



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA

TEMA:

ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CHONTADURO (*Bactris gasipaes*)
PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

LINEA DE INVESTIGACIÓN

CIENCIAS BÁSICAS, BIOCONOCIMIENTO Y DESARROLLO INDUSTRIAL.

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

AUTORES:

ORELLANA ALVARADO MARÍA NICOLE
RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS

TUTOR(A):

Q.F JIMENEZ GRANIZO FRANCISCA PATRICIA Mg

CO-TUTOR

Q.F. MARÍA JOSÉ MORALES ESTUPIÑÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022

ANEXO XI. FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CHONTADURO (<i>Bactris gasipaes</i>) PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS		
AUTORES	ORELLANA ALVARADO MARÍA NICOLE RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS		
DOCENTE TUTOR Y DOCENTE REVISOR	Q.F Jimenez Granizo Francisca Patricia Mg Q.F. Castillo Mendoza Bolívar Enrique.		
INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL – QUÍMICO Y FARMACÉUTICO		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2022	No. DE PÁGINAS:	82
ÁREAS TEMÁTICAS:	INVESTIGACIÓN		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Bactris gasipaes Kunth, arecáceas, nutricional, vitaminas,minerales Bactris gasipaes Kunth, arecaceae, nutritional, vitamins, minerals		
RESUMEN <i>Bactris gasipaes Kunth</i> es una planta-palmera de la familia de las arecáceas, nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América. En el Ecuador este fruto se encuentra en bosques húmedos tropicales, subtropicales de la Costa y en bosques semisecos de las provincias de Manabí, El Oro, Loja y Los Ríos. Se conocen pocos estudios de los frutos de esta palmera, en nuestro estudio se realizaron ensayos experimentales relacionados con la composición química de este fruto con el fin de completar dichas investigaciones previas, revelando los mismos que <i>Bactris gasipaes</i> es una excelente alternativa nutricional que promueve la salud, específicamente por sus diferentes componentes como minerales, vitaminas, proteína, aminoácidos, ácidos grasos, etc.			
ADJUNTO PDF:	☒	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0968223328 0968363520		E-mail: nicoleorellana97@hotmail.com oliverrodriguez2000@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Teléfono: (04) 2293680 E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		

ANEXO VI.- CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Guayaquil, 07 de Septiembre del 2022

Sra. Q. F María Auxiliadora Alarcón Perasso Mgs.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. – GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de integración curricular **“Estudio nutricional de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*), proveniente de la provincia de Esmeraldas.”**, de los estudiantes **ORELLANA ALVARADO MARIA NICOLE** con C.I. **0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con C.I. **0941056467**, indicando que han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de integración curricular con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de integración curricular, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que los estudiantes están aptos para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

FRANCISCA
PATRICIA JIMENEZ

Firmado digitalmente por
FRANCISCA PATRICIA
JIMENEZ GRANIZO
Fecha: 2022.09.07 22:19:34
-05'00'

Q.F. Jiménez Granizo Francisca Patricia Mg.

Tutor de Trabajo de Integración Curricular

C.I. 0906023924

FECHA: 07 de septiembre del 2022

ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 14 de Septiembre del 2022

Sra. Q. F María Auxiliadora Alarcón Perasso Mgs.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. – GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de integración curricular **“Estudio nutricional de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*), proveniente de la provincia de Esmeraldas.”**, de los estudiantes **ORELLANA ALVARADO MARIA NICOLE** con C.I. **0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con C.I. **0941056467**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 19 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de integración curricular. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

BOLIVAR ENRIQUE
CASTILLO
MENDOZA

Q.F. Castillo Mendoza Bolívar Enrique.

Docente tutor revisor

C.I. 0802274977

FECHA: 14 de Septiembre del 2022

ANEXO VII. - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Q.F Jiménez Granizo Francisca Patricia Mg.**, tutor del trabajo de integración curricular certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por **ORELLANA ALVARADO MARÍA NICOLE** con C.I. **0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con C.I. **0941056467**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químico Farmacéutico.

Se informa que el trabajo de integración curricular: **“ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CHONTADURO (*Bactris gasipaes*) PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio **TURNITIN** quedando el **3%** de coincidencia.



FRANCISCA
PATRICIA JIMENEZ

Firmado digitalmente por
FRANCISCA PATRICIA
JIMENEZ GRANIZO
Fecha: 2022.09.07 22:19:34
-05'00'

Q.F Jiménez Granizo Francisca Patricia Mg
Tutor de Trabajo de Integración Curricular
C.I. 0906023924
FECHA: 07 de septiembre del 2022



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Oliver Y Nicole Rodriguez Y Orellana
Título del ejercicio:	TESIS CICLO- 2022
Título de la entrega:	ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CHONTADURO
Nombre del archivo:	TESIS_RODRIGUEZ_Y_ORELLANA.pdf
Tamaño del archivo:	289.18K
Total páginas:	35
Total de palabras:	9,177
Total de caracteres:	50,299
Fecha de entrega:	07-sept.-2022 07:05p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	1894719284

CAPÍTULO I. PROBLEMA
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
A nivel mundial existen diversos tipos de origen vegetal tales como frutas, hojas, tallos, raíces, entre otros, que dentro de su composición biológica presentan compuestos con aptitud nutricional para el organismo humano, es decir, son saludables. En los últimos tiempos se han desarrollado estudios sobre frutas tropicales y otros productos, resaltando la presencia de importantes macronutrientes y micronutrientes que favorecen la salud y el bienestar humano y que a su vez se han desarrollado suplementos alimenticios, entre otros productos.
La Organización de las Naciones Unidas (ONU) manifiesta que una de las principales causas de la pobreza y la desigualdad en el mundo es el acceso limitado a los alimentos saludables y nutritivos. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el consumo de frutas tropicales proporciona beneficios a la salud del consumidor debido a sus propiedades nutritivas, minerales, grasas saludables, entre otros (Pérez, 2018).
Asimismo, el 90% de la producción de frutas tropicales en el mundo proviene de países en desarrollo, donde se ha observado un aumento en el consumo de frutas tropicales y en la producción de frutas tropicales, lo que ha llevado a un aumento en la producción de frutas tropicales en los países en desarrollo. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el consumo de frutas tropicales proporciona beneficios a la salud del consumidor debido a sus propiedades nutritivas, minerales, grasas saludables, entre otros (Pérez, 2018).
En Ecuador existe una gran biodiversidad de especies y variedades de frutas tropicales, lo que ha llevado a un aumento en la producción de frutas tropicales en el país. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el consumo de frutas tropicales proporciona beneficios a la salud del consumidor debido a sus propiedades nutritivas, minerales, grasas saludables, entre otros (Pérez, 2018).
En Ecuador existe una gran biodiversidad de especies y variedades de frutas tropicales, lo que ha llevado a un aumento en la producción de frutas tropicales en el país. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el consumo de frutas tropicales proporciona beneficios a la salud del consumidor debido a sus propiedades nutritivas, minerales, grasas saludables, entre otros (Pérez, 2018).

ANEXO XV.- APROBACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, 07 de Septiembre del 2022

En calidad de tutor de Trabajo de Titulación, Certifico: que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **“Estudio nutricional de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*), proveniente de la provincia de Esmeraldas.”**, presentado por **ORELLANA ALVARADO MARIA NICOLE** con C.I. **0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con C.I. **0941056467**, previo a la obtención del título de Químico y Farmacéutico.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de antiplagio del programa Turnitin, quedando el 3% de coincidencia. Lo certifico:



FRANCISCA
PATRICIA JIMENEZ

Firmado digitalmente por
FRANCISCA PATRICIA
JIMENEZ GRANIZO
Fecha: 2022.09.07 22:19:34
-05'00'

Q.F Jiménez Granizo Francisca Patricia Mg
Tutor de Trabajo de Integración Curricular
C.I. 0906023924

FECHA: 07 de septiembre del 2022

ANEXO XI.- CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Guayaquil, 14 de Septiembre del 2022

Habiendo sido nombrado **Q.F. Castillo Mendoza Bolívar Enrique**; tutor revisor del Trabajo de Titulación: “**Estudio nutricional de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*), proveniente de la provincia de Esmeraldas.**”, certifico que el presente Trabajo de Titulación elaborado por **ORELLANA ALVARADO MARIA NICOLE** con **C.I. 0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con **C.I. 0941056467**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS, en la Carrera de Química y Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido REVISADO Y APROBADO en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**BOLIVAR ENRIQUE
CASTILLO
MENDOZA**

Q.F. Castillo Mendoza Bolívar Enrique.
Docente tutor revisor
C.I. 0802274977
FECHA: 14 de Septiembre del 2022

ANEXO XVI.- CERTIFICADO DEL TRIBUNAL ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL

Guayaquil, 05 de octubre del 2022

El tribunal de sustentación del trabajo de titulación de los estudiantes **ORELLANA ALVARADO MARIA NICOLE** con **C.I. 0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con **C.I. 0941056467**, después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el trabajo de titulación.



Firmado electrónicamente por:
**BOLIVAR ENRIQUE
CASTILLO
MENDOZA**



Firmado electrónicamente por:
**ANA DE LAS
MERCEDES GRIJALVA
ENDARA**

Q.F. Castillo Mendoza Bolivar Enrique M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Q.F. Ana Grijalva Endara M.Sc.
MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**JOSE ARCADIO
ZAMORA LABORDE**



Firmado electrónicamente por:
**FRANCISCO XAVIER
PALOMEQUE ROMERO**

Q.F. José Zamora Laborde M.Sc.
MIEMBRO 3 DEL TRIBUNAL

Abg. Francisco Palomeque Romero, Mg.
SECRETARIO GENERAL

**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Nosotros, **ORELLANA ALVARADO MARÍA NICOLE** con C.I. **0931951453** y **RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS** con C.I. **0941056467** certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de integración curricular, cuyo título es **“Estudio nutricional de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*), proveniente de la provincia de Esmeraldas.”** son de nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo/amos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.



ORELLANA ALVARADO MARÍA NICOLE

0931951453



RODRIGUEZ MARCILLO OLIVER ADONYS

094105646

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que siempre guía mis pasos, me da las fuerzas y la sabiduría que necesito para continuar y es el que me permite lograr este objetivo. A mis padres que gracias a su esfuerzo he logrado lo que me he propuesto y que día a día siguen apoyándome, ellos son partícipes de este proceso. A mis amigos cercanos que vivieron y crecieron junto a mí en estos cinco años de formación académica, que me brindaron su amistad, sinceridad y apoyo. Por último, se lo dedico a mi abuelita que, aunque ya no esté presente siempre me brindó su amor y sus consejos de madre.

MARÍA NICOLE ORELLANA ALVARADO

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de luchar siempre por mis sueños sin importar los obstáculos encontrados en el camino.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos sin interés de por medio.

OLIVER ADONYS RODRIGUEZ MARCILLO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios puesto que sin el nada es posible, a mis padres que han sido un pilar fundamental que me han movido y motivado a ser cada día mejor persona, agradezco especialmente a mi amada abuelita quien contribuyó con sus enseñanzas y confió en mis capacidades, sus consejos fueron invaluable los cuales han sido de gran ayuda.

A mi mejor amigo y hermano Víctor Medina que en el transcurso de la carrera siempre estuvo dispuesto a mí en ayudarme y darme motivación, quien me ayudo con sus conocimientos y pudo convertir mis debilidades en fortalezas.

A la facultad de Ciencias Químicas y a todos sus formadores por haber contribuido en este proceso, compartiendo todos sus conocimientos de la mejor manera, a la Q.F Patricia Jiménez y al Q.F Carlos Valdivieso por haber guiado y asesorado nuestro trabajo de titulación.

Por último y no menos importante quiero agradecer a la Q.F María José Morales puesto que ha sido muy importante en mi vida estudiantil y profesional, quien me brindó la oportunidad, las herramientas y toda su experiencia para crecer y forjarme con la disciplina que eso conlleva. Con certeza puedo afirmar que ha sido la mejor docente que tuve la bendición de conocer.

MARÍA NICOLE ORELLANA ALVARADO

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A la facultad de Ciencias Químicas y a todos los docentes, por haber contribuido en este proceso, compartiendo todos sus conocimientos de la mejor manera, a la Q.F Patricia Jiménez y al Q.F Carlos Valdivieso por haber guiado y asesorado nuestro trabajo de titulación.

Agradezco a la Dra Sandra Recalde Luna que en calidad de docente me enseñó muchas cosas y con su sabiduría, conocimiento y apoyo, me ayudaron a salir adelante.

A mis amigos que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, al Q.F. Jorge Pérez Lima, a la Q.F. Teresa Yulán Vera y a la Q.F. Yannine Auad Mieles por su ayuda totalmente desinteresada, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

OLIVER ADONYS RODRIGUEZ MARCILLO

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XX
Abstract	XXI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.- PROBLEMA	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivos generales.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 HIPÓTESIS	4
1.6 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES.....	4
CAPITULO II - MARCO TEÓRICO	6
2.1 ORIGEN DE <i>Bactris gasipaes</i>	6
2.2 DISTRIBUCIÓN DE <i>Bactris gasipaes</i> EN AMÉRICA LATINA	6
2.3 <i>Bactris gasipaes</i> EN EL ECUADOR	7
2.4 TAXONOMÍA	8
2.5 CARACTERÍSTICAS DE FLORES, FRUTO, PLANTA Y CULTIVOS.....	8
2.5.1 Cultivo	8
2.5.2 Planta	9
2.5.3 Flores	10
2.5.4 Fruto	10
2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE <i>Bactris gasipaes</i>	11
2.7 TÉCNICAS EMPLEADAS.....	15
2.7.1 AOAC INTERNATIONAL principal programa de métodos.....	15
2.7.2 Análisis nutricional.....	16
2.7.3 Técnicas Espectroscópicas.....	16
2.7.4 Técnicas cromatográficas.....	17
2.7.5 Técnicas para determinaciones físico-químicas.....	17
2.8 BENEFICIOS NUTRICIONALES	19
2.8.1 Frutas	19
2.8.2 Vitaminas.....	19
2.8.3 Minerales	20
2.8.4 Proteína	21
2.8.5 Aceites/grasas y ácidos grasos.....	21

CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO.....	23
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
3.2 MUESTRA.....	23
3.2.1 Lugar de muestreo de chontaduro	23
3.2.2 Recolección y traslado de la muestra.....	24
3.2.3 Tratamiento de la muestra	24
3.3 EQUIPOS, APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS	24
3.3.1 Equipos.....	24
3.3.2 Aparatos	24
3.3.3 Materiales	25
3.3.4 Reactivos.....	25
3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	26
3.4.1 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICOS.....	26
3.4.2 ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICOS	35
3.4.3 ANÁLISIS PROXIMAL	36
CAPITULO 4 - RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
4.1 Ejecución de ensayos fisicoquímicos (análisis proximal) de la pulpa de Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>).....	38
4.2 Análisis Espectrofotométricos presente en la pulpa del Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>).....	39
4.2.1 Cuantificación de minerales	39
4.3 Análisis Cromatográficos en la pulpa del Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>)	40
4.3.1 Determinación de aminoácidos	40
4.3.2 Determinación de perfil de ácidos grasos.	42
4.3.3 Determinación de vitaminas.....	43
4.3.4 Determinación de azúcares.	44
Conclusión	45
Recomendaciones	46
Bibliografía.....	47
ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

TABLA I. Conceptualización De Variables	4
TABLA II Taxonomía De <i>Bactris Gasipaes</i>	8
<i>TABLA III Composición Química Mesocarpio De Bactris Gasipaes</i>	12
TABLA IV Parámetros Del Aceite De <i>Bactris Gasipaes</i>	13
TABLA V Ácido Grasos En <i>Bactris Gasipaes</i>	13
TABLA VI Análisis Proximal De Harina De <i>Bactris Gasipaes</i>	14
TABLA VII Contenido De Minerales De <i>Bactris Gasipaes</i>	14
TABLA VIII Contenido De Aminoácidos De <i>Bactris Gasipaes</i>	15
TABLA IX Componentes Del Perfil De Aminoácidos.....	31
TABLA X Condiciones De Trabajo Análisis De Minerales	35
TABLA XI Condiciones De Trabajo Análisis De Fósforo.....	36
TABLA XII Análisis Proximal.....	38
TABLA XIII Contenido De Minerales	39
TABLA XIV Contenido De Aminoácidos En Fruto	40
TABLA XV Contenido De Ácidos Grasos	42
TABLA XVI Contenido De Vitaminas	43
TABLA XVII Contenido De Azúcares En Fruto.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribución de <i>Bactris gasipaes</i> en Ecuador.....	7
Figura 2 - (A) Palmera, (B) fruto y (C) espinas en tronco de <i>Bactris gasipaes</i> ...	9
Figura 3 - Flores de <i>Bactris gasipaes</i>.....	10
Figura 4 - Frutos de <i>Bactris gasipaes</i>	11
Figura 5 - Semillas de <i>Bactris gasipaes</i>	11
Figura 6 - Ubicación de la toma de muestra	23

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis Proximal.....	38
Gráfico 2. Contenido de Minerales	39
Gráfico 3. Contenido de aminoácido	41
Gráfico 4. Contenido de Ácidos Grasos.....	42
Gráfico 5. Contenido de Vitaminas	43
Gráfico 6. Contenido de azúcares	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Curva De Calibración De Colesterol	49
Anexo 2. Curva De Calibración De Vitamina D	49
Anexo 3. Curva De Calibración Y Cromatograma De Vitamina C	50
Anexo 4. Curva De Calibración Y Cromatograma De Vitaminas B	51
Anexo 5. Curva De Calibración De Vitamina A	53
Anexo 6. Curva De Calibración De Fructosa.....	53
Anexo 7. Curva De Calibración De Glucosa.....	54
Anexo 8. Curva De Calibración De Sacarosa.....	54
Anexo 9. Cromatogramas Del Perfil De Aminoácidos.....	55
Anexo 10. Cromatograma Del Perfil De Ácidos Grasos	56
Anexo 11. Curva De Calibración De Zinc (Zn).....	56
Anexo 12. Curva De Calibración De Magnesio (Mg).....	57
Anexo 13. Curva De Calibración De Calcio (Ca)	57
Anexo 14. Curva De Calibración De Sodio (Na)	58
Anexo 15. Curva De Calibración De Potasio (K)	58
Anexo 16. Curva De Calibración De Manganeso (Mn).....	59
Anexo 17. Curva De Calibración De Hierro (Fe).....	59
Anexo 18. Curva De Calibración De Cobre (Cu)	60
Anexo 19. Curva De Calibración De Fosforo (P).....	60

RESUMEN

Bactris gasipaes Kunth es una planta-palmera de la familia de las arecáceas, nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América. En el Ecuador este fruto se encuentra en bosques húmedos tropicales, subtropicales de la Costa y en bosques semisecos de las provincias de Manabí, El Oro, Loja y Los Ríos.

