



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO
PARA OPTAR POR EL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**

TEMA:

EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE
Eugenia stipitata Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES

AUTORA:

MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE

TUTORA:

TATIANA ZAMORA ZAMORA Ph. D.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020 – 2021



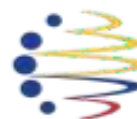
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



senescyt
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE <i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”		
AUTOR:	Rivera Baque Madelyne Tatiana		
TUTORA/ TUTOR REVISOR:	Tatiana Zamora Zamora, Ph.D. (Tutora) Michael Rendon QF. Mgs. (Tutor Revisor)		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD: MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Facultad de Ciencias Químicas		
GRADO OBTENIDO:	Tercer Nivel - Química y Farmacéutica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Octubre 2020	No. DE PÁGINAS:	125
ÁREAS TEMÁTICAS:	Análisis Químico Instrumental/Análisis de Alimentos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh, minerales, dieta, nutrientes, valor nutricional.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo de investigación estuvo enfocado en la evaluación del contenido nutricional de los frutos de arazá de diferentes orígenes, mediante la revisión de datos, sustentado en un estudio bibliográfico y experimental, con el objetivo de demostrar su valor nutricional y justificar su inclusión en la dieta del ser humano como fuente segura de alimentación. En la primera etapa, correspondiente al estudio bibliográfico se recopiló información acerca las características físicas y fisicoquímicas de la especie en cuestión, haciendo énfasis en la variabilidad existente en cuanto a su tamaño y peso. La literatura señala que la especie en estudio posee una considerable actividad antioxidante, con un contenido en carotenoides superior al de otras frutas reconocidas como ricas en antioxidantes. Sin embargo, los aspectos nutricionales más predominantes en esta especie amazónica hacen referencia al contenido de proteínas, vitaminas (A, B ₁ y C) y minerales, entre los que se destaca el potasio. Por otra parte, para el estudio experimental se procuró el análisis de la fruta local, empleándose métodos oficiales de la AOAC para la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales (proteínas y minerales), mientras que para conocer su grado de aceptación se realizó un análisis sensorial. Finalmente, se confrontó la literatura con los resultados experimentales, donde se evidenció que cada uno de los parámetros evaluados correspondían a los reportados por los diferentes estudios bibliográficos, destacando la composición mineral de <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh debido a la presencia de potasio como elemento mayoritario con un promedio de 1672 mg/kg. Con los resultados alcanzados se demuestra el importante valor nutricional proporcionado por la especie <i>Eugenia stiptitata</i> McVaugh, y su potencial contribución a la salud del ser humano.			
ADJUNTO PDF:	☒	SÍ	NO
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: 0979644755		E-mail: madelyne.riverab@ug.edu.ec maddy_taty@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad de Ciencias Químicas		
	Teléfono: (04) 2293680		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



**ANEXO VI.- CERTIFICADO DEL DOCENTE – TUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Guayaquil, 2 de octubre de 2020.

Mgs.
Zoila Luna Estrella
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”** de la estudiante **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE** con **C.I. 0923198329**, indicando que ha 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 titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

TATIANA ZAMORA ZAMORA, Ph.D.
TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0912589215
FECHA: 2 de octubre de 2020.



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



**ANEXO VIII.- INFORME DEL TUTOR REVISOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Guayaquil, 13 de octubre de 2020.

Mgs.

Zoila Luna Estrella

VICEDECANA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES** de la estudiante **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE**. 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 **17** 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 del **50% de 10 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 titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**MICHAEL
GUILLERMO RENDON**

MICHAEL RENDÓN MORÁN, Q.F. Mgs.

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I. 0920246246

FECHA: 13 de octubre del 2020.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado, **Ph.D. TATIANA IVETTE ZAMORA ZAMORA**, Tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE, C.I. 0923198329**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICA Y FARMACÉUTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 1 % de coincidencia.

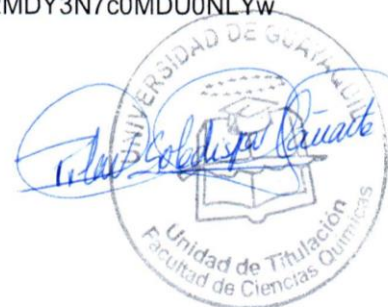
The screenshot displays the URKUND interface with the following details:

- Documento:** Evaluación del valor nutricional del fruto de la especie Eugenia stipitata Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES
- Presentado por:** Tatiana Zamora
- Revisado por:** Tatiana Zamora
- Similitud:** 1%
- Lista de Fuentes:**
 - Categoría:** Enlace, nombre de archivo
 - Enlaces:**
 - https://www.mma.gub.ve/.../...
 - https://www.mma.gub.ve/.../...
 - Fuentes alternativas:**
 - Características de la especie Eugenia stipitata Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES
 - Fuentes no usadas:**

The main text area shows the beginning of the document, discussing the importance of food safety and quality, and the role of the Ministry of Agriculture and Livestock in ensuring the safety of food products.

<https://secure.arkund.com/old/view/76981730-386465-283719#q1bKLvYaija1VEqzkzPy0zLTE7MS05VsJLQMzAwNDG2MDY3N7c0MDU0ONLYwMaoFAA==>


TATIANA ZAMORA ZAMORA, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
C.I. 0912589215
FECHA: 2 de octubre de 2020.





FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Urkund Analysis Result

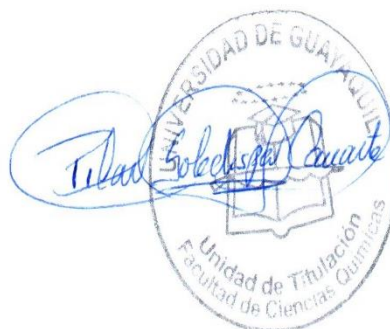
Analysed Document: Tesis_ARAZÁ_RIVERA REVISION URKUND.docx (D80460573)
Submitted: 10/2/2020 6:09:00 AM
Submitted By: tatiana.zamoraz@ug.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

TESIS FINAL JOHANNA RACINES.docx (D14977860)
https://www.cio.mx/archivos/avances_de_la_ciencia_en_Mexico_2017/BCA_S1-S5.pdf

Instances where selected sources appear:

2





**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 2 de octubre de 2020.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutora del Trabajo de Titulación, Certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”**, presentado por: **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE**, con **C.I. 0923198329** previo a la obtención del título de Química y Farmacéutica.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Anti-plagio del programa URKUND, quedando el 1% de coincidencia. Lo certifico:

A handwritten signature in blue ink, reading 'Tatiana Zamora Zamora', written over a horizontal line.

**TATIANA ZAMORA ZAMORA, Ph.D.
TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0912589215
FECHA: 2 de octubre de 2020.**



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 13 de octubre de 2020.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **MICHAEL RENDÓN MORÁN Q.F. MGS.**, tutor revisor del trabajo cuyo título es: **“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por la estudiante: **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE**, con **C.I. 0923198329**; con mi

respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Química y Farmacéutica, en la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:

**MICHAEL
GUILLERMO RENDON**

**MICHAEL RENDÓN MORÁN, Q.F. Mgs.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0920246246
FECHA: 13 de octubre del 2020.**



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 20 de octubre del 2020.

**CERTIFICADO DEL TRIBUNAL
ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL**

El tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación de la Señorita **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE** con C.I. **0923198329**, después de ser examinado en su presentación, memoria científica, y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.



Firmado electrónicamente por:
**MICHAEL
GUILLERMO RENDON
MORAN**

**MICHAEL RENDÓN MORÁN, Q.F. Mgs.
PRESIDENTE – MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**ADONIS
BELLO**

**ADONIS BELLO ALARCÓN, Ph.D.
DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL**

**MERIBARY MONSALVE PAREDES, Ph.D.
DOCENTE MIEMBRO 3 DEL TRIBUNAL**

Ab. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO Mgs.

SECRETARIO GENERAL



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE**, con C.I. No. **0923198329**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al **Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN**, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

Madelaine Rivera B.

MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE

C.I. 0923198329

***CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN** (Registro Oficial n. 899 – Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE
***Eugenia stipitata Mc Vaugh* (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”**

Yo, **MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE**, autora de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además, ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni extranjera.

Madelyne Rivera B.

MADELYNE TATIANA RIVERA BAQUE

C.I. 0923198329

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor y bondad, me ha permitido sonreír ante todos mis logros que son resultado de su ayuda y por la fuerza que me dio para poder alcanzar esta meta tan anhelada.

A mi madre, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, lucha, comprensión, valores y, por sus bendiciones que me han protegido a lo largo de mi vida. Por eso te doy este trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía.

A mi padre, por su esfuerzo y perseverancia que lo caracteriza, por su amor, por querer darme siempre lo mejor sin importarle quedarse sin nada, por demostrarme que cuando uno desea salir adelante sólo es cuestión de echarle ganas.

Los amo infinitamente.

Madelyne Tatiana Rivera Baque

AGRADECIMIENTO

A Dios siempre primero, por estar conmigo y darme las fuerzas necesarias cuando sentía que ya no podía continuar, pero sobre todo quiero darle las gracias por permitir que mis padres logren verme cumplir esta gran meta.

A mis padres Eddy Rivera Bravo y Maribel Baque Rivera, por su apoyo incondicional, su preocupación, confianza, amor, por guiarme por el camino del bien y, porque gracias a ellos estoy culminando una gran etapa de mi vida.

A mis hermanos, por haberme apoyado en todo momento, porque a pesar de las peleas sé que siempre podré contar con ellos.

A mis segundos padres Norma Tello, Abraham Torres y mis hermanos mayores Mauricio Torres Tello y Katherine Torres Tello, por estar siempre para nosotros ante cualquier dificultad que se nos presente.

Durante casi un año tuve la oportunidad de trabajar con una excelente formadora y profesional, mis más sinceros agradecimientos a la Doctora Tatiana Zamora Zamora, por ser mi gran guía en la elaboración de este trabajo de investigación, por brindarme sus conocimientos y estar siempre pendiente de mí, por no dejarme a la deriva. Sin duda alguna, tenerla como tutora me ha permitido crecer en algunos aspectos.

