depende de la combinación de un grupo aldehído con unido directamente a un anillo aromático, lo que les confiere propiedades particulares y una estructura única dando lugar a los conocidos aldehídos aromáticos. Existen varios ejemplos de este tipo de compuesto que han sido analizado a través del tiempo, por ejemplo, el benzaldehído (C_6H_5CHO) es un compuesto químico del grupo de los aldehídos que cumple esta propiedad aromática (Rubiano et al., 2019).

2.1.6.3. Cetonas

Las cetonas son compuestos químicos que tienen en su estructura un grupo carbonílico, se diferencia de los aldehídos en la ubicación del grupo carbonilo ($-CO-$), ya que este grupo se encuentra en una posición intermedia de la cadena y no a las extremas de la cadena. Así mismo, se caracteriza por presentar reacciones comunes que se deben a la estructura del carbonilo. Este compuesto se encuentra en muchos compuestos naturales y sintéticos por lo que se le considera apto para las diversas aplicaciones en la industria y en la química orgánica para la formación de fragancias, esencias u otros tipos de producto de ámbito industrial. (Rubiano et al., 2019).

2.1.7. Criterios de cuantificación y cualificación de aromaticidad de una sustancia

La aromaticidad es una propiedad química fundamental que se refiere a la estabilidad especial y la reactividad característica de ciertos sistemas de electrones π conjugados en moléculas. Los compuestos aromáticos suelen tener anillos planos de átomos conectados por enlaces π , y estos anillos siguen la regla de Hückel, que establece que un sistema será aromático si tiene $4n + 2$ electrones π , donde "n" es un número entero (Alkorta et al., 2003).

2.1.7.1. Planaridad

Los anillos aromáticos suelen ser planos debido a la deslocalización electrónica. La planaridad es una característica importante de los sistemas aromáticos.

2.1.7.2. Estabilidad

Los sistemas aromáticos son más estables que sus análogos no aromáticos debido a la deslocalización de la carga electrónica, que dispersa la energía en toda la molécula. Esto resulta en una menor reactividad en comparación con compuestos no aromáticos.

2.1.7.3. Resonancia

Los sistemas aromáticos pueden tener múltiples formas de resonancia que contribuyen a la estabilidad general. Estas formas de resonancia permiten la distribución uniforme de la carga y la energía en todo el sistema.

2.1.7.4. Energía de Enlace

Los enlaces en un sistema aromático suelen ser más fuertes y más cortos que en sistemas no aromáticos con la misma conectividad. Esto se debe a la estabilidad adicional proporcionada por la deslocalización electrónica.

2.1.7.5. Espectroscopía

Las técnicas espectroscópicas, como la espectroscopía UV-Vis, la espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) y la espectroscopía infrarroja (IR), pueden proporcionar información sobre la aromaticidad de un compuesto basándose en las transiciones electrónicas y las frecuencias de vibración.

2.1.7.6. Sustitución Electrofílica Aromática

Los sistemas aromáticos son susceptibles a reacciones de sustitución electrofílica aromática, donde los grupos funcionales se agregan al anillo mediante la adición de un electrófilo.

2.1.7.7. Estabilidad de Iones

Los iones aromáticos (cationes o aniones) también pueden ser estables debido a la deslocalización de la carga en el sistema (Hollas, 2004)

2.1.8. Criterio espectroscópico

La espectroscopía UV es útil para decidir si un polieno cíclico es o no aromático. Así, un sistema de $4n$ electrones π dará un espectro de polieno abierto todo cis, mientras que un sistema de $4n+2$ electrones π dará un espectro diferente, absorbiendo a mayores longitudes de onda (en el visible) y presentando una estructura fina característica. La presencia de heteroátomos perturba mucho los niveles electrónicos y el criterio anterior se vuelve delicado de utilizar. Señalemos que otras espectroscopías son también sensibles a la aromaticidad (IR, Raman, RPE, EM...) pero se utilizan raramente.

La espectrofotometría es una técnica analítica utilizada en los campos de la química para medir la absorbancia o la transmitancia de la luz a una sustancia en función de la longitud de onda, expresada en nanómetros. La metodología dada en este proceso es la interacción entre la luz y la materia. El resultado se presenta en forma gráfica con sus respectivas tablas de datos en la pantalla del espectrofotómetro para un mejor análisis y así pueda proporcionar información sobre las cualidades de la muestra. En este contexto, existen 4 tipos de espectrofotometría, cada una es aplicada para una muestra específica. Por ejemplo, está la espectrometría de masas que se enfoca al tamaño y formula molecular del compuesto, luego está la espectroscopia de infrarrojo IR, aquí la energía absorbida corresponde a la cantidad necesaria para aumentar las vibraciones moleculares. Por otra parte, la espectroscopia de resonancia magnética nuclear se encarga de analizar las estructuras hidrogeno – carbono presente en alguna sustancia o compuesto y, por último, la espectroscopia de UV que se usa para sistemas conjugados, este espectro tiene un intervalo de interés que va desde los 200 a 400 nm.

En un espectrofotómetro de UV/VISIBLE, luego de calibrar el equipo y acondicionar por medio de un blanco que servirá de bases para los tratamientos en estudio que al accionar el equipo este detectará la absorción y presentados en una gráfica que traza la Absorbancia (a) en función de la longitud de onda. definida como:

Ecuación 1

Absorbancia en función de la longitud de onda

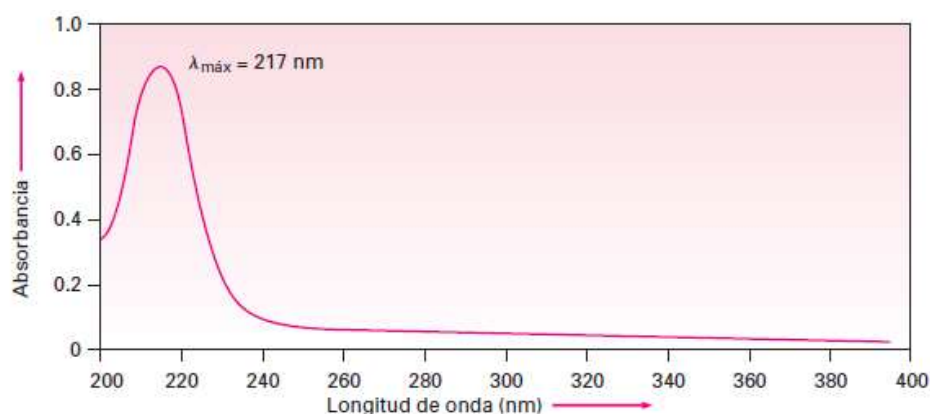
(1)

$$A = \frac{I_0}{I}$$

En donde I_0 es la intensidad de la luz incidente y I es la intensidad de la luz transmitida a través de la muestra. en los espectros de UV se muestran con la línea base en la parte inferior de la gráfica, por lo que un pico indica una absorción, tal y como se muestra en la siguiente figura donde se muestra el espectro de absorbancia del 1,3 – butadieno (Mcmurry, 2008).

Figura 3

Espectro ultravioleta del 1,3 – butadieno.



Nota: Gráfica obtenida de (Mcmurry, 2008)

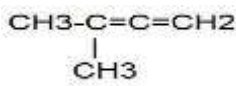
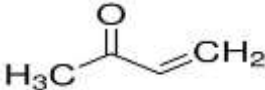
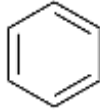
Una de las diferencias que se presentan entre los espectros de infrarrojo hacia los espectros UV / VISIBLE, es la representación gráfica del espectro, ya que en los espectros IR suele presentarse más de tres picos de absorbancia de una misma toma molécula. En cambio, los espectros de UV regularmente tienen un pico ancho, en forma de valle, mientras que en la parte más alta se identifica la posición de este y se le llama en algunos casos como lambda máxima (Mcmurry, 2008).

2.1.8.1. Interpretación de resultados del espectro de absorbancia

La longitud de onda resultante de un cálculo de absorbancia realizado por medio de un espectrofotómetro de masas u otro que se aplique para el análisis dependerá en gran medida a la diferencia de energía entre el orbital de más alta energía de una molécula (HOMO) hasta la de menor energía (LUMO) en relación con la naturaleza del sistema conjugado presente en la molécula. En un espectro de absorción UV el grado de conjugación afecta la longitud de onda de la sustancia examinada, puesto que si esta conjugación aumenta la diferencia de la energía entre HOMO y LUMO disminuye, es decir, que una longitud de onda alta representa una energía más baja en el sistema conjugado. Los anillos aromáticos conjugados como los presentes en el benceno determinan la longitud de onda de algunas sustancias debido la presencia de sistema conjugados. En la siguiente tabla se presentan algunos ejemplos de moléculas conjugadas y la longitud de onda de cada una de esta empresa da en nanómetros con su respectiva estructura química (Mcmurry, 2008).

Tabla 1

Absorbancias ultravioletas de algunas moléculas conjugadas

Nombre	Estructura	λ máx. (nm)
2-metil-1,3-butadieno		220
1,3-ciclohexadieno		256
1,3,5-hexatrieno	$\text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2$	258
1,3,5,7-octatetraeno	$\text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2$	290
3-buten-2-ona		219
Benceno		203

FUENTE: (Mcmurry, 2008)

ELABORADO: AUTOR

La detección de los anillos aromáticos en los espectrofotómetros se presenta generalmente en la fase ultra visible debido a que tienen un sistema electrónico. De la misma manera estos anillos aromáticos suelen mostrar una serie de bandas con una absorción que va desde los 205 nm hasta 275 nm con referencia a la longitud de onda del sistema (Mcmurry, 2008).

2.1.10. Métodos de encapsulamiento de aroma

Para el proceso de encapsulamiento existen varias metodologías y técnicas necesarias para cumplir su fin. En este caso, ya que los compuestos que se encapsulan se encuentran a menudo en forma líquida, la mayoría de estos se basan en procesos de secado. De acuerdo a datos en referencia a este proceso, la técnica de encapsulación más utilizada en la industria de los alimentos, es el secado por aspersión (spray drying) a bajas temperaturas. Aunque también se ha empezado a utilizar el encapsulamiento por extrusión, deshidratación por congelación, separación por suspensión rotarita, cristalización, revestimiento por suspensión aérea, atrapamiento por liposomas y el encapsulamiento por coacervación (Sandoval et al., 2017).

2.1.9. Encapsulamiento

El encapsulamiento según estudios de la química se refiere a la inserción de una molécula o un grupo de moléculas dentro de una estructura tridimensional conocida como caja molecular. Este proceso es usado generalmente para formar compuestos conocidos como complejos de inclusión o compuestos de encapsulamiento. Esta técnica suele ocurrir mediante la adición de ciclodextrinas, que son anillos de carbohidratos cíclicos, para encapsular moléculas hidrofóbicas en su cavidad hidrofílica, tenido así varias aplicaciones en la mejora de la solubilidad o la liberación controlada de compuestos encapsulados.

El tamaño y la forma de los compuestos encapsulados depende de las propiedades fisicoquímicas del material de la pared (monómeros y polímeros), de la composición de la pared y de la técnica de microencapsulación utilizada (Sandoval et al., 2017)

2.1.10.1. Coacervación

La coacervación es uno de los métodos implementados para la formación de agregados líquidos o sólidos en forma y tamaño distintos a través de fuerzas electrostáticas entre moléculas de cargas opuestas a partir de una mezcla de macromoléculas en solución. Por otra parte, se considera una coacervación compleja si un compuesto bioactivo es atrapado

dentro de una partícula formada por complejación electrostática de un biopolímero de carga positiva como el quitosano o el cloruro de calcio CaCl_2 y otro de carga negativa como el alginato de sodio o la pectina. Este fenómeno físico – químico tiene aplicabilidad en n diversos campos, como la industria alimentaria, la farmacéutica y la cosmética. En alimentos, por ejemplo, se puede utilizar para encapsular sabores o aromas con el objetivo de protegerlos de la degradación durante el procesamiento o almacenamiento (Weinbreck et al., 2004).

2.1.10.2. Secado de aspersión

La técnica del secado por aspersión es una de las más utilizadas en la industria alimenticia y una de las más económicas sin descuidar la calidad sensorial del producto final Esta técnica es apropiada para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas para lograr la total evaporación del solvente y la obtención de los compuestos de requeridos. El secado por aspersión es una operación donde el producto líquido se atomiza en una corriente de gas caliente para obtener instantáneamente un polvo con un tamaño de partícula de 10 a 50 nm si se requiere partículas finas y de 3 mm si se desea partículas más grandes (Camisón et al., 2006).

2.1.10.3. Aspersión por frío

En el caso de la aspersión a bajas temperaturas es aplicada para producir agentes activos recubiertos con lípidos, también es sado con soluciones o compuestos solubles en agua sujetas una cera o grasa fusionada. La diferencia entre el secado de aspersión y la aspersión por frio radica en el punto de fusión de los lípidos. En la aspersión en frío, la dispersión se realiza a través de inyectores con calefacción dentro de una cámara a temperatura ambiente; aunque en algunas ocasiones se lo realiza a temperaturas menores a las 10 °C. El material de encapsulación normalmente tendrá un punto de fusión entre 45 y 122 °C, si la cámara está a 25° C aproximadamente, pero si la cámara esta fría, los materiales fundirían entre 32 - 42 °C. La aspersión en frío es una técnica que posibilita altos rendimientos por lo que es ideal para procesamientos en lotes (Figueiredo et al., 2022).

2.1.10.4. Extrusión

La técnica de extrusión ha sido aplicada en la última década con el fin del encapsulamiento de sabores por medio de una emulsión constituida de un material activo u otro considerado material pared que se fusionan por medio de presión continua para formar pequeñas gotas del material encapsulante. Para este proceso es necesario un equipo generador de gotas, ya que la solución pasa por las diminutas aperturas generando así las capsulas del compuesto, en el caso que se requiere un resultado más específico suele usarse atomizadores de disco giratorio, pipetas o alguna técnica especial de corte o propulsión (Parra, 2010).

2.1.10.5. Revestimiento en lecho fluido

El método de revestimiento en lecho fluido se considera un proceso modificado de la técnica de secado por aspersión. El revestimiento consiste en la suspensión por medio de una corriente de aire a temperatura controlada hacia los compuestos bioactivos presentes en un alimento. Luego de la suspensión de los compuestos bioactivos se humedece con un material de cobertura atomizado en un procesador continuo. Para este recubrimiento es posible utilizar carbohidratos, proteínas, grasas, proteínas o alguna solución acuosa de celulosa o algún derivado del almidón. En cambio, en la industria farmacéutica se aplica como proceso de inclusión de una capa adicional de moléculas en liberación dirigida hacia el tracto digestivo (Sandoval et al., 2017).

2.1.10.6. Gelificación iónica

La gelificación iónica es una técnica que utiliza el alginato como parte de la estructura de la membrana que en combinación con iones de calcio o bario provoca una reacción de gelificación hacia el material que se adicione al proceso de gelificación. Esta reacción se da de forma inmediata y existen varias metodologías que ayudan a este fin, por su parte, el alginato de sodio al entrar en contacto con las moléculas de calcio empieza a formar un gel que le llama “modelo de caja de huevos”. El tiempo de interacción de estos dos compuestos produce un endurecimiento en el gel, aunque esto depende si las concentraciones aplicadas de cada compuesto son las adecuadas para la formación del gel (Pacheco et al., 2008).

2.1.11. Cápsulas de alginato de sodio

Para la formación de cápsulas de alginato de sodio es necesario el entrecruzamiento de las cadenas del polímero del alginato de sodio con el cloruro de calcio, que se presenta una reacción de intercambio iónico en donde el sodio es remplazado por el calcio, dando al gel una consistencia sólida en forma de esferas o capsulas. En este caso, el color y aroma depende de las sustancias que se adhieran a la solución de alginato de sodio, siendo así el caso de la implementación de aceites esenciales u otros compuestos químicos.