Se conocen pocos estudios de los frutos de esta palmera, en nuestro estudio se realizaron ensayos experimentales relacionados con la composición química de este fruto con el fin de completar dichas investigaciones previas, revelando los mismos que *Bactris gasipaes* es una excelente alternativa nutricional que promueve la salud, específicamente por sus diferentes componentes como minerales, vitaminas, proteína, aminoácidos, ácidos grasos, etc.

Estudios adicionales realizados en la pulpa han demostrado que el fruto posee propiedades nutricionales, además de no contener azúcares ni colesterol lo cual lo hace un alimento sano para la salud.

Palabras claves: *Bactris gasipaes* Kunth, arecáceas, nutricional, vitaminas, minerales

Abstract

Bactris gasipaes Kunth is a plant-palm tree of the Arecaceae family, native of tropical and subtropical regions of America. In Ecuador, this fruit has been discovered in tropical and subtropical humid forests on the coast and in semi-dry forests in the provinces of Manabí, El Oro, Loja and Los Ríos.

Some studies have revealed that this palm is little known, in our study, experimental tests related to the chemical composition of this fruit were performed in order to complete these previous investigations, revealing that *Bactris gasipaes* is an excellent nutritional alternative that promotes health, specifically due to its different components such as minerals, vitamins, proteins, amino acids, fatty acids, etc.

Additional studies carried out on the pulp have shown that the fruit has nutritional properties. In addition, chontaduro not contain sugars or cholesterol, which makes it a healthy food for health.

Keywords: *Bactris gasipaes Kunth*, arecaceae, nutritional, vitamins, minerals

INTRODUCCIÓN

El país gracias a su diversidad climática ofrece una amplia gama de productos que no han sido explotados, por desconocimiento de sus beneficios, un ejemplo de ello es el Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Varios estudios han demostrado que el fruto del chontaduro (*Bactris gasipaes*) contiene un elevado valor nutricional, sin embargo, en el Ecuador no existe la cultura de su consumo, como se distingue en otros países de América del Sur y Centroamérica

El chontaduro es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo. Su contenido de 2,5 a 4,8 por ciento de proteína de alta calidad y la cantidad de aminoácidos esenciales que posee; por su fina grasa, constituida por aceites no saturados y el alto contenido de fósforo, vitamina A, calcio y hierro, vitaminas B y C, lo hacen uno de los alimentos más completos.

La composición del fruto de chontaduro posee diferentes tipos de ácidos entre los que se comprende los ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados, oleicos y linolénico en donde la concentración de las mismas, dependerán del estado en el que se coseche el fruto, los cuales son muy significativos para alcanzar un estilo de vida saludable y equilibrado.

Además, el chontaduro presenta un sin número de beneficios para la salud y puede ser suministrado como medicina natural a través de bebidas o de alimentos para personas que presentan principios de anemia, falta de apetito, problemas digestivos, pérdida de memoria y de la concentración, rejuvenecimiento de tejidos, además de ser un conocido estimulador de las glándulas de secreción interna como los ovarios, la próstata y gónadas, también la chonta es proveedora del aceite de almendras el cual es utilizado para el tratamiento de enfermedades óseas tales como la artritis y el reumatismo.

En Ecuador las plantaciones de chontaduro no son muy habituales estando concentradas la mayor parte en las regiones selváticas y costeras, por lo que se estima que existe alrededor de 15358 hectáreas destinadas al cultivo de palmito.

CAPITULO I.- PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial existen diversas especies de origen vegetal tales como frutos, hojas, tallos, raíces, entre otros, que dentro de su composición bioquímica encontramos componentes con aportes nutricionales para el organismo humano realmente considerables. En los diversos continentes existen estudios realizados a frutos propios y otros introducidos, revelando la presencia de importantes macro y micronutrientes con funciones destacadas para el ser humano y que a base de ellos se han elaborado suplementos alimenticios, entre otros productos.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) menciona que uno de cada tres países en desarrollo presenta estándares bajos de nutrición debido al poco aprovechamiento de alimentos con aportes nutricionales, provocando afecciones a la población infantil tales como déficit durante su crecimiento y trastornos cognitivos (ONU, 2019).

En diferentes países como Estados Unidos, México, Argentina, incluso en países del continente europeo presenta una gran variedad de frutos tropicales con un elevado aporte nutricional, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el consumo de estos frutos tropicales proporciona favorables beneficios a la salud del consumidor debido a compuestos como vitaminas, minerales, grasas saludables, entre otros (Fernández, 2018).

Aproximadamente el 99% de la producción de frutas tropicales se da en países en constante desarrollo, cultivadas en su mayoría por agricultores locales y esto se ha convertido en una forma de ingreso económico, actualmente el 58 % de la producción de frutas tropicales proviene de varias localidades Asiáticas, un 25% es procedente de regiones Americanas y con un 16% del total de la producción de frutas tropicales pertenecen al continente Africano según lo indicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (FAO, 2017).

En Ecuador existe una gran biodiversidad de vegetación y ecosistemas debido a los tipos de clima que hacen del país un lugar privilegiado para el desarrollo de una gran variedad de frutos y vegetales para el consumo humano. Todo tipo de fruto bajo un buen estudio de producción, cosecha y mercadeo puede darse a conocer en el mercado nacional, uno de los productos mínimamente comercializados es el Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

El poco conocimiento sobre la palma del chontaduro es el principal inconveniente en la sociedad, su explotación en el ámbito comercial y culinario aportaría muchos beneficios económicos y para la salud debido a la presencia de macromoléculas y micromoléculas como aminoácidos esenciales, ácidos grasos saludables, vitaminas, minerales, entre otros componentes vitales para el ser humano. Por esta razón, el objetivo de este trabajo investigativo es dar a conocer el aporte nutricional que presenta el Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál de los macro y micronutrientes presentes en la pulpa de Chontaduro (*Bactris gasipaes*) podrían generar un interés para la industria alimentaria y farmacéutica?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación se realiza con la intención de proporcionar información a la sociedad local acerca del beneficio que se obtiene al consumir el Chontaduro (*Bactris gasipaes*), debido al poco conocimiento y uso de esta especie vegetal en cuanto al aporte proporcionado como parte de la alimentación básica.

La tendencia dietética actual es totalmente incompatible con la dieta nutricionalmente equilibrada que se debe adoptar, debido a que cada vez se introducen más formas de consumo de alimentos. Estas formas tienen un efecto adverso en quienes la consumen, pero disfrutan de la deliciosa comida, porque conduce a más alimentos que tienden a contener ciertas sustancias químicas durante el proceso de preparación. Estas sustancias químicas tienen características potenciadoras del sabor, en comparación con productos de sabor y características nutricionales inferiores.

La presencia de macronutrientes y micronutrientes en el Chontaduro (*Bactris gasipaes*) tales como proteínas, aceites, energía, vitaminas liposolubles, vitaminas hidrosolubles y minerales; son todos necesarios para mantenerse saludable y fuerte. Además, el chontaduro contiene ingredientes que contribuyen al desarrollo de la masa muscular y producen mucha energía, lo que lo hace efectivo para cualquier tipo de personas en actividades deportivas.

Se dará información acerca del valor alimenticio obtenido al ingerir la pulpa del Chontaduro (*Bactris gasipaes*), con la finalidad de reducir la falta de conocimiento del

fruto y con ello que las personas no ignoren la existencia de esta alternativa de alimentación, la cual puede ser implementada en la dieta diaria.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos generales

Determinar los componentes nutricionales presentes en la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) procedente de la provincia de Esmeraldas.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar mediante técnicas cromatográficas la cantidad de aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, colesterol y azúcares presentes en la pulpa del Chontaduro (*Bactris gasipaes*).
2. Cuantificar la cantidad de minerales presente en la pulpa del Chontaduro (*Bactris gasipaes*) aplicando técnicas espectrofotométricas.
3. Ejecutar ensayos fisicoquímicos (análisis proximal) de la pulpa de Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

1.5 HIPÓTESIS

El perfil vitamínico presente en la pulpa de Chontaduro (*Bactris gasipaes*) es de gran interés en la industria farmacéutica y alimentaria debido a su gran contenido en comparación a los demás macro y micronutrientes.

1.6 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla I se describe las variables de la presente investigación.

TABLA I. Conceptualización De Variables

TIPO	VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES
DEPENDIENTE	Análisis proximal	Cuantificación de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en productos alimenticios.	Porcentaje (%)
	Análisis espectrofotométricos	Cuantificación de minerales (K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, P) y almidón.	Partes por millón (ppm) Porcentaje (%)
	Análisis Cromatográficos	Determinación de aminoácidos, vitaminas hidrosolubles, colesterol, perfil de azúcares y perfil de ácido grasos	Partes por millón (ppm) Porcentaje (%)

INDEPENDIENTE	Especie de fruto Tropical	Especies nativas en climas tropicales o subtropicales	<i>Bactris gasipaes</i> (chontaduro).
----------------------	--------------------------------------	---	--

Fuente: Autores

CAPITULO II - MARCO TÉORICO

2.1 ORIGEN DE *Bactris gasipaes*

Bactris gasipaes Kunth es una planta-palmera de la familia de las arecáceas, de hasta 20 m de alto, nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América. Fue una de las primeras plantas domesticadas para la tala por los pueblos indígenas en la época precolombina, en el sudoeste amazónico que posteriormente fue utilizada para la extracción del aceite de sus frutos con la finalidad de desarrollar coproductos (Felisberto, 2020).

A *Bactris gasipaes* también se la conoce como el chontaduro, pupunha (pupuña), pijuayo, pixbae, cachipay, pejibaye y tembe. Su fruto se aprovecha de diversas maneras ya que su drupa es de gran valor alimentario, su madera y el cogollo tierno se cosecha para extraer el palmito (Felisberto, 2020).

2.2 DISTRIBUCIÓN DE *Bactris gasipaes* EN AMÉRICA LATINA

En varios países de América del sur específicamente en Colombia se consume en gran cantidad. En el Tambo (Colombia), en el Departamento del Cauca, se produce la mayor cantidad de chontaduro en la región (Academic, 2018).

En Venezuela, concretamente en la región al sur del Orinoco le denomina "pijiguao" o "pichiguao" a esta especie de palma (Academic, 2018).

En el Perú es abundante en la selva baja de la Amazonía Peruana, su fruto es muy consumido por los habitantes amazónicos, por otro lado, de su cogollo se extrae la chonta o palmito para consumo local y de exportación (Academic, 2018).

En Bolivia se lo conoce con el nombre de tembe (Academic, 2018).

En los Estados Unidos es conocido como peach palm fruit pero no es tan consumido (Academic, 2018).

En la región de Centroamérica, principalmente en Costa Rica es muy popular y se consume con mayonesa, es conocido popularmente como pejibaye. En Panamá es muy abundante en las tierras bajas donde se consume el fruto, que se cocina previamente en agua con sal y se expende en tiendas, mercados y kioscos (Academic, 2018).

Actualmente, la planta produce dos cultivos alimentarios con potencial comercial: las frutas que forman parte de la dieta diaria de las poblaciones de las

regiones del norte de Brasil; y el palmito (localmente conocido como “palmito de pupunha”), como fuente de fibra para la dieta brasileña (Felisberto, 2020).

2.3 *Bactris gasipaes* EN EL ECUADOR

En el Ecuador este fruto se encuentra en bosques húmedos tropicales, subtropicales de la Costa a 50 –1300 m de altitud y en bosques semisecos de las provincias de Manabí, El Oro, Loja y Los Ríos. En el 2004 se cultivó la primera población de chontilla en la Amazonía ecuatoriana, en la cuenca del alto Nangaritza (900 –1200 m de altitud, Zamora- Chinchipe) (Rosas, 2018).

En la provincia de Santo Domingo se encuentra en la zona oriental, donde muchas etnias indígenas como los Shuar, Quichua utilizan la Palma de Chonta para la preparación de la chicha. También se consume el palmito y las hojas para colorar canastos (Academic, 2018).

La mayoría de los cultivos de *Bactris gasipaes* se encuentran ampliamente distribuidos en las regiones tropicales húmedas.

En la Figura 1 se puede observar la distribución de la especie en Ecuador de acuerdo a las coordenadas geográficas tomadas de la base de datos de los herbarios QCA (Quito, PUCE), AAU (Universidad de Aarhus, Dinamarca) y MO (Tropicos®, Missouri Botanical Garden) (Rosas, 2018).

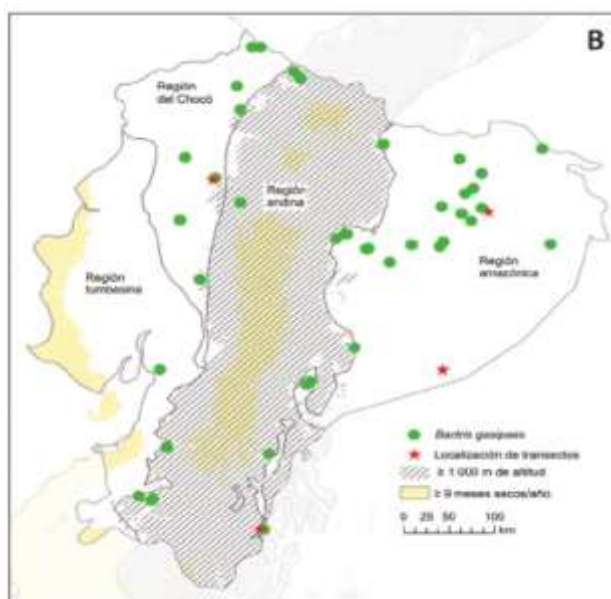


Figura 1 - Distribución de *Bactris gasipaes* en Ecuador

Fuente: (Rosas, 2018)

2.4 TAXONOMÍA

La palma cultivada se denomina correctamente *Bactris gasipaes* Kunth, pero todavía se encuentran otros epítetos en la literatura. Existen dos géneros diferentes en varias épocas: *Bactris* Jacquin (1777) y *Guilielma* Martius (1826).

El nombre de *Bactris gasipaes* Kunth surge después de las diferencias en la anatomía de la fibra en las hojas (Mora-Urpí, 2018).

En la Tabla II se describe la taxonomía de *Bactris gasipaes*, también conocida como palmera de durazno.

TABLA II Taxonomía De Bactris Gasipaes

Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Streptophyta
Superdivisión	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophytina
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Lilianae
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	<i>Bactris</i> Jacq. ex Scop
Especie	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth

Fuente: (Itis, 2022)

2.5 CARACTERÍSTICAS DE FLORES, FRUTO, PLANTA Y CULTIVOS

2.5.1 Cultivo

Las temporadas de la primera cosecha de este fruto es entre enero y mayo; la segunda cosecha entre agosto y noviembre. Por ejemplo, en Colombia aproximadamente, en una primera cosecha se puede obtener seis mil toneladas del fruto, equivalentes al 50% de la producción nacional de chontaduro en ese país (Academic, 2018).

En el Ecuador no existen reportes sobre el porcentaje de producción en las diferentes provincias, ya que este fruto es comercializado a nivel nacional solo en mercados y ferias.

2.5.2 Planta

La palma es típicamente cespitosa es decir que se producen de más de un solo tallo. Los 1-13 tallos son rectos, cilíndricos, no ramificados, de 6-24 m de altura, 12-26 cm de diámetro, con nudos de 2-9 cm de largo y entrenudos de 7-27 cm de largo en altura del pecho (Figura 2) (Mora-Urpí, 2018).

La mayoría del fruto tienen tallos con espinas en los entrenudos; son generalmente de color oscuro con variable consistencia, y la mayoría son de 3-14 cm de largo. Los vástagos (hijos) surgen de yemas axilares basales, y generalmente varían en número del 1 al 12. La dominancia apical en el tallo principal controla el número de retoños que se desarrollan en tallos (Mora-Urpí, 2018).

A medida que la planta se desarrolla, las raíces adventicias producen una capa gruesa, parcialmente superficial, que puede extenderse 4-5 m alrededor de la planta. La mayoría de las raíces ocupan los 20 cm superiores del horizonte del suelo, aunque algunas raíces primarias pueden extenderse a una profundidad de 2 metros o más, dependiendo de los suelos y presumiblemente del genotipo (Mora-Urpí, 2018).

El dosel tiene de 10 a 30 hojas pinnadas que no tienen espinas o tienen espinas cortas a lo largo de la vaina, pecíolo y nervadura media. Las espinas también pueden ocurrir en el abaxial y nervios y venas medias adaxiales, ya lo largo de los márgenes de los folíolos. El vaina pecíolo es de 49- 179 cm de largo, el raquis mide 179-396 cm de largo y tiene 180-386 folíolos (Mora-Urpí, 2018).