Al Doctor Carlos Valdiviezo Rogel y Q.F Adrián Espinoza Romero, por su confianza depositada en mí, su ayuda constante y, porque gracias a ellos se me abrieron grandes oportunidades. A los doctores del laboratorio de referencia ARCSA, por su colaboración y, por ser una guía de conocimiento.

A gran y mejor amigo Emilio Mateo Álvarez Álvarez, quien estuvo para mí en uno de los momentos más difíciles, pero sobre todo porque sigue a mi lado, confiando en mí y deseándome lo mejor, no tengo las palabras para agradecer tan grata amistad que Dios puso en mi camino, su paciencia, lealtad y amor hacia mi persona, me hacen creer en la verdadera amistad.

A mi mejor amiga Cinthya Melania Valencia Rodríguez, por sus 10 años de amistad, por estar presente en los buenos y malos momentos, por confiar en mi capacidad para desarrollar este trabajo y, por sus palabras de aliento cuando necesitaba auxilio.

¡A todas estas grandes personas, en serio muchas gracias!

Madelyne Tatiana Rivera Baque

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	XXIII
ABSTRACT.....	XXIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
I.1 PROBLEMA	3
I.1.1 Planteamiento del problema	3
I.1.2 Formulación del problema	5
I.2 JUSTIFICACIÓN	5
I.3 HIPÓTESIS	6
I.4 OBJETIVOS	6
I.4.1 General	6
I.4.2 Específicos	7
I.5 VARIABLES	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
II.1 Descripción botánica.....	8
II.2 Origen y Distribución.....	9
II.3 Aspectos ecológicos	10
II.3.1 Clima.....	10
II.3.2 Precipitación pluvial	10
II.3.3 Humedad relativa.....	11
II.3.4 Radiación solar	11

II.3.5 Suelos.....	11
II.4 Desarrollo vegetativo y reproductivo	12
II.4.1 Desarrollo vegetativo	12
II.4.2 Desarrollo reproductivo.....	12
II.5 Desarrollo del fruto.....	12
II.5.1 Crecimiento y desarrollo del fruto	12
II.5.2 Respiración celular y producción de etileno.....	14
II.6 Maduración e índices de cosecha.....	15
II.6.1 Maduración (cambio de coloración)	15
II.6.2 Índices de cosecha	18
II.7 Factores de manejo postcosecha que afectan la calidad.....	18
II.7.1 Temperatura	18
II.7.2 Daño físico	19
II.7.3 Daños fisiológicos	19
II.7.4 Pérdida de agua.....	20
II.8 Conservación y envasado de los frutos	20
II.9 Características fisicoquímicas.....	21
II.9.1 Sólidos solubles	21
II.9.2 Acidez titulable y pH	22
II.9.3 Ácidos orgánicos.....	22
II.10 Composición nutricional	23
II.10.1 Carbohidratos, proteínas y lípidos	23

II.10.2 Micronutrientes	25
II.11 Seguridad alimentaria	28
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	31
III.1 Tipo de investigación	31
III.2 Desarrollo de la investigación	31
III.2.1 Estudio bibliográfico	31
III.2.2 Estudio experimental	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
IV.1 Estudios bibliográficos	51
IV.1.1 Parámetros físicos	51
IV.1.2 Parámetros fisicoquímicos	52
IV.1.3 Parámetros nutricionales	53
IV.1.4 Seguridad alimentaria	56
IV.2 Estudios experimentales	57
IV.2.1 Parámetros físicos	57
IV.2.2 Parámetros fisicoquímicos	65
IV.2.3 Parámetros nutricionales	71
IV.2.4 Análisis sensorial	74
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN	79
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de la especie <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh.....	9
Figura 2. Desarrollo del fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	13
Figura 3. Tasa de respiración celular y producción de etileno del arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).....	15
Figura 4. Cambios de coloración en el fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).....	16
Figura 5. Daños fisiológicos que ocurren durante el periodo postcosecha del fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	20
Figura 6. Mapa satelital de la zona de recolección de la muestra.	36
Figura 7. Curva de calibración del Sodio (5,0 - 100,0 mg/L).	45
Figura 8. Curva de calibración del Calcio (0,2 - 5,0 mg/L).....	46
Figura 9. Curva de calibración del Potasio (0,2 - 4,0 mg/L).....	46
Figura 10. Curva de calibración del Hierro (0,05 - 0,20 mg/L).....	47
Figura 11. Curva de calibración del Zinc (0,2 - 1,0 mg/L).....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Definición operacional de las variables.	7
Tabla II. Clasificación botánica del arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	8
Tabla III. Escala de color durante el desarrollo y maduración del arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	17
Tabla IV. Características fisicoquímicas durante la maduración del fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	21
Tabla V. Composición nutricional en 100 g de pulpa del fruto maduro de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	24
Tabla VI. Carotenoides presentes en el fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	28
Tabla VII. Residuos de plaguicidas encontrados en diversos productos hortofrutícolas.	29
Tabla VIII. Plaguicidas utilizados y comercializados en Ecuador para diferentes cultivos.	30
Tabla IX. Equipos, aparatos y materiales empleados en la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales de la especie <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh.	34
Tabla X. Reactivos empleados en la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales de la especie <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh.	35
Tabla XI. Concentraciones de las soluciones de trabajo para la construcción de la curva de calibración.	45
Tabla XII. Ecuación de la recta y coeficiente de correlación para cada metal.	48
Tabla XIII. Condiciones analíticas para la determinación de metales en el fruto arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh) por el método oficial de la AOAC 999.10.	48

Tabla XIV. Comparaciones realizadas a frutas con respecto al contenido de compuestos bioactivos.	55
Tabla XV. Resultados estadísticos del diámetro longitudinal.....	58
Tabla XVI. Resultados estadísticos del diámetro transversal.	58
Tabla XVII. Resultados estadísticos del peso del fruto entero.....	61
Tabla XVIII. Resultados estadísticos del peso de la cáscara.....	62
Tabla XIX. Resultados estadísticos del peso de las semillas.	63
Tabla XX. Resultados estadísticos del peso de la pulpa.	65
Tabla XXI. Resultados estadísticos de los parámetros fisicoquímicos.	66
Tabla XXII. Resultados estadísticos del contenido de humedad.	69
Tabla XXIII. Resultados estadísticos del contenido de cenizas.	70
Tabla XXIV. Resultados estadísticos del contenido de proteínas.	72
Tabla XXV. Resultados estadísticos de la composición mineral.....	72
Tabla XXVI. Resultados de la prueba sensorial - Atributo sabor.	74
Tabla XXVII. Resultados de la prueba sensorial - Atributo aroma.	75
Tabla XXVIII. Resultados de la prueba sensorial - Atributo textura.	76
Tabla XXIX. Resultados de la prueba sensorial - Atributo brillo.....	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diámetro longitudinal y transversal de las muestras analizadas.....	60
Gráfico 2. Peso del fruto entero de las muestras analizadas.	61
Gráfico 3. Peso de la cáscara de las muestras analizadas.	63
Gráfico 4. Peso de las semillas de las muestras analizadas.	64
Gráfico 5. Peso de la pulpa de las muestras analizadas.	65
Gráfico 6. pH de las muestras analizadas.	67
Gráfico 7. Porcentaje de sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez en las muestras analizadas.	68
Gráfico 8. Porcentaje de humedad en las muestras analizadas.....	69
Gráfico 9. Porcentaje de cenizas en las muestras analizadas.	70
Gráfico 10. Porcentaje de proteínas en las muestras analizadas.....	72
Gráfico 11. Grado de aceptabilidad - Atributo sabor.	75
Gráfico 12. Grado de aceptabilidad- Atributo aroma.	76
Gráfico 13. Grado de aceptabilidad - Atributo textura.	77
Gráfico 14. Grado de aceptabilidad - Atributo brillo.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados del diámetro longitudinal en muestras analizadas.	86
Anexo 2. Resultados del diámetro transversal en muestras analizadas.....	87
Anexo 3. Resultados del peso del fruto entero en muestras analizadas.	88
Anexo 4. Resultados del peso de la cáscara en muestras analizadas.	89
Anexo 5. Resultados del peso de las semillas en muestras analizadas.	90
Anexo 6. Resultados del peso de la pulpa en muestras analizadas.	91
Anexo 7. Resultados de pH y porcentaje de acidez titulable, sólidos solubles e índice de madurez en muestras analizadas.	92
Anexo 8. Resultados del contenido de humedad en las muestras analizadas.	93
Anexo 9. Resultados del contenido de cenizas en las muestras analizadas. ...	94
Anexo 10. Resultados estadísticos del contenido de proteínas en las muestras analizadas.	95
Anexo 11. Resultados estadísticos de la composición mineral del fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh).	96
Anexo 12. Ficha para el análisis sensorial.	97
Anexo 13. Ficha realizada al agricultor.....	98
Anexo 14. Determinación de parámetros físicos.	99
Anexo 15. Determinación de cenizas.	99
Anexo 16. Determinación de proteínas.	99
Anexo 17. Análisis sensorial.....	100

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Secuencia de ensayos realizados en el estudio de la especie <i>Eugenia stipitata</i> (arazá).....	33
Esquema 2. Proceso de preparación de la muestra.....	36
Esquema 3. Determinación de sólidos solubles por el Método Oficial AOAC 920.152.....	38
Esquema 4. Determinación de acidez titulable por el Método Oficial AOAC 942.15A.....	38
Esquema 5. Determinación de pH por el Método Oficial AOAC 981.12.....	39
Esquema 6. Determinación de humedad por el Método Oficial AOAC 934.06.	40
Esquema 7. Determinación de cenizas por el Método Oficial AOAC 940.26...	41
Esquema 8. Determinación de proteínas por el Método Oficial AOAC 920.152.....	42
Esquema 9. Procedimiento de limpieza para material de vidrio y plástico.....	43
Esquema 10. Determinación de metales por el Método Oficial AOAC 999.10...	44



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



**“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO DE LA ESPECIE
Eugenia stipitata Mc Vaugh (ARAZÁ) DE DIFERENTES ORÍGENES”**