El proceso de gelificación del alginato de sodio se genera mediante gelificación interna o por difusión. Para el caso de la difusión existe un proceso de entrecruzamiento en el cual los iones se propagan en la solución de alginato desde un envase o recipiente externo con una solución de cloruro de calcio CaCl_2 . En cambio, la gelificación interna adicional a la fuente de iones es necesario otro compuesto que permita la liberación y reticulación por modificación del pH presente en el sistema. Aquí se usa como fuente de calcio al carbonato de calcio (CaCO_3) y como agente entrecruzante la Gluco Delta Lactona GDL que se deriva del ácido glucónico (Sarmiento & Suarez, 2015).

2.1.12. Cloruro de calcio

El cloruro de calcio es un compuesto orgánico de formulación CaCl_2 con una masa molar de 111 g/mol, se utiliza para fines industriales y comerciales, gracias a sus propiedades químicas como la capacidad de formar soluciones acuosas con una conductividad superior a la formada con otras sustancias, debido a que es muy soluble al agua y tiene una conductividad eléctrica muy alta. Estas dos propiedades son benéficas para la esferificación del alginato de sodio. Por otra parte, el cloruro de sodio estable bajo condiciones ambientales, temperatura y presión controladas ya que en condiciones normales de acondicionamiento no deberían formarse productos en descomposición peligrosos ni nocivos (Química Suastes S.A, 2018).

2.1.13. Alginato de sodio.

El alginato de sodio es un polisacárido soluble en agua que se utiliza en diversas aplicaciones, especialmente en la industria alimentaria y farmacéutica dada sus propiedades espesantes, estabilizadores y gelificantes. Estas últimas cambian según la composición monomérica y secuencial debido a que su estructura molecular es bipolimerica (polímero de *ácido α -L-gulurónico* y *ácido β -D-manurónico*), esto a su vez ayuda la capacidad de respuesta al pH,

formación de películas, capacidad de biodegradabilidad y entrecruzamiento iónico (Giridhar, 2021). Los agentes formadores de geles en el alginato de sodio dependen en gran medida del tipo de reticulación y temperatura dada durante su disolución con otros tipos de sustancias químicas. Al darse por gelificación interna es necesario otro compuesto que permita la liberación del alginato mediante un cambio en el pH de la disolución. Esta modificación es generada por un tipo éster cíclico llamado lactona que hidroliza y genera la liberación del calcio (Draget et al., 2005).

2.1.14. Evaluación del nivel de aromaticidad

Existen diversas metodologías para medir olor, cual utilizar depende el objetivo. Los resultados pueden ser complementarios, a fin de tener un diagnóstico más certero.

Tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Metodologías para el diagnóstico del olor en una instalación

Tipo de método	Enfoque	Método	Descripción	Aplicación	Estándar metodológico	Resultados
Predictivo	Cualitativo	Riesgo odorante	Evaluación de riesgo odorante usando conceptos de Emisión-dispersión-Receptor	Evaluación preliminar		Riesgo basado en Alto-Medio-Bajo-Despreciables
		Muestro Olor	Muestreo extático-olfatometría dinámica	Muestreo en fuentes. Difusas, puntuales y volúmenes	NCh 3386:2015	Muestras de olor para análisis en laboratorio de olfatometría a dinámica
	Cuantitativo		Muestreo extático-fuentes de volumen		VDI 4285:2011	
		Análisis de Muestra de Olor	Cuantificación - olfatometría dinámica	Muestras de olor levantadas por muestreo estático	NCh 3190:2010 VDI 3882:1994 parte 1	Concentración de olor (Ou/m ³) Intensidad

				VDI 3882:1994 parte 2 Ruedas de olor y training sensorial	Tono Hedónico
		Modelación Olor	Modelación atmosférica ingresando emisión de referencia de olor o factores (OU/s)	Proyección del alcance odorante	Descriptor es
				Guía para el uso de modelos de calidad del aire en SEIA, 2012	Área de influencia, Área y frecuencia de impacto, y la concentración máxima de receptores Horas de olor y Frecuencia de percepción de olor
Observación/empírico	Medición al aire ambiente		Medición de olor al aire ambiente	Levantar frecuencia de percepción de olor	NCh 3190:2010 (selección)
			Método de la Grilla		NCh 3533:2017 Parte 1
		Sensorial	Medición de olor al aire ambiente	Medir el impacto en un área afectada por el olor	NCh 3190:2010 (selección)
			Método de la Pluma		NCh 3533:2017 Parte 2
		Analíticos	Monitores, sensores, Cg, entre otros	Compuesto odorante (olor simple)	Cálculo inverso de la emisión total de la instalación Validación de los resultados de la modelación Niveles de H ₂ S, COV's, etc., en el ambiente

		Diarios de olor			% de días en los que se supera un nivel de intensidad de olor % de molestia o % de personas experiment ado molestia Registro de quejas-
Activo	Participación de la comunidad como sensor	Encuestas		NCh 3387:2015	
Pasivo		Registro y Gestión de quejas	Catastro de quejas	VDI 3883:2017 parte 4	Análisis de causas y definición de acciones

FUENTE: (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021).

ELABORADO: AUTOR

La evaluación del nivel aromatizante de un lugar cerrado se ejecuta inicialmente por medio de análisis y observación detallada del ambiente en busca de cualquier olor presente, sea un olor agradable o posible aroma desagradable. En caso de que la evaluación se realice en forma subjetiva, las personas o jueces presentes en el lugar o espacio cerrado para la prueba, será necesaria una entrevista post evaluación sensorial para recopilar opiniones distintas y así obtener una amplia perspectiva de los resultados de la evaluación. Si se requiere un análisis mucho más objetivo y preciso, suelen utilizarse instrumentos de medición como los analizadores de calidad del aire para medir la concentración de ciertos compuestos químicos en el ambiente. (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021)

En cambio, para los aspectos cualitativos es importante considerar la percepción y el confort de las personas presentes en el lugar ya que una fregancia agradable para algunas personas puede resultar desagradable para otras, por lo que es fundamental tener en cuenta las preferencias y las sensibilidades jueces que se escojan para la evaluación del nivel aromatizante (Vázquez Alamilla et al., 2019).

2.2. Marco referencial

En una investigación realizada en base a las sustancias aromáticas en el cacao cosechado en la zona de Rio Anus, Venezuela se identificó 23 compuestos en su mayoría de las familias de las pirazinas, furanos e hidrocarburos, estos están estrechamente relacionados con las propiedades sensoriales del cacao al comparar las sustancias aromáticas identificadas en el cacao seco o tostado de la zona de Rio Anus, en el seco la observación realizada detallo que el compuestos que predominio fue de la familia de los alcoholes, en los que el *bencenoetanol* y *2-heptanol* presentaron mayor concentración, seguidos por las cetonas (*2- heptanona*) y los aldehídos como el isovaleraldehido (Alvarado M.L., 2014).

En la industria no alimentaria actualmente se ha logrado encontrar una solución para la retención de sustancias en un compuesto o material volátil, dada la importancia de este fin cada centro científico ha trabajado inmensurablemente para mejorar las tecnologías existentes y crear otras que cambien la realidad ya analizada. Así pues, tenemos que para la obtención de aromas micro encapsulados es el secado por aspersión pues el aroma líquido es atrapado en una capa o película semipermeable alrededor de cada gota de sabor, protegerlo de interacciones indeseables inducidas por la luz, temperatura, humedad, entre otros (Gutiérrez et al., 2006).

Radenković et al., 2017, destaca que aquellos anillos compartidos por dos anillos adicionales adquieren a un electrón π por cada anillo siguiendo las estructuras algebraicas de Kekulé, la cual se puede aplicar para obtener la distribución de aromaticidad si se contempla una serie de compuestos policíclicos como los hidrocarburos bencenoides de 3, 4 y 5 hexágonos, así mismo sucede con aquellos compuestos derivados asimétricos de monoaza y diaza, naftalenos que al ser comparados con varios índices de aromaticidad dieron un modelo oscilador de aromaticidad (HOMA) y un desplazamiento independiente del núcleo (NICS) que da lugar a la presencia de aromaticidad en ciclos heteroatómico.

La aromaticidad y la anti aromaticidad según Yeşiller & Pusuluk (2023), surgen de la deslocalización de electrones dentro de un conjunto de moléculas atómicas formando un bucle-cerrado, generalmente este bucle se presenta en dos o tres dimensiones. Considerando esta propiedad se deduce que una molécula que no puede ser representada por una superposición cuántica sobre una región cerrada se consideran como no aromáticos en el espacio de acuerdo a la regla de Hückel, mientras que todo aquel hidrocarburo conjugado monocíclico de $4n + 2 \pi$ electrones con simetría D_{nh} son considerados moléculas con orden esperado de aromaticidad.

De acuerdo a la investigación planteada por Iglesias sobre la extracción y encapsulamiento del aroma de residuos de piña manzana usando CO_2 supercrítico, los agentes que permiten estabilizar materiales volátiles evitando la pérdida de aromas en corto tiempo son las ciclodextrinas, esta suele desaparecer cuando el medio o sustancia es incinerado o a existido un cambio brusco de temperatura. Para que estos compuestos puedan realizar correctamente su función debe estar presente su capacidad para formar complejos de inclusión, la misma que se relaciona con el encapsulamiento (Iglesias, 2012).

Para la elaboración de aromatizantes con palitos de bambú los agentes aglomerantes cumplen un rol fundamental, ya que la cantidad de aglomerante y líquido requerido determina la consistencia del ensayo final, en este caso, la goma tragacanto en asociación con agua destilada, alcohol al 70° y base aromática seleccionada darán la consistencia idónea para que en las pruebas de espesor del incienso y facilidad de encendido de resultados fiables y utilizables para posteriores investigaciones (Suárez et al., 2019).

A pesar de la implementación de reacciones ion-molécula relevantes en modelos astroquímicos actuales para mejor la simulación de especias aromáticas. Se ha demostrado en varios estudios como el presentado por Rap et al.(2022), en donde describe como aquellas reacciones dadas a temperatura ambiente o superiores delimitan que las reacciones en iones como la piridina + $(C_5H_5N^{+})$ e hidrocarburos como el acetileno (C_2H_2) brindan una técnica de crear especies moleculares más grandes y posteriormente iones aromáticos policíclicos, estos suelen tener una complejidad química que con la ayuda de la espectrometría de masas de laboratorio podría obtenerse algo de información de sus estructura química, a pesar de la complejidad de este propósito.

El alginato de sodio debido a sus propiedades ha sido utilizado como encapsulante de sustancias aromáticas y polifenoles, así tenemos el caso de una investigación realizada en la Universidad Nacional de Entre Ríos ubicada en Argentina. En este estudio se obtuvieron capsulas a partir del aceite esencial de orégano. Por su parte, las capsulas fueron realizadas con el fin de proteger los compuestos fenólicos presentes en este aceite y presentar una opción innovadora y efectiva. Para la evaluación del alginato de sodio como agente inhibidor de microorganismos se realizó varios análisis.

De igual forma, evaluaron el contenido total de polifenoles presente en las capsulas, en donde concluyeron que a mayor tiempo de retención de las capsulas en la solución de cloruro de calcio, la concentración aceite esencial presente en las cápsulas disminuye considerablemente. En cambio, al mantenerse constante el tiempo de retención de las capsulas en la solución y aumentando la distancia de caída, también aumento la concentración de aceite esencial al finalizar el proceso de esferificación. Para cuantificar el aceite interno procedieron a colocar las cápsulas en una solución de citrato de sodio al 5 % de concentración, a 37 °C durante 3 horas. En este caso, midieron la cantidad de polifenoles sodio por medio de titulación aplicando un reactivo conocido como Folin- Ciocalteu para obtener resultados más confiables (Silvina et al., 2019).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del estudio

La parte experimental de este estudio realizo en los laboratorios de Microbiología, Química y Bioquímica la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el Campus Central “La María”.

Figura 4

Ubicación geográfica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Campus La María



Nota: La Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Campus La María está ubicado en Vía Quevedo - Mocache, situada al sur de la comisaría Radar Cámara, y al suroeste de la zona de recreo Tenis Club, a una latitud de $-1,09249^{\circ}$ o $1^{\circ} 5' 33''$ sur y una longitud $-79,50214^{\circ}$ o $79^{\circ} 30' 8''$ oeste (Google Maps, 2023).

3.1.1. Materia prima

La materia prima que se empleará será la placenta de cacao de la variedad CCN – 51, recolectada en la finca Maseira Morales, ubicada en la localidad “Federico Intriago” del cantón Valencia, provincia de Los Ríos,

3.2. Tipo de investigación

Para el desarrollo de este trabajo de investigación fue necesario el uso de la investigación exploratoria y experimental.

3.2.1. Investigación Exploratoria

Dado que existe escasa información acerca de la fermentación de la placenta de cacao y la formación de aromas derivados de este proceso por lo que fue necesario la construcción de un fermentador (artesanal) que permita el monitoreo de las variables a controlar durante la fermentación siendo estas la temperatura, humedad relativa y el peso con el fin de explorar cual son las condiciones a estandarizar para que el proceso de fermentación de la placenta proporcione propiedades aromatizantes relativamente estables.

3.2.2. Investigación Experimental.

Una vez concluida la fermentación, surge la necesidad de atrapar los valiosos compuestos aromáticos generados durante este proceso. Para lograrlo, se emplea una técnica de encapsulación por coacervación, que permite atrapar y preservar de manera eficiente estos aromas. Las cápsulas resultantes son entonces sometidas a una evaluación sensorial mediante estándares propuestos en la norma ISO-12219-7-2017 y en base al Manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda. Con el fin de establecer diferencias significativas entre las muestras, se lleva a cabo un análisis de varianza (ANOVA), seguido de pruebas LSD (Least Significant Difference) para identificar las diferencias específicas entre las muestras y optimizar así el proceso.

3.3. Método de investigación.

Para esta investigación fue necesario usar los siguientes métodos

Método experimental:

En el estudio se planteó evaluar la presencia de compuestos aromáticos extraídos por la solución hidroalcohólica para lo cual se mantienen estable la cantidad de polvo de placenta de cacao y las condiciones de extracción. Midiendo aldehídos y polifenoles. En primer lugar,

por medio del ensayo químico de Fehling, se destina a obtener información de la presencia o ausencia de aldehídos pertenecientes a la estructura de las aldosas que forman parte del resultado positivo a tal ensayo. Por otra parte, mediante, se planteó reconocer al extracto de placenta de cacao con mayor concentración de polifenoles para lo cual fue necesario obtener datos de absorbancia y longitudes de onda aplicando el principio de la espectrofotometría. De igual forma se plantea obtener una capsula que contenga el extracto aromático para esto se empleó el método de coacervación variando la forma de aplicar el alginato (directa e indirecta) y la altura del goteo realizado 10 y 15 cm respectivamente, permaneciendo constante las cantidades de alginato de sodio ($C_6H_7O_6Na$) y cloruro de calcio ($CaCl_2$). Midiendo el efecto aromatizante a través de una prueba sensorial realizada a un grupo de jueces no profesionales, por medio de una hoja de evaluación dirigida específicamente al aroma de una sustancia considerando el manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda.

Método mixto:

Se planteo el enfoque cualitativo y cuantitativo en este estudio, el enfoque cualitativo se estableció al realizar medición indirecta de los compuestos aromáticos mediante la prueba de Fehling, En tanto que el enfoque cuantitativo se manejó en la elaboración de las cartas de control del proceso fermentativo y la valoración sensorial del aroma proveniente de las capsulas con el extracto extraído.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizó fuentes de recopilación de tipo primarias y secundarias.