Figura 2 - (A) Palmera, (B) fruto y (C) espinas en tronco de *Bactris gasipaes*

Fuente: (Rosas, 2018)

2.5.3 Flores

La palma es monoica, con flores masculinas y femeninas unisexuales que se desarrollan en las raquillas. Las flores femeninas están dispuestas irregularmente entre las flores masculinas. Las flores masculinas son crema-amarillo claro, 2-6 mm de largo y 2-6 mm de ancho, con seis estambres dispuestos en pares en los lados de la corola. Las flores femeninas son generalmente amarillas, o raramente verdes, de 3-13 mm de largo y 4-12 mm de ancho. El gineceo es sincárpico, trilocular (Figura 3) (Torres-Vargas, 2021).

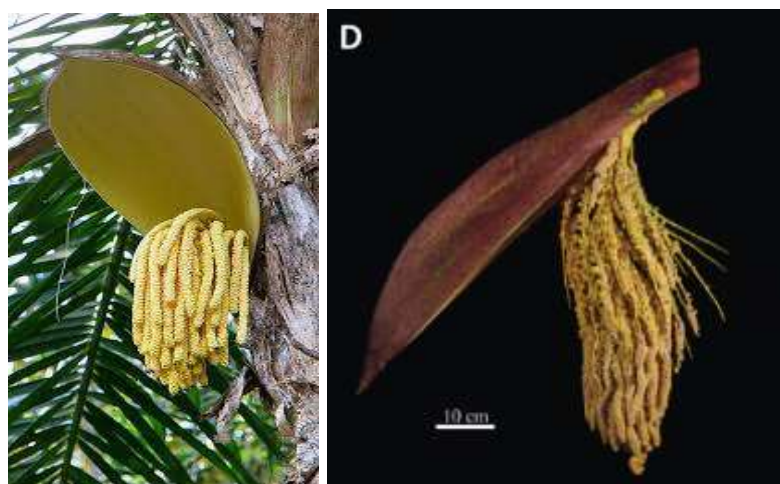


Figura 3 - Flores de *Bactris gasipaes*

Fuente: (Rosas, 2018)

2.5.4 Fruto

El fruto es una drupa, generalmente de color naranja brillante, rojo o amarillo y puede tener estrías superficiales. La punta del fruto puede ser mamiforme, redondeada, angulosa o truncado. Las dimensiones son bastante variables: largo 2-7 cm, ancho 2-8 cm y peso 4-186 g. El color del mesocarpio varía de blanco cremoso a naranja. El número de frutos maduros por inflorescencia (comúnmente conocida como racimo o racimo) varía de 0 a 764, con peso total de frutos de 0-20 kg. Los frutos partenocárpico son comunes (promedio de 21 por racimo) y generalmente ligeramente más pequeños que los frutos fértiles (Torres-Vargas, 2021).

El endocarpio oscuro, que contiene la semilla, generalmente se encuentra en el centro de la fruta, pero puede ocurrir en el extremo distal. El endocarpio varía considerablemente en forma y dimensiones: ovoide, elíptica, redonda, oblonga o cuneiforme; largo 1-4 cm, ancho 1-2 cm, peso 1-9 g. El endocarpio tiene tres poros, dos por lo general por encima del ecuador y el tercero (el poro del germen) más

alejado; generalmente tiene fibras aplanadas en su superficie, y estos pueden estar libres o adheridos al mesocarpio (Figura 4) (Torres-Vargas, 2021).



Figura 4 - Frutos de *Bactris gasipaes*

Fuente: (Rosas, 2018)

2.5.4.1 Semillas

Las semillas son recalcitrantes y pierden rápidamente viabilidad cuando se secan. La germinación es hipogea. En la palma el embrión produce un brote y la radícula pronto es reemplazada por raíces adventicias que surgen del eje de plántula obcónico (Figura 5) (Rosas, 2018).

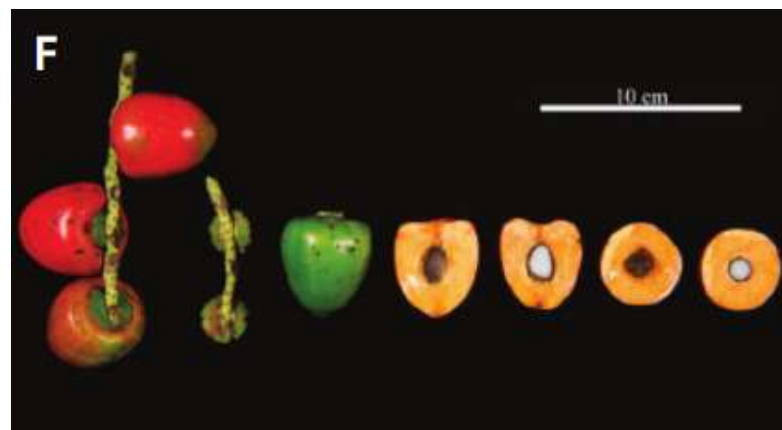


Figura 5 - Semillas de *Bactris gasipaes*

Fuente: (Rosas, 2018)

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Bactris gasipaes*

Se conocen pocos estudios de los frutos de esta palmera y los primeros trabajos de investigación fueron realizados por dos científicos que reportaron que los frutos se comercializaban en ferias y supermercados, se consumían después de la cocción, fermentados en una bebida espesa, o secado para luego ser convertido en harina (Ferreira, 2022).

Se ha demostrado el valor nutritivo del mesocarpio del chontaduro, tal como se indica en la Tabla III.

TABLA III Composición Química Mesocarpio De *Bactris Gasipaes*

Compuesto	Contenido
Calorías	273,5 cal/100 g
Niacina	0,81 mg/100 g
Vitamina C	18,7 mg/100 g
Vitamina B1	0,045 mg/100 g
Vitamina B2	0,135 mg/100 g
Vitamina A	1,1 mg/100 g

Fuente: (Ferreira, 2022)

Diferentes autores también han explicado que el chontaduro tiene un color amarillento, naranja o rojizo. Además, han hablado de su contenido en calcio, hierro y fósforo (Ferreira, 2022).

Por su alto contenido en macronutrientes (fibra, grasa y almidón), antioxidantes compuestos (carotenoides y polifenoles), y bajo en sodio, este producto de origen amazónico podría ser considerado como uno de los frutos más equilibrados (Torres-Vargas, 2021).

Nutricionalmente, esta fruta contiene 5.8 - 8.51% de proteína cruda, 10.5 -16.7 % de lípidos, 1.93 – 2.80 % de cenizas, 56.9 – 61.7 % de extracto no nitrogenado y 88 - 86 % de materia seca. El mesocarpio es una excelente fuente de proteína de alta calidad ya que contiene todos los aminoácidos esenciales. Además, el contenido de β -caroteno en la fruta de chontaduro podría utilizarse para abordar importantes problemas de salud pública en los países en desarrollo, como la carencia de vitamina A (Torres-Vargas, 2021).

El chontaduro contiene un alto índice de aceites y grasas 10 – 30%, por tal motivo posee gran cantidad de ácidos grasos en su composición (Santos, 2020).

Considerando la alta concentración de lípidos y compuestos bioactivos en *Bactris gasipaes Kunth*, la evaluación del perfil cromatográfico y compuestos bioactivos presentes en el aceite es importante (Santos, 2020).

Los índices de acidez y peróxido se consideran referencias para la evaluación de los aceites y calidad de las grasas. Según el Codex Alimentarius, el índice máximo de acidez y peróxido para aceites y grasas sin refinar es 4mg KOH g⁻¹ y 15mEq kg⁻¹, respectivamente (Santos, 2020).

Los índices de acidez y peróxido promedio encontrados en el aceite de chontaduro son inferiores a los establecidos por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud.

En la Tabla IV se pueden observar los parámetros que determinan la calidad del aceite de chontaduro.

TABLA IV Parámetros Del Aceite De *Bactris Gasipaes*

Parámetro	Contenido
Acidez (mg KOH g ⁻¹)	2.45 ± 0.33
Índice de Peróxido (mEq kg ⁻¹)	5.47±1.05

Fuente: (Ferreira, 2022)

La Tabla V, muestra que el aceite de chontaduro tiene un alto contenido proporcional de ácidos grasos saturados, en particular, la presencia de ácido palmítico. Por otro lado, tiene un bajo contenido de ácidos insaturados.

TABLA V Ácido Grasos En *Bactris Gasipaes*

Ácido Graso	%
Ácido Místico	0.10
Ácido Palmítico	50.57
Ácido Palmitoleico	3.39
Ácido Margárico	0.11
Ácido Esteárico	2.95
Ácido Oleico	36.27
Ácido Linoleico	5.18
Ácido Linolénico	1.17
Ácido Araquidónico	0.24

Fuente: (Ferreira, 2022)

El contenido de otros parámetros en lo que es la harina de almidón corresponde a proteína, humedad, tal como se describen en la Tabla VI.

TABLA VI Análisis Proximal De Harina De *Bactris Gasipaes*

Parámetro	%
Humedad	10.76
Proteína	0.54
Ceniza	0.19
Carbohidratos	85.82
Amilosa	18.92

Fuente: (Ferrari, 2020)

En cuanto al contenido de minerales se ha identificado la presencia de los siguientes: Aluminio (Al), calcio (Ca), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), fósforo (P) y zinc (Zn) (Tabla VII).

TABLA VII Contenido De Minerales De *Bactris Gasipaes*

Parámetro	mg/kg
Fósforo	320
Potasio	2495
Calcio	59
Magnesio	587
Azufre	1125
Hierro	1.9
Manganeso	0.2
Cobre	0.1
Zinc	8.0
Boro	9.0
Sodio	1.0
Cobalto	0.1
Molibdeno	0.2
Cloro	975

Fuente: (Bellettini, 2019)

La caracterización nutricional del chontaduro también abarca del contenido de aminoácidos. A continuación, se han encontrado ciertos aminoácidos esenciales los mismos que se describen en la Tabla VIII.

TABLA VIII Contenido De Aminoácidos De *Bactris Gasipaes*

Parámetro	% g N
Fenilalanina	2.4
Histidina	*
Isoleucina	1.70
Leucina	3.14
Lisina	1.67
Metionina	0.80
Treonina	2.71
Triptófano	0.45
Valina	2.83
Ácido Aspártico	4.43
Ácido glutámico	4.98
Alanina	*
Cisteína	3.51
Glicina	2.87
Prolamina	2.57
Serina	2.72

Fuente: (Costa, 2022)

2.7 TÉCNICAS EMPLEADAS

2.7.1 AOAC INTERNATIONAL principal programa de métodos

La AOAC es un libro que contiene métodos aprobados que se someten a un escrutinio científico riguroso y sistemático para garantizar que sean altamente creíbles y defendibles para que las industrias, agencias reguladoras, organizaciones de investigación, laboratorios de prueba y las instituciones académicas puedan utilizarlos con confianza (AOAC, 2022).

El Código de Regulaciones Federales de EE. UU. reconoce los métodos oficiales de análisis y son legalmente defendibles en los tribunales de todo el mundo (AOAC, 2022).

El programa contiene:

- Métodos químicos,
- métodos de microbiología,

- métodos de biología molecular,
- Métodos tradicionales de laboratorio,
- Métodos instrumentales, y
- Métodos propietarios, comerciales y/o alternativos.

2.7.2 Análisis nutricional

La ciencia del análisis de alimentos y nutrición se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. Los científicos de alimentos analizan los alimentos para obtener información sobre su composición, apariencia, textura, sabor, vida útil, etc., y también para garantizar la calidad del producto. Sin embargo, a menudo se piensa que el término análisis de alimentos y nutrición se refiere únicamente a la determinación de la composición de los alimentos y su valor/calidad nutritivos (V.Jain, 2018).

2.7.3 Técnicas Espectroscópicas

Una variedad de técnicas espectroscópicas han sido desarrolladas para analizar materiales alimentarios. Entre las técnicas empleadas para la determinación de componentes nutricionales tenemos la Absorción atómica.

2.7.3.1 Espectrofotómetro de Absorción Atómica

La espectroscopia de absorción atómica (AAS) es un espectro procedimiento analítico para la determinación cuantitativa de elementos químicos utilizando la absorción de radiación (luz) por átomos libres en estado gaseoso (Costa, 2022).

La espectroscopia de absorción atómica se basa en la absorción de luz por iones metálicos libres. En química analítica la técnica se utiliza para determinar la concentración de un elemento particular (el analito) en una muestra para ser analizado. AAS se puede utilizar para determinar más de 70 diferentes elementos en solución, o directamente muestras en estado sólido a través de vaporización electrotérmica, y se utiliza en farmacología, biofísica, arqueología y toxicología investigar (Paudel, 2021).

2.7.3.2 Espectrofotómetro UV – VIS

La espectrofotometría es una medida cuantitativa de la absorción/transmisión o reflexión de un material en función de la longitud de onda. A pesar de denominarse UV-Vis, el rango de longitud de onda que se usa normalmente va desde 190 nm hasta 1100 nm en el infrarrojo cercano (Instruments, 2022).

Utilizando un espectrofotómetro y realizando medidas de absorción/transmisión podemos determinar la cantidad (o concentración) de una

sustancia química conocida de forma sencilla, estudiando el número de fotones (intensidad de la luz) que llegan al detector. Cuanto más un material absorbe luz a una longitud de onda específica, mayor es la concentración de la sustancia conocida (Instruments, 2022).

2.7.4 Técnicas cromatográficas

La terminología habitual para la cromatografía líquida abarca desde modos clásicos a los miniaturizados. En general, estas nomenclaturas se basan en la identificación de la columna, la naturaleza de la fase estacionaria o el caudal móvil típico aplicado en todo el proceso. El término general cromatografía líquida (LC) se utiliza a menudo para referirse a cualquier modo de LC miniaturizado en la columna analítica, mientras que a partir de estos valores la técnica se denomina como LC convencional o HPLC (Maciel, 2020).

La cromatografía líquida está en constante desarrollo a partir del año de 1906, propuesta por Mikhail Tsvet. Durante la primera mitad del siglo XX, se realizaron estudios relevantes, que condujo al desarrollo de la cromatografía líquida (LC), seguida de la cromatografía de gases (GC) (Maciel, 2020).

Las aplicaciones basadas en LC miniaturizadas abarcan varios campos de investigación (ciencias químicas, toxicología, medicina, inocuidad y calidad de los alimentos, vigilancia ambiental, entre otros).

2.7.5 Técnicas para determinaciones físico-químicas

2.7.5.1 Humedad

La determinación de la humedad es una operación analítica fundamental ampliamente utilizada, que satisface los requisitos tecnológicos, necesidades analíticas, comerciales y regulatorias en el procesamiento, prueba y almacenamiento de productos alimenticios y es un índice de valor económico, estabilidad y calidad nutricional de los productos alimenticios. La eliminación de agua para fines de procesamiento/almacenamiento se puede realizar por deshidratación convencional o por congelación y el secado altera las propiedades funcionales nativas de alimentos.

Los métodos simples, rápidos y precisos para determinar la humedad en diferentes matrices son por gravimetría. También existen instrumentos para la determinación de la humedad son fáciles de usar y proporcionan mediciones rápidas y confiables y son adecuados para el control de calidad de rutina.

2.7.5.2 Carbohidratos

Los carbohidratos son una fuente importante de energía para los humanos y están presentes en todos los alimentos (granos, vegetales, frutas y leche), y varían en forma de monosacáridos simples (fructosa, glucosa, galactosa, sorbitol) a oligosacáridos (maltosa, sacarosa, lactosa, rafinosa, estaquiosa, verbascosa) y polisacáridos más complejos (almidón, celulosa, etc.).

El análisis completo de los alimentos puede requerir la determinación de azúcares simples y reductores azúcares (fructosa, glucosa, galactosa, sorbitol, maltosa, lactosa), oligosacáridos (sacarosa, rafinosa, estaquiosa, verbascosa), polisacáridos (almidón, celulosa, etc.), y fibras, que varían en cantidad/ forma y todo lo cual puede jugar un papel importante papel en la calidad del producto. Los métodos para su determinación comprenden técnicas por colorimetría, manometría, métodos de hidrólisis química/enzimática, gravimétricos, etc.

2.7.5.3 Proteína

La determinación de proteína en alimentos/productos alimenticios depende de la medición de un elemento específico o grupo químico en las proteínas, que puede ser llevado a cabo directamente mediante el uso de propiedades químicas o físicas. Según el contenido de nitrógeno, la proteína el contenido se puede estimar por el método de Kjeldahl (AOAC).

2.7.5.4 Lípidos totales

Hay procedimientos físicos y químicos para la estimación de aceite/grasa. En los procedimientos físicos, los lípidos no se aíslan y las muestras se utilizan directamente, y los lípidos se estiman por espectroscopía nuclear de resonancia magnética (RMN). En los procedimientos químicos, los lípidos se extraen por reflujo de la muestra en disolventes adecuados (como éter de petróleo) utilizando métodos estándar (AOAC o AOCS).

2.7.5.5 Ceniza

Se determina por dos procedimientos directos (seco e incineración húmeda) y una técnica indirecta (método conductimétrico que puede determinar el total contenido de electrolitos de los alimentos), regidos por el siguiente propósito: los constituyentes particulares a ser determinado y el método de análisis a utilizar.

La incineración en seco es el método estándar para determinar la ceniza contenido de una muestra (AOAC). Para incineración húmeda la muestra se digiere en una mezcla de HNO₃ y HClO₄ (proporción 4:1).

2.7.5.6 Otros componentes

Un gran número de estándares se adoptan técnicas analíticas (AOAC) para determinar los componentes de los alimentos, como otros compuestos entre ellos antocianinas, carotenoides (pigmentos), flavonoides, fenoles, terpenoides, vitaminas, compuestos aromáticos, alcoholes, ácidos orgánicos, antioxidantes y conservantes, etc.