Autora: Madelyne Tatiana Rivera Baque

Tutora: Tatiana Zamora Zamora Ph. D.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación estuvo enfocado en la evaluación del contenido nutricional de los frutos de arazá de diferentes orígenes, mediante la revisión de datos, sustentado en un estudio bibliográfico y experimental, con el objetivo de demostrar su valor nutricional y justificar su inclusión en la dieta del ser humano como fuente segura de alimentación. En la primera etapa, correspondiente al estudio bibliográfico se recopiló información acerca las características físicas y fisicoquímicas de la especie en cuestión, haciendo énfasis en la variabilidad existente en cuanto a su tamaño y peso. La literatura señala que la especie en estudio posee una considerable actividad antioxidante, con un contenido en carotenoides superior al de otras frutas reconocidas como ricas en antioxidantes. Sin embargo, los aspectos nutricionales más predominantes en esta especie amazónica hacen referencia al contenido de proteínas, vitaminas (A, B₁ y C) y minerales, entre los que se destaca el potasio. Por otra parte, para el estudio experimental se procuró el análisis de la fruta local, empleándose métodos oficiales de la AOAC para la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales (proteínas y minerales), mientras que para conocer su grado de aceptación se realizó un análisis sensorial. Finalmente, se confrontó la literatura con los resultados experimentales, donde se evidenció que cada uno de los parámetros evaluados correspondían a los reportados por los diferentes estudios bibliográficos, destacando la composición mineral de *Eugenia stipitata* McVaugh debido a la presencia de potasio como elemento mayoritario con un promedio de 1672 mg/kg. Con los resultados alcanzados se demuestra el importante valor nutricional proporcionado por la especie *Eugenia stiptitata* McVaugh, y su potencial contribución a la salud del ser humano.

Palabras claves: *Eugenia stipitata* McVaugh, minerales, dieta, nutrientes, valor nutricional.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



“EVALUATION OF THE NUTRITIONAL VALUE OF THE FRUIT OF THE SPECIES *Eugenia stipitata* Mc Vaugh (ARAZÁ) OF DIFFERENT ORIGINS”

Autora: Madelyne Tatiana Rivera Baque

Tutora: Tatiana Zamora Zamora Ph. D.

ABSTRACT

The present research work was focused on the evaluation of the nutritional content of arazá fruits of different origins, by reviewing data, supported by a bibliographic and experimental study, with the main objective of demonstrating its nutritional value and justifying its inclusion in the human diet as a safe source of food. In the first stage, corresponding to the bibliographic study, information was collected about the physical and physicochemical characteristics of the species in question, emphasizing the existing variability in terms of its size and weight. The literature indicates that the species under study has considerable antioxidant activity, with a higher carotenoid content than other fruits recognized as rich in antioxidants. However, the most predominant nutritional aspects in this Amazonian species refer to the content of proteins, vitamins (A, B₁ and C) and minerals, among which potassium stands out. On the other hand, for the experimental study, the analysis of the local fruit was sought, using official AOAC methods to determine the physical, physicochemical and nutritional parameters (proteins and minerals), while a sensory analysis was carried out to know their degree of acceptance. Finally, the literature was confronted with the experimental results, where it was evidenced that each of the evaluated parameters corresponded to those reported by the different bibliographic studies, highlighting the mineral composition of *Eugenia stipitata* McVaugh due to the presence of potassium as the majority element with a average 1672 mg/kg. The results achieved demonstrate the important nutritional value provided by the *Eugenia stipitata* McVaugh species, and its potential contribution to human health.

Keywords: *Eugenia stipitata* McVaugh, minerals, diet, nutrients, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

Considerando que la región amazónica posee una incomparable riqueza florística que en la actualidad sigue sin ser estudiada en su totalidad, teniendo en cuenta que la mayoría de sus especies permanecen desconocidas y subvaloradas, el presente trabajo de investigación involucra un estudio bibliográfico y experimental del valor nutricional del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), nativo de la Amazonía peruana.

El arazá se caracteriza por ser un arbusto perenne que puede alcanzar los 15 m de altura, además presenta excelentes cualidades de rusticidad, precocidad y productividad. Su fruto despierta cierto grado de atención debido a sus apreciables características organolépticas, especialmente por su sabor ácido y aroma agradable.

A pesar de ser una especie que no cuenta con abundantes estudios, en comparación con otros productos vegetales y, al ser poco conocida por la población, existe información en diversas literaturas que demostrarían su valioso aporte nutricional en la alimentación del ser humano por su destacable contenido de nutrientes como carbohidratos, proteínas, vitaminas (A, B₁ y C), minerales (sodio, calcio, potasio, hierro y zinc), carotenoides y polifenoles e importantes características fisicoquímicas, entre las que sobresale su alto contenido de humedad.

En virtud de sus parámetros fisicoquímicos y composición nutricional y, por ser un frutal que se desarrolla en zonas tropicales-húmedas, se han generado grandes expectativas para su potencial aprovechamiento en el mercado nacional e internacional, utilizándolo en estado fresco o como materia prima para la

elaboración de algunos derivados como productos azucarados y bebidas alcohólicas.

Así también, por tratarse de un producto de origen vegetal y, por ser consumido en la mayoría de las ocasiones de forma cruda, la seguridad alimentaria requiere atención y control en las especies vegetales, ya que puede verse afectada por la presencia de ciertos contaminantes agroalimentarios introducidos involuntariamente durante el proceso de cultivo; lo cual repercute directamente en la calidad e inocuidad de la especie en cuestión. Por esta razón, resulta necesario poder garantizar el arazá como un alimento seguro para la comunidad ecuatoriana, no sólo desde su valor nutricional.

CAPÍTULO I.

I.1 PROBLEMA

I.1.1 Planteamiento del problema

Desde el año 2003 la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha fomentado el consumo de frutas por encima de 400 g diarios con la finalidad de disminuir el riesgo de contraer diversas patologías y así mejorar la calidad de vida de las personas (Organización Mundial de la Salud, 2003).

La incorporación de frutas en la alimentación del ser humano es necesaria para llevar a cabo una dieta equilibrada y saludable, sin embargo, su bajo consumo incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles como cardiopatías isquémicas, accidente cerebrovascular y ciertos tipos de cáncer.

Carbohidratos, proteínas y lípidos, también llamados como nutrientes proveedores de energía, resultan imprescindibles para el sistema nervioso central, la reparación de tejidos y formación de esteroides y hormonas respectivamente; no obstante, su deficiencia afecta de forma significativa la salud de las personas (Nakamura & Kuranuki, 2018). Pero no solo los macronutrientes antes mencionados son fundamentales en la alimentación; también los micronutrientes que, incluyen vitaminas y minerales, son de gran importancia y, a su vez son requeridos por el organismo en cantidades necesarias con la finalidad de lograr el normal funcionamiento, crecimiento y desarrollo del mismo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la deficiencia de vitaminas y minerales puede causar estados patológicos como malabsorción.

Según una Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) realizada en el año 2018, en Ecuador existe un déficit de estos micronutrientes, siendo la principal causa el consumo de dietas de baja calidad nutricional (Ministerio de salud pública, 2013). Precisamente, ENSANUT indica que los problemas nutricionales en niños de América Latina y El Caribe no sólo se deben al déficit de peso y talla, sino también, a la falta de micronutrientes, incrementando así la tasa de morbilidad infantil y materna.

De acuerdo con un informe difundido en el 2017 por la OMS, menciona que aproximadamente 3,9 millones de muertes fueron causadas por un inapropiado consumo de frutas, debido a la carencia de micronutrientes esenciales en el organismo.

En tal sentido son amplios los recursos vegetales que se disponen en el país; y, muchos de ellos carecen de estudios de caracterización del producto, particularmente sobre la composición química, inocuidad y beneficios de los mismos que permitan establecer su valor agregado y favorecer su potencial aprovechamiento y comercialización. De hecho, la calidad de los alimentos no solo descansa en su valor nutricional sino en la ausencia de posibles contaminantes con origen en diferentes factores que, pudieran adquirir los productos naturales durante las prácticas agronómicas o por las diversas actividades que se realizan alrededor de la zona de cultivo, así como por el suelo y condiciones ambientales en donde se cultiva; razón por la cual es preciso evaluar la calidad de los productos vegetales que aseguren dicha alimentación sana.

En este punto, cabe destacar a una especie conocida como *Eugenia stipitata* Mc Vaugh o Arazá, arbusto originario de la amazonia peruana, que ha sido

posteriormente introducido en otras regiones amazónicas como Brasil, Bolivia, Colombia y Ecuador. Su fruto es una baya carnosa y esférica que se caracteriza por un sabor ácido. De acuerdo con datos preliminares, sería considerada una excelente fuente de vitamina A, B₁ y C, azúcares solubles, fibras, minerales como calcio, sodio, hierro, potasio y zinc; además, de carotenoides y compuestos fenólicos, siendo estos últimos los encargados de proteger al organismo de diversas enfermedades como la inflamación, arteriosclerosis, enfermedad de Alzheimer y Parkinson, las cuales son causadas por el ataque de las especies radioactivas (ROS) (Galeano et al., 2010). Sin embargo, en el país es una fruta poco conocida, y poco estudiada para un mejor aprovechamiento de la misma.

I.1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el valor nutricional que presenta el arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) de diferentes orígenes para su aprovechamiento en la alimentación?

I.2 JUSTIFICACIÓN

En la dieta diaria del hombre es necesaria la ingesta de macronutrientes y micronutrientes. Dentro de los primeros, se encuentran los carbohidratos, lípidos y proteínas, siendo estos los encargados de suministrar energía a todo el organismo, por esta razón son requeridos en mayor concentración por el ser humano; mientras que los segundos, como vitaminas y minerales son sustancias que el organismo necesita en pequeñas cantidades (Reynaud, A. , 2016).