3.4.1. Fuentes primarias.

Las fuentes primarias de las cuales se obtuvo información directa sobre el fenómeno de estudio, el cual se describe a continuación:

- Estudios científicos y académicos
- Artículos publicados en revistas científicas o académicas que describen la metodología, resultados y conclusiones de investigaciones originales realizadas por expertos en el campo.
- Fichas técnicas de reactivos químicos

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias complementaron y tienen como base la información respaldada por las fuentes primarias, en este tipo de fuente resaltan los siguientes.

- Informes de investigación
- Reseñas o revisiones de artículos de divulgación científica
- Libros
- Repositorios
- Artículos de revista

3.5. Diseño de investigación

3.5.1. Generación de los compuestos aromáticos en la placenta de cacao mediante un proceso fermentativo.

Para evaluar las condiciones de fermentación y deshidratación de la placenta de cacao planteadas en el primer objetivo específico, fue necesario iniciar en la extracción de la misma, para luego monitorizar la temperatura (°C), tiempo (h) y humedad relativa (%HR) durante el proceso.

Par la obtención del polvo fermentado de placenta de cacao, esta se secó utilizando la metodología de (Morejón et al., 2018) la cual establece que en placenta de cacao se debe utilizar las siguientes condiciones: 30 horas a 50 °C, con el fin de evitar la pérdida de sus compuestos aromáticos. Una vez secada la placenta esta fue pulverizada utilizando un molino Corona adaptado con un motor obteniendo un polvo con un tamaño de partícula de 1.5 micras, luego el polvo se depositó en un envase plástico para su total conservación a 24°C.

Obtención del extracto

Este polvo fue sometido a un proceso de extracción de sus compuestos aromáticos mediante un sistema hidroalcohólico. Se realizó cinco diluciones:

Sol 1: (40 ml C₂H₆O:40ml H₂O)

Sol 2: (40 ml C₂H₆O:35 ml H₂O)

Sol 3: (40 ml C₂H₆O:30 ml H₂O)

Sol 4: (40 ml C_2H_6O :25 ml H_2O)

Sol 5: (40 ml C_2H_6O :20 ml H_2O) sin fermentar

Esta extracción se realizó siguiendo la metodología planteada por (Cravotto & Cintas, 2007) en un rotavapor (Heidolph) a una temperatura de $75^{\circ}C$, una rotación de 122 rpm y en un tiempo de 24 ± 3 min.

Una vez completado el proceso de extracción, centrifugación y evaporación, se obtiene el extracto en el balón donde se encontraba la muestra y en el otro balón queda el destilado resultante del proceso. Al finalizar el tiempo de extracción el rotavapor automáticamente detiene el proceso y el operario deja reposar el extracto para colocarlo sobre un frasco ámbar de vidrio con el fin de preservar las características aromáticas del extracto obtenido.

Elaboración de las capsulas contenedoras del extracto

Ahora el extracto debe ser encapsulado para esto se siguió la metodología planteada por (Silvina et al., 2019), la cual establece mezclar el alginato de sodio $C_6H_7O_6Na$ con el extracto, por medio de una plancha de agitación, por 2 minutos. Si se observan residuos del alginato que están en la superficie de la solución, será necesario realizar un filtrado para colocar luego lo obtenido en una bureta de vidrio. En otro recipiente se prepara una solución de cloruro de calcio (0.05M), esta se colocará en la parte inferior de la bureta para realizar la apertura de la llave de paso y así por técnica de goteo se empezó a visualizar la formación de capsulas de un color característico al extracto de placenta de cacao fermentado. Una vez situadas las capsulas en la solución de $CaCl_2$, se procedió a retirarlas y colocadas en papel filtro para secarlas, aunque es recomendable introducirlas en una estufa a $35^{\circ}C$ por 10 minutos para su posterior conservación en un recipiente de vidrio.

3.6. Instrumento de investigación

Variables de estudio

- **Cartas de Control del proceso de fermentación de la placenta de cacao variedad**

CCN- 51

Fundamento

La metodología para crear cartas de control de proceso se basa en el ciclo PDCA, que involucra la planificación, ejecución, verificación y toma de medidas para garantizar la calidad y el control constante de los procesos, propuesto por Walter A. Shewhart y posteriormente desarrollado por W. Edwards Deming, conocido como el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)

Planificar (Plan): En esta fase, se definen los objetivos y los límites de la carta de control. Se seleccionan las variables o características del proceso que se medirán y se establecen los criterios de aceptación y rechazo. También se determina la frecuencia de muestreo y se elige el tipo de carta de control adecuado (p. ej., carta X-barra, carta R, carta P, carta NP, etc.).

Hacer (Do): En esta etapa, se recolectan los datos del proceso de manera regular según el plan definido en la fase anterior. Se registran las mediciones de las características seleccionadas y se calculan los valores pertinentes para trazar en la carta de control (como promedios, rangos, proporciones, etc.).

Verificar (Check): En esta fase, se grafican los datos recopilados en la carta de control correspondiente. Esto permite visualizar cómo se comportan las mediciones con respecto a los límites establecidos y detectar cualquier patrón o tendencia inusual que pueda indicar problemas en el proceso.

Actuar (Act): Si durante la fase de verificación se observa que los puntos en la carta de control están dentro de los límites aceptables y no hay patrones o tendencias significativas, el proceso se considera bajo control. Si se detectan puntos fuera de los límites o patrones inusuales, se debe tomar acción. En esta fase, se investigan las causas raíz de las variaciones inesperadas y se implementan medidas correctivas para restablecer el control del proceso.

- **Presencia de aldehídos y cetonas (precursores de aroma) (Angy M. Leira, 2013).**

Para determinar la presencia de aldehídos o cetonas precursores químicos de moléculas aromáticas se realizó un ensayo de Fehling con los 5 extractos vegetales obtenidos mediante extracción hidroalcohólica y un sexto extracto que se obtuvo de una muestra de placenta de cacao sin fermentar. Para el inicio de la prueba se tomó seis tubos de ensayos de 15 ml se los limpio y seco correctamente, luego se los marco con un marcador para identificarlos durante el proceso del ensayo. Luego se adiciono 0.5 ml de la sustancia a analizar en cada tubo. Posterior a esto se agregó 0.5 ml de solución de Fehling A y 0.5mL de solución de Fehling B, después se agitó suavemente y por último se colocó sobre un vaso de precipitación en baño maría durante tres minutos. La aparición de un precipitado rojo brillante o anaranjado es resultado positivo o negativo respectivamente, Aunque se puede presentar un positivo de coloración verde en el caso que se agregue un exceso del reactivo.

- **Presencia de compuestos fenólicos por Espectrofotometría mediante espectros UV / VIS (Gaete, 2018).**

Para determinar el espectro de absorbancia se tomó los 5 extractos vegetales obtenidos del proceso de destilación hidroalcohólica. A cada uno de estos fue necesarios realizarles una difusión 1:75 (74 ml de agua destilada: 1 ml del extracto de placenta de cacao fermentada) debido a que en proporciones menores (1:10; 1:15; 1:25; y 1:50) al momento de la corrida de los resultados en el espectrofotómetro Thermo Fisher Scientifics el pico de absorbancia se elevaba y era indetectable. Una vez reconocida la difusión adecuada para este compuesto se procedió a realizar un enjuague minucioso a las celdas de cuarzo para su utilización. Se inicio por colocar un blanco antes de medir el espectro de absorción en cada extracto analizado. Para tomar el volumen exacto tanto del agua destilada como del extracto fue necesario la ayuda de una pipeta graduada con su respectiva pera de goma con tres vías, para facilitar la toma de la muestra y adición a las celdas de cuarzo limpias, luego se acciono el equipo para que realice el barrido de los datos, después se anotan los valores de absorbancia y la longitud de onda implícita en cada dato, Esto se expone generalmente en la pantalla del espectrofotómetro al igual que una gráfica que ayuda al análisis de la prueba.

- **Presencia de olor o aroma (ISO 12219-7 & STANDARD, 2017) (Acero Rodríguez, 2002).**

Por último, se realizó una ficha de cata de aromas a partir de la Norma ISO 12219-7 y el Manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda para reconocer la aceptabilidad del aroma de las capsulas al aplicarlas en un humidificador eléctrico. Teniendo en cuenta la naturaleza o descripción del aroma percibido, la aceptabilidad y la intensidad en un tiempo y espacio (metros) determinado.

- **Diámetro de capsulas (Silvina et al., 2019).**

El diámetro de las capsulas fue analizado mediante el software Imagen J versión 1, 52p, en primer lugar, se tomaron fotografías con muy buena resolución de las capsulas pertenecientes a cada tratamiento ya descritos anteriormente. Ya obtenidas las imágenes, se realizó una medida estándar con una escuadra para calibrar las medidas del software Imagen J, luego se subieron las fotografías al programa y se obtuvieron los resultados. Estos fueron agregados y analizados en el software estadístico STATGRAPHIC 16.01.03 para determinar la existencia o ausencia de una diferencia significativa de los resultados obtenidos.

3.7. Tratamiento de los datos

3.7.1. Generación de los compuestos aromáticos en la placenta de cacao mediante un proceso fermentativo.

Se tabulo y recogió datos de temperatura, humedad relativa durante 48 h en la herramienta tecnológica Microsoft Excel para luego realizar cartas de control para cada parámetro mediante el software estadístico STATGRAPHICS; versión 16.1.03.

3.7.2. Obtención del extracto

Para evaluar el contenido aromático del extracto de placenta de cacao fermentada se planteó la herramienta tecnológica Microsoft Excel para luego realizar tablas en donde gráficamente se identifique la presencia del grupo aldehídos tomando muestras de las soluciones que se describirán en la siguiente tabla.

Tabla 3*Descripción de los tratamientos sometidos a extracción hidroalcohólica*

Tratamientos	Descripción
T1	20 g polvo fermentado de placenta+ Sol 1
T2	20 g polvo fermentado de placenta+ Sol 2
T3	20 g polvo fermentado de placenta+ Sol 3
T4	20 g polvo fermentado de placenta+ Sol 4
T5	20 g polvo sin fermentar de placenta+ Sol 5 (blanco)

ELABORADO: AUTOR**3.7.3. Elaboración de las capsulas contenedoras del extracto**

Para evaluar los factores que intervienen en la formación de las capsulas y el efecto aromatizante de las capsulas sometidas a evaluación sensorial, se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con una significancia del 95 % (Tabla. 4). Además, se analizó el proceso estadístico utilizando una prueba de diferencia mínima significativa LSD ($P > 0.05$).

Tabla 4*Esquema del análisis de varianza (DBCA) para las variables en estudio*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza
Tratamientos	SCTr	a - 1	$CMT_R = SCT_r / (a - 1)$	CMT_r / CME
Bloques	SCB	b - 1	$CMB = SCB / (b - 1)$	CMB / CME
Error	SCE	(a - 1) (b - 1)	$CME = SCE / (a - 1) (b - 1)$	
Total	SCT	ab - 1		

ELABORADO: AUTOR

Se evaluó cuatro tratamientos con tres repeticiones es decir un total de 12 tratamientos, a continuación, detallamos los tratamientos, tomando en consideración su composición que se muestra en la Tabla 5

Tabla 5

Descripción de los tratamientos para la obtención de las capsulas del extracto de placenta de cacao

Tratamientos	Descripción
T1	50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma indirecta y técnica de goteo a 10 cm
T2	50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma indirecta y técnica de goteo a 15 cm
T3	50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 10 cm
T4	50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm

ELABORADO: AUTOR

Con los datos obtenidos tanto en la extracción de extracto como en la elaboración del encapsulado y su valoración sensorial se determinó las diferencias estadísticas entre los tratamientos. Para esto se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS; versión 16.1.03.

3.8. Recursos humanos y materiales

Tabla 6

Recursos humanos y materiales para la realización del proyecto de investigación

Recursos humanos	
• Tesista: Darwin Argenis Rosero Maseira • Tutor: Dr. Luis Alberto Egas Astudillo	
Materia Prima	Reactivos e insumos
• Placenta de cacao CCN-51	• Solución de Fehling A) • Solución de Fehling B • Hidróxido de sodio 10 % • Lugol • Cloruro de calcio • Alginato de sodio • Agua destilada • Alcohol etílico 70 %
Equipos	Materiales (Varios)
• Plancha de calentamiento • Balanza Analítica • Rota – vapor • Estufa • Desecador	• Tubos de ensayo • Pipetas • Resma de papel • Lapiceros • Encendedor • Vestimenta de laboratorio • Bureta • Papel filtro

ELABORADO: AUTOR

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados están detallados en el orden de los objetivos planteados para esta investigación, luego de cada resultado encontrado se muestra su respectiva discusión.

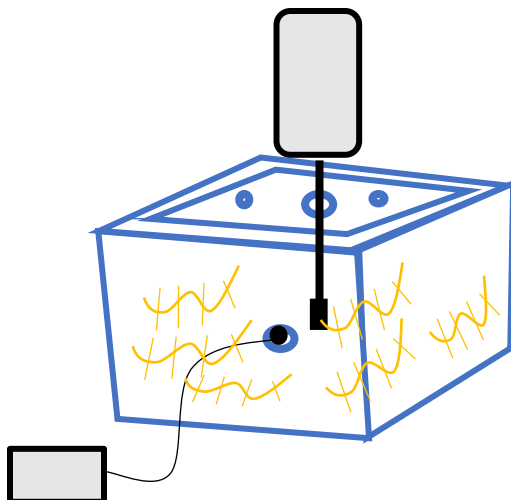
4.1.1. Establecer las condiciones de fermentación y deshidratación de la placenta de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad CCN - 51 que permitan el desarrollo de compuestos aromáticos

4.1.1.1. Desarrollo de la metodología de fermentación de la placenta de cacao (CCN-51)

Para el desarrollo de la metodología de fermentación de la placenta de cacao fue necesario una serie de pruebas piloto las cuales se centraron en la etapa de fermentación y control de la misma, a manera de resumen se detalla una de las pruebas realizadas: Para la fermentación de la placenta, se la ubico inicialmente sobre una superficie de madera que luego de colocada la placenta se la cubrió en su totalidad con un saco fino de yute y se la dejo reposar en un lugar donde no tuviese contacto con los rayos solares durante un periodo de 48h (ver Anexo 2). Con esta metodología inicial no existe un control de temperatura y humedad relativa, además se presentaron inconvenientes como cambios en las propiedades sensoriales (aparición de olores putrefactos), presencia de mohos y cambios indeseables en la placenta y por lo tanto cada vez que procedíamos a fermentar la placenta los olores desarrollados no eran los mismos resultando en un cuello de botella a resolver. Estas pruebas piloto dieron lugar a las siguientes preguntas: ¿Como controlar el proceso de fermentación?; ¿Como lograr que los aromas desarrollados en un principio sean lo más homogéneos posibles cada vez que se realizaba esta etapa? surgiendo la necesidad de implementar un proceso de fermentación controlado. Par esto se utilizó una gaveta plástica con las siguientes dimensiones 34 x 19 cm, ha esta se le adiciono un termómetro digital marca Boeco y un higrómetro digital marca Sonda Termo con lo cual se controla la temperatura y humedad relativa del fermentador, de las pruebas piloto observamos que el proceso de fermentación producía vapor de agua el cual se condensaba al tocar el saco de polipropileno y daba lugar a la presencia de hongos en la placenta fermentada esto hizo que se perforara la tapa de la gaveta con el fin de que una parte de este vapor se dispersara y no se presente condensación excesiva dentro del fermentador.