2.8 BENEFICIOS NUTRICIONALES

2.8.1 Frutas

- Las frutas son bajas en calorías y grasas y son fuente de azúcares simples, fibra y vitaminas, esenciales para optimizar nuestra salud (Rudrappa, 2022).
- Las frutas proporcionan una gran cantidad de fibra dietética soluble, que ayuda a eliminar el colesterol y las grasas del cuerpo y ayuda a suavizar los movimientos intestinales, así como a aliviar las dolencias del estreñimiento (Rudrappa, 2022).
- Las frutas se componen de muchos antioxidantes como los flavonoides polifenólicos, la vitamina C y las antocianinas. Estos compuestos ayudan al cuerpo humano a protegerse del estrés oxidativo, las enfermedades y los cánceres, por otro lado, ayudan al cuerpo a desarrollar la capacidad de luchar contra estas dolencias aumentando nuestro nivel de inmunidad. Muchas frutas tienen valores antioxidantes muy altos, que se miden con respecto a su "Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno" o (ORAC) (Rudrappa, 2022).
- Las propiedades beneficiosas para la salud de la fruta se deben a su riqueza en vitaminas, minerales, micronutrientes y pigmentos antioxidantes. En conjunto, estos compuestos ayudan al cuerpo a prevenir o al menos prolongar los cambios naturales del envejecimiento protegiendo del daño y rejuveneciendo las células, tejidos y órganos (Rudrappa, 2022).

2.8.2 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos que el organismo necesita en pequeñas cantidades pero que intervienen en un gran número de reacciones químicas. Las vitaminas se pueden separar en dos grupos:

- Vitaminas solubles en agua (Vitamina C, Vitaminas B): Las vitaminas solubles en agua se necesitan en pequeñas cantidades regulares y es poco probable que alcancen niveles tóxicos en la sangre ya que se excretan en la orina (Nutrition-Foundation, 2022).
- Vitaminas liposolubles (Vitaminas A, D, E, K): Las vitaminas solubles en grasa se almacenan en la grasa corporal y permanecen allí durante algún tiempo, por lo que es más probable que sean tóxicas cuando se consumen en exceso de los requisitos de nuestro cuerpo (Nutrition-Foundation, 2022).

2.8.2.1 Vitaminas del complejo B

Las vitaminas B tienen un papel importante en el cambio de carbohidratos, proteínas y grasas en energía. La vitamina B6 también trabaja junto con el mineral hierro para estabilizar los niveles de homocisteína, un aminoácido que, si se eleva, puede aumentar el riesgo de enfermedades del corazón. La vitamina B6 es asistida por la vitamina B12 y el folato (Nutrition-Foundation, 2022).

2.8.2.2 Vitamina C

importante para mantener los tejidos corporales sanos (Nutrition-Foundation, 2022).

2.8.2.3 Vitamina A

Importante para el mantenimiento de la visión, la piel y el sistema inmunitario normales (Nutrition-Foundation, 2022).

2.8.3 Minerales

El calcio es esencial para la salud de los huesos y los dientes, y para el correcto funcionamiento del corazón. Una baja ingesta de calcio se ha asociado con la osteoporosis, que debilita los huesos de nuestro cuerpo y puede provocar fracturas. Los huesos aumentan en fuerza y densidad desde la infancia hasta mediados de los 20 años (Chaliha, 2022).

El hierro sirve para producir hemoglobina en nuestra sangre, que transporta oxígeno por todo nuestro cuerpo. Nuestro sistema inmunológico también necesita hierro para funcionar bien (Chaliha, 2022).

El sodio se encuentra más comúnmente en los alimentos como sal (cloruro de sodio). El cuerpo necesita una pequeña cantidad de sodio, ya que desempeña un papel esencial en el mantenimiento del equilibrio de líquidos y electrolitos en nuestro cuerpo (Chaliha, 2022).

El zinc es un oligoelemento que nuestros cuerpos necesitan solo en pequeñas cantidades, pero con muchas funciones importantes. La deficiencia de zinc puede causar pérdida de apetito, crecimiento deficiente, pérdida de cabello, mal funcionamiento del sistema inmunológico (que conduce a enfermedades constantes), mala cicatrización de heridas y cambios en la sensación del gusto (Chaliha, 2022).

2.8.4 Proteína

La proteína es una fuente de energía, pero su papel principal en el cuerpo es el crecimiento y la reparación. La proteína es un componente básico: ayuda en la formación de músculos, cabello, uñas, piel y órganos, como el corazón, los riñones y el hígado (Fernández, 2018).

La proteína se compone de 20 aminoácidos. Si bien los 20 son importantes para su salud, 9 se clasifican como esenciales y 11 como no esenciales. Los aminoácidos esenciales no pueden ser producidos por el cuerpo y, por lo tanto, deben provenir de los alimentos (Fernández, 2018).

En específico los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas. Son las moléculas que todos los seres vivos necesitan para producir proteínas, y necesitamos por lo menos 20 cadenas proteicas para ayudar a que funcione correctamente. Normalmente, el cuerpo produce 11 de los aminoácidos necesarios y su mayoría se puede obtener a través de una dieta balanceada (Cleveland-Clinic, 2022).

2.8.5 Aceites/grasas y ácidos grasos

La grasa es un macronutriente esencial con muchas funciones importantes dentro del cuerpo, por ejemplo, la grasa nos da energía. La grasa es rica en energía, lo que significa que contiene una pequeña cantidad de 37 kJ/g en comparación con las proteínas y los carbohidratos que proporcionan 17 kJ/g (Nhs, 2020).

Construye paredes celulares saludables y maximiza la absorción de vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) y antioxidantes liposolubles (como licopeno y betacaroteno) (Nhs, 2020).

Esencial para aportar al organismo ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6. La grasa se encuentra en muchos alimentos y proviene tanto de fuentes animales como vegetales (Nhs, 2020).

El papel de los ácidos grasos libres (FFA) como fuente de energía y sus funciones en el transporte de energía dentro del cuerpo están bien establecidos. De igual manera es importante el papel que juegan los FFA en el estrés oxidativo que sigue a la despolarización de la membrana celular (Binienda, 2018).

CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La siguiente investigación es de tipo experimental, cuantitativa, exploratoria y descriptiva debido a que el chontaduro es un fruto con pocos hallazgos científicos en el país. Los análisis de los diferentes parámetros nutricionales se realizaron en un laboratorio acreditado bajo la ISO 17025.

Entre los ensayos realizados se encuentran parámetros físico-químicos, cromatográficos y espectrofotométricos, los mismos que se enlistan a continuación:

- Cenizas
- Humedad
- Aminoácidos
- Determinación de Ca, Mg, Zn, Na, K, P, Cu
- Perfil de ácidos grasos
- Vitaminas
- Proteína
- Almidón
- Lípidos y grasas
- Perfil de Azúcares
- Colesterol

3.2 MUESTRA

3.2.1 Lugar de muestreo de chontaduro

La muestra fue obtenida en una hacienda con coordenadas 1.277913, -78.842654 ubicada en la provincia de Esmeraldas cantón San Lorenzo también conocida como San Lorenzo del Pailón, es una ciudad ecuatoriana; cabecera del cantón homónimo, así como la tercera urbe más grande y poblada de la Provincia de Esmeraldas.

En la Figura 6 se puede observar la localidad donde se realizó la toma de muestra.



Figura 6 - Ubicación de la toma de muestra

Fuente: Autores

3.2.2 Recolección y traslado de la muestra

En el proceso de recolección se usó equipo básico de protección, tales como zapatos deportivos, y guantes de cuero para protección de las espinas propias de la palma de chontaduro.

Una vez obtenida una cantidad suficiente de muestra fue almacenada en una hielera sin adecuaciones previas para posteriormente proceder a su traslado hasta la ciudad de Guayaquil por vía terrestre.

3.2.3 Tratamiento de la muestra

3.2.3.1 Limpieza, lavado y selección de la muestra

El chontaduro fue desprendido de sus gajos, colocado en un recipiente adecuado para su posterior lavado con abundante agua, consecutivamente se procedió a seleccionar los frutos en adecuadas condiciones para continuar con el proceso correspondiente.

3.2.3.2 Pretratamiento de la muestra

La muestra se procesó separando el epicarpio, mesocarpio y la semilla de manera manual. El mesocarpio fue sometido a una temperatura constante de 70°C durante 2 horas.

3.2.3.2 Pulverización de la muestra

La muestra posteriormente se procesó en un triturador mecánico y tamizada en malla de 500um. El polvo obtenido fue el empleado para realizar todas las determinaciones

3.3 EQUIPOS, APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1 Equipos

Cromatógrafo líquido de Alta resolución
Potenciómetro
Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Espectrofotómetro UV-VIS

3.3.2 Aparatos

Destilador semiautomático
Estufa
Mufla
Plancha calentadora

Micropipetas automáticas
Balanza analítica
Bloque digestor

3.3.3 Materiales

Espátula	Beaker
Platillos de aluminio	Mortero
Cápsulas	Balones de fondo plano
Tubos de ensayo	Matraz aforado
Probetas	Matraz Erlenmeyer
Pipetas volumétricas y graduadas	Piseta

3.3.4 Reactivos

Hidróxido de Sodio	Estándar de minerales Ca, Na, K, Ni, Zn, Mg, P
Carbonato de Sodio	Metanol grado HPLC
Ácido Bórico	Acetonitrilo grado HPLC
Sulfato de Potasio	Buffers pH 4,7 y 10
Citrato de Sodio	Fenol
Ácido Perclórico	Ácido clorhídrico concentrado
Acetato de Sodio (AcNa) G.R.	Etanol
Ácido acético Q.P.	Carbonato de Sodio
Tetrahidrofurano Q.P.	Sulfato de Cobre
Metanol grado HPLC	Sulfato de Sodio
Mercaptoetanol G.R.	Ácido Sulfúrico
Sodio dodecil sulfato (SDS) 1%	Ácido Nítrico
Solucion O-Phthalaldehyde	Óxido de Mercurio
Estándar de Aminoácidos	Rojo de Metilo
Estándar de FAMES	Indicador Tashiro
Estándar de vitaminas (B1, B2, B3, A, D, C)	Estándar de Azúcares (Fructosa, Glucosa, Sacarosa)
Estándar de Colesterol	Ácido Fosfórico

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.4.1 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICOS

3.4.1.1 DETERMINACION DE COMPLEJO B

Método de referencia: Aslam et al 2013

Fundamento: Extracción sólido-líquido con una limpieza mediante cartuchos de extracción de fase sólida o por sus siglas en ingles SPE (Solid Phase Extraction) para una posterior detección y cuantificación de vitaminas B1, B2 y B3 a través de HPLC con detector UV-VIS a una longitud de onda 210nm.

Preparación de la curva de calibración

1. Estándar grado USP de TIAMINA (VITAMINA B1); RIBOFLAVINA (VITAMIN B2 Y NICOTINAMIDA (VITAMINA B3)
2. Solución Stock-estándar: Se pesó 0.01g aproximadamente de estándar, se llevó a volumen de 10 mL con fase móvil obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm respectivamente.
3. Solución madre (100 ppm): Para la preparación de la solución madre se tomó una alícuota volumétrica de 1mL a partir de la solución stock-estándar de concentración teórica 1000 ppm y se llevó a matraz volumétrico de 10mL. Finalmente se enrasó a volumen de 10mL con fase móvil (FM)

Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución madre previamente preparada. Para los casos:

- CC1 = 1mL de Solución madre + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 50 ppm
- CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 25 ppm
- CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica=12.50 ppm
- CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 6.25 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 0.8 ml /min

- Volumen de inyección: 100µL
- Temperatura: Ambiente
- Longitud de Onda: 210 nm.
- Fase Móvil: Solución A: Solución B (96:4)

A.- Buffer: pesar 1.08g de hexane sulfonic acid sodium salt y 1.36 g de fosfato di-acido de potasio, disolverlo en 940 ml de agua grado HPLC, adicionar 5 mL de trietilamina, ajustar a pH de 3.00 con ácido fosfórico y llevar a volumen de 1L con agua grado HPLC.

B.- Metanol HPLC

3.4.1.2 DETERMINACION DE VITAMINA A (RETINOL)

MÉTODO DE REFERENCIA: J. López Cervantes et al. 2005

Fundamento: Extracción sólido-líquido con una limpieza mediante cartuchos de extracción de fase sólida o por sus siglas en ingles SPE (Solid Phase Extraction) para una posterior detección y cuantificación de vitamina A (Retinol) a través de HPLC con detector UV-VIS a una longitud de onda 325nm.

Preparación de las Soluciones de Calibración RETINOL (VITAMINA A)

1. Estándar grado USP de RETINOL (VITAMINA A)
2. Solución Stock-estándar RETINOL (VITAMINA A): Se pesó 0.01g aproximadamente de estándar de RETINOL (VITAMINA A), se llevó a volumen de 10 mL con fase móvil obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm.
3. Solución madre (10 ppm): Para la preparación de la solución madre se tomó una alícuota volumétrica de 0.1 mL a partir de la solución stock-estándar de concentración teórica 1000 ppm y se llevó a matraz volumétrico de 10mL. Finalmente se enrasó a volumen de 10mL con fase móvil (FM)
4. Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución madre previamente preparada.

Para los casos:

CC1 = 1mL de Solución madre + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 5.0 ppm

CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 2.5 ppm

CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica=1.25 ppm

CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 0.625 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 1.0 ml /min
- Volumen de inyección: 100µL
- Temperatura: Ambiente
- Longitud de Onda: 325 nm.
- Fase Móvil: Metanol:Acetonitrilo:Agua (68:28:4)

3.4.1.3 DETERMINACION DE VITAMINA D (COLECALCIFEROL)

MÉTODO DE REFERENCIA: J. López Cervantes et al. 2005

Fundamento: Extracción sólido-líquido con una limpieza mediante cartuchos de extracción de fase sólida o por sus siglas en ingles SPE (Solid Phase Extraction) para una posterior detección y cuantificación de vitamina D (Colecalciferol) a través de HPLC con detector UV-VIS a una longitud de onda 280nm.

Preparación de las Soluciones de Calibración COLECALCIFEROL (VITAMINA D)

1. Estándar grado USP de COLECALCIFEROL (VITAMINA D)
2. Solución Stock-estándar COLECALCIFEROL (VITAMINA D): Se pesó 0.01g aproximadamente de estándar de COLECALCIFEROL (VITAMINA D), se llevó a volumen de 10 mL con fase móvil obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm.
3. Solución madre (10 ppm): Para la preparación de la solución madre se tomó una alícuota volumétrica de 0.1 mL a partir de la solución stock-estándar de concentración teórica 1000 ppm y se llevó a matraz volumétrico de 10mL. Finalmente se enrasó a volumen de 10mL con fase móvil (FM)

4. Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución madre previamente preparada.

Para los casos:

CC1 = 1mL de Solución madre + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 5.0 ppm

CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 2.5 ppm

CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica=1.25 ppm

CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 0.625 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 1.0 ml /min
- Volumen de inyección: 100µL
- Temperatura: Ambiente
- Longitud de Onda: 280 nm.
- Fase Móvil: Metanol:Acetonitrilo:Agua (68:28:4)

3.4.1.4 DETERMINACION DE PERFIL DE AZUCARES

MÉTODO DE REFERENCIA: Pérez et al. 2005

Fundamento: Extracción sólido-líquido con posterior detección y cuantificación de azúcares reductores a través de HPLC acoplado a un detector de Índice de refracción (IR).

Preparación de la curva de calibración

1. Estándar grado USP de FRUCTOSA; GLUCOSA Y SACAROSA
2. Solución Stock-estándar: Se pesó 0.05g aproximadamente de estándar, se llevó a volumen de 10 mL con fase móvil obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm respectivamente.

Preparación de las Soluciones de Calibración

Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución stock-estándar previamente preparada.

Para los casos:

CC1 = 1mL de Solución stock + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 2500 ppm

CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 1250 ppm

CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 625 ppm

CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 312.50 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 1.0 ml /min
- Volumen de inyección: 100µL
- Temperatura: Ambiente
- Tiempo de Corrida: 15 min
- Longitud de Onda: Detector IR
- Fase móvil: H₂SO₄ 0.025 N

3.4.1.5 DETERMINACION DE PERFIL DE AMINOACIDOS

Método de referencia: *Burbach, Rudolf Magnus Institute*

Fundamento: Hidrólisis ácida de proteínas para la liberación de aminoácidos, con posterior detección y cuantificación a través de HPLC con detector fluorescencia mediante una derivatización con o-Phthaldialdehyde (OPA) y Dodecilsulfato Sódico (SDS).

En la tabla IX se describe los componentes presentes en el perfil de aminoácidos.

TABLA IX Componentes Del Perfil De Aminoácidos

Componente		
L-Alanina	L-Histidina	L-Fenilalanina
L-Arginina	L-Isoleucina	L-Serina
L-Acido Aspártico	L-Leucina	L-Treonina
L-Acido Glutámico	L-Lisina	L-Tirosina
Glicina	L-Metionina	L-Valina

Fuente: Autores

Preparación de las Soluciones de Calibración

La solución de calibración usada corresponde a una solución patrón referencia:

Nombre: Estándar de Aminoácidos para detección en fluorescencia.

Marca: Sigma-Aldrich

Catalogo: A2161

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 0.8 ml /min
- Volumen de inyección: 50µL
- Temperatura: Ambiente
- Peso de muestra: 5 – 10 mg de muestra seca
- Detección Florescencia: Em: 460 nm ; Ex: 340 nm
- Fase Móvil: Sistema de Gradiente entre solución A y solución B

Solución A: 5,3 g AcNa + 0,4 mL de Ácido Acético concentrado en 1000 mL de agua destilada + 20 mL de tetrahidrofurano (THF).

Solución B: Metanol HPLC

3.4.1.6 DETERMINACION DE VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)

MÉTODO DE REFERENCIA: Montoya and Molina 1995 Fisheries Science, 61(6), 1045-1046.

Fundamento: Extracción sólido-líquido para una posterior detección y cuantificación de vitamina C (Ácido Ascórbico) a través de HPLC con detector UV-VIS a una longitud de onda 254nm.