Diversos estudios hacen referencia al potencial valor del arazá en la inclusión de una dieta sana, debido al interesante contenido de ciertos nutrientes; en particular por la presencia de compuestos polifenólicos, vitaminas, y minerales, ofreciendo un beneficio para la salud de las personas que decidan incluirlo en su alimentación (Cuellar, F. et al., 2013). La composición química es responsable

de las propiedades organolépticas, las mismas que también proporcionan calidad al producto y aceptación del mismo por parte del consumidor, con repercusión en incrementos en su consumo.

Por lo que el propósito de este proyecto persigue realizar el estudio de la data de los parámetros fisicoquímicos, composición nutricional, características sensoriales y, presencia de contaminantes agroalimentarios, reportada en diferentes investigaciones realizadas preliminarmente en la especie *Eugenia stipitata*, de manera que permita establecer la calidad nutricional del arazá de acuerdo con el análisis y combinación de las variables de estudio.

Con este trabajo se podrá conocer información sistematizada sobre el aporte de nutrientes que brinda el arazá para una dieta equilibrada y segura, considerando al arazá como una fruta alternativa de alimentación para la población, teniendo en cuenta que ayudaría a combatir el déficit de micronutrientes y antioxidantes. Brindando además la posibilidad de recomendar estudios experimentales puntuales que permitan generar un valor agregado a la fruta para su mejor aprovechamiento.

I.3 HIPÓTESIS

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) es una fruta exótica con propiedades organolépticas características y un contenido de carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y compuestos polifenólicos que ayudan a mejorar las condiciones de nutrición de la población de consumo.

I.4 OBJETIVOS

I.4.1 General

➤ Evaluar el contenido nutricional de los frutos de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) de diferentes orígenes.

I.4.2 Específicos

- Establecer los criterios para análisis de la información sobre estudios del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) que permitan estudiar su valor nutricional y seguridad alimentaria.
- Evaluar los parámetros físicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales de la especie con diferentes orígenes de cultivo, producción y comercialización.
- Establecer el estudio comparativo de los datos procesados que evidencien el valor nutricional de la especie y, su seguridad alimentaria.

I.5 VARIABLES

Tabla I. Definición operacional de las variables.

Tipo	Variable	Conceptualización	Indicador
Dependiente	Características sensoriales	Sabor, aroma, textura y brillo.	Escala hedónica
	Características físicas	Dimensiones, peso del fruto entero, cáscara, semillas y pulpa.	cm y g.
	Características fisicoquímicas	Acidez titulable, sólidos solubles, índice de madurez, pH, humedad y cenizas.	%
	Composición nutricional	Carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carotenoides y fenólicos totales.	g, mg y ug.
	Contaminantes agroalimentarios	Residuos de plaguicidas y metales pesados.	mg/Kg
Independiente	Fruto	<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh	Pulpa
	Lugar de estudio de la especie.	Parámetros por evaluar como valor nutricional y seguridad alimentaria, de acuerdo a los diferentes estudios realizados.	Origen

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

II.1 Descripción botánica

El arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) fue clasificado en 1956 por Rogers McVaugh, quien lo describió como un árbol de hoja perenne perteneciente a la familia Myrtaceae. Simultáneamente, destacó la existencia de dos subespecies que presentaban características en común, siendo esta *Eugenia stipitata subsp. stipitata* y *Eugenia stipitata subsp. sosoria* (Quevedo, 1995). En la siguiente Tabla II se presenta la clasificación botánica del arazá.

Tabla II. Clasificación botánica del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Clasificación botánica	
Reino Vegetal	Plantae
Subreino	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermopsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Myrtaceae
Familia	Myrtaceae
Género	Eugenia
Especie	<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh
Subespecie	<i>Eugenia stipitata subsp. stipitata</i> <i>Eugenia stipitata subsp. sosoria</i>

Fuente: Gentil & Ferreira (1999)

El árbol de la *subespecie stipitata* tiene una altura entre 12 a 15 metros, un follaje disperso y ramas pubescentes. Su floración consiste en un pequeño racimo axilar que contiene de 1 a 10 flores pediceladas, sépalos redondos y pétalos blancos ovalados; sus hojas miden de 3.5 a 9.5 cm de ancho y de 8 a 18 cm de largo, en cuanto, a su base, esta se caracteriza por ser obtusa y atenuada. El fruto es una baya esférica achatada, con un tamaño que oscila entre 3 a 5 cm de largo, 4 a 7 cm de diámetro y, un peso promedio de 20 a 50 g. Presenta un epicarpio áspero y pubescente, mientras que, su pulpa es muy ácida y poco

aromática, posee también pequeñas y abundantes semillas (Do Nascimento & Oliveira, 2014).

Por otro lado, la *subespecie sosoria* fue domesticada por comunidades amerindias, debido a eso se pueden mencionar ciertas diferencias, por ejemplo, su arbusto es de menor tamaño, presenta un follaje denso, hojas más pequeñas y subsésiles, las mismas que miden de 2,5 a 4,5 cm de ancho y 6,5 a 13 cm de largo. Su fruto se trata de una baya esférica-cónica, pudiendo llegar hasta los 800 g, dado que, el tamaño de sus semillas es superior, pero se hallan en menor cantidad. El epicarpio de esta subespecie es muy delgado, con una pubescencia fina; su mesocarpio es espeso, jugoso, amarillento, con un aroma agradable y un sabor agridulce (Franco & Shibamoto, 2000). En la Figura 1 se puede observar la variabilidad que presentan los frutos de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh en cuanto al tamaño.

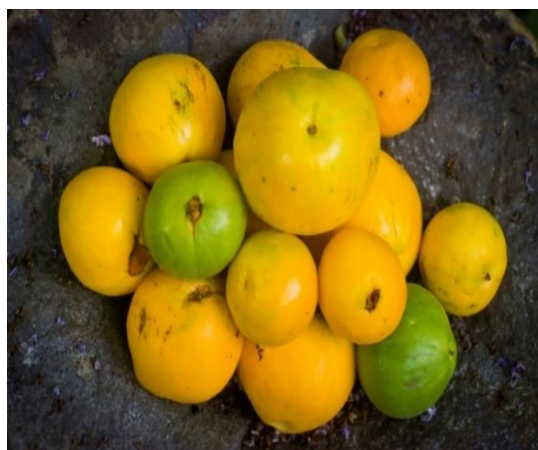


Figura 1. Frutos de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh.
Fuente: Medeiros et al. (2003)

II.2 Origen y Distribución

El arazá es considerado frutal nativo de la Amazonía peruana, debido a la existencia de una amplia variedad genética de *Eugenia stipitata* (Van Kanten & Beer, 2005). Abarca el río Marañón, Ucayali, proximidades de Requena y el nacimiento del Río Amazonas. Anteriormente, se decía que el arazá era

originario de Brasil, pero en Manaus (comúnmente denominada araca-boi) existen algunos ejemplares que han sido introducidos desde Perú. Con el transcurso del tiempo, la especie *Eugenia stipitata* McVaugh se ha distribuido ampliamente en diferentes países amazónicos, como Brasil, Colombia, Bolivia y Ecuador.

II.3 Aspectos ecológicos

Factores como el clima, temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa y el suelo, inciden en el crecimiento, productividad y calidad del fruto. Por esta razón, al momento de su cultivo, se deben considerar las mejores condiciones climáticas y el tipo de suelo más adecuado (Aguilar et al., 2000).

II.3.1 Clima

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) es una especie que se desarrolla en climas tropicales con temperaturas que oscilan entre los 18°C a 30°C.

En la Selva Baja (conocida también como Región Omagua o Bosque tropical amazónico) la temperatura media anual se encuentra entre los 25°C a 28°C; mientras que, en Brasil, este fruto se ha adaptado a diversas regiones que tienen una temperatura promedio de 22°C (Paéz et al., 2004). Ecuador, debido a su posición geográfica posee una diversidad climática favorable para el óptimo desarrollo de esta especie. En esta región amazónica, existe una competente producción del fruto, puesto que, la temperatura radica entre los 18°C a 25°C (Vargas et al., 2018).

II.3.2 Precipitación pluvial

El nivel mínimo permisible es de 936 mm/año, sin embargo, para que la planta puede desarrollarse adecuadamente la pluviosidad debe estar en un rango de 1500 a 4000 mm/año (Escobar et al., 2013). La precipitación pluvial es el

principal factor meteorológico que influye de manera irreversible en la producción de esta especie amazónica. La humedad relativa y la temperatura tienen poca incidencia sobre la floración y fructificación. Mientras que la precipitación pluvial se encuentre entre 200 y 300 mm/mes, se estima obtener excelentes resultados. Aunque esta planta resista periodos de sequía moderados (3 – 4 meses), se ha observado que la floración y fructificación disminuyen en épocas de baja pluviosidad. Cabe mencionar que las épocas de sequía fuerte afectan perjudicialmente el tamaño de los frutos.

II.3.3 Humedad relativa

Al tratarse de una especie que se adapta a regiones húmedas tropicales, la humedad relativa es aproximadamente del 84%. El balance hídrico tiene gran repercusión sobre los rendimientos de esta planta, debido a que una deficiencia de agua implicaría que el fruto sufra un estrés por falta de humedad, lo cual afectaría directamente a la floración y fructificación.

II.3.4 Radiación solar

El arazá se caracteriza por ser una planta de fotoperiodismo corto, es decir, requiere mínimo 12 horas de luz. La luminosidad afecta tanto el desarrollo vegetativo como la producción del fruto. Si la planta crece con una luminosidad muy elevada, presentará numerosas ramificaciones y una copa más densa; por el contrario, el exceso de sombra provocaría un retraso en la producción de arazá y una disminución en el rendimiento de la planta.

II.3.5 Suelos

Los suelos deben ser ácidos, con baja fertilidad (fósforo, calcio y magnesio), elevada saturación de aluminio (80%) y con pH de 4 a 4.5. Su textura debe ser

arcillosa para facilitar la retención de agua y nutrientes, en vista de que puede influir directamente en la producción del fruto.

II.4 Desarrollo vegetativo y reproductivo

II.4.1 Desarrollo vegetativo

Se caracteriza por presentar una germinación hipogea y criptocotiledonar. En primer lugar, la zona meristemática se expande y se forma una protuberancia en la semilla. Posterior a eso, el tegumento se rompe para originar la raíz primaria. Finalmente, surge el epicótilo; luego de 3 meses la planta alcanza una altura de 7 a 16 cm. Durante su desarrollo inicial adquiere una altura cercana a los 25 cm.