Figura 5

Diseño del fermentador con sensores de humedad y temperatura



En la figura 5, se describe el diseño del fermentador acoplado a este proceso de fermentación de la placenta de cacao, así mismo los sensores de humedad y temperatura que ejercen una importancia muy relevante en el control de este proceso.

Basados en estas experiencias previas se pudo establecer la metodología para la obtención de polvo de placenta fermentada la cual consta de las siguientes etapas:

- **Recepción**

En primer lugar, se recolecto aquellas mazorcas de cacao que se encontraban en un estado optimo, es decir, que no presenten al menos de forma visual alguna infección provocada por hongos como el hongo Moniliasis que suele identificarse por coloración blanquecina y granos de cacao de color café y negro. Estas condiciones serán necesarias para que la placenta extraída este en mejores condiciones físicas, químicas y microbiológicas.

- **Extracción de placenta de cacao**

Para la extracción de la placenta a la mazorca de cacao fue necesario tres cortes con un machete mediano, un corte en cada extremo de la mazorca y un último corte de forma transversal para luego retirar la placenta con los granos de cacao. En este caso, al ser

mazorcas en buen estado, los granos de cacao se retiran manualmente y así se obtiene la placenta para su posterior acondicionamiento.

- **Acondicionamiento**

Una vez extraída la placenta. Aquellas que presenten un color café se las coloca en una tina con solución de cloro al 0.1% (100 ppm) para contrarrestar cualquier infección fúngica o bacteriana que pudiese existir en la placenta ya extraída para evitar desequilibrios aromáticos al momento de la fermentación anaeróbica. Luego de haber transcurrido 5 minutos, se procede a retirar la placenta y dejarla reposando. En el anexo 1 se observa a detalle este procedimiento. Antes del fermentado fue necesario introducir las placentas de cacao dentro de un saco y dejarles desbabar por unas 8 horas.

- **Fermentación**

Para el proceso de fermentado de la placenta de cacao se aplicó un prototipo de fermentador a base de una bandeja plástica con dos orificios en la parte superior para la liberación del oxígeno y adaptación de un sensor de temperatura (termómetro digital) y otro medidor de humedad (higrómetros) colocado al costado de esta por un periodo de 48 horas, realizado tomas de control por cada dos horas respectivamente.

- **Secado**

Con la ayuda de una estufa de laboratorio se coloca en bandejas de aluminio la placenta fermentada y se introdujo a esta por 30 horas a una temperatura de 50 °C. En el caso de que algunas placentas no estén del todo secas, es recomendable colocarles aparte y secarlas por una o dos horas más en la estufa.

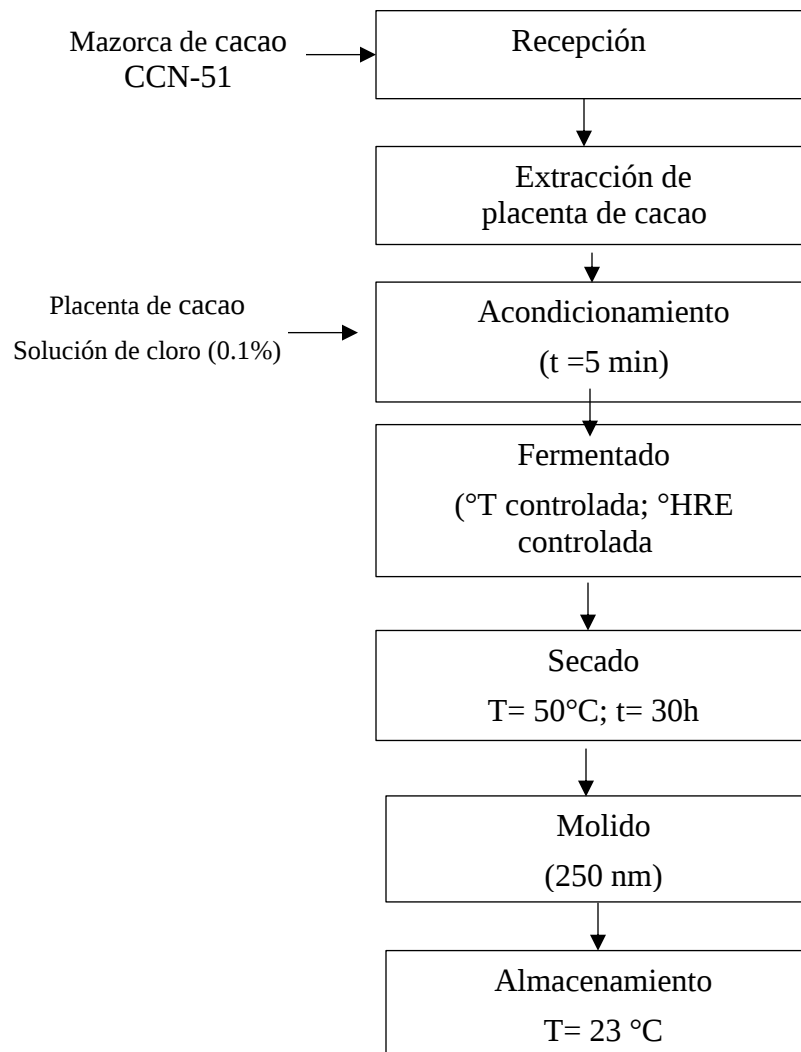
- **Molido**

Después del secado de la placenta, estas son trasladadas a un molino de grano para pulverizar esta materia prima con una granulometría no menor a 250 nm.

- **Almacenado**

Obtenido el polvo de placenta de cacao se lo colocó en un recipiente de plástico y se lo cerró hasta que se fuera necesario tomar las muestras respectivas para el proceso de extracción hidroalcohólica. El recipiente se almacena en un lugar seco y sin intervención de rayos solares a una temperatura de 23 °C.

4.1.1.2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de polvo de placenta de cacao fermentada



4.1.1.3. Carta de control de la temperatura y humedad relativa en el proceso de fermentación de la placenta de cacao

Una vez establecida la metodología se procedió al evaluar su adecuado funcionamiento de la misma, esto se realizó mediante el uso de cartas de control para lo cual fue necesario recoger datos de temperatura (°C) y humedad relativa (% HRE), en el lapso de 48 h.

En las figuras 5 y 6, se observa el comportamiento de la temperatura (°C) y humedad relativa (HRE) durante las 48 horas de fermentación de la placenta. Este procedimiento se realizó en cuatro ocasiones representado esto con la letra F.

Figura 6

Evolución de la temperatura durante el proceso fermentativo de la placenta de cacao

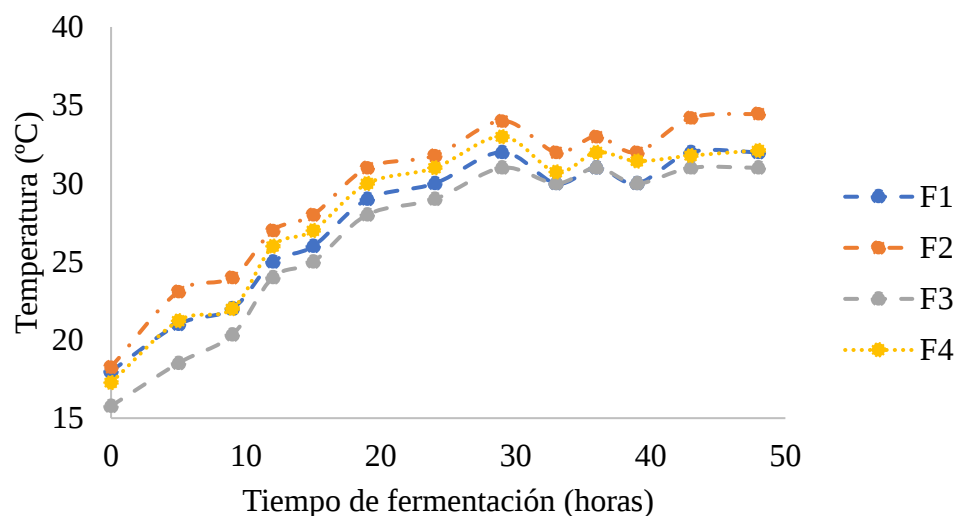
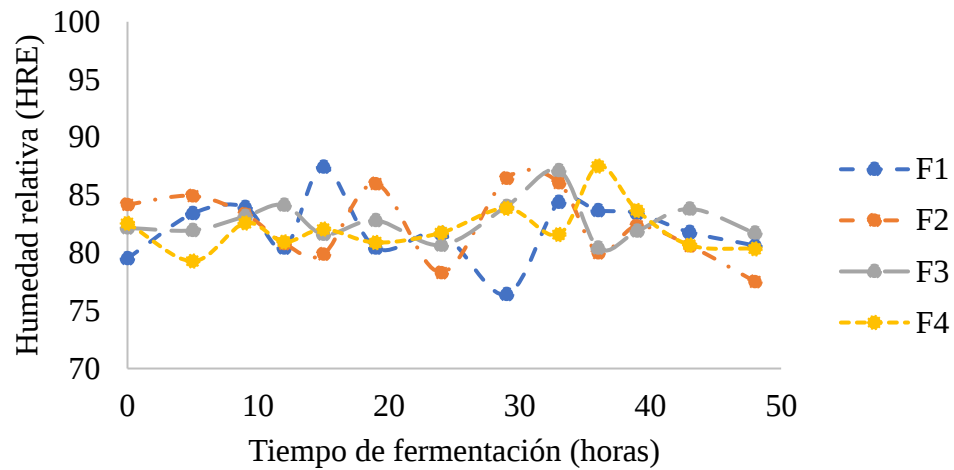


Figura 7

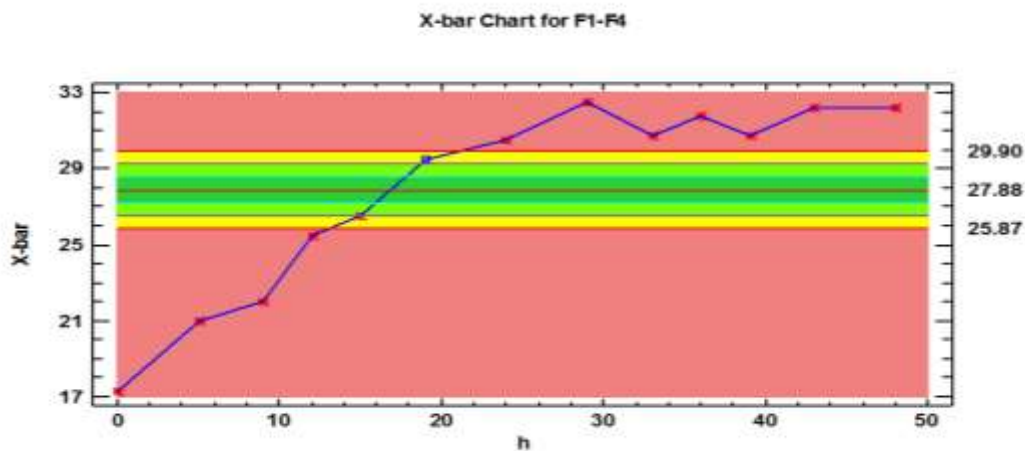
Evolución de la humedad relativa durante el proceso fermentativo de la placenta de cacao



Los resultados obtenidos del monitoreo realizado se trataron estadísticamente empleando la metodología X-bar and S Charts o carta de control de la media y desviación estándar del software Statgraphics.

Figura 8

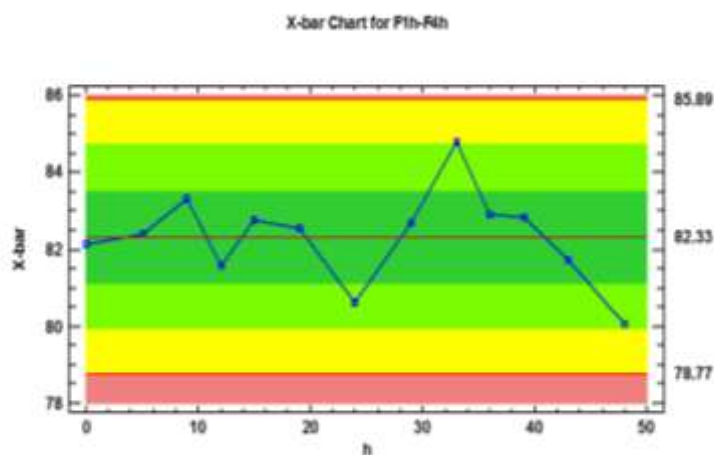
Carta de control de la temperatura en el proceso de fermentación de la placenta de cacao



En la carta de control de la temperatura en el proceso de fermentación de la placenta de cacao (figura 8) se puede observar el valor promedio de las cuatro repeticiones realizadas ($\bar{x}$) luego se observa que el límite central (LC) calculado para la fermentación de placenta de cacao bajo las condiciones anteriormente descritas (4.1.1), es de 27.88 °C, así mismo se puede observar el límite superior (LSC) e inferior (LIC) del proceso fermentativo fue de 29.90 °C y 25.87 °C respectivamente.

Figura 9

Carta de control de la humedad relativa en el proceso de fermentación de la placenta de cacao



En la carta de control de la humedad relativa en el proceso de fermentación de la placenta de cacao (figura 9) se puede observar el valor promedio de las cuatro repeticiones realizadas ($\bar{x}$) luego se observa que el límite central (LC) calculado para la fermentación de placenta de cacao bajo las condiciones anteriormente descritas (4.1.1.), es de 82.33 % así mismo se puede observar el límite superior (LSC) e inferior (LIC) del proceso fermentativo fue de 85.89 % y 78.77 % respectivamente.

Los colores representados en las cartas de control establecen los límites de control estadístico o regla de las “tres sigmas” que denotan si el proceso se encuentra bajo control o fuera de control, para el verde claro será 1 sigma, para el amarillo será 2 sigma y para el rojo será 3 sigma.

Temperatura

La carta de control de la temperatura es construida asumiendo los siguientes criterios media de 27.88 °C y desviación típica de 1.34

Los resultados obtenidos (figura 8) muestran que existen valores que rompen el criterio de control establecido por la regla de las tres sigmas es decir existe solo un 15.38 % de datos que están dentro de los límites establecidos (temperaturas encontradas a las 15 y 19 horas del proceso) y en tanto que 30.76 % de los datos están por debajo de las 3 sigmas (temperaturas encontradas a las 0, 5, 9, y 12 horas) y 53.84 % están por encima de las 3 sigmas (24, 29, 33, 36, 39, 43 y 48 horas) lo que de acuerdo con la regla de 3 sigma el proceso se encuentra fuera de control debido a que la mayoría de los datos tomados (99.7 %) deben estar dentro de los límites planteados o las 3 sigmas.

Esto se debe a que los datos de temperatura denotan una característica exponencial hasta la hora 29 del proceso y luego estacionaria durante las horas 33, 36, 39, 43 y 48; Lo que hace que la media obtenida no represente a todos los valores del proceso, más sin embargo se pudo observar que si se desea establecer una fermentación homogénea de la placenta de cacao la temperatura de fermentación a las 15 h debería ser de $26.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.34$ y a las 19 h la temperatura debería ser de $29.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.34$ dado que son los valores que si se mostraron dentro del control estadístico realizado, cabe mencionar que se deberán seguir la metodología descrita para la fermentación. Los resultados obtenidos fueron comparados con los de una fermentación de granos de cacao por ser la más similar Nogales et al.(2004), menciona que a los primeros 2 días la temperatura de los cajones cuadrados fue en promedio de 34.43 °C, en los cajones rectangulares de 32.9 °C, por su parte Teneda (2016), menciona que durante el proceso de fermentación en cajas de laurel (*Cordia alliodora*), las temperaturas alcanzaron valores entre 31°C a 46 °C, en tanto que para la placenta de cacao analizada en este trabajo de investigación fue de 27.88 °C, mostrándose una variabilidad de las temperaturas esto quizás debido al tipo del material del fermentador , el tipo de materia prima , temperatura del ambiente y las características propias de la materia prima que intervienen en las reacciones fermentativas.