Preparación de las Soluciones de Calibración

1. **Solución stock-estándar de Vitamina C (Ácido Ascórbico):** Pesar 10 mg de vitamina C, disolver y llevar a volumen de 10 ml con metanol, obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm
2. Solución madre (100 ppm): Para la preparación de la solución madre se tomó una alícuota volumétrica de 1mL a partir de la solución stock-estándar de concentración teórica 1000 ppm y se llevó a matraz volumétrico de 10mL. Finalmente se enrasó a volumen de 10mL con fase móvil (FM)
3. Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución madre previamente preparada. Para los casos:

CC1 = 1mL de Solución madre + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 50 ppm

CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 25 ppm

CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica=12.50 ppm

CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 6.25 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 1.0 ml /min
- Temperatura: Ambiente
- Tiempo de corrida: 10 min

- Volumen de inyección: 50ul
- Longitud de Onda: 254 nm.
- Fase móvil: Pesar 13.609g KH_2PO_4 , Disolver en aproximadamente 300 mL de agua HPLC, adicionar 300mg de DTT y llevar a volumen de 1L con agua. Llevar a pH 3.8 con H_3PO_4 concentrado.

3.4.1.7 DETERMINACIÓN DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS.

Método de referencia: Folch Modificado 1957

Método de referencia: AOAC Ce 1b-89

Fundamento: Extracción de grasa, esterificación, transesterificación y saponificación con posterior detección y cuantificación del perfil de ácidos grasos a través de cromatografía de gases.

Condiciones Cromatográficas.

- Columna cromatográfica: SP 2330 on 100/120 WAW
- Carrier: Nitrógeno
- Gases Combustibles: Aire/Hidrogeno.
- Temperatura Inicial: 180 °C
- Temperatura Final: 220 °C
- Tiempo total de corrida: 55 min
- Temperatura puerto de Inyección: 300 °C
- Temperatura Detector FID: 350 °C
- Volumen de Inyección: 2 uL.

ESTÁNDAR DE REFERENCIA: Marine Oil Fatty Acid FAPAS T14118QC

3.4.1.8 DETERMINACIÓN DE COLESTEROL.

Método de referencia: J. López-Cervantes et al. 2011

Fundamento: Extracción de grasa, esterificación, transesterificación y saponificación con posterior detección y cuantificación a través de HPLC con detector UV-VIS a una longitud de onda 210nm.

Preparación de las Soluciones de Calibración COLESTEROL

1. Estándar grado USP de COLESTEROL
2. Solución stock-estándar de Colesterol: Pesar 10 mg aproximadamente del estándar de Colesterol, disolver y llevar a volumen de 10 ml con Metanol grado HPLC, obteniendo una concentración teórica de 1000 ppm.
3. Solución madre (10 ppm): Para la preparación de la solución madre se tomó una alícuota volumétrica de 0.1 mL a partir de la solución stock-estándar de concentración teórica 1000 ppm y se llevó a matraz volumétrico de 10mL. Finalmente se enrasó a volumen de 10mL con fase móvil (FM)
4. Las soluciones de trabajo (CC1, CC2, CC3, CC4) fueron preparadas mediante diluciones seriadas (1:1) a partir de la solución madre previamente preparada.
Para los casos:

CC1 = 1mL de Solución madre + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 5.0 ppm

CC2 = 1mL de Solución CC1 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 2.5 ppm

CC3 = 1mL de Solución CC2 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica=1.25 ppm

CC4 = 1mL de Solución CC3 + 1mL de FM, volumen final 2mL, Concentración Teórica= 0.625 ppm

Condiciones Cromatográficas.

- Flujo: 1 mL/min
- Temperatura: Ambiente
- Volumen de inyección:100ul
- Detector: 210 nm
- Fase Móvil: Metanol:Acetonitrilo:Agua (68:28:4)

3.4.2 ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICOS

3.4.2.1 Determinación de Minerales por Absorción Atómica

Método de referencia: K: AOAC 971.01, Mn-Mg-Ca-Cu-Na-Fe: AOAC 965.09

Fundamento: Digestión con ácido nítrico y clorhídrico a un tiempo y temperatura determinada para la posterior lectura en el espectrofotómetro de Absorción Atómica a diferentes longitudes de onda.

Digestión

La digestión de la muestra consiste en pesar la cantidad adecuada de la muestra y agregar 3ml de ácido clorhídrico concentrado y 9ml de ácido nítrico concentrado. Posteriormente calentar a 120°C por 30 min. Colocar el extracto en un tubo de PTFE de 15ml, enrasar con agua y centrifugar.

Realizar las respectivas diluciones para cada una de la lectura de los metales.

En el caso de Na, Mg, Ca y K emplear óxido de lantano.

En la tabla X se describe las condiciones de trabajo para cada uno de los minerales a trabajar.

TABLA X Condiciones De Trabajo Análisis De Minerales

Mineral	Peso de muestra	Reactivos	Longitud de onda (nm)	Curva de calibración
Magnesio	0.1 g	HCl + HNO ₃ + La ₂ O ₃	285.21	0.3 – 2.40 ppm
Calcio	0.1 g	HCl + HNO ₃ + La ₂ O ₃	422.67	2.5 – 20 ppm
Sodio	0.1 g	HCl + HNO ₃ + La ₂ O ₃	589.00	1.25 – 10 ppm
Potasio	0.25 g	HCl + HNO ₃ + La ₂ O ₃	766.49	2.5 – 20 ppm
Manganeso	1.0 g	HCl + HNO ₃	279.48	1.25 – 10 ppm
Hierro	1.0 g	HCl + HNO ₃	248.33	1.25 – 10 ppm
Cobre	1.0 g	HCl + HNO ₃	324.75	2.5 – 20 ppm
Zinc	0.5 g	HNO ₃	213.9	0.1 – 1 ppm

Fuente: Autores

3.4.2.2 Determinación de Fósforo

Método: AOAC 965.17 Phosphorus in animal feed and pet food.

Fundamento: Determinación de fósforo a través de espectrofotómetro UV – VIS a una longitud de onda de 400nm.

En la tabla X se describe las condiciones de trabajo para el análisis de Fósforo.

TABLA XI Condiciones De Trabajo Análisis De Fósforo

Mineral	Peso de muestra	Tratamiento previo	Reactivos	Longitud de onda (nm)	Curva de calibración
Fósforo	2.5 g	Calcinación	HNO ₃ y HCl Molibdovanadato	400	0.8 – 4.8 ppm

Fuente: Autores

3.4.3 ANÁLISIS PROXIMAL

3.4.3.1 Determinación de Cenizas

Método de Referencia: NTE INEN 520:2013 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA

Fundamento: El valor de ceniza se determina por calcinación y determinación gravimétrica del residuo. Se expresa en porcentaje (g/100 g de muestra).

Cálculo:

El contenido de cenizas se determina mediante la ecuación siguiente:

$$X_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

En donde:

XC = contenido de cenizas, en porcentaje de masa.

m1 = masa de la cápsula vacía, en gramos.

m2 = masa de la cápsula con la muestra, en gramos.

m3 = masa de la cápsula con las cenizas, en gramos.

3.4.3.2 Determinación de Humedad

Método de referencia: NTE INEN – ISO 712:2013

Fundamento: Eliminar el contenido de agua por evaporización presente en la muestra mediante un calentamiento a temperatura y tiempo determinado hasta lograr un peso constante. El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g/100 g de muestra).

Cálculo

Fórmula para cálculo de humedad:

$$w_{H_2O} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$$

Donde:

m0: Es la masa, en gramos, de la porción para análisis.

m1: Es la masa, en gramos, de la porción para análisis después del secado.

3.4.3.3 Determinación de Proteína

Método: AOAC 984.13 Protein (Crude) in animal feed and pet food.

Fundamento: Determinación de proteína a través de una digestión con ácido sulfúrico y catalizadores y posterior destilación. La determinación se la realiza por titulación empleando indicador de rojo de metilo + ácido sulfúrico y como titulante NaOH.

Condiciones de Trabajo

Método clásico de volumetría, se requiere que los titulantes se encuentren valorados previamente.

CAPITULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en nuestra investigación serán comparados con otros resultados obtenidos por Costas, 2022; Ferreira, 2022; Ferrari, 2022 y Bellettini, 2019 en estudios de la palma procedente de Brasil.

4.1 Ejecución de ensayos fisicoquímicos (análisis proximal) de la pulpa de Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Es importante que para evaluar propiedades nutricionales estandarizadas en cualquier alimento se presenten información sobre el contenido de los cinco componentes siguientes: proteínas, grasas, humedad, cenizas y carbohidratos, donde los componentes mismos se conocen como proximales. En esta investigación se ha realizado un análisis proximal de *Bactris gasipaes* donde se ha evaluado el contenido de proteína, lípidos, cenizas y humedad.

En la Tabla XVI se señalan los valores encontrados de estos cuatro parámetros.

TABLA XII Análisis Proximal

Parámetros	Contenido % (Autores)	Contenido % (Ferrari, 2020)
Lípidos Totales	16.62	11.1
Proteína	4.83	0.54
Humedad	37.98	10.76
Cenizas	2.83	0.19

Fuente: Autores

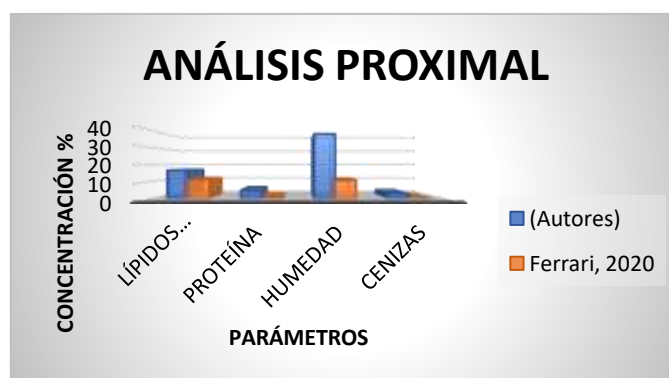


Gráfico 1. Análisis Proximal

Fuente: Autores

En Tabla XVI se puede evidenciar que la especie ecuatoriana tiene un mayor porcentaje de humedad, ceniza y proteína. Si hablamos cual aporta más nutricionalmente la especie ecuatoriana sería la adecuada. En el Gráfico 1 se evidencia de manera más clara la diferente de contenido de cada uno de los parámetros evaluadas en cada una de las especies.

El contenido de lípidos fue evaluado en el estudio de Ferrari, 2020 obteniendo un porcentaje menor a la especie ecuatoriana.

4.2 Análisis Espectrofotométricos presente en la pulpa del Chontaduro (*Bactris gasipaes*).

4.2.1 Cuantificación de minerales

El contenido mineral se lo ha considerado en base a los minerales mayoritarios a nivel de frutas que son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y algunos minerales menores como zinc y manganeso (Marcelle, 2018).

En nuestra investigación se analizaron 8 minerales los mismos que se detallan en la Tabla XV

TABLA XIII Contenido De Minerales

Mineral	(Autores) mg/kg	(Bellettini, 2019)
Sodio	3300	1.0
Potasio	5900	2495
Cobre	3.05	0.1
Magnesio	1100	587
Calcio	14900	59
Hierro	17.52	1.9
Zinc	3.38	8.0
Manganeso	0.45	0.2
Fosforo	657.92	320

Fuente: Autores



Gráfico 2. Contenido de Minerales

Fuente: Autores

La Tabla XV señala que el mineral presente en mayor concentración es el Calcio con 14900 mg/kg o lo que corresponde a un 1490 mg/100g en la especie

ecuatoriana. El mineral que se encuentra en menor proporción es el Manganeseo con 0.45 mg/kg en la misma especie.

Al comparar el valor encontrado con otros frutos, el contenido de Calcio del chontaduro es mayoritario, la fruta en comparación es el Kiwi que posee un valor de Calcio de 34 mg/100g (Richardson, Ansell & Drummond, 2018).

En general el aporte de minerales de la especie ecuatoriana es mayor en comparación a la especie brasilera ya que la misma presenta valores inferiores en la mayoría de los minerales a excepción del Zinc.

Diversas fuentes han señalado que en varias zonas de Brasil las concentraciones de Zn en suelo se dan por sospecha de contaminación o por fines agrícolas (Fadigas, 2018).

Ver curvas de calibración a partir del Anexo 11.

4.3 Análisis Cromatográficos en la pulpa del Chontaduro (*Bactris gasipaes*)

4.3.1 Determinación de aminoácidos

Bactris gasipaes posee un porcentaje de proteínas medio 4.83% y contienen los aminoácidos esenciales histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina y valina a excepción del triptófano que no fue evaluado su contenido en nuestros ensayos.

En la tabla XI se pueden observar los aminoácidos encontrados en este fruto frente a otro estudio.

TABLA XIV Contenido De Aminoácidos En Fruto

Aminoácido	Contenido % (Autores)	Contenido % (Costas, 2022)
Ácido Aspártico	0.37	4.43
Ácido Glutámico	0.44	4.98
Serina	0.23	2.72
Histidina	0.12	0
Treonina	0.23	2.71
Glicina	0.24	2.87
Arginina	0.27	0
Alanina	0.31	0

Tirosina	0.18	0
Valina	0.24	2.83
Metionina	0.07	0.80
Fenilalanina	0.20	2.4
Isoleucina	0.20	1.70
Leucina	0.33	3.14
Lisina	0.24	1.67
Aminoácidos Totales	3.66	30.25

Fuente: Autores

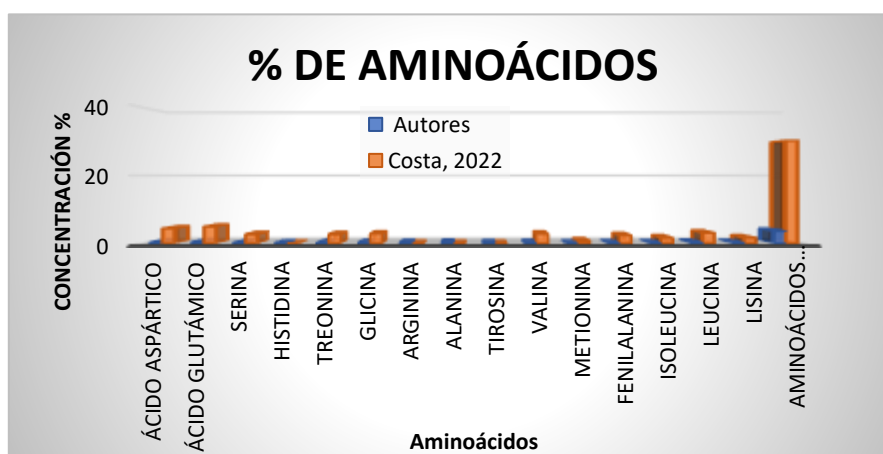


Gráfico 3. Contenido de aminoácido

Fuente: Autores

Es evidente que la especie estudiada proveniente de la provincia de Esmeraldas no posee un alto porcentaje de aminoácidos como la especie estudiada en Brasil. La variación del contenido de aminoácidos se da por las condiciones de siembra como el tipo de suelo donde fue cultivado.

Los aminoácidos totales encontrados en nuestro estudio fueron de 3.66%, valor relacionado a su vez con el contenido de proteína en relación con la especie brasilera que tiene una sumatoria total de 30.24%.

El más predominante en la especie ecuatoriana fue el ácido glutámico seguido del ácido aspártico, leucina, alanina, valina, entre otros. El aminoácido en menos proporción fue el de Metionina (Gráfico 1).

Ver cromatogramas del Estándar y muestra de perfil de aminoácidos en el Anexo 9.

4.3.2 Determinación de perfil de ácidos grasos.

Entre los ácidos grasos encontrados en nuestro estudio reflejaron valores detectables los siguientes expresados en la Tabla XII.

TABLA XV Contenido De Ácidos Grasos

Ácidos grasos	Contenido mg/g (Autores)	Contenido mg/g (Ferreira, 2022)
Ácido Palmítico	30.90	50.57
Ácido Palmitoleico	9.88	3.39
Ácido Margárico	0.13	0.11
Ácido Oleico	112.47	36.27
Ácido linoleico	10.43	5.18
Ácido Linolénico	1.69	1.17

Fuente: Autores

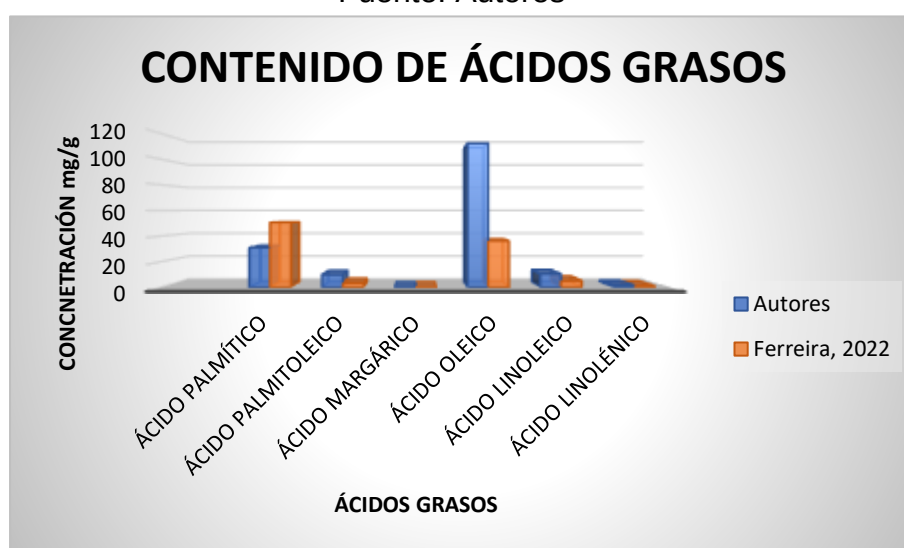


Gráfico 4. Contenido de Ácidos Grasos

Fuente: Autores

Existen diferencias considerables entre la cantidad de ácidos grasos en la especie ecuatoriana y brasilera. Es evidente que el ácido palmítico se encuentra en mayor proporción en ambas especies, pero con una mayor concentración en la brasilera. La especie ecuatoriana posee mayores concentraciones de ácido palmitoleico, oleico y linoleico. Los ácidos margárico y linolénico no demuestran una diferencia significativa entre su contenido.