II.4.2 Desarrollo reproductivo

La floración comienza cuando la planta tiene una edad de 24 a 36 meses. Primero se desarrollan las yemas florales; seguidamente, los botones florales aparecen en un transcurso de 15 a 20 días antes de iniciar la florescencia. Aunque, estos procesos se pueden ver influenciados por la presencia de lluvias.

La fructificación ocurre durante todo el año según las prácticas agronómicas que se apliquen, siendo la época lluviosa el periodo de mayor producción. En Ecuador, la mayor producción va de marzo a junio, mientras que de octubre a diciembre el volumen de producción disminuye.

II.5 Desarrollo del fruto

II.5.1 Crecimiento y desarrollo del fruto

Al igual que la guayaba (*Psidium guajava* L.) y, como puede apreciarse en la Figura 2, este fruto posee una cinética sigmoidea de crecimiento que involucra tres etapas fisiológicas: división celular, elongación celular y estabilización del crecimiento (Hernández, Martínez & Fernández, 2007).

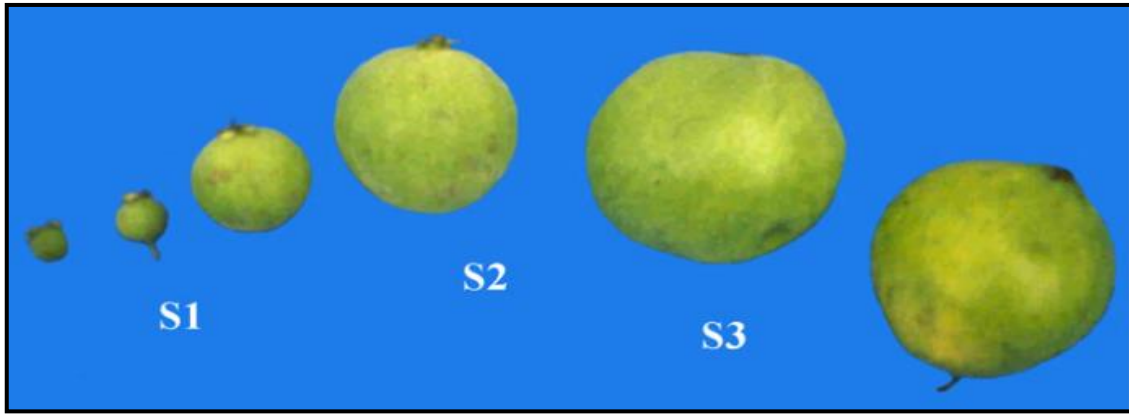


Figura 2. Desarrollo del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Fuente: Hernández, Martínez & Fernández (2007)

- ***Etapa S1: División celular***

Después de haber transcurrido 14 días desde el cuajamiento, el fruto experimenta un crecimiento acelerado, de tal forma que existe un aumento tanto en el diámetro longitudinal (DL) y transversal (DT), así como también en el peso fresco y seco, todo esto como resultado del incremento celular (Arjona et al. , 2002). En esta etapa el tejido parenquimático está constituido por células pequeñas y el epicarpio es uniestratificado y pubescente.

- ***Etapa S2: Elongación celular***

La expansión celular o crecimiento máximo del fruto ocurre aproximadamente hasta el día 50. Durante esta etapa las células del mesocarpio se dilatan y acumulan taninos, compuestos responsables de la astringencia de la fruta.

- ***Etapa S3: Estabilización del crecimiento***

En los siguientes 15 días el fruto alcanza la madurez fisiológica, donde adquiere una forma más esférica y achatada. Las semillas contienen gran cantidad de almidón y alcanzan un tamaño definitivo (Fernández et al. , 2011). Teniendo en cuenta que el fruto llega a un estado de

sobremadurez, es normal hallar células plasmolizadas (células que han perdido agua de su citoplasma). La firmeza disminuye durante el desarrollo final del fruto, como consecuencia de la hidrólisis de las sustancias pépticas, provocando así un debilitamiento de las paredes celulares.

II.5.2 Respiración celular y producción de etileno

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) presenta un patrón climatérico en el transcurso de su maduración, el cual está asociado con un incremento en la producción de etileno y respiración celular (Brecht, 2019).

Antes de empezar el climaterio, la tasa de respiración celular se encuentra alrededor de $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ de CO_2 . Sin embargo, la Figura 3 muestra que el arazá, a una temperatura de 20°C y una humedad relativa del 85%, inicia su periodo climatérico con una tasa de respiración celular de $250 \text{ nmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ de CO_2 y, aproximadamente una producción de etileno de $70 \text{ pmol kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; posteriormente a los 2 días obtiene un pico máximo cercano a los $600 \text{ nmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ de CO_2 (respiración celular) y $150 \text{ pmol kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ de CH_4 (etileno). Se ha demostrado que la temperatura es un factor influyente en la calidad final de los frutos. La misma figura también indica que el fruto almacenado a una temperatura de 12°C , adquirió una tasa de respiración celular inicial de $400 \text{ nmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ de CO_2 y una producción de etileno que oscilaba entre los $100 \text{ pmol kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; conforme transcurrieron los días, el pico máximo de respiración celular y producción de etileno fue de $1000 \text{ nmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ de CO_2 y $250 \text{ pmol kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ respectivamente.

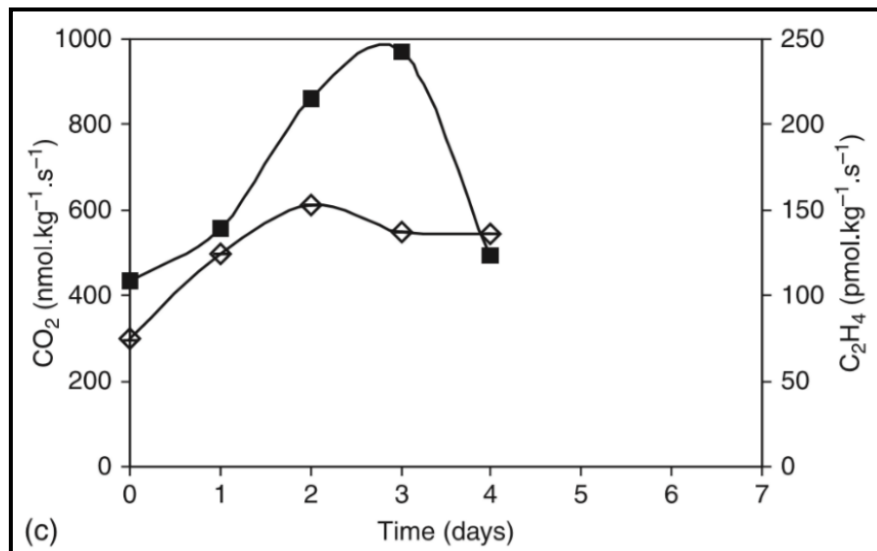


Figura 3. Tasa de respiración celular y producción de etileno del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Fuente: Fernández et al. (2011).

Nota: Tasa de respiración (RR): nmol.kg⁻¹.seg⁻¹ de CO₂ // Producción de etileno: pmol kg⁻¹.s⁻¹ // 20°C (♦) y 12°C (■).

II.6 Maduración e índices de cosecha

II.6.1 Maduración (cambio de coloración)

Los cambios que ocurren a lo largo de la maduración del fruto están directamente relacionados con el metabolismo vegetal y dependen de las características genéticas, fenotípicas y ambientales de cada especie. Estos incluyen modificaciones del color, que se deben a procesos oxidativos como la degradación de la clorofila, al igual que la síntesis de carotenoides y antocianinas. Al mismo tiempo, estas variaciones involucran el desarrollo de un sabor y aroma agradable (Martínez et al., 2017). Como se observa en la Figura 4, al inicio de su desarrollo adquiere una tonalidad verde mate, finalmente, después de 80 días el color se torna amarillo oscuro, considerando así el inicio de la senescencia.

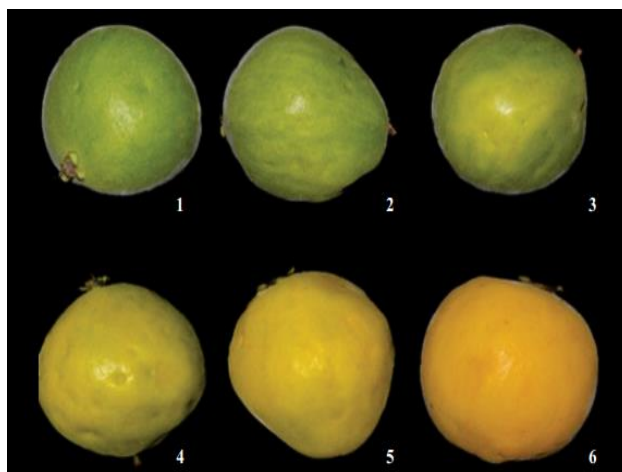


Figura 4. Cambios de coloración en el fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).
Fuente: Andrade & Caldas (1997)

En la Tabla III se muestra que el cambio de coloración es medido en tres coordenadas: luminosidad (L), croma (C) y ángulo Hue (H°). La luminosidad indica el nivel de claridad, croma hace referencia al grado de saturación y, el ángulo hue simboliza el color en sí. Cuando el fruto es de color rojo el ángulo Hue se encuentra en 0° , por el contrario, cuando es verde el ángulo hue es de 180° (Torres et al., 2013).