Humedad relativa

La carta de control de la humedad relativa es construida asumiendo los siguientes criterios media de 82.33 % y desviación típica de 2.37

En lo que se refiere a la humedad relativa dentro del proceso de fermentación de la placenta de cacao se observa que los valores se mantienen controlados (figura 9), es decir, todos los datos se encuentran dentro de los límites de control o 3 sigma

El comportamiento de la HRE del sistema dependerá de la temperatura del sistema así: a medida que la temperatura aumenta la HRE también lo hace y si la temperatura permanece constante la HRE también lo hará más sin embargo esta premisa se cumple siempre y cuando los valores de presión del sistema también permanezcan constantes

Los resultados encontrados muestran que a temperatura media de 27.88 °C la humedad relativa media fue de 82.33 % esto es debido a la cantidad de vapor de agua que tienen el sistema o en este caso el fermentador a medida que el proceso de fermentación se va dando el aire se va saturando de agua y el aumento de temperatura hace que este aire se caliente al contacto con una superficie y en este caso la tapa del fermentador a una temperatura relativamente inferior hace que el vapor de agua se condense y el aire se enfríe haciendo que aparezcan gotas de agua esto a su vez hace que el sistema se mantenga en una relación de vapor de agua temperatura y presión, haciendo que la HRE del fermentador se encuentre relativamente constante.

De acuerdo con Saza & Jiménez (2019), se concluye que a condiciones de humedad relativa superior al 51.4 % e igual y/o inferior al 58.9 % con temperatura a 25°C, se prolongaría la vida útil de los granos de cacao deshidratados manteniendo estándares de calidad durante el proceso. En contraste con los valores encontrados 82.33% estos muestran una variabilidad pronunciada quizás debido al tipo del material del fermentador, el tipo de materia prima, temperatura del ambiente y las características propias de la materia prima que intervienen en las reacciones fermentativas.

4.1.2. Implementación de la encapsulación de los compuestos aromáticos mediante coacervación con alginato de sodio ($C_6H_7O_6Na$) y cloruro de calcio ($CaCl_2$).

Para la caracterización de las capsulas obtenidas del extracto de placenta fermentada de cacao se realizó la identificación de grupo aldehídos precursores de aromaticidad, presencia de polifenoles en suspensión y diámetro de la capsula.

4.1.2.1. Identificación de grupo aldehídos precursores de aromaticidad

Los resultados para este ensayo se presentarán en la tabla.7, donde mediante la prueba química de Fehling detectamos la presencia de azúcares reductores en forma general y cualitativamente se sabe que dentro de la estructura de estos compuestos se encuentra un grupo aldehído el cual es precursor de compuestos aromáticos (Leira & Ortiz, 2013).

Tabla 7

Ensayo de Fehling a los concentrados obtenidos en proceso de extracción hidroalcohólica (sometidos a encapsulación)

Reacción con solución de					
Tr	T1: 40 ml C_2H_6O +40 ml H_2O	T2: 40 ml C_2H_6O +35 ml H_2O	T3: 40 ml C_2H_6O +30 ml	T4: 40 ml C_2H_6O +35 ml H_2O	T5: 40 ml C_2H_6O +20 ml H_2O (s.f)
R.	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo

ELABORADO: AUTOR

Se puede observar en la tabla 7 que existe un resultado positivo del ensayo de Fehling aplicado a 4 de las 5 muestras dado que se observa un precipitado rojo brillante de óxido cuproso resultado de la oxidación del aldehído presente en la solución analizada.

Mientras que aquella solución preparada con la muestra de placenta de cacao que no fue fermentada (blanco) presento un resultado negativo al no dar la coloración roja al término del ensayo de Fehling, así mismo tampoco dio un precipitado de color azul atribuido a la presencia de cetonas o metilcetonas durante la prueba.

En la investigación realizada por Alvarado (2014), donde evaluó los efectos del tiempo de fermentación y las condiciones de secado en el perfil de compuestos volátiles aromáticos, determinando así que el grano de cacao de la variedad Criollo presenta ácidos y contenidos de alcoholes en los primeros tres días de fermentación, mientras que los aldehídos aumentan regularmente y por último las cetonas se encuentran presentes en el cacao las primeras 48 h, sin embargo, esta va disminuyendo progresivamente. De esta forma, se evidencia que la fermentación sí influye en la presencia o no de compuestos aromáticos tal y como se refleja en la tabla 7, donde se observa que, al realizar la prueba de Fehling al extracto de la placenta de cacao sin fermentar, no presenta un resultado favorable al estudio y también se reconoce que la reacción fermentativa dada en los granos de cacao favorece a la presencia de compuestos volátiles es idéntica a la descrita al realizarla en la placenta de cacao Variedad CCN- 51.

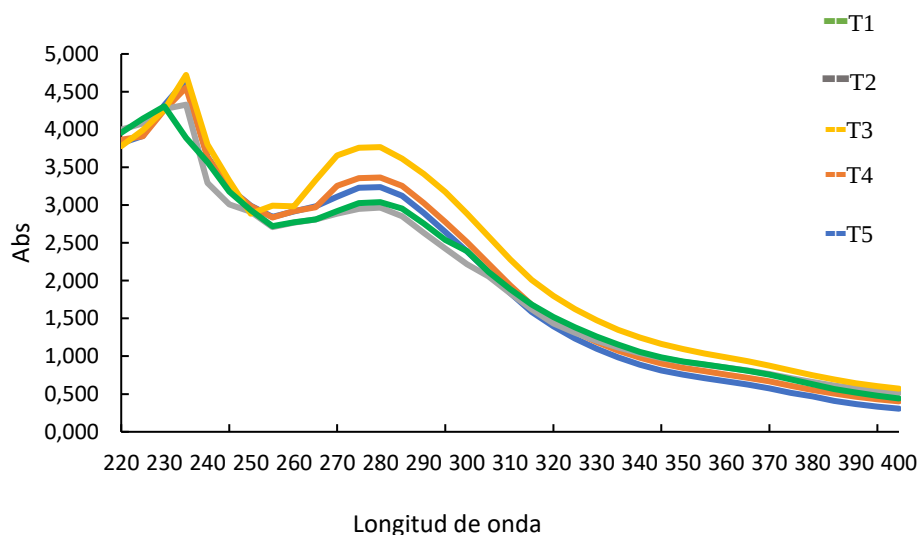
4.1.2.2. Presencia de polifenoles en polvos fermentados

Los concentrados de polvo seco de placenta de cacao (PSPC) se sometieron a lecturas de absorbancia a 220 hasta 420 nm mediante un espectrómetro UV-Vis obteniendo los espectros de absorción de los distintos concentrados de los PSPC a una velocidad media de barrido de 0,3 nm por segundo.

Al realizar estos ajustes se encontró los respectivos picos de absorción de cada tratamiento a partir de una disolución de 1:75 facilitando así la construcción de una gráfica (figura 10), que especifica la absorbancia (ABS) y la longitud de onda del espectro visible (nm).

Figura 10

Absorbancia vs. Longitud de onda detectada en el Espectrofotómetro para los diferentes tratamientos



Nota:

T1= 40 ml C₂H₆O +40 ml H₂O

T2= 40 ml C₂H₆O +35 ml H₂O

T3= 40 ml C₂H₆O +30 ml H₂O

T4= 40 ml C₂H₆O +25 ml H₂O

T5= 40 ml C₂H₆O +20 ml H₂O (sin fermentar)

Se observa en la figura 10 que cada uno de los tratamientos se denoto un pico de absorbancia, (lambda máxima), ubicado a los 280 nm lo cual según (Ríos, 2015) establece que a esa longitud de onda se detecta normalmente los polifenoles o es sinónimo de presencia de polifenoles.

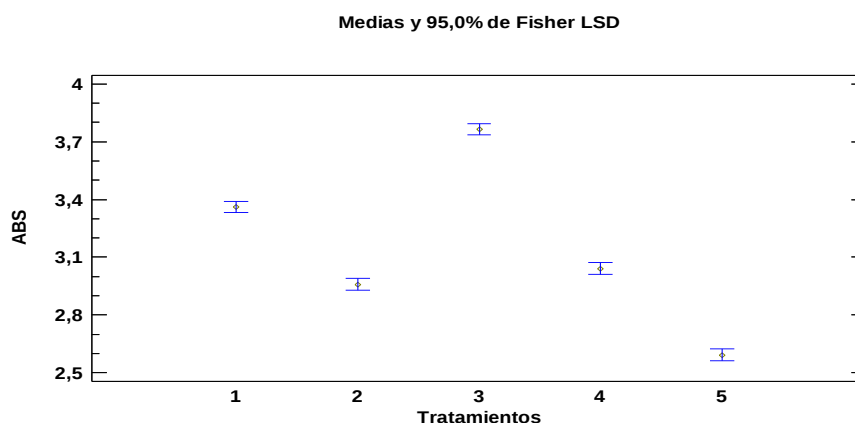
Se observa que el tratamiento 3, muestra el pico más elevado lo que demuestra una mayor concentración de polifenoles en tanto que el tratamiento T5 muestra la menor concentración. La presencia de polifenoles en la placenta de cacao como resultado de la fermentación no es un resultado al azar de acuerdo con (Teneda, 2016). Se mostro actividad antioxidante en la placenta de cacao provocado por la presencia de polifenoles mediante la metodología del ABTS. confirmando de esta forma nuestros resultados.

Por otro lado, la ABS de acuerdo a la lambda máxima en los tratamientos que la placenta si fue fermentada, tuvieron una ligera similitud de acuerdo a la gráfica fue sometida a un análisis de varianza y prueba de significancia Fisher LSD que se describen en el anexo 3. Esto demostró que el tratamiento T3 muestra mayor contenido de polifenoles con una significancia del 95% ($P>0.05$)

A continuación, se presenta la gráfica 11, con los resultados obtenidos

Figura 11

Prueba de LSD al 95% realizada a la absorbancia de las capsulas obtenidas de cada uno de los tratamientos estudiados



Como se puede apreciar la mayor ABS se presenta en el tratamiento T3, el cual muestra un valor de 3.75 ABS a una longitud de onda de 280 nm, le sigue los tratamientos T1, T4 y T2 con 3.37, 3.04 y 2.95 de absorbancia, finalmente el T5 obtuvo el menor valor de absorbancia con 2.6.

Cabe destacar que para efectos del análisis la mayor concentración de absorbancia se dio en una longitud de onda de a 280 nm lo que significa que aquí se encuentra una gran presencia de polifenoles que para el aromatizante realizado de acuerdo con (Gonçalves, 2009) es un compuesto que ayuda a efectos sedantes y de relajación en los humanos por lo que los extractos vegetales al igual que los aceites esenciales han sido de gran importancia y realce para la aplicación de esta medicina tradicional para el ser humano.

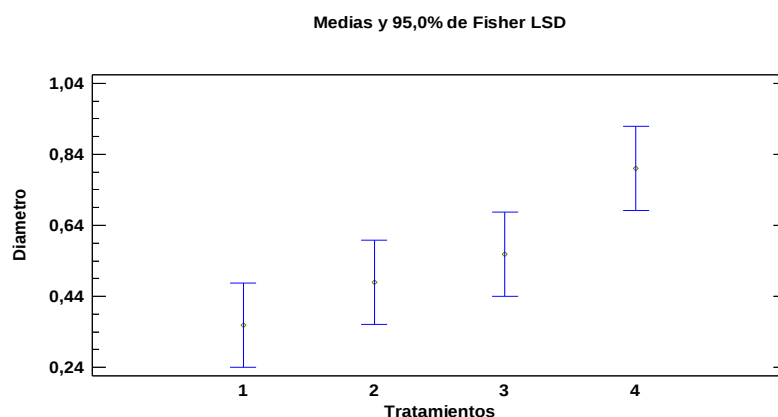
Diámetro de las capsulas

Las capsulas obtenidas en los diferentes tratamientos se muestran en las figuras presentes. en el anexo 4 Para la medida del diámetro de cada una de ellas se utilizó una herramienta tecnológica (software Imagen J) los resultados encontrados se presentan en las tablas del anexo 5.

Para establecer si la forma de aplicación del alginato (directa o indirecta) y las distancia a la que se hacía (10 y 15 cm) incide en el diámetro de la capsula se realizó un ANOVA que se encuentra descrito en el anexo 3, además se realizó una prueba de diferencia estadística LSD de Fisher al 95 % ($P > 0.05$). con el fin de establecer diferencias entre los tratamientos.

Figura 12.

Prueba de LSD al 95% realizada a los diámetros de las capsulas obtenidas de cada uno de los tratamientos estudiados



En la figura 12 se observa que los diámetros obtenidos en las capsulas estuvieron en el orden del 0.36 y 0.80 mm, para nuestro caso se desea obtener las capsulas con el mayor diámetro lo que hará que contenga mayor extracto aromatizante.

En este sentido se observa que el T4 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm) presenta 0.799 mm de diámetro a su vez este tratamiento muestra diferencia significativa ($P > 0.05$) frente al resto de tratamientos.

Por su parte los tratamientos T3 (0.55 mm), T2 (0.48 mm.) y T1 (0.359 mm) no mostraron una diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ellos, pero si con el T4 siendo los diámetros obtenidos de 0.799 y 0.359 mm respectivamente.

En base a estos resultados, se determina que el T4 se muestra como la mejor técnica para la elaboración de capsulas mediante el sistema de coacervacion esto quiere decir 50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa, con 15 cm de altura al momento del goteo obtenido capsulas con 0.80 mm de diámetro como promedio.

Además, se observó que la altura de goteo al realizar las capsulas influye en el diámetro final de estas, tal y como se evidencio en los tratamientos, es decir, que a una altura de 10 cm de goteo los tratamientos T1 y T 2 mostraron similar diámetro de capsula independiente de la forma de colocación del alginato (directa e Indirecta).

Los resultados encontrados están relacionados con los obtenidos por Silvina et al (2019), en el encapsulado de aceite esencial de orégano donde encontró un rango de 0.72 a 0.78 mm de diámetro. Además, se menciona de parte de estos autores que la altura y el diámetro de la boquilla de la bureta juegan un papel importante dentro de la elaboración de capsulas por el método de coacervacion.

4.1.3. Evaluación de la capacidad aromatizante de capsulas de alginato de sodio con el extracto de placenta de cacao variedad CCN – 51

Para la evaluación de la capacidad aromatizante de las capsulas de alginato de sodio con el extracto de placenta de cacao de la variedad CCN – 51, se consideró la Norma ISO 12219-7 y el Manual de evaluación sensorial de aromas de la empresa Disaromas Ltda para lo cual se estableció como parámetro la evaluar: la intensidad y la aceptabilidad del producto final.