Las dietas en las cuales se incluye el ácido oleico están asociadas con beneficios para contrarrestar enfermedades inflamatorias, además de esto, varios estudios han evaluado el rol que tiene este componente con determinadas funciones de las células, siendo esta la razón principal para su ingesta de manera adecuada.

Entre otros componentes que pertenecen al perfil lipídico tenemos la valoración del contenido de colesterol del fruto que fue no detectable.

Ver cromatogramas de muestra de perfil de ácidos grasos en el Anexo 10.

4.3.3 Determinación de vitaminas.

Hay 13 vitaminas esenciales: vitaminas A, C, D, E, K y vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, biotina, B6, B12 y ácido fólico) y en nuestro estudio se han evaluado las que se encuentran detalladas en Tabla XIII.

TABLA XVI Contenido De Vitaminas

Vitaminas	Contenido mg/kg (Autores)	Contenido mg/kg (Ferreira, 2022)
Vitamina A	24.88	11
Vitamina B1	149.30	0,45
Vitamina B2	17500	1.35
Vitamina B3	38.53	8,1
Vitamina C	4100	187
Vitamina D	0	0

Fuente: Autores

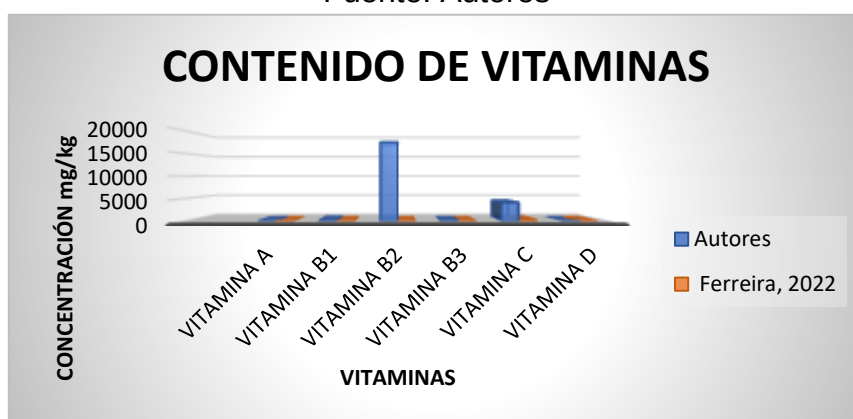


Gráfico 5. Contenido de Vitaminas

Fuente: Autores

El contenido de vitaminas en la especie ecuatoriana es superior a la brasilera. La más predominante en concentración es la Vitamina B2 con 17500 mg/kg lo correspondiente a 1.75%, seguida de la Vitamina C con un 0.41%. Hay mucho interés en el papel antioxidante de la vitamina C, ya que otras investigaciones han encontrado que la misma neutraliza las moléculas de radicales libres.

Por otro lado, estudios realizados demuestran que la ingesta de vitamina B2 (Riboflavina) ayuda a la disminución de la presión arterial.

Ver curvas de calibración y cromatogramas en el Anexo 3 para el caso de vitamina C y Anexo 4 para vitaminas del complejo B (B1, B2 y B3) respectivamente.

4.3.4 Determinación de azúcares.

En relación con el contenido de azúcares la investigación reveló que el fruto contiene fructosa, glucosa y sacarosa. En la Tabla XIV se señala en contenido de cada uno de estos azúcares.

TABLA XVII Contenido De Azúcares En Fruto

Azúcares	Contenido
Fructosa	0.06 %
Glucosa	0.57 %
Sacarosa	1.11 %

Fuente: Autores

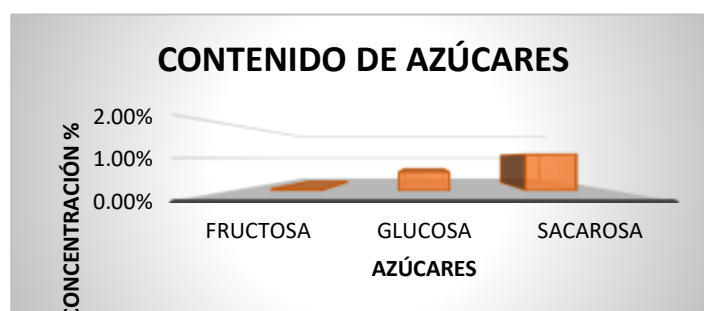


Gráfico 6. Contenido de azúcares

Fuente: Autores

El azúcar en mayor proporción es la sacarosa. Casi todas las frutas y verduras contienen naturalmente sacarosa, así como glucosa y fructosa, en cantidades variables. Por ejemplo, los plátanos, los guisantes dulces y los melocotones contienen principalmente sacarosa, mientras que la glucosa y la fructosa son los principales azúcares de las peras y los tomates (Canadian-Sugar-Institute, 2020).

Conclusión

Basándonos en los resultados cromatográficos el *Bactris gasipaes* es una opción a explorar por parte de las industrias alimenticias y farmacéuticas debido a la presencia de aminoácidos y a su alto nivel vitamínico, siendo predominantes la vitamina B2 (Riboflavina) y la vitamina C (Ácido Ascórbico), además de no contener azúcares ni colesterol lo cual lo hace un alimento sano para la salud.

Los resultados obtenidos en los diversos análisis espectrofotométricos evidencian un alto aporte de minerales en la pulpa del fruto, destacando el gran contenido de Calcio y Potasio los cuales cumplen un papel fundamental en el organismo. Por otra parte, el contenido de sodio es moderado haciendo al fruto un alimento óptimo para la ingesta diaria.

El porcentaje de grasa fina compuesta por aceites no saturados y su contenido de proteínas corrobora el gran aporte nutricional obtenido al consumir el fruto *Bactris gasipaes* como parte de la ingesta diaria.

Una vez realizada la revisión bibliográfica y los ensayos experimentales respectivos se ha podido evidenciar que efectivamente el fruto *Bactris gasipaes* es una excelente alternativa nutricional que promueve la salud, específicamente por sus diferentes componentes como minerales, vitaminas, proteína, aminoácidos, ácidos grasos, etc.

Recomendaciones

- Realizar más investigaciones para determinar los perfiles completos de compuestos nutricionales y fitoquímicos, así como sus actividades biológicas mediante estudios in vivo.
- Comparar estudios con otras especies nativas en regiones ajenas a la presente investigación.
- Realizar investigación englobando la totalidad del fruto con el fin de descubrir un mayor aporte nutricional.
- Abarcar diferentes estados de maduración con la finalidad de determinar el mayor aporte nutricional.

Bibliografía

Academic. (2018). *Bactris gasipaes*. Es - academic, <https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/137407>.

AOAC. (2022). AOAC INTERNATIONAL. OMA, <https://www.aoac.org/scientific-solutions/standards-and-official-methods/>.

Bellettini, M. B. (2019). Multivariate predictive model of minerals content in the basal portion of peach palm heart (*Bactris gasipaes Kunth*) using agrometeorological data. *Ciencias Agrarias*, n. 6, suplemento 3, p. 3383-3398, 2019 DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3383.

Chaliha, M. (2022). HEALTH BENEFITS OF fruits. *Food and Nutrition*, https://dirhorti.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/horticulture_medhassu_in_oid_5/portlet/level_1/files/Health%20benifit%20of%20fruits%20%26%20vegetable.pdf.

Costa, R. D. (2022). The fruit of peach palm (*Bactris gasipaes*) and its technological potential: an overview. *Food Science and Technology*, ISSN 1678-457X DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.82721>.

FAO. (2017). *PERSPECTIVAS MUNDIALES*. Recuperado el 08 de Enero de 2022, de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAO: https://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf

Felisberto, M. H. (2020). Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. *Food Research International*, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109569>.

Fernández, S. (2018). Recuperado el 23 de Noviembre de 2021, de Alimento: https://www.alimento.elconfidencial.com/nutricion/2018-06-22/frutas-tropicales-desconocidas_1575028/

Ferrari, F. M. (2020). Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. *Food Research International*, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109569>.

Ferreira, M. R. (2022). Food waste profile in Brazilian Food and Nutrition Units and the implemented corrective actions. *Food Science and Technology*, DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.100421>.

Flint, P. W. (2021). Interpreting Medical Data. *Clinical Key*, 8-23.e2 <https://www.clinicalkey.com/#!/content/book/3-s2.0-B9780323611794000028>.

Instruments, E. (2022). Spectroscopy, UV-Vis. *Edinburgh Instruments Ltd.*, <https://www.edinst.com/techniques/uv-vis-spectroscopy/>.

Itis. (2022). Integrated Taxonomic Information System . *ITIS*, https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506706#null.

Maciel, E. V. (2020). Miniaturized liquid chromatography focusing on analytical columns and mass spectrometry: A review. *Analitica Chimica Acta*, Volume 1103, 22 March 2020, Pages 11-31 <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.12.064>.

Mora-Urpí, J. (2018). Peach Palm - *Bactris gasipaes Kunth*. *International Plant Genetic Resources Institute*, págs 12 - 17 ISBN 92-9043-347-7 .

Nhs. (2020). Vitamins and minerals. *NHS inform*, <https://www.nhsinform.scot/healthy-living/food-and-nutrition/eating-well/vitamins-and-minerals>.

Nutrition-Foundation. (2022). B Vitamins including Folate. *Nutrition Foundation*, https://nutritionfoundation.org.nz/nutrition-facts/nutrients/vitamins/b-vitamins-folate/?gclid=Cj0KCQjwz96WBhC8ARIsAATR251MaBSQezQTBbUqUwhUkBB-HkDf5BAA4aAbJISNoYhwK5HNSLuLltoaAk1bEALw_wcB.

ONU. (2019). Recuperado el 03 de Enero de 2022, de Naciones Unidas ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/12/1466721>

Paudel, S. (2021). ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY: A SHORT REVIEW. *EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)*, ISI I.F.Value:1.241| Journal DOI: 10.36713/epra2016.

Richardson, D. P., Ansell, J., & Drummond, L. N. (2018). The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review. *European journal of nutrition*, 57(8), 2659–2676. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1627-z>

Rosas, R. M. (2018). Palmas Ecuatorianas: Biología y Uso Sostenible. *PUCE*, (pp.77-89) Edition: 1 Chapter: 3.

Rudrappa, U. (2022). Fruit Nutrition facts. *Nutrition and you*, <https://www.nutrition-and-you.com/fruit-nutrition.html>.

Santos, O. V. (2020). Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes Kunth*): implications for human health. *Revista de Nutrición*, 33:e190146 <http://dx.doi.org/10.1590/1678-9805202033e190146>.

Torres-Vargas, O. L. (2021). Physicochemical Characterization of Unripe and Ripe Chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth*) Fruit Flours and. *Starch Journal*, págs 1 - 7 DOI: 10.1002/star.202000242.

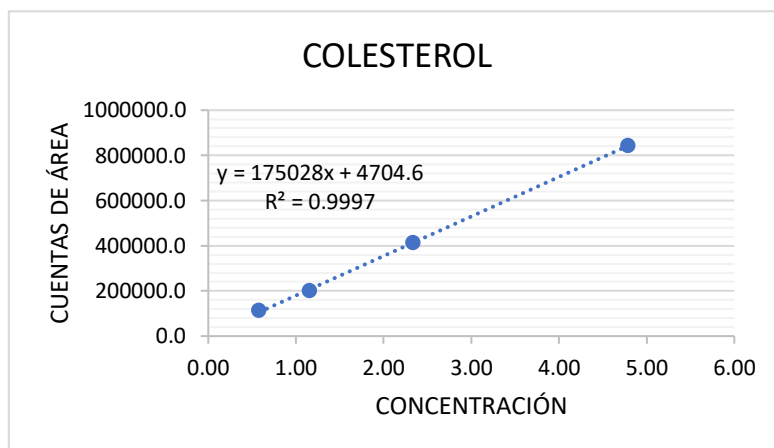
V.Jain. (2018). FOOD AND NUTRITIONAL ANALYSIS. *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*, Pages 202-211 <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00175-8>.

ANEXOS

ANÁLISIS CROMATOGRÁFICOS

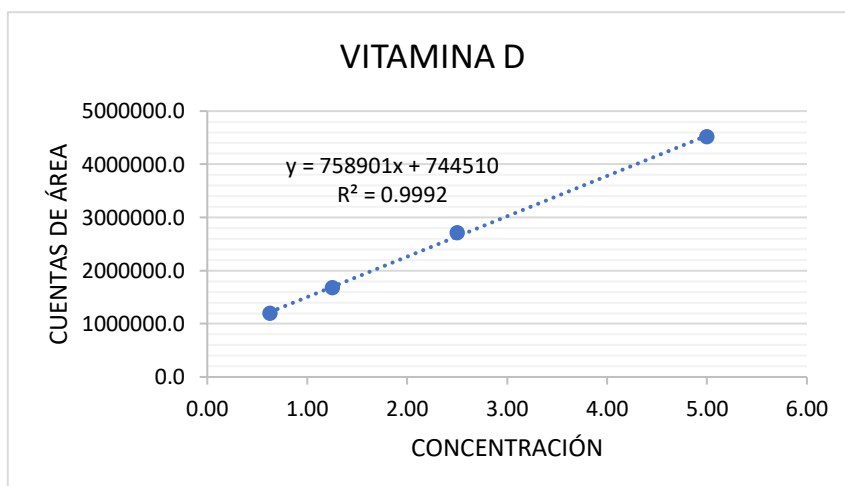
ANEXO 1. CURVA DE CALIBRACIÓN DE COLESTEROL

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	4.79	844131.0
2	2.34	414246.3
3	1.16	200228.9
4	0.58	112707.5



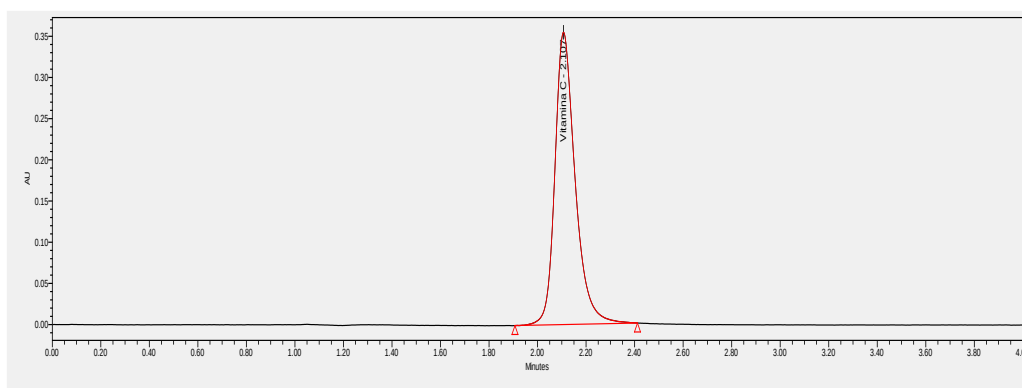
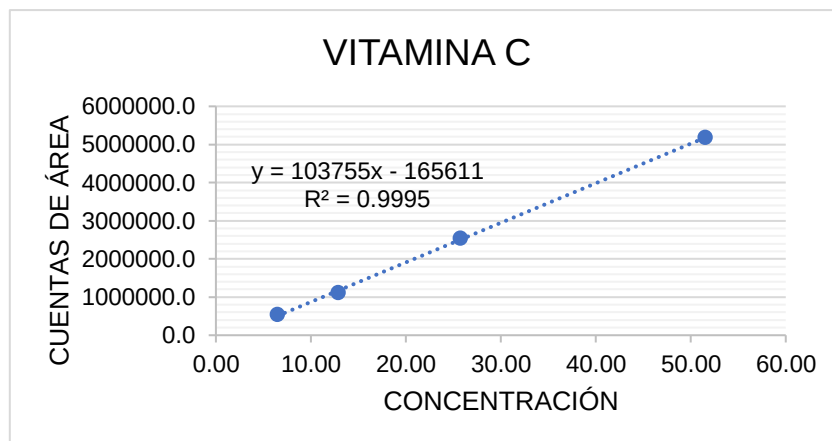
ANEXO 2. CURVA DE CALIBRACIÓN DE VITAMINA D

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	5.00	4514436.5
2	2.50	2705177.3
3	1.25	1674945.7
4	0.63	1198177.7

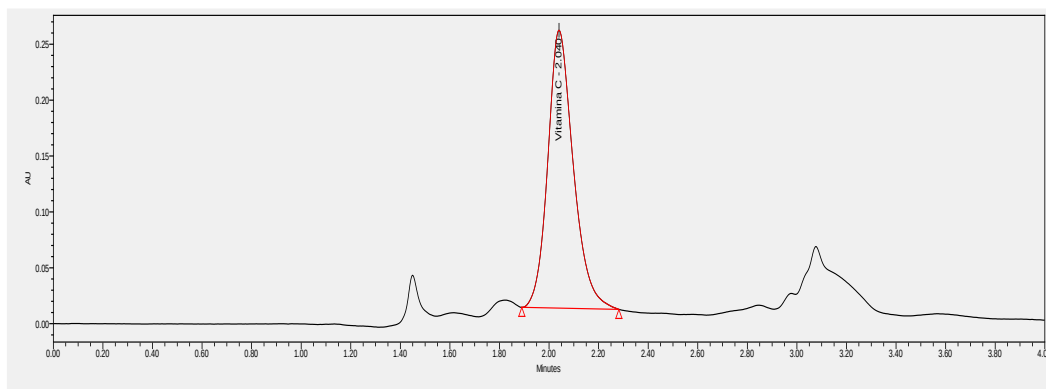


ANEXO 3. CURVA DE CALIBRACIÓN Y CROMATOGRAMA DE VITAMINA C

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	51.50	5172676.5
2	25.75	2540120.0
3	12.88	1103703.3
4	6.44	539881.5