Tabla III. Escala de color durante el desarrollo y maduración del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Escala de color	Estado	Color		Descripción
		Descripción	Valor coordenadas	
1	Inmaduro	Verde	L= 52-54 C= 32-37 H= 106°-108°	Color verde oscuro, leve modificación a tonalidad mate.
2	Verde-maduro	Verde mate	L= 54-57 C= 38-41 H= 101-105°C	Color verde claro sin brillo.
3	Pintón	Verde – amarillo	L= 58-60 C= 42-44 H= 95-99°C	Color verde con 10-25% de color amarillo.
4	Pintón $\frac{3}{4}$	Verde – amarillo	L= 61-64 C= 45-48 H= 89-94°C	Color amarillo en más del 50% del fruto.
5	Maduro	Amarillo	L=65-67 C=49-54 H=83-88°C	Color amarillo en el 100% de la superficie del fruto.
6	Sobre maduro	Amarillo oscuro	L=68-71 C= 55-59 H= 80-84°C	Color amarillo oscuro, fruto blando.

Fuente: Hernández, Fernández & Barrera (2007).
Nota: Luminosidad (L), Croma (C) y Ángulo Hue (H°).

II.6.2 Índices de cosecha

El color, sólidos solubles, acidez titulable y la firmeza permiten al agricultor establecer los índices de cosecha más idóneos para este fruto climatérico. El arazá una vez retirado del árbol ofrece alrededor de 15 a 20 días para ser comercializado, por lo tanto, se recomienda la recolección a la novena semana de edad (cuando el fruto presenta una coloración verde mate), ya que en este tiempo logra obtener el peso y tamaño más recomendable para una oportuna cosecha. Se sugiere que el índice de madurez (sólidos solubles/acidez titulable) debe ser inferior a 1.5 al momento de la cosecha.

Cuando el fruto experimenta su máxima expansión celular la firmeza se encuentra alrededor de 72 Newtons, sin embargo, al llegar a su etapa final disminuye, alcanzando aproximadamente valores de 20 Newtons. Este comportamiento se debe a la síntesis de protopectinas, por lo que se aconseja que al momento de la cosecha el fruto presente una firmeza próxima a 40 Newtons, para ello se puede hacer uso de un penetrómetro (medidor de firmeza de frutos). Si se toman en cuenta los índices de cosecha anteriormente mencionados, se disminuirá o evitará pérdidas significativas en el período de postcosecha, dado que esta especie es susceptible a padecer daños mecánicos y fisiológicos.

II.7 Factores de manejo postcosecha que afectan la calidad

II.7.1 Temperatura

Se sugiere mantener el fruto en una adecuada sombría y transportarlo durante la noche desde las áreas de producción hasta su lugar de destino, con el objetivo de preservar el arazá en buenas condiciones durante la etapa postcosecha. Si el fruto después de la cosecha es transportado a temperaturas altas (28°C a

32°C) estará predispuesto al ataque de patógenos. Por el contrario, temperaturas inferiores a 12°C impedirán que se lleven a cabo los procesos metabólicos normales, como consecuencia se verá afectada su calidad e inocuidad.

II.7.2 Daño físico

Uno de los principales problemas que se manifiestan durante las operaciones de cosecha y postcosecha y, que por lo tanto interfieren en la calidad del fruto, es el daño mecánico, el cual incluye magulladuras, aplastamiento o ruptura. Estos defectos originan pérdidas significativas que van desde un 50 a 80% (Hussein, Fawole & Opara, 2020). Este inconveniente podría estar relacionado con un debilitamiento acelerado de la estructura del fruto, ausencia de tejidos especializados de sostén (colénquima y esclerénquima) y bajos niveles de materia seca. Esto es resultado de la rotura celular, producto del estrés y distorsión de las células individuales que conlleva a la liberación de enzimas citoplasmáticas ubicadas en los espacios intercelulares. Generalmente, el daño mecánico no es visible inmediatamente, pero con el pasar de los días, estos daños físicos pueden transformarse en imperfecciones severas que provocan un impacto negativo sobre la calidad del fruto.

II.7.3 Daños fisiológicos

Las lesiones por frío son los trastornos fisiológicos más importantes que padece el fruto de arazá cuando las temperaturas de refrigeración son menores a 10°C. Estas lesiones se manifiestan con distintos grados de escaldadura y picaduras en el epicarpio. Entre otros daños fisiológicos se hallan la marchitez y senescencia, debido a la deshidratación y descomposición de la fruta.

En la siguiente Figura 5 se exponen los distintos daños físicos y fisiológicos que inciden en la calidad de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh en periodo postcosecha.

Daños físicos	Daños fisiológicos
 Figura 5 A	 Figura 5 B
(A) Frutos con magulladuras y aplastamiento; (B) Fruto con escaldadura y picaduras en la piel debido a les lesiones por frío.	

Figura 5. Daños fisiológicos que ocurren durante el periodo postcosecha del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Fuente: Fernández, Hernández & Trujillo (2011)

II.7.4 Pérdida de agua

La pérdida de agua o conocida en otros términos como pérdida de peso, masa o humedad, es otro contratiempo que surge en la etapa postcosecha, especialmente cuando las temperaturas de almacenamiento sobrepasan los 18°C y la humedad relativa es baja (Lufu, Ambaw & Opara, 2020). Al mismo tiempo ocurren eventos como el pardeamiento, senescencia, desintegración de la membrana celular y alteración de las características organolépticas.

II.8 Conservación y envasado de los frutos

El arazá al ser un fruto muy frágil, susceptible a cualquier tipo de daño (físico o fisiológico) y con una alta tasa de perecibilidad, su manejo debe ser el más apropiado.

Para transportar frutos con fines de comercialización se recomienda colocarlos en recipientes rígidos y resistentes, como contenedores o cajas de

madera, los mismos que deben contener entre 15 a 20 kg de frutos con un máximo de tres camadas para que no existan aglomeraciones entre frutos. Es importante saber que las condiciones en que lleguen los frutos dependerán también de la duración del transporte. Si el viaje es largo y los caminos se encuentran en precarias condiciones, la calidad de los frutos se verá comprometida.

En cuanto a su conservación, se recomienda que los frutos deben ser refrigerados a 13°C con una humedad relativa del 75%, de esa manera se mantienen en condiciones satisfactorias. Los frutos almacenados a temperatura ambiente y en lugares totalmente oscuros, se conservan aproximadamente entre dos y seis días. Por esta razón, se sugiere el procesamiento inmediato en forma de pulpa, para luego someterla a refrigeración o congelamiento hasta el momento de su comercialización o para emplearla en la elaboración de otros productos (Medeiros et al., 2003).

II.9 Características fisicoquímicas

Tal y como se aprecia en la Tabla IV, las características fisicoquímicas dependen del estado de madurez del fruto.

Tabla IV. Características fisicoquímicas durante la maduración del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Características fisicoquímicas	Estado de maduración					
	1	2	3	4	5	6
pH	1,80	2,20	2,20	2,50	2,80	2,40
Sólidos solubles	4,70	5,10	5,30	5,30	5,50	6,00
Acidez titulable	2,87	2,83	2,52	2,25	1,80	1,44
Índice de madurez	1,40	1,50	2,00	2,92	3,10	3,89

Fuente: Cuéllar & Díaz (2011)

II.9.1 Sólidos solubles

En la etapa 2 y 3 del desarrollo del fruto los sólidos solubles aumentan moderadamente (entre 2% a 5%); asimismo los niveles de sacarosa, glucosa y

fructosa incrementan de forma controlada en los estadíos finales a causa del desdoblamiento de las reservas amiláceas.

II.9.2 Acidez titulable y pH

Al ser un fruto climatérico se ve obligado a gastar de forma precoz sus reservas energéticas. En este caso los ácidos orgánicos (principalmente el ácido málico) son utilizados como fuente de energía. Como consecuencia, la acidez titulable desciende y el pH aumenta a medida que transcurre el proceso de maduración. Si los frutos se almacenan a una temperatura que ocasiona daños por frío (7°C) los valores de acidez titulable incrementarán, mientras que el pH disminuirá. Esto es causado por el proceso de acidificación, lo que implica una alteración en la actividad de las enzimas responsables del ciclo de Krebs debido a los daños originados por el frío. El índice de madurez (relación de sólidos solubles con acidez titulable) incrementa simultáneamente a lo largo del desarrollo del fruto.

II.9.3 Ácidos orgánicos

El arazá dispone de un gran contenido de ácido málico, succínico, cítrico y ascórbico, los cuales desempeñan un papel fundamental en las características sensoriales de esta especie, sin embargo, el más prominente es el ácido málico (Fry, 2017). Durante la división y elongación celular el contenido de ácidos orgánicos asciende, hasta que en la etapa final cuando se lleva a cabo el proceso de maduración del fruto el ácido málico disminuye aproximadamente a 200 mM $H^+ \cdot L^{-1}$; mientras que los valores de ácido succínico y cítrico permanecen constantes.

Algo semejante sucede con el ácido ascórbico, cuando es almacenado a bajas temperaturas (7, 10, 12 y 20°C) existe una decadencia en su concentración. Sin

embargo, la degradación de esta sustancia a 7°C en el arazá es menor, en comparación con otras frutas que son sensibles al frío como la piña y el banano, dado que pierden mayor cantidad de ácido ascórbico a temperaturas inferiores a las mencionadas anteriormente.

II.10 Composición nutricional

II.10.1 Carbohidratos, proteínas y lípidos

Las frutas son componentes fundamentales en la alimentación del ser humano. Se considera que una ingesta por encima de 400 g diarios es suficiente para garantizar una dieta equilibrada y nutritiva.

Existen evidencias que ponen de manifiesto los efectos protectores que tienen las frutas frente a algunas patologías cardiovasculares y neurodegenerativas en virtud de la variedad de nutrientes que contienen. En particular, carbohidratos, fibras, proteínas y compuestos bioactivos de gran potencial terapéutico como vitaminas, minerales, carotenoides y polifenoles (Septembre, Remize & Poucheret, 2018).

Muchos estudios afirman que el arazá y su incorporación en la dieta alimentaria resulta ser buena en comparación con otros alimentos, ya que además de poseer una pulpa con excelentes características organolépticas que la hacen apetecible, sus componentes nutricionales ayudan a promover la salud del ser humano. En la Tabla V se muestra la composición nutricional que posee el arazá (peso fresco).