Como panel señorial se utilizó 10 personas que previamente recibieron una inducción sobre el ensayo, cabe recalcar que este panel no es profesional y que no ha recibido entrenamiento previo a la evaluación. Se utilizo un humidificador con 15 capsulas, en un área cerrada o semicerrada de 4,5 m² dado que es lo que especifica la normativa y el manual

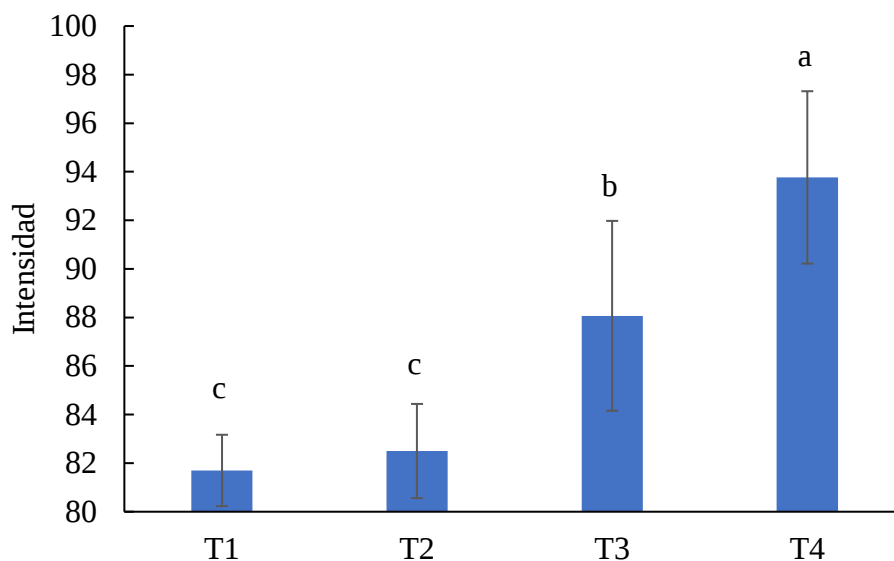
Intensidad

Basados en la norma ISO 12219-7 se establece que para detectar la intensidad de un aroma este debe permanecer durante un lapso de 10 min en un área de 4.5 m². En función de lo establecido se procedió a la toma de medidas de un aula de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción (FCIP), Carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) encontrando que el espacio a utilizarse con el área designada (4.5 m²) y logro concentrar el olor durante el tiempo especificado.

Una vez establecido el área se colocó las capsulas en un humificador y se hizo ingresar a los catadores al área designada para la cata donde estos identificaban la intensidad del aroma de acuerdo a su percepción y basados en una escala de 1 a 100 establecida en el manual (anexo 7). Los datos recopilados de esta prueba se encuentran en el anexo 6.

Figura 13

Intensidad del aroma en los diferentes tratamientos



En la figura 13, se logra observar que entre los tratamientos existe diferencia significativa ($P > 0.05$), el mayor valor (94 %) se logra por parte del tratamiento T4 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm) en tanto que el tratamiento T3 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 10 cm) muestra un 88% de intensidad de aroma, por su parte los tratamientos T2 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma indirecta y técnica de goteo a 15 cm) y T1 (50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma indirecta y técnica de goteo a 10 cm) se muestran sin diferencia significativa ($P > 0.05$) entre sí, con un porcentaje de intensidad de aroma promedio del 82.5%.

Al parecer la forma como se aplicó el alginato de sodio incide en la intensidad del aroma logrado por las capsulas, puesto que este el método directo obtiene los más altos porcentajes de intensidad de aroma, en tanto que el otro método de aplicación muestra los porcentajes más bajos.

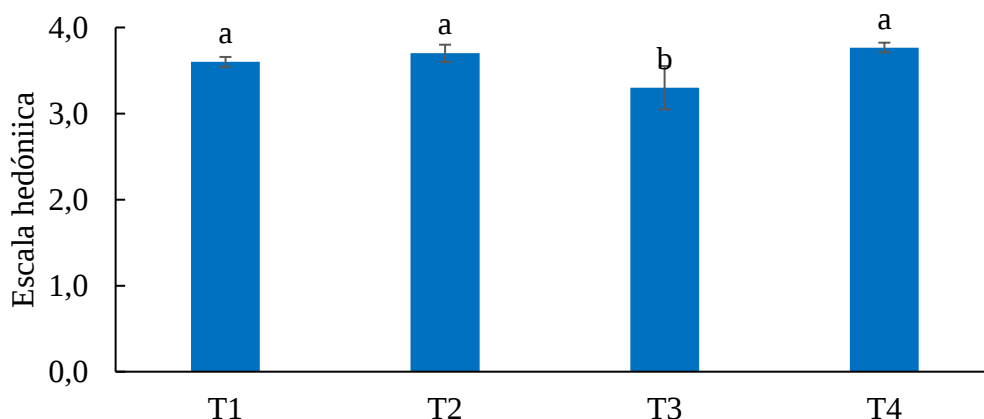
Cabe destacar que la intensidad del aroma logrado por las capsulas de forma general es elevado superior al 80 %. Lo que nos indica que estas capsulas de extracto de placenta de cacao, de acuerdo a Gutiérrez et al.(2006), cumple con algunos de los parámetros para ser utilizado como un producto aromatizante de uso cotidiano debido a su intensidad aromática en espacios cerrados o semicerrados.

Aceptabilidad del producto final

De acuerdo con el manual utilizado la mejor forma de establecer la aceptabilidad del producto es una escala hedónica dispuesta en un formulario (anexo 7) la cual permite obtener la información descrita en la tabla 21 del anexo 6.

Figura 14

Gráfico de barras de acuerdo a la aceptabilidad del aroma de las capsulas



En la gráfica 14 se observa que los tratamientos T1(3,6 pts.), T2(3,7pts.) y T4(3,76 pts.)) no presentan diferencia significativa ($P>0.05$) entre ellos, presentando un nivel de aceptabilidad en promedio de 3.7 que de acuerdo con la escala hedónica utilizada estos tratamientos para los diez panelistas es el puntaje 1= nada agradable, 2 = poco agradable, 3 = medianamente agradable, 4 = agradable y 5 = muy agradable.

Por su parte el T3 muestra un valor menor en la aceptabilidad (3.26 pts.) que de acuerdo con la escala hedónica establece que este tratamiento es medianamente agradable, siendo este tratamiento el que presenta diferencia significativa ($P>0.05$) con el resto de tratamientos.

De acuerdo con el manual se cataloga como aceptable el producto que tenga una calificación entre 3 a 5 pts. Puesto que la media encontrada fue de (3,26/ 5 pts.) se considera aun como aceptable, pero en observación. Mientras, que los tratamientos T1, T2 y T4 son los que mayormente son aceptables al ser evaporado en un humidificador según los jueces que evaluaron el producto.

Faltaría algo bibliográfico

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- No fue posible el control del proceso de forma total dentro de la fermentación de la placenta de cacao para la obtención de compuestos aromáticos, sin embargo si se identificó la temperatura y humedad relativa (HRE) que producen compuestos aromáticos relativamente homogéneos en la placenta de cacao, siempre y cuando las condiciones sean las descritas en este trabajo de investigación es decir proceso fermentativo realizado en una gaveta plástica con unas dimensiones de 34 cm de ancho x 19 cm de alto y con orificios en la parte central de la cubierta, el proceso de fermentación debe ser de 48h y las temperaturas deben ser de 27.88 ± 2.02 °C y una HRE de $82.33 \pm 3.56\%$ entre las 15 y 19 horas del proceso.
- Durante la fermentación a la placenta de cacao, se logró identificar la presencia de azúcares reductores (aldosa), estos son precursores de compuestos aromatizantes que contienen grupos aldehídos dentro de su estructura en el polvo de cacao fermentado, esto se comprobó mediante la prueba cualitativa de Fehling la que nos mostró que los tratamientos T1(20 g de placenta en polvo + 40 ml C_2H_6O + 40 ml H_2O), T2 (20 g de placenta en polvo + 40 ml C_2H_6O + 40 ml H_2O), T3 (20 g de placenta en polvo + 40 ml C_2H_6O + 40 ml H_2O) y T4 (20 g de placenta en polvo + 40 ml C_2H_6O + 40 ml H_2O) mostraron resultados positivos.
- El proceso de encapsulado mediante la técnica de coacervación con alginato de sodio ($C_6H_7O_6Na$) y cloruro de calcio ($CaCl_2$) se mostró influenciado por la altura de goteo (10 y 15 cm) y no por la forma de inmersión (directa e indirecta) dado que se observó que el tratamiento T4 con 50 ml de extracto con alginato de sodio aplicado de forma directa y técnica de goteo a 15 cm de altura mostraron el mayor diámetro de capsula 0.799.mm.
- La intensidad de aroma y aceptabilidad del producto logro valores elevados, es así que se logró un 94 % de intensidad de aroma con el tratamiento T4, además la capsula fue catalogada como un producto agradable de acuerdo a la escala hedónica (3.7/5 pts.), esto en base al criterio de 10 panelistas no entrenados y bajo los lineamientos de la norma ISO-12219-7-2017 y el Manual de evaluación sensorial de aromas, de la compañía Disaromas Ltda.

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a que existe una gran variedad de frutos de cacao, sería necesario aplicar esta metodología o alguna similar para identificar aspectos que marquen una diferencia significativa y así obtener un producto con mejores características físicas, químicas y sensoriales de este producto que nace desde la necesidad utilizar un desecho del sector agrónomo del país.
- Considerando la existencia de muchos más compuestos aromáticos se recomienda realizar análisis de mayor profundidad química con el fin de identificar más grupos aromáticos y las condiciones para que estos se mantengan en el tiempo y así contribuir a la aromaticidad del producto final.
- De acuerdo a la metodología para extraer compuestos aromáticos de un material vegetal y de encapsularlo se plantea utilizar otras técnicas que favorezcan al rendimiento y a la accesibilidad económica de este para potenciar las características aromáticas y mejorar la conservación de estos compuestos a temperaturas controladas.
- Al no tener claridad y exactitud en los resultados en la identificación de la estructura química del compuesto aromático de la familia de los aldehídos o cetonas, se recomienda realizar una prueba de absorbancia con un espectrofotómetro de Infrarrojos (IR).
- Para la aplicabilidad de las capsulas de alginato con extracto de placenta de cacao variedad CCN – 51, se recomienda usar un humidificador para potenciar el efecto aromatizante dentro de una sala o cuarto semicerrado. O en su defecto agregar las capsulas a la formulación de cualesquiera de los productos de limpieza (desinfectantes de piso, jabón solido o líquido para manos) productos de cosmetología (shampoo, cremas capilares, perfumes o colonias) y productos aromáticos comerciales (velas aromáticas, incensios, pastillas aromáticas para vehículos, entre otros).

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acero Rodríguez, H. (2002). Manual para la selección y entrenamiento básico en la evaluación sensorial de aromas , para la compañía nacional de aromas , fragancias y colorantes Disaromas Ltda. *Universidad de La Salle , Cencia Unisalle*, 96.
- Aguavil. (2012). Elaboración de galletas a partir de la harina de placenta de cacao. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIALExtensión Santo Domingo*, 181.
- Aikpokpodion, & Dongo. (2015). Effect of fermentation intensity on polyphenols and antioxidant capacity of cocoa beans. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 5(August), 66–70.
- Alkorta, I., Elguero, J., Pardo, C., Claramunt, R. M., Cornago, P., & López, C. (2003). Aromaticidad Y Heteroaromaticidad. *Instituto de Química Médica, Centro de Química Orgánica “Manuel Lora Tamayo”, CSIC*, 1–94. papers2://publication/uuid/4013D302-8F2D-420C-AD9D-E181794809DE
- Alvarado. (2014). Sustancias aromáticas en el cacao cosechado en la zona de Río Anus, municipio sucre, estado portuguesa, Venezuela. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 32, 38–43.
- Alvarado M.L., P. (2014). Sustancias aromáticas en el cacao cosechado en la zona de Río Anus, municipio sucre, estado portuguesa, Venezuela. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 32, 38–43.
- Amaguaña, & Churuchumbi. (2018). ESTANDARIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE CALÉNDULA (*Calendula officinalis*). In *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito* (Vol. 1). <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Bernal, T. (2021). *Revalorización de residuos de la Industria de Chocolate para la obtención de biomoléculas de interés industrial a partir de la cascarilla de cacao*. Universidad de Cuenca.
- Camisón, C., Cruz, S., & Gonzáles, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (A. Cañizal & E. Bazaco (eds.)). PEARSON EDUCACIÓN S.A. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/64db843c11c52aaf913a5322feafd3d8.pdf>
- Chávez, & Bejarano. (2020). *AROMATIZANTES ECOLÓGICOS PARA EL HOGAR*. UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA.

Contreras. (2016). Los compuestos aromáticos, su reactividad, sus reacciones y aplicaciones. *Instituto Politécnico Nacional de La Ciudad de Mexico*, 1–79.

Cravotto, & Cintas. (2007). Extraction of flavourings from natural sources. *Modifying Flavour in Food*, 41–63. <https://doi.org/10.1533/9781845693367.41>

Cruz, Leite, Soares, & Bispo. (2015). Bioactive compounds in different cocoa (*Theobroma cacao*, L) cultivars during fermentation. *Food Science and Technology (Brazil)*, 35(2), 279–284. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6541>

Draget, Smidsrød, & Skjåk-Bræk. (2005). Alginates from algae. In : Steinbuchel A; Rhee SK; (eds) Polysaccharides and polyamides in the food production; and patents. In *Alginates from algae*. In : Steinbuchel A; Rhee SK; (eds) Polysaccharides and polyamides in the food industries: properties, production and patents. Wiley; Weinheim. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600035.bpol6008/full>

Figueiredo, J., Silva, C. R. de P., Souza Oliveira, M. F., Norcino, L. B., Campelo, P. H., Botrel, D. A., & Borges, S. V. (2022). Microencapsulation by spray chilling in the food industry: Opportunities, challenges, and innovations. *Trends in Food Science and Technology*, 120(December 2021), 274–287. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.026>

Fuentes, Fernando, & Salomón. (2011). *Perfil del Sabor del Clon CCN51 del Cacao (Theobroma cacao L.) Producido en Tres Fincas del Municipio de San Vicente de Chucurí* Flavor Profile of Clone CCN 51 Cocoa (*Theobroma cacao* L .) Produced in Three Farms Municipality of San Vicente de Chucurí Re. 45–58. https://academia.unad.edu.co/images/investigacion/hemeroteca/PeI/volumen5_2011/perfil-del-sabor-del-clon-ccn51-del-cacao.pdf

Gaete. (2018). IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE NATURALEZA FLAVÓNICA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA UV-VIS A PARTIR DE ESTÁNDARES DE FLAVONOIDES. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A UN EXTRACTO VEGETAL COMERCIAL. In *UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO*. <http://www.tfd.org.tw/opencms/english/about/background.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0A>

Gavilanes. (2020). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN HIDROALCOHÓLICA A PARTIR DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.). In

Universidad Técnica De Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>

Giridhar. (2021). Alginates - A Seaweed Product: Its Properties and Applications. In *IntechOpen* (Vol. 11, Issue tourism, p. 13). <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>

Gonçalves. (2009). Óleos essenciais para aromaterapia Universidade do Minho Meirilane Gonçalves Coelho Óleos essenciais para aromaterapia. *Universidade Do Minho Escola de Ciências*, 24.

Google Maps. (2023). *Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Campus La María*. Recuperado de

[https://www.google.com/maps/place/Universidad+T%C3%A9cnica+Estatal+de+Quevedo+-+Campus+La+Mar%C3%ADa/@-1.0803162,-79.5014542,15z/Data=!4m6!3m5!1s0x902b51084d7ab623:0x6bcc71baac287771!8m2!3d-1.0803162!4d-79.5014542!16s%2Fg%2F11b8c476dh?Entry=.](https://www.google.com/maps/place/Universidad+T%C3%A9cnica+Estatal+de+Quevedo+-+Campus+La+Mar%C3%ADa/@-1.0803162,-79.5014542,15z/Data=!4m6!3m5!1s0x902b51084d7ab623:0x6bcc71baac287771!8m2!3d-1.0803162!4d-79.5014542!16s%2Fg%2F11b8c476dh?Entry=)

Guapulema. (2015). Utilización del aceite de coco aromatizado a base de eucalipto aromático, cedrón, cilantro, hierbaluisa, y romero; para usos culinarios. In *UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA DEL ECUADOR-UNIB.E* (Issue 16.1.2015).