CROMATOGRAMA DE ESTÁNDAR DE VITAMINA C

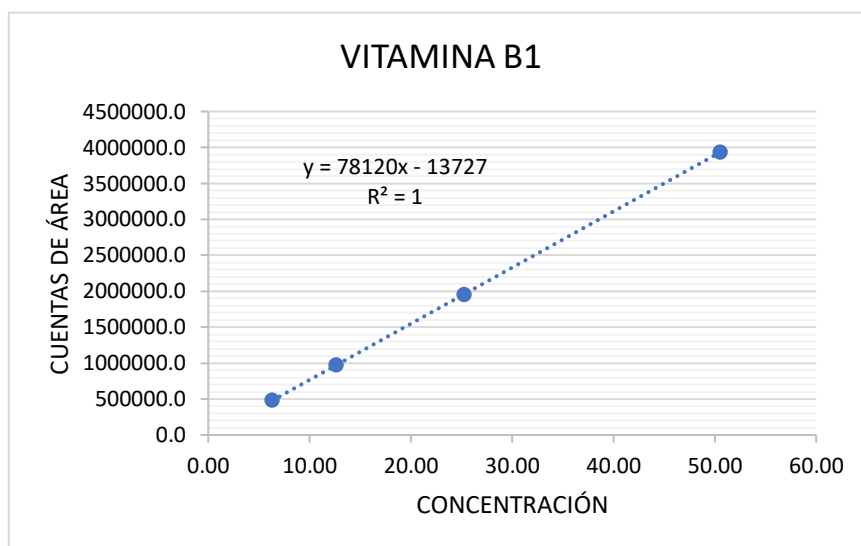


CROMATOGRAMA DE MUESTRA VITAMINA C

ANEXO 4. CURVA DE CALIBRACIÓN Y CROMATOGRAMA DE VITAMINAS B

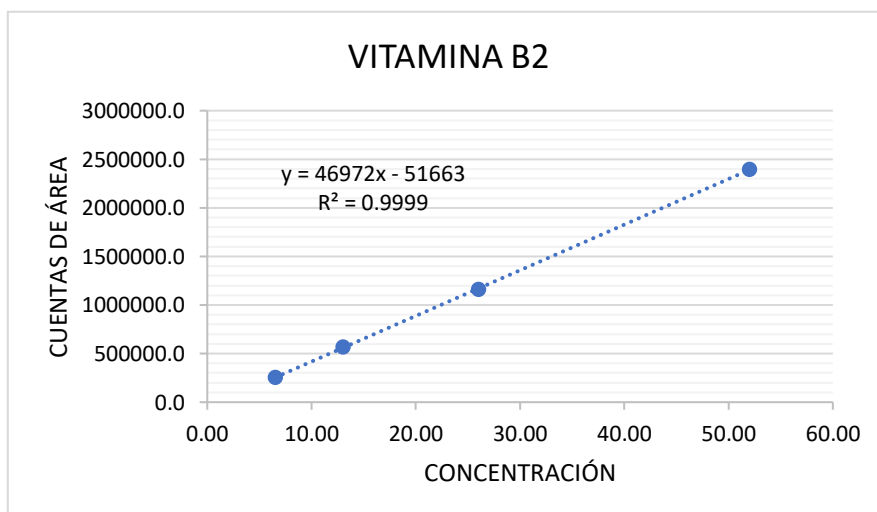
VITAMINA B1

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	50.50	3933077.5
2	25.25	1955109.8
3	12.63	971412.9
4	6.31	482480.0



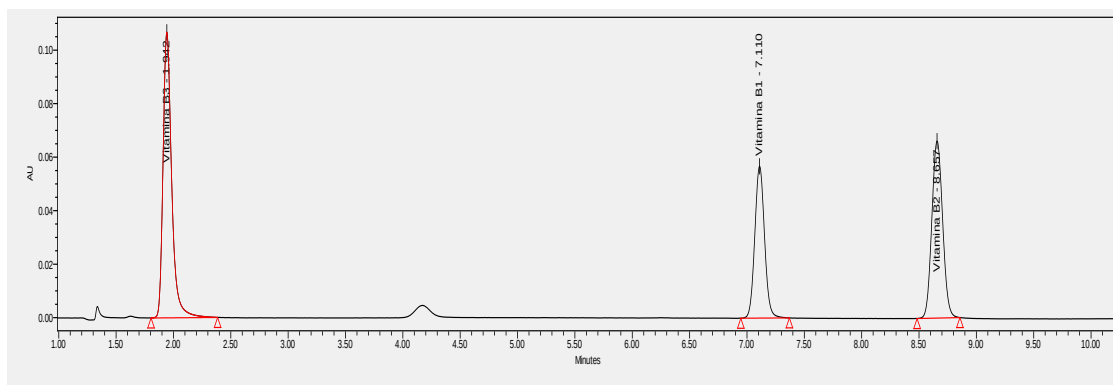
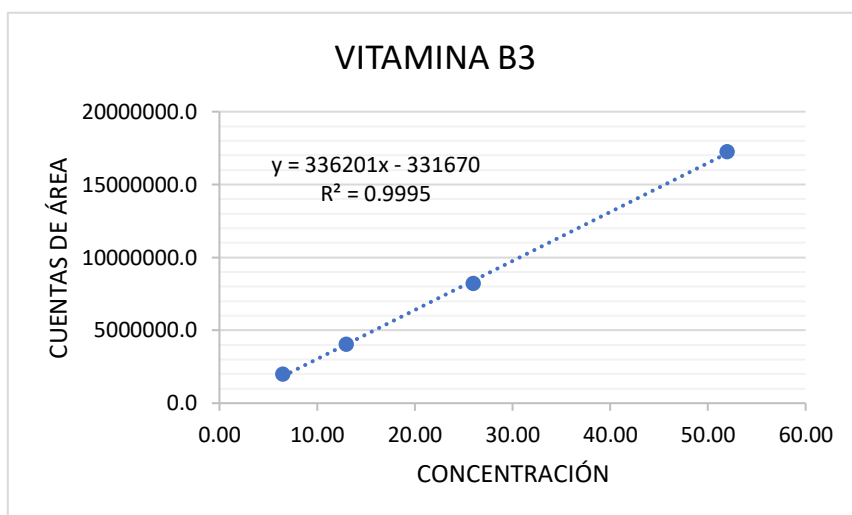
VITAMINA B2

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	52.00	2394942.6
2	26.00	1157750.3
3	13.00	566294.4
4	6.50	254169.1

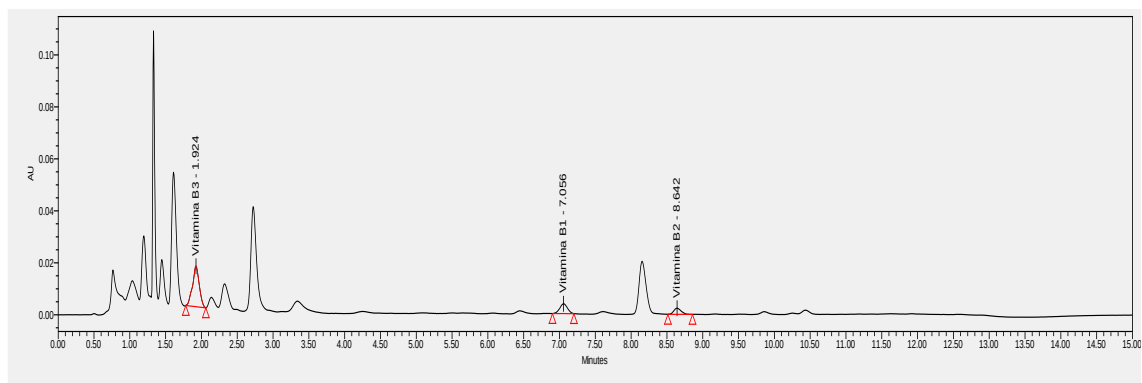


VITAMINA B3

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	52.00	17246360.0
2	26.00	8186077.0
3	13.00	4040460.5
4	6.50	1980047.3



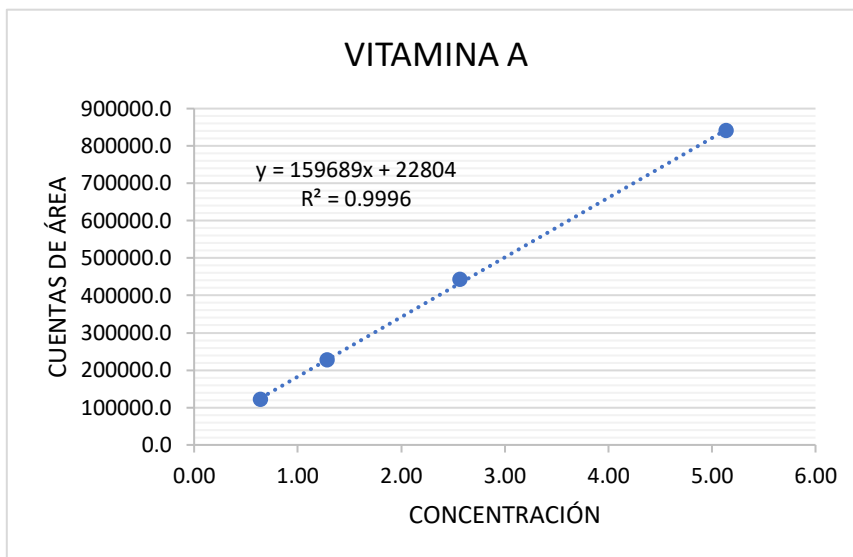
CROMATOGRAMA DE ESTÁNDAR VITAMINAS B1, B2 Y B3



CROMATOGRAMA DE MUESTRA VITAMINAS B1, B2 Y B3

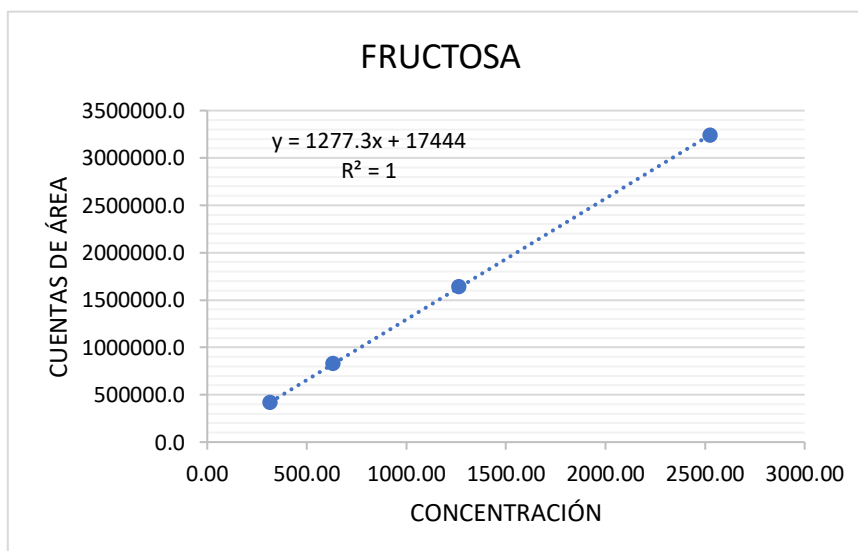
ANEXO 5. CURVA DE CALIBRACIÓN DE VITAMINA A

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	5.14	840019.1
2	2.57	441917.1
3	1.29	226959.5
4	0.64	121320.3



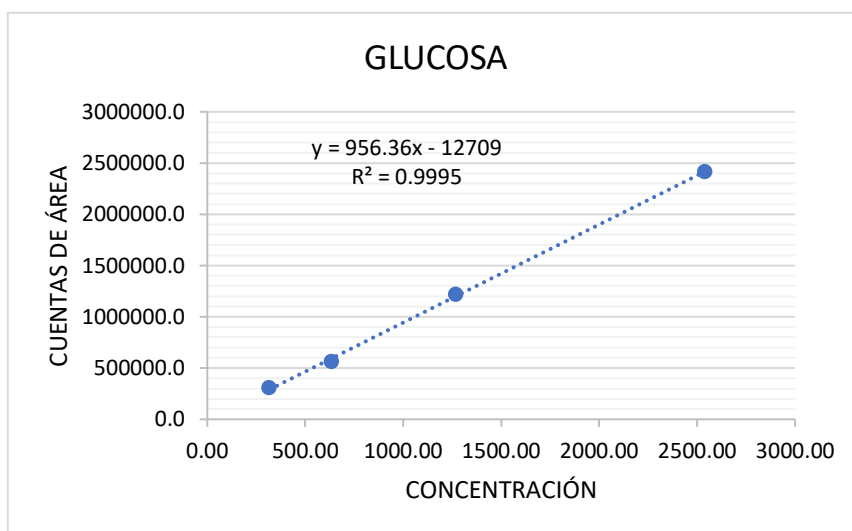
ANEXO 6. CURVA DE CALIBRACIÓN DE FRUCTOSA

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	2525.00	3239404.8
2	1262.50	1636390.3
3	631.25	827184.9
4	315.63	414004.1



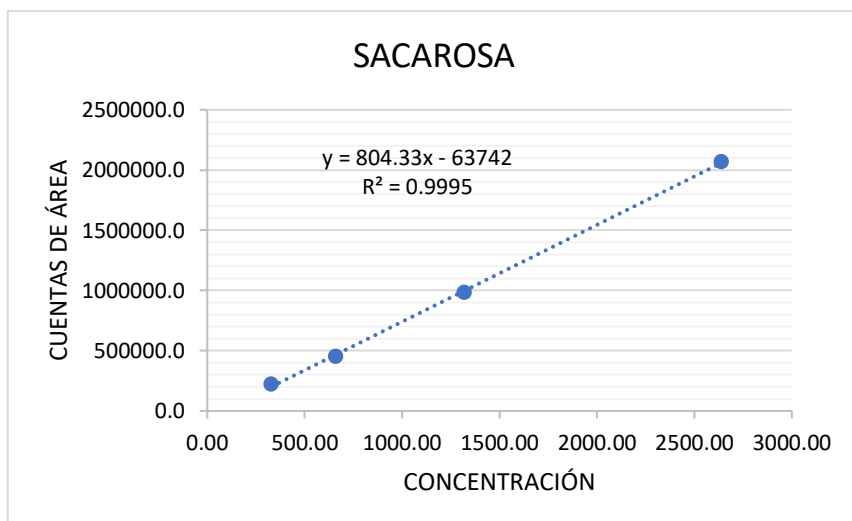
ANEXO 7. CURVA DE CALIBRACIÓN DE GLUCOSA

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	2540.00	2414351.0
2	1270.00	1216746.4
3	635.00	564641.8
4	317.50	308097.4

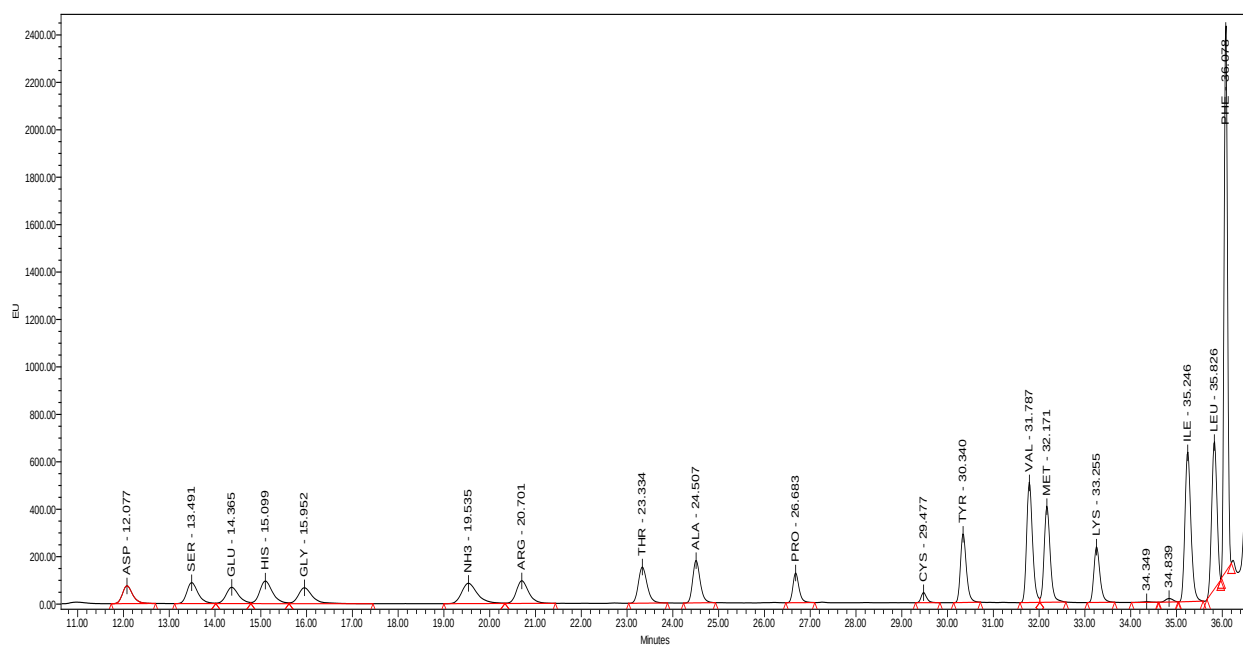


ANEXO 8. CURVA DE CALIBRACIÓN DE SACAROSA

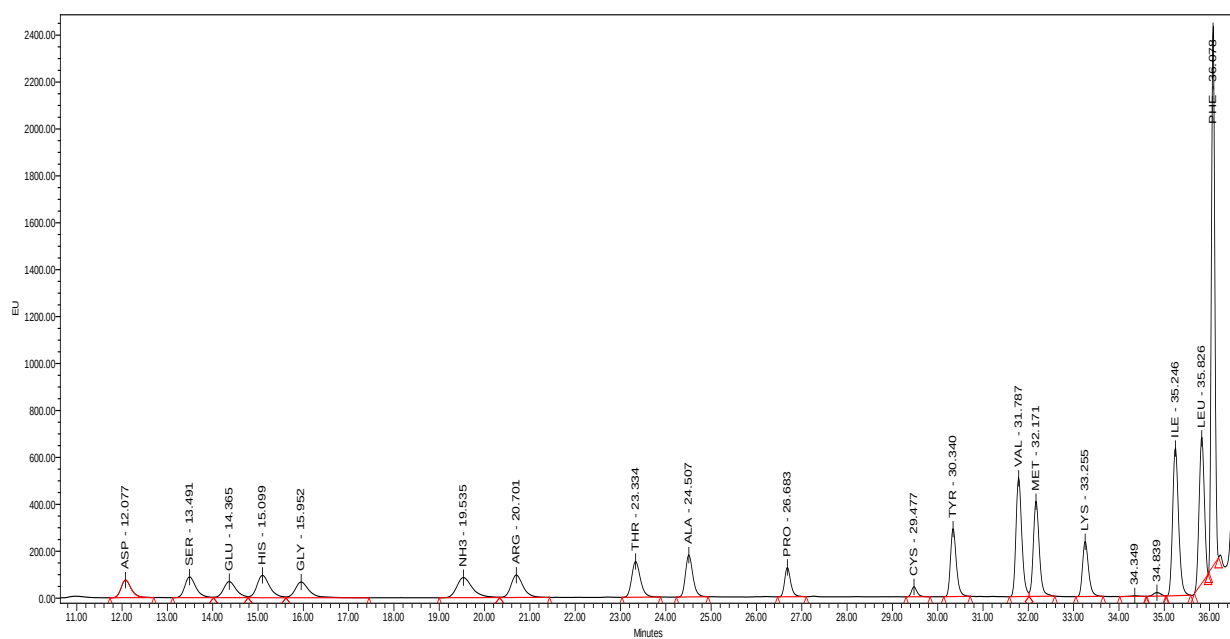
Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	2640.00	2068864.8
2	1320.00	981815.0
3	660.00	451369.9
4	330.00	224418.2