Tabla V. Composición nutricional en 100 g de pulpa del fruto maduro de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Componentes	Cantidad en 100 g pulpa
Agua (g) ^a	90,0
Ceniza (g) ^a	0,10
pH ^a	2,50
Sólidos solubles (° Brix) ^b	5,50
Acidez titulable (g. ácido málico) ^b	1,89
Relación Brix/acidez ^a	2,91
Proteína (g) ^c	0,60
Carbohidratos (g) ^a	7,0
Fibra (g) ^a	0,60
Vitamina A (ug) ^b	7,80
Vitamina B1 (ug) ^b	9,80
Vitamina C (mg) ^b	74,0
Sodio (mg) ^b	0,80
Potasio (mg) ^b	215,30
Calcio (mg) ^b	19,30
Hierro (ppm) ^b	87,00
Zinc (ppm) ^b	11,00
Carotenoides totales (mg) ^b	0,52
Fenólicos totales ^b	274,12

Fuente: ^a Pezo (1984), ^b Pinedo et al. (1981), ^c Aguiar (1983)

Los macronutrientes (carbohidratos, grasas y proteínas) forman parte de la estructura de los tejidos blandos del cuerpo. Su importancia radica en que los seres humanos requieren de estas moléculas complejas para el aporte de energía (Campbell, 2003).

El arazá se caracteriza por presentar un bajo aporte calórico, es decir, el contenido de lípidos es despreciable; mientras que el contenido de agua es elevado (alrededor del 90%), lo que explicaría el aumento de la actividad respiratoria, sin embargo, esto favorece la elaboración de diversos productos. También se destaca por su considerable contenido de carbohidratos y fibra.

Con respecto a su contenido proteico, este resulta ser moderadamente alto y podría estar relacionado a una elevada tasa metabólica, acompañado de una importante actividad enzimática (peroxidasa, catalasa, superóxido dismutasa y polifenol oxidasa). Asimismo, el contenido de aminoácidos esenciales como

valina, leucina, isoleucina, treonina, metionina, lisina, histidina y arginina es cercano a las necesidades diarias que requieren los niños, siendo ideal para adultos; en cambio, aminoácidos no esenciales como la glutamina y el ácido glutámico se hallan en concentraciones más altas (Rogez et al., 2004).

II.10.2 Micronutrientes

En estudios realizados se observó que una dieta basada únicamente en macronutrientes no permite alcanzar un óptimo estado de salud. De ahí conviene subrayar la importancia de ingerir micronutrientes en cantidades apropiadas. Referente a las vitaminas y minerales, estos se caracterizan por ser componentes vitales de una dieta de alta calidad, puesto que el organismo no los sintetiza diariamente, por consiguiente, se requiere de fuentes dietéticas (Mason, 2012). Los micronutrientes están involucrados directamente con las reacciones bioquímicas del ser humano, por lo tanto, cumplen un papel fundamental en la regulación homeostática. Cuando el organismo carece de un micronutriente crucial, las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en las vías metabólicas no pueden continuar su rumbo normal, generando así una malnutrición y haciendo vulnerable al organismo de padecer cualquier tipo de patología.

Alrededor de 2 mil millones de personas presentan un déficit de estos compuestos, existiendo así grupos de población con necesidades nutricionales específicas, donde la situación socioeconómica y el ambiente donde viven no les permite acceder a una adecuada alimentación, ocasionando así el incumplimiento de la ingesta diaria recomendada de micronutrientes.

II.10.2.1 Vitaminas

El arazá es una fuente rica de vitaminas A, B₁ y C, siendo esta última la que más predomina. Su alto contenido de vitamina C duplica al de la naranja, sin embargo, su concentración va a depender de muchos factores como las condiciones edafoclimáticas, la forma en que se ha manejado el cultivo, el estado de maduración en el que se encuentre el fruto y las condiciones de almacenamiento.

Vitamina A: Ayuda al sostenimiento de la estructura e integridad funcional de la mayoría de los tejidos, participa en el mantenimiento del sistema inmunológico e interviene en la producción y evolución de los caracteres morfológicos del embrión.

Vitamina B₁: Contribuye al metabolismo de moléculas complejas como grasas, proteínas, carbohidratos y, al correcto funcionamiento del sistema nervioso.

Vitamina C: Participa en la síntesis del colágeno, ácidos biliares, carnitina y noradrenalina, permite el correcto funcionamiento del sistema de oxigenasa de función mixta, incrementa la absorción del hierro y, disminuye el riesgo de contraer osteoporosis (Brickley, Ives & Mays, 2020).

II.10.2.2 Composición mineral

Este fruto debido a sus notables propiedades nutricionales ofrece un importante aporte mineral, donde resalta su elevado índice de potasio y en menor cantidad se hallan minerales como calcio, sodio, hierro y zinc.

Potasio: Su presencia es necesaria para lograr el equilibrio hídrico y el equilibrio ácido-base, participa en la conducción del impulso nervioso y contracción de los músculos esqueléticos, lisos y cardíacos (Roche, 2016). El

consumo de frutas ricas en potasio (como el arazá), con una ingesta apropiada del mismo aminora el riesgo de contraer accidentes cerebrovasculares, arritmias cardíacas y reduce la tensión arterial.

Calcio: Participa en la formación y mantenimiento de huesos y dientes. Es indispensable para la coagulación sanguínea, transmisión de impulsos nerviosos y contracción del músculo esquelético-cardíaco, además está implicado en la actividad enzimática, síntesis de neurotransmisores y excitabilidad neuronal.

Sodio: Cumple un papel fundamental en la regulación del líquido extracelular, osmolalidad plasmática, equilibrio ácido-base y en el transporte activo a través de la membrana (Kamel & Halperin , 2017).

Hierro: Actúa como catalizador en las funciones metabólicas, siendo un componente esencial de la hemoglobina y de la mayoría de enzimas que son fundamentales para la producción de energía y funcionamiento del sistema inmunológico, como citocromo oxidasa y superóxido dismutasa (SOD) respectivamente (Wong, 2017).

Zinc: Se destaca por cumplir funciones catalíticas, estructurales y reguladoras. Al ser un componente esencial de más de 100 enzimas (principalmente ADN polimerasa, ARN polimerasa y ARN sintetasa de transferencia) desempeña un papel fundamental en la regulación de la expresión génica e interviene en la crecimiento y desarrollo del organismo (Sacoto et al., 2020).

II.10.2.3 Carotenoides y compuestos fenólicos

Al ser compuestos de origen natural y no representar un riesgo para la salud del ser humano, el estudio de compuestos con capacidad antioxidante provenientes de frutas ha sido de gran interés por proporcionar una serie de

beneficios para la salud (Reynertson & Kennelly, 2005). Como se observa en la Tabla VI, el arazá es considerado una fuente rica de compuestos fenólicos y carotenoides, principalmente luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, α -caroteno y β -caroteno.

Tabla VI. Carotenoides presentes en el fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Carotenoides	Contenido de carotenoides (ug/100 g pulpa)
α -caroteno	31
Zeaxantina	25
Miristato de zeaxantina	38
Palmitato de zeaxantina	54
β -caroteno	44
β -criptoxantina	47
β -miristato de criptoxantina	43
β -Palmitato de criptoxantina	92
Luteína	154
Anhidroluteína	63
Luteína dimiristato	47
Palmitato - miristato de luteína	99
Luteína dipalmitato	91
Total	806

Fuente: Garzón et al. (2012)

Estos pigmentos tienen la capacidad de actuar como provitamina A, la misma que participa en importantes procesos biológicos como crecimiento, desarrollo embrionario y diferenciación celular. Además, evita la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad y disminuyen los daños en la cadena de ADN (propiedades anti-mutagénicas y anti-genotóxicas) (Berni et al., 2019). En pocas palabras, estos compuestos bioactivos son los responsables de la actividad antioxidante y protegen al organismo de los radicales libres, efectos que son potencialmente dañinos para el ser humano (Cuellar, F. et al., 2013).

II.11 Seguridad alimentaria

Considerando que la presencia de residuos de plaguicidas en productos hortofrutícolas se ha convertido en un tema de gran preocupación a nivel

mundial, puesto que está directamente relacionado con la seguridad alimentaria, se han desarrollado estudios con la finalidad de determinar residuos de plaguicidas en frutas y vegetales. En la actualidad se están empleando alrededor de 1000 moléculas plaguicidas en todo el mundo para proteger los cultivos de insectos, hongos y plagas (Philippe et al., 2020). A modo de ejemplo, en la Tabla VII se muestra la presencia de 14 plaguicidas pertenecientes a las familias de organofosfatos, piretroides, neonicotenoides, carbamatos, organoclorados y sulfonatos, en productos en que se supera el LMR (límite máximo de residuo).

Tabla VII. Residuos de plaguicidas encontrados en diversos productos hortofrutícolas.

Familia química	Plaguicidas	Productos hortofrutícolas	Resultados (mg/kg)	LMR (mg/kg)
Organofosfatos	Clorpirifos	Pimienta	3,10	1,00
	Diazinón	Arroz	93,30	0,01
	Dimetoato	Alcachofa	0,79	0,05
	Malatión	Berenjena	1,21	0,02
	Profenofos	Fresa	1,09	0,01
Piretroides	Acetamiprid	Fresa	1,01	0,50
	Cipermetrina	Perejil	4,60	0,10
	Deltametrina	Tomate	1,00	0,30
	Fenpropatrin	Uva	1,52	0,03
Neonicotenoides	Imidacloprid	Pepino	1,20	1,00
	Tiacloprid	Lechuga	3,30	1,00
Carbamato	Carbofurano	Papa	1,66	0,01
Organoclorado	Endosulfán	Chile verde	1,61	0,05
Sulfonato	Propargita	Melocotón	6,00	0,15

Fuente: Philippe et al. (2020)

En un informe realizado en el año 2016 por la Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro (AGROCALIDAD), entidad encargada de vigilar los residuos de plaguicidas presentes en productos de consumo humano, se indica cuáles son los agroquímicos más empleados en el país. Al respecto, en la siguiente Tabla VIII se muestra los plaguicidas utilizados y comercializados actualmente en Ecuador.

Tabla VIII. Plaguicidas utilizados y comercializados en Ecuador para diferentes cultivos.