Guevara. (2020). Anatomía de una vaina de cacao. *Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos, Dominio Público, Mi*, 5–24.

Gutiérrez, S., Muñoz, Y., de Villavicencio, M. N., Montelongo, I., & Bocourt, G. (2006). Desarrollo De Un Aroma En Polvo De Café. *Development of Coffee Powder Flavor.*, 16(1), 65–69.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=27986014&lang=es&site=ehost-live>

Hollas. (2004). MODERN SPECTROSCOPY Fourth Edition. In *University of Reading* (Vols. 4–7, Issue 4).

Iglesias. (2012). *EXTRACCIÓN Y ENCAPSULAMIENTO DEL AROMA DE RESIDUOS DE PIÑA MANZANA (ANANAS comosus L.) USANDO CO2 SUPERCRÍTICO*. UNIVERSIDAD DEL VALLE.

ISO 12219-7, I., & STANDARD. (2017). *INTERNATIONAL STANDARD of road vehicles and test chamber iTeh STANDARD PREVIEW iTeh STANDARD PREVIEW. 2017.*

Kamaruddin, Hakimi, Chong, Umanan, & Suleiman. (2023). Enhancement of 6-gingerol extraction from Bentong ginger using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO2 Utilization*, 72(June), 102505. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2023.102505>

Leira, & Ortiz. (2013). Identificación De Aldehídos Y Cetonas Mediante pruebas Específicas [Universidad Mariana]. In *Spain Documents*. <https://fddocuments.es/document/practica-5-reconocimiento-de-aldehidos-y-cetonas.html>

Lozano. (2014). *Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma cacao, L.) de Satipo*. 1–87. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3877>

Marilin, R., Reyes, G., Oksana, E., & Castro, R. (2019). *OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE ANTOCIANINAS CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A PARTIR DEL DESCARTE DE EXPORTACIÓN DE ARÁNDANOS PARA SER UTILIZADO COMO COLORANTE EN LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS*. Universidad San Ignacio de Loyola.

Martínez. (2017). Aceites Esenciales. *División de Publicaciones UIS*, 180.

Matamoros. (2016). Técnica de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de cosechas de cacao. *Universidad de Guayaquil*, 19.

Mcmurry, J. (2008). Química Orgánica, Cengage Learning, 7a Ed. (2008). In *Química Orgánica*.

Mestres. (2022). “El profesional de la salud debería incorporar la aromaterapia en su abanico de opciones.” *Wearephyto-Tepenic*, 1–48.

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2021). Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores (PGO). *Gobierno de Chile*, 55.

Morejón, L., Chang, J., Vallejo, C., Díaz, R., & Alvarez, A. (2018). Valor nutricional de la placenta deshidratada de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional, para la elaboración de barras nutricionales. *Conamti*, 5(11), 57–62. http://187.217.95.42/conamti/descargas/2018/15_Morejon_et_al_2018.pdf

Nogales, Fariñas, G. De, & Bertorelli, O. De. (2004). Cambios Físicos Y Químicos Durante El Secado Al Sol Del Grano De Cacao Fermentado En Dos Diseños De Cajones De Madera Physical and Chemical Changes of Sun Dried Cocoa Beans Fermented in Two Designs of Wooden Boxes. *Agronomía Trop*, 21(6), 5–20.

Pacheco, Rosado, Ancona, & Guerrero. (2008). *PERSPECTIVAS DE LA*

INMOVILIZACIÓN DE INGREDIENTES ACTIVOS POR MICROENCAPSULACIÓN. *Revista de La Facultad de Ingeniería Química*, 47(IISS 0188-5006), 25–33.

Parra. (2010). Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 63(2), 5669–5684. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602020>

Patiño, Saavedra, & Martínez. (2014). Extracción por arrastre de vapor de aceite esencial del romero. *Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia*, 239–252.

Porras, Arboleda, Baño, & Guerrero. (2022). Análisis Comparativo Del Impacto Económico Del Cultivo Del Cacao En Ecuador Del Primer Semestre 2019 Frente Al Primer Semestre 2020. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 3(5), 17–31. <https://doi.org/10.56519/rci.v3i5.54>

Química Suastes S.A. (2018). *Cloruro de calcio (ANHIDRO)* (Issue 7).

Radenković, Antić, M., Đorđević, S., & Brajda, B. (2017). π -electron content of rings in polycyclic conjugated compounds – A valence bond based measure of local aromaticity. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1116, 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.comptc.2017.01.028>

Rap, D. B., Schrauwen, J. G. M., Marimuthu, A. N., Redlich, B., & Brünken, S. (2022). Low-temperature nitrogen-bearing polycyclic aromatic hydrocarbon formation routes validated by infrared spectroscopy. *Nature Astronomy*, 6(9), 1059–1067. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01713-z>

Ríos. (2015). Uv-visible, Espectroscopia. *Universidad Autónoma Del Estado de Morelos*, 31–65.

Romeu, C. R., González, T. A., Marrero, A. L., Martín, A., Millán, V., Iglesias, G., & Campaña, H. (2000). OBTENCIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES ASISTIDOS POR LA ENERGÍA DE LAS MICROONDAS, COMPARACIÓN CON MÉTODOS. *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*, 4, 6.

Rubiano, Sebastián, Verdugo, & Cesar. (2019). *ALDEHIDOS Y CETONAS*. 4–7.

Sandoval, Mukthar, Cañetas, Peraza-, & Acereto. (2017). Introducción en los procesos de encapsulación de moléculas nutraceuticas. In *Propiedades Funcionales de hoy* (Issue February, pp. 181–218). <https://doi.org/10.3926/oms358>

Sarmiento, & Suarez. (2015). Desarrollo de geles a base de alginato de sodio con alto

contenido de ácido al-gulurónico para uso potencial como adhesivo para huesos. In *Universidad de los Andes*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/24358>

Saza, & Jiménez. (2019). Determinación de condiciones ambientales para la conservación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L) deshidratado durante el almacenamiento. *Rev Sist Prod Agroecol*. 11: 1: 2020, 2–33.

Silvina, Novello, & Hernan. (2019). Cápsulas de alginato para la protección de polifenoles presentes en el aceite esencial de orégano. *Universidad Nacional de Entre Ríos - Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30, 297–309.

Suárez, Gil, & Penagos. (2019). Incorporación de un agente aglutinante en el proceso de granulación de un producto instantáneo de chocolate y su efecto sobre la resistencia mecánica. *Revista de La Asociacion Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(46), 62–75.

Tapia. (2015). Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad arriba y ccn51 para la elaboración de una infusión. In *Universidad técnica de Ambato*.

Tapia. (2016). *EVALUACIÓN DEL MUCÍLAGO Y LA PLACENTA DE DOS VARIEDADES DE CACAO (Theobroma cacao L.) APLICANDO DOS MÉTODOS CONSERVANTES EN LA OBTENCIÓN DE MERMELADA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

Teneda. (2016). Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao. (*Theobroma cacao* L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. *Mejoramiento Del Proceso de Fermentación Del Cacao. (Theobroma Cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51*. <https://doi.org/10.56451/10334/3743>

Vázquez Alamilla, E., Ulloa Contreras, D., Ramos, J., Hernández, L., Flores Córdova, S., Rodríguez, A. Ú., & García, P. (2019). EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE FORMALDEHÍDO POR LA APLICACIÓN DE AEROSOL EN INTERIORES. *Kuxulkab* ', 6.

Weinbreck, F., Minor, M., & De Kruif, C. G. (2004). Microencapsulation of oils using whey protein/gum arabic coacervates. In *Journal of Microencapsulation* (Vol. 21, Issue 6). <https://doi.org/10.1080/02652040400008499>

Yeşiller, & Pusuluk. (2023). Electron delocalization in aromaticity as a superposition

phenomenon. *Departamento de Física, Universidad de Koç, 34450 Sarıyer, Estambul, Turquía*, 1–7. <http://arxiv.org/abs/2307.00672>

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexos 1 Fotografías del proceso de obtención de las capsulas de placenta de cacao



Corte en el extremo superior de la mazorca de cacao



Corte en el extremo inferior de la mazorca de cacao



Corte transversal a la mazorca de cacao



Extracción de la cáscara de cacao de los granos y placenta de cacao



Retiro de la cáscara de cacao de los granos y placenta de cacao



Desmonillado de la mazorca de cacao



Extracción total de la placenta de cacao de los granos y baba del cacao



Preparación de solución de cloro al 0.15 para limpieza de la placenta de cacao



Inmersión de la placenta de cacao al recipiente con la solución de cloro al 0.1%



Pesado de la placenta de cacao antes del fermentado



Fermentador artesanal con sensores de temperatura v humedad.



Control de temperatura interna de la placenta de cacao en el proceso de fermentado



Calibrado de temperatura y tiempo para secado de la placenta en la estufa



Placenta de cacao dentro de la estufa para su posterior secado



Placenta de cacao seca



Molido de la placenta de cacao



Pesado de placenta de cacao molida



Preparación de solución hidroalcohólica



Solución hidroalcohólica adicionado los 20 g de



Colocación de solución hidroalcohólica en agitador Vortex



Solución de placenta de cacao en fase de agitación



Filtrado de solución mediante papel filtro de 15 micrómetros



Separación solida – liquido de la solución agitada



Rotavapor ocupado para la extracción del concentrado



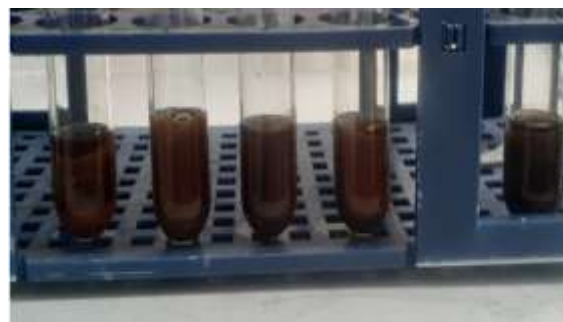
Calibrado del Rotavapor para extracción hidroalcohólica



Extractos de placenta fermentada de cacao



Extractos de placenta de cacao junto a los reactivos o soluciones A y B del ensayo de



Tubos de ensayo rellenos de cada tratamiento de los extractos obtenidos



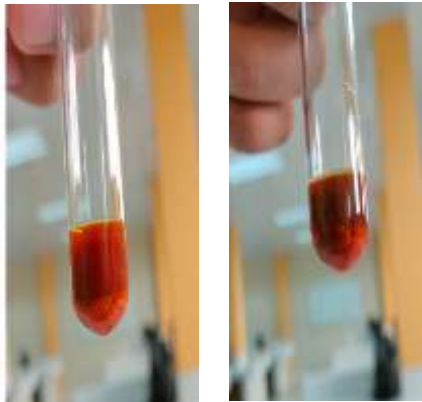
Adición del reactivo de Fehling a los tubos de ensayo con la muestra



Inmersión de los tubos de ensayo con la muestra y el reactivo de Fehling en baño maría



Reacción en la muestra al transcurrir 3 min desde la inmersión a Baño María



Reacción del ensayo en la muestra colocada a Baño María



Reacción del ensayo en la muestra no fermentada que fue colocada a Baño María



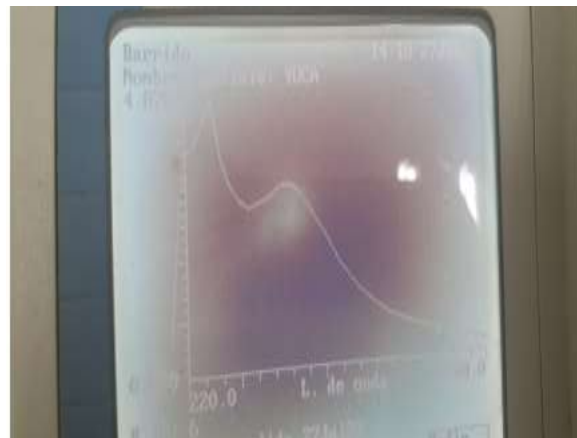
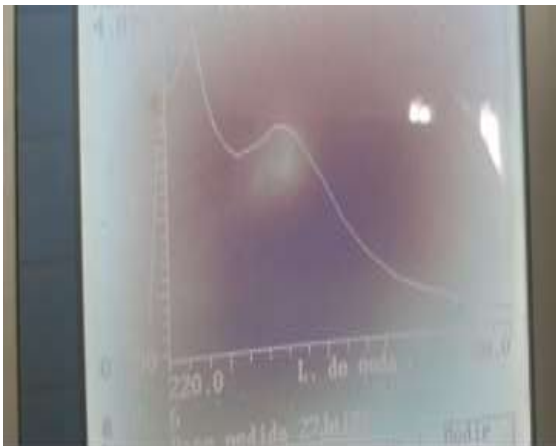
Dilución 1:75 de los extractos de la placenta de cacao obtenidos para el análisis del espectro de absorbancia



Celda de cuarzo limpia y desinfectada necesaria para el análisis



Cuadro de datos reflejado en la pantalla del espectrofotómetro UV/VISIBLE al realizar la corrida del espectro.



Gráficas reflejadas en la pantalla del espectrofotómetro UV/VISIBLE al realizar la corrida de los datos



Extracto de placenta de cacao, cloruro de calcio y alginato de sodio



Pesado de los insumos necesarios para el encapsulamiento del extracto de la placenta de cacao



Mezclado y agitación del alginato de sodio con el extracto de placenta de cacao



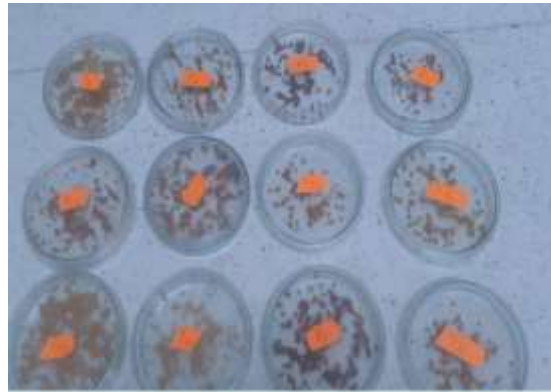
Adición del extracto con alginato de sodio a la bureta graduada para técnica de goteo