ANEXO 9. CROMATOGRAMAS DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS

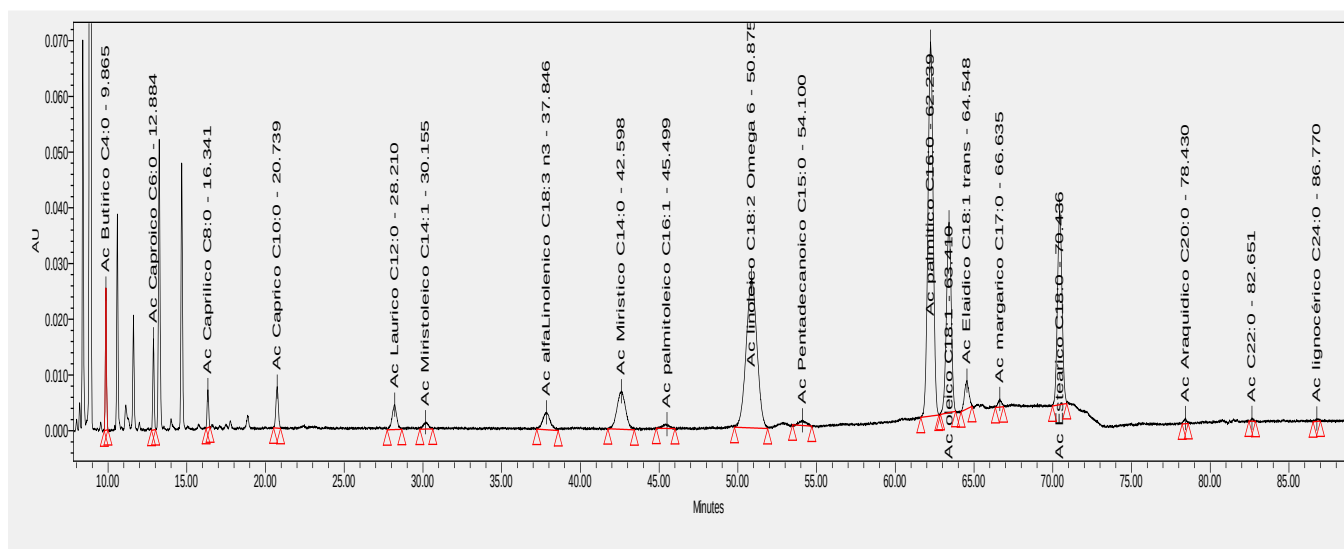


Cromatograma de estándar de aminoácidos



Cromatograma de muestra de perfil de Aminoácidos

ANEXO 10. CROMATOGRAMA DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

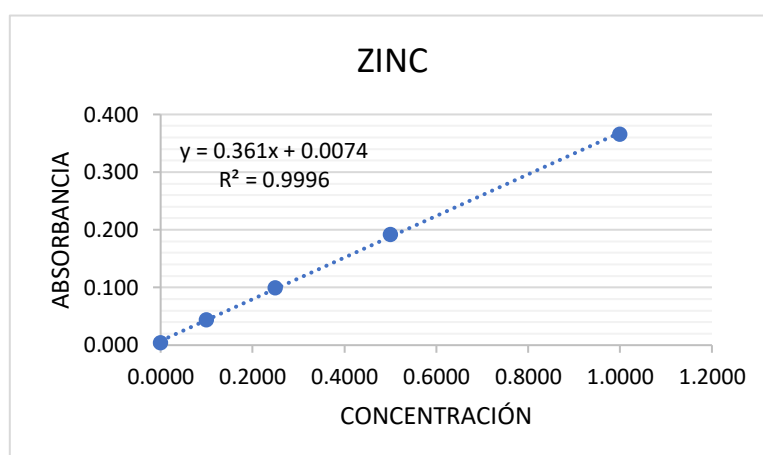


Cromatograma de la muestra de perfil de Ácidos Grasos

ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICOS

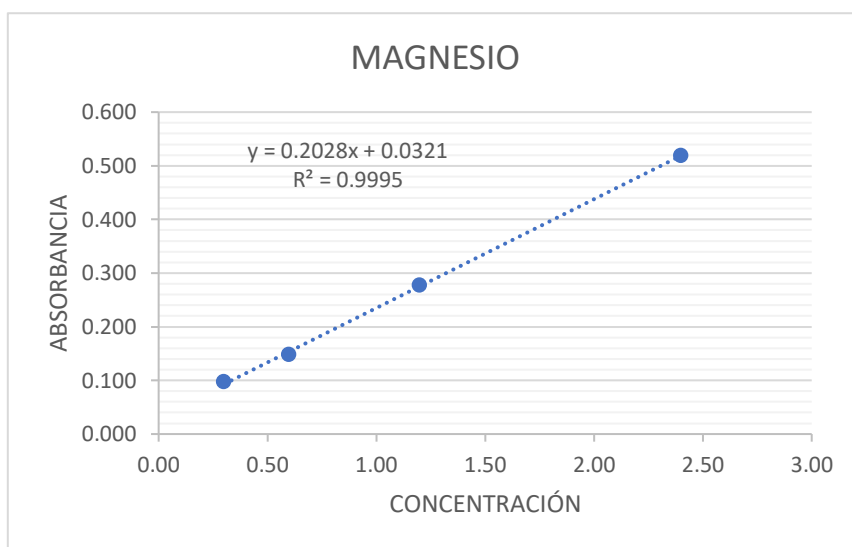
ANEXO 11. CURVA DE CALIBRACIÓN DE ZINC (Zn)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	1.0000	0.366
2	0.5000	0.192
3	0.2500	0.099
4	0.1000	0.044



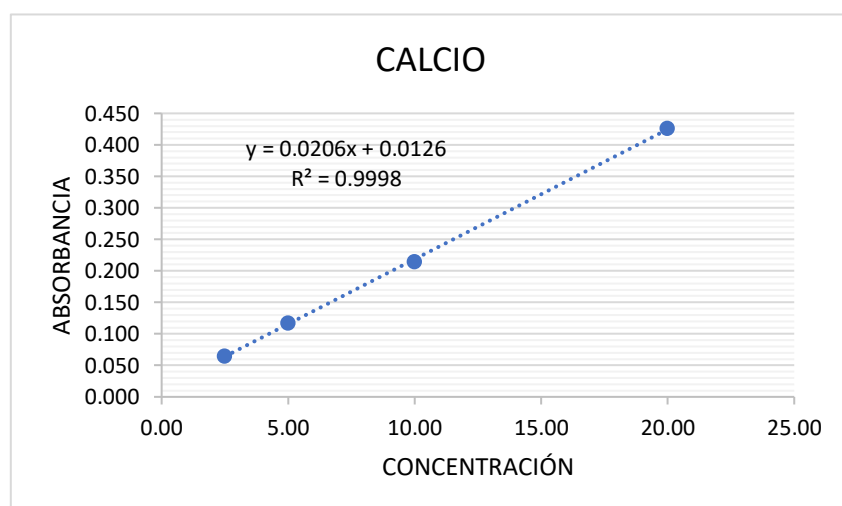
ANEXO 12. CURVA DE CALIBRACIÓN DE MAGNESIO (Mg)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	2.40	0.519
2	1.20	0.277
3	0.60	0.148
4	0.30	0.097



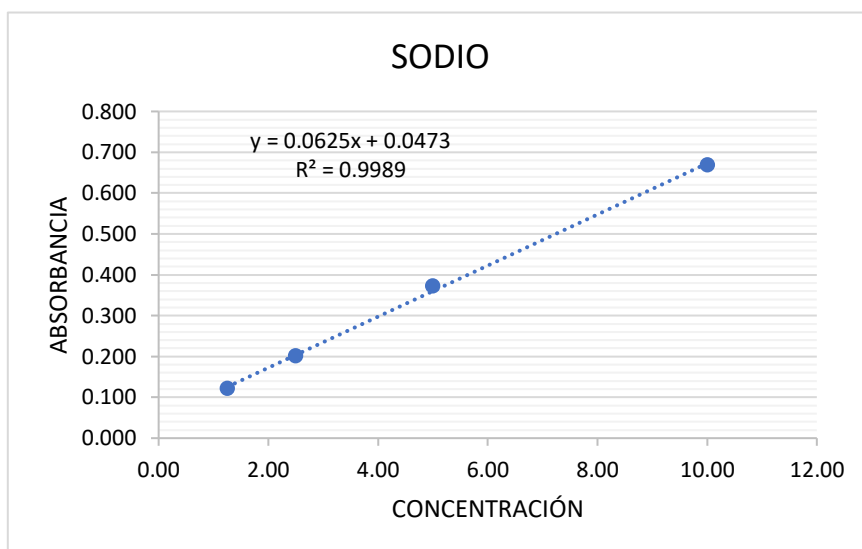
ANEXO 13. CURVA DE CALIBRACIÓN DE CALCIO (Ca)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	20.00	0.426
2	10.00	0.215
3	5.00	0.117
4	2.50	0.065



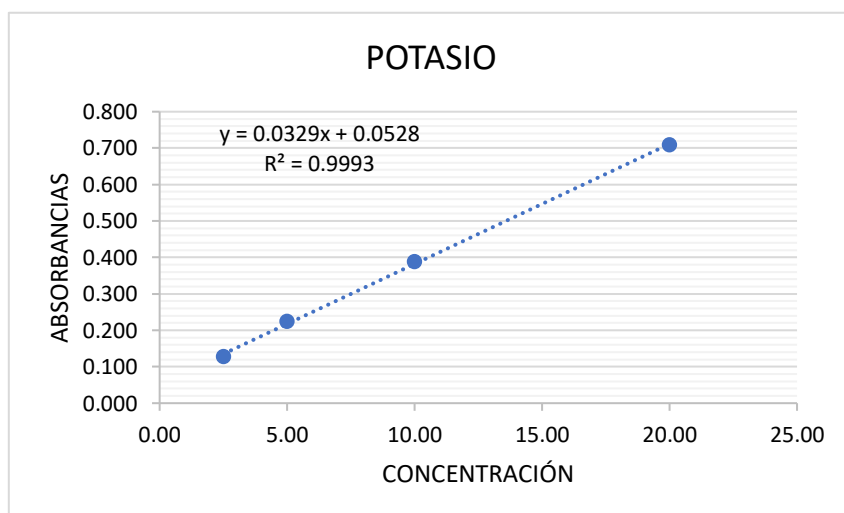
ANEXO 14. CURVA DE CALIBRACIÓN DE SODIO (Na)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	10.00	0.668
2	5.00	0.372
3	2.50	0.201
4	1.25	0.121



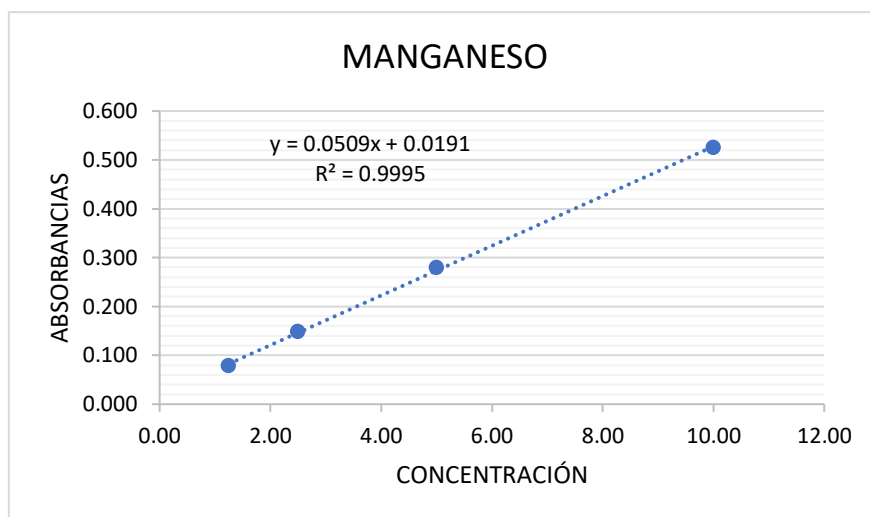
ANEXO 15. CURVA DE CALIBRACIÓN DE POTASIO (K)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	20.00	0.708
2	10.00	0.388
3	5.00	0.223
4	2.50	0.127



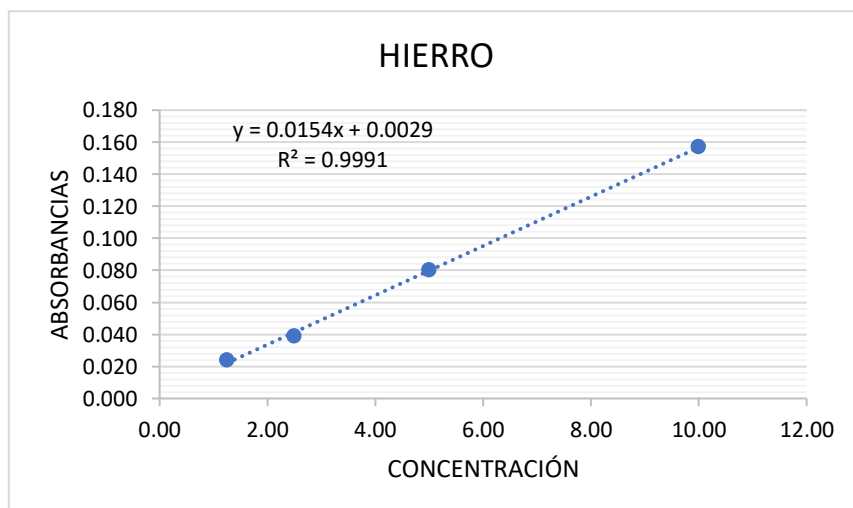
ANEXO 16. CURVA DE CALIBRACIÓN DE MANGANESO (Mn)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	10.00	0.525
2	5.00	0.279
3	2.50	0.148
4	1.25	0.078



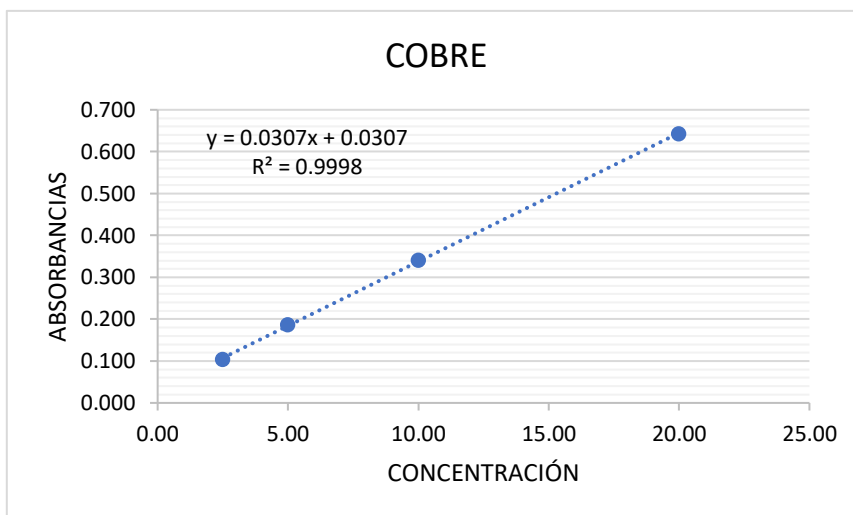
ANEXO 17. CURVA DE CALIBRACIÓN DE HIERRO (Fe)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	10.00	0.525
2	5.00	0.279
3	2.50	0.148
4	1.25	0.078



ANEXO 18. CURVA DE CALIBRACIÓN DE COBRE (Cu)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	20.00	0.643
2	10.00	0.341
3	5.00	0.186
4	2.50	0.104



ANEXO 19. CURVA DE CALIBRACIÓN DE FOSFORO (P)

Nivel de Calibración	Estándar: Concentración ppm	Cuentas de Área [Absorbancia]
1	3.20	0.298
2	1.60	0.146
3	1.20	0.110
4	0.80	0.076