Aplicación de técnica de goteo y obtención de capsulas por coacervación

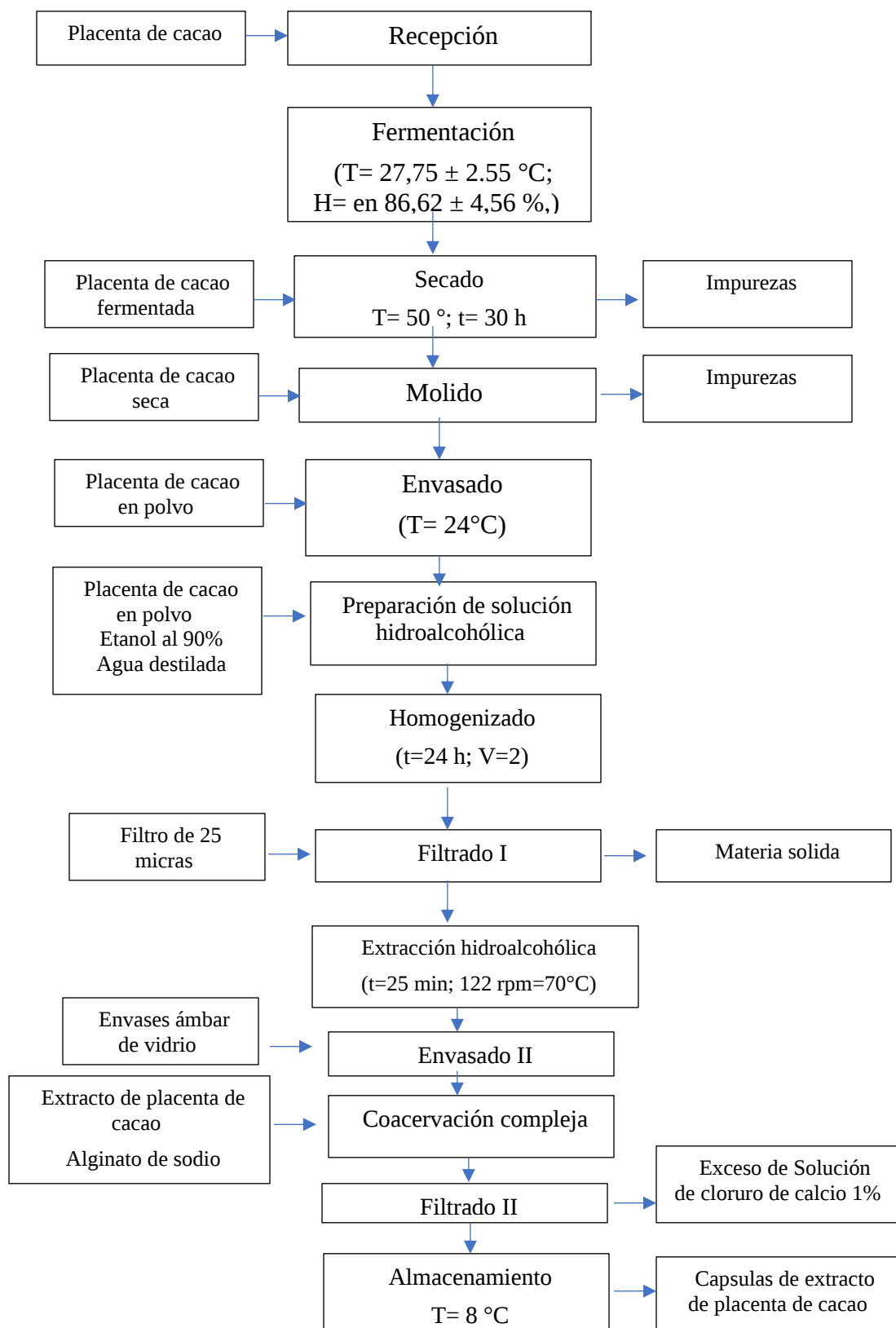


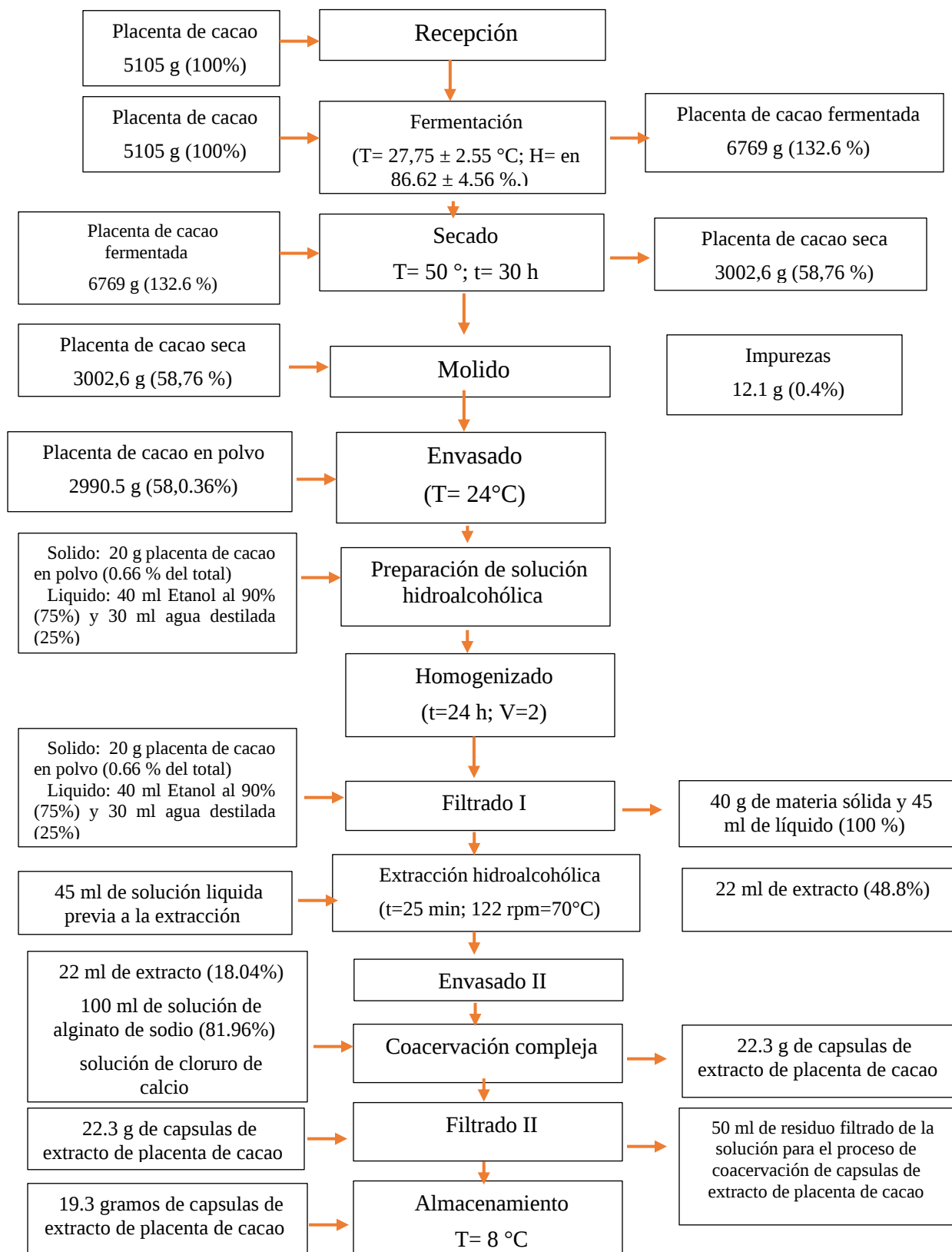
Filtrado de las capsulas para la separación de estas con la solución de cloruro de calcio.



Capsulas obtenidas del proceso de
coacervación

Anexos 2 Diagrama de proceso y de masa para la obtención de las capsulas de placenta de cacao fermentada.





Anexos 3 Tablas de ANOVA y prueba múltiple de rango de los análisis realizados

Tabla 8 ANOVA para ABS -Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	1,77251	3	0,590838	14,46	0,0037
B: BLOQUE	0,0830807	2	0,0415403	1,02	0,4165
RESIDUOS	0,245079	6	0,0408466		
TOTAL (CORREGIDO)	2,10067	11			

Tabla 9 Pruebas de Múltiple Rangos para ABS por Tratamientos

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	3	2,59333	0,017998	X
2	3	2,95967	0,017998	X
4	3	3,042	0,017998	X
1	3	3,361	0,017998	X
3	3	3,76367	0,017998	X

Tabla 10 Análisis de Varianza para Diámetro - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	0,311633	3	0,103878	7,37	0,0195
B: BLOQUE	0,05719	2	0,028595	2,03	0,2123
RESIDUOS	0,0845581	6	0,014093		
TOTAL (CORREGIDO)	0,453381	11			

Tabla 11 Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro por Tratamientos

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	3	0,359	0,0685396	X
2	3	0,48	0,0685396	X
3	3	0,559	0,0685396	X
4	3	0,799833	0,0685396	X

Tabla 12 ANOVA para Intensidad por Tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	251,532	3	83,844	14,92	0,0020
Intra grupos	39,3333	7	5,61905		
Total (Corr.)	290,865	10			

Tabla 13 Pruebas de Múltiple Rangos para Intensidad por Tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	2	81,8	X
2	3	82,5	X
3	3	88,0667	X
4	3	93,6667	X

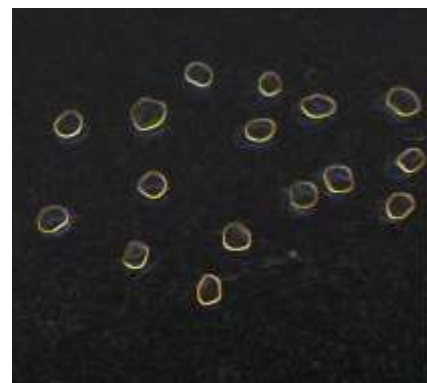
Tabla 14 Tabla ANOVA para Aceptabilidad por Tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,44303	3	0,147677	6,74	0,0179
Intra grupos	0,153333	7	0,0219048		
Total (Corr.)	0,596364	10			

Tabla 15 Pruebas de Múltiple Rangos para Aceptabilidad por Tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	3	3,26667	X
1	2	3,6	X
2	3	3,7	X
4	3	3,76667	X

Anexos 4 *Fotografías necesarias para analizar el diámetro de las capsulas*





Anexos 5 Tablas de los resultados obtenidos al analizar el diámetro de las capsulas

Tabla 16. *Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 1*

T1				
	Área	Perímetro	Angle	Length (cm)
1	0.003	0.399	2.951	0,399
2	0.004	0.440	-50.673	0,44
3	0.004	0.481	25.253	0,48
4	0.004	0.438	9.345	0,44
5	0.004	0.476	1.317	0,48
6	0.004	0.495	8.264	0,50
7	0.004	0.436	-42.709	0,44
8	0.004	0.436	-11.944	0,44
9	0.003	0.409	6.911	0,41
10	0.005	0.576	-14.432	0,58
11	0.004	0.477	-10.923	0,48
12	0.004	0.490	-55.244	0,49
13	0.004	0.493	-87.138	0,49

Tabla 17 *Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 2*

T2				
	Área	Perímetro	Angle	Length
1	0.003	0.485	44.145	0,485
2	0.004	0.589	37.933	0,589
3	0.003	0.393	20.323	0,393
4	0.002	0.328	-2.386	0,328
5	0.003	0.423	0.000	0,423
6	0.003	0.430	0.909	0,43
7	0.003	0.454	1.723	0,454
8	0.002	0.313	16.460	0,513
9	0.003	0.362	2.161	0,362
10	0.003	0.369	0.000	0,369
11	0.003	0.422	18.875	0,422
12	0.003	0.485	0.807	0,485
13	0.002	0.336	-84.174	0,336
14	0.003	0.436	20.136	0,436
15	0.002	0.327	10.840	0,327

Tabla 18 *Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 3*

T3				
	Área	Perímetro	Angle	Length
1	6,18E-01	0.365	19.938	0,365
2	6,80E-01	0.403	5.758	0,403
3	5,50E-01	0.324	-12.593	0,324
4	4,68E-01	0.277	-3.489	0,277
5	5,95E-01	0.353	10.452	0,353
6	7,09E-01	0.419	-9.009	0,419
7	6,83E-01	0.403	-41.276	0,403
8	5,36E-01	0.317	38.089	0,317
9	6,43E-01	0.380	53.637	0,38
10	5,92E-01	0.350	46.948	0,35
11	5,50E-01	0.325	27.759	0,325
12	5,70E-01	0.337	45.202	0,337
13	6,43E-01	0.380	-104.098	0,38
14	6,41E-01	0.379	31.574	0,379
15	6,07E-01	0.358	11.944	0,358
16	6,77E-01	0.401	40.914	0,401

Tabla 19 *Datos del diámetro de capsulas Tratamiento 4*

T4				
	Área	Perim.	Angle	Length
1	9,75E-01	0.577	4.014	0,977
2	9,47E-01	0.561	-8.276	0,861
3	9,55E-01	0.566	0.000	0,666
4	0.001	0.673	54.162	0,673
5	9,72E-01	0.577	-3.013	0,577
6	0.001	0.612	-13.349	0,612
7	0.001	0.718	2.420	0,718

Anexos 6. *Tabla de datos recopilados del análisis sensorial sobre intensidad y aceptabilidad.*

Tabla 20 *Datos recopilados del análisis sensorial sobre intensidad aromática.*

Muestra y numero de Jueces		Intensidad		
Jueces	Tratamientos	Repetición		
		1	Repetición 2	Repetición 3
1	1	82	80	85
1	2	81	88	80
1	3	90	90	90
1	4	95	92	100
2	1	81	81	80
2	2	82	88	80
2	3	91	90	80
2	4	95	91	100
3	1	81	80	80
3	2	80	85	80
3	3	89	92	90
3	4	94	95	95
4	1	83	80	85
4	2	81	88	80
4	3	90	90	90
4	4	95	90	98
5	1	83	80	80
5	2	80	90	85
5	3	90	90	95
5	4	94	95	100
6	1	83	80	80
6	2	80	88	80
6	3	90	90	90
6	4	95	92	95
7	1	82	80	85
7	2	82	90	85
7	3	91	88	100
7	4	94	82	95
8	1	80	80	95
8	2	81	80	80
8	3	91	80	80
8	4	95	80	80
9	1	80	80	80
9	2	80	80	80
9	3	90	80	80
9	4	96	95	95
10	1	80	80	85
10	2	81	80	80
10	3	85	80	80
10	4	95	95	100

Tabla 21 Datos recopilados del análisis sensorial sobre aceptabilidad.

Muestra y numero de Jueces		Aceptabilidad		
Jueces	Tratamientos	Repetición	Repetición 2	Repetición
		1		3
1	1	4	3	4
1	2	4	4	4
1	3	3	3	3
1	4	4	4	4
2	1	4	4	3
2	2	3	3	4
2	3	3	3	4
2	4	4	4	3
3	1	4	3	3
3	2	4	4	4
3	3	3	3	4
3	4	4	4	4
4	1	4	4	4
4	2	4	3	4
4	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	1	3	3	4
5	2	3	3	3
5	3	3	3	3
5	4	4	4	3
6	1	3	4	4
6	2	4	4	3
6	3	4	3	3
6	4	4	3	3
7	1	4	4	4
7	2	3	4	4
7	3	3	3	4
7	4	3	4	4
8	1	4	3	3
8	2	4	3	4
8	3	4	3	3
8	4	3	3	4
9	1	4	4	4
9	2	4	4	4
9	3	3	3	4
9	4	4	4	4
10	1	3	4	3
10	2	4	4	4
10	3	4	3	4
10	4	4	4	4

Anexos 7 Modelo de formulario para la prueba descriptiva simple de olores ejecutado para las capsulas de placenta de cacao fermentada.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS EN LA INDUSTRIA
Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



Prueba de descripción de olores/ Análisis descriptivo simple

Nº PRUEBA: _____

NOMBRE: _____

FECHA: _____

CODIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

CÓDIGO	COMPUESTO	DESCRIPCIÓN DE EVALUACION DEL OLOR
	Extracto de placenta de cacao	
	Extracto de placenta de cacao	
	Extracto de placenta de cacao	
	Extracto de placenta de cacao	

I. RECOLECCIÓN DE DATOS
(1=Nada agradable, 2=Poco agradable, 3= Medianamente Agradable, 4= Agradable, 5= Muy Agradable), si elige el rango de 3 a 5, si considera como aceptable el producto).

No.	Puntaje (1-5)	% intensidad (1-100%)	Aceptado SI - NO	Tiempo de concentración aromática
1				
2				
3				
4				

OBSERVACIONES _____

NOMBRE DEL RESPONSABLE, DARWIN ROSERO MASEIRA

FIRMA: DEL EVALUADO _____