Categoría de toxicidad	Nombre de los productos
IA	Metafos 600 CS Gastoxin Vydate Blue
IB	Methomyl Cloropirina Diclopropeno Aluminium Phosphide Thiodicarb Terbufos Methamidophos Dichlorvos Cipermetrina Chlorpyrifos

Fuente: Naranjo (2017).

De acuerdo con esta información se puede evidenciar que gran parte de los cultivos emplean contaminantes químicos, con la finalidad de evitar pérdidas significativas en la producción agrícola, debido a las plagas que pueden adquirir las plantaciones. El uso y abuso del tratamiento con agroquímicos, involucra el escaso grado de formación del agricultor al momento de aplicar los plaguicidas, y particularmente en el caso de pequeños productores que no cuentan con la debida asesoría técnica. Esta situación pudiera no ser ajena en el contexto de pequeños cultivos o cultivos en desarrollo, por lo que la evaluación de este tipo de contaminantes complementa a la caracterización de la calidad de las diferentes especies alimenticias, y en el caso del arazá propiamente. De esta forma se aseguraría la inocuidad de la especie, ya que esta es una de las principales preocupaciones de los consumidores debido al riesgo de contraer intoxicaciones o efectos negativos en la salud a largo plazo.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

III.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se basó en un estudio bibliográfico y experimental, donde se confrontó la literatura con los datos obtenidos en función de las variables establecidas, con la finalidad de corroborar el valor nutricional de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh.

III.2 Desarrollo de la investigación

III.2.1 Estudio bibliográfico

El estudio bibliográfico se efectuó mediante la recopilación y análisis de la información acerca del fruto de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) a través de la revisión de bases de datos y bibliotecas virtuales como “ScienceDirect”, “PubMed”, “Scopus”, “WoS” y “Springer” respectivamente, con el objetivo de establecer los antecedentes y estudios más relevantes reportados por otros autores acerca de la composición fisicoquímica y la importancia de su valor nutricional. Cabe mencionar que fue necesaria la revisión de los métodos oficiales de la AOAC que se emplearon para la determinación de cada parámetro.

A pesar de que en la actualidad no se registran estudios que confirmen o no la presencia de posibles contaminantes químicos en el arazá, se usaron las mismas bases de datos y bibliotecas virtuales para incluir investigaciones acerca de los contaminantes agroalimentarios (residuos de plaguicidas y metales pesados) que pueden estar presentes en los productos hortofrutícolas, debido a los diversos factores que pueden influir en su calidad e inocuidad al momento de su cultivo. Al mismo tiempo se tomó como referencia la *Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos y el*

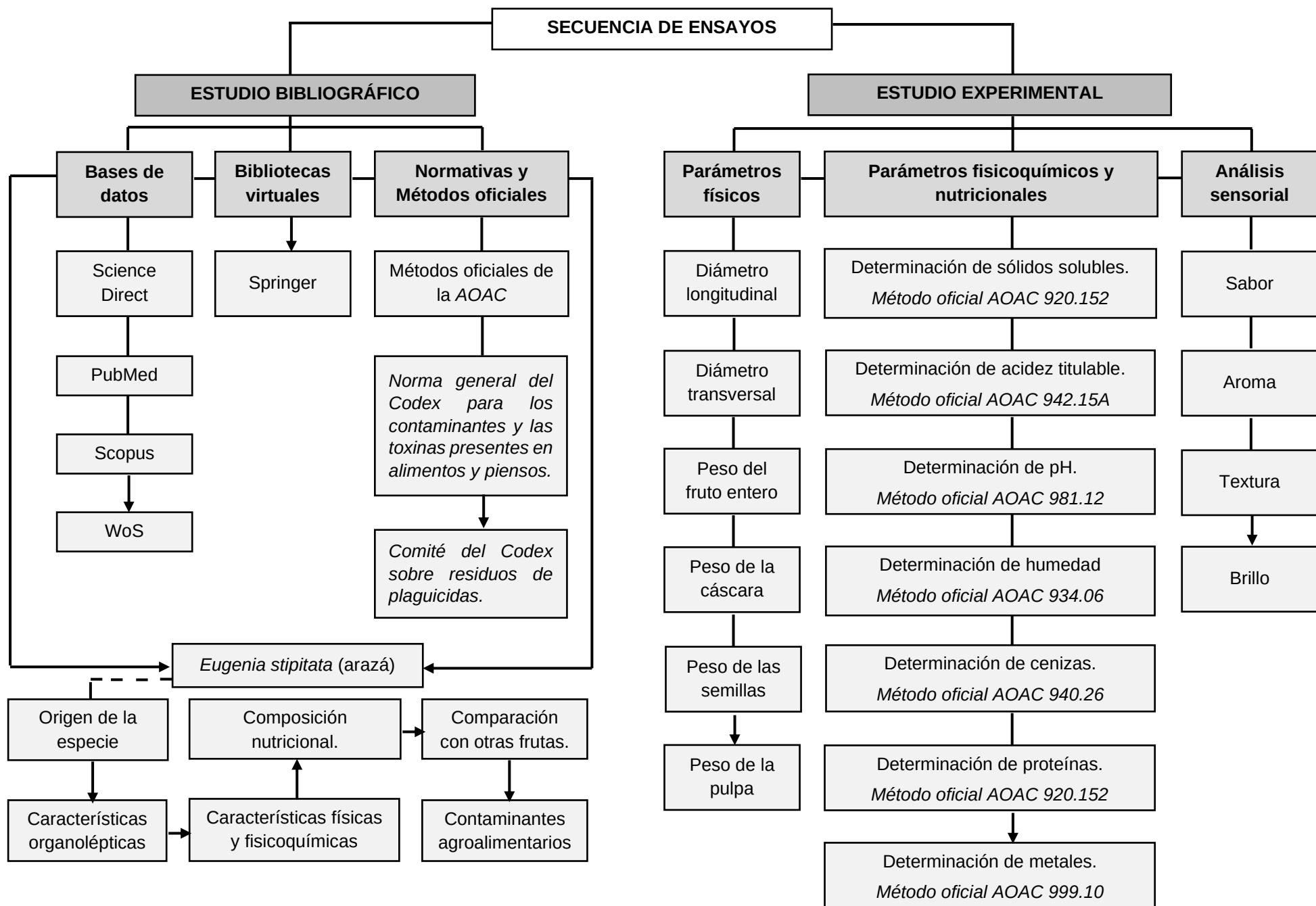
Comité del Codex sobre residuos de plaguicidas, los cuales indican el nivel máximo de contaminantes que deben tener las frutas tropicales como el arazá.

Teniendo en cuenta los datos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en colaboración con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y, a su vez empleando las bases de datos mencionadas anteriormente, se indagó en diversas fuentes de información sobre estudios realizados a otros frutos, para establecer comparaciones en cuanto a la composición química y nutricional, debido a que también se caracterizan por ser fuentes potenciales de compuestos antioxidantes como carotenoides, fenoles y vitamina C.

III.2.2 Estudio experimental

En el estudio experimental se aplicó una metodología de carácter explicativa y descriptiva para el análisis de los parámetros físicos (diámetro longitudinal, diámetro transversal, peso del fruto entero, cáscara, semillas y pulpa), fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos solubles, humedad y cenizas), nutricionales (proteínas y minerales) y sensoriales de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá), empleando los métodos oficiales de la AOAC.

El siguiente esquema facilita la comprensión de los estudios realizados en este trabajo de investigación.



Esquema 1. Secuencia de ensayos realizados en el estudio de la especie *Eugenia stipitata* (arazá)

III.2.2.1 Equipos, aparatos, materiales y reactivos

Para la parte experimental se utilizaron los siguientes equipos, aparatos, materiales y reactivos descritos en la Tabla IX y X.

Tabla IX. Equipos, aparatos y materiales empleados en la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh.

Equipos	
- Balanza analítica METTLER TOLEDO - Potenciómetro THERMO SCIENTIFIC™ - Refractómetro ATAGO 0 – 45% grados Brix - Vernier STAINLESS HARDENED. Tamaño 6" / 150 mm x 0.05 mm	
Aparatos	
- Estufa MEMMERT - Mufla THERMOLYNE - Aparato Kjeldahl combinada (Destilación y digestión) LABCONCO - Sorbona - Bureta - Espectrofotómetro de absorción atómica - Lámpara de cátodo hueco (Na, K, Ca, Fe, Zn) - Horno microondas	
Materiales	
- Beakers - Espátula - Agitador - Pipetas volumétricas - Probeta - Pinza para mufla - Perlas de ebullición	- Crisoles de porcelana - Pesa-filtro de aluminio - Fundas herméticas - Papel absorbente - Desecador

Tabla X. Reactivos empleados en la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh.

Reactivos	
Parámetros físicos	
- Hipoclorito de sodio	- Agua destilada
Parámetros fisicoquímicos	
pH	- Buffer 4,7 y 10 - Agua destilada
Acidez titulable	- Hidróxido de sodio 0,1 N - Fenolftaleína - Agua destilada
Parámetros nutricionales	
Proteínas	- Sulfato de potasio - Sulfato de cobre - Ácido sulfúrico concentrado - Ácido bórico 4% - Indicador rojo metilo-verde de bromocresol - Hidróxido de sodio al 35% - Agua destilada - Ácido clorhídrico 0,1003 M
Metales (Na, K, Ca, Fe, Zn)	- Agua desionizada $\geq 18 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ - Ácido nítrico 65% (p/p) - Ácido nítrico 0,1 y 3 M - Peróxido de hidrógeno - Solución estándar de sodio - Solución estándar de potasio - Solución estándar de calcio - Solución estándar de hierro - Solución estándar de Zinc - Soluciones estándar de trabajo - Tampón ionización (0,2% m/V) de potasio. - Tampón de ionización (0.2% m/V) de cesio - Óxido de Lantano (0,1% m/V)

III.2.2.2 Recolección y ubicación de la muestra

Teniendo en cuenta la temporada de cosecha, las muestras del fruto de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh fueron recolectadas en el mes de agosto de 2020. En la Figura 6 se observa la ubicación donde fueron recogidos los frutos para los correspondientes análisis.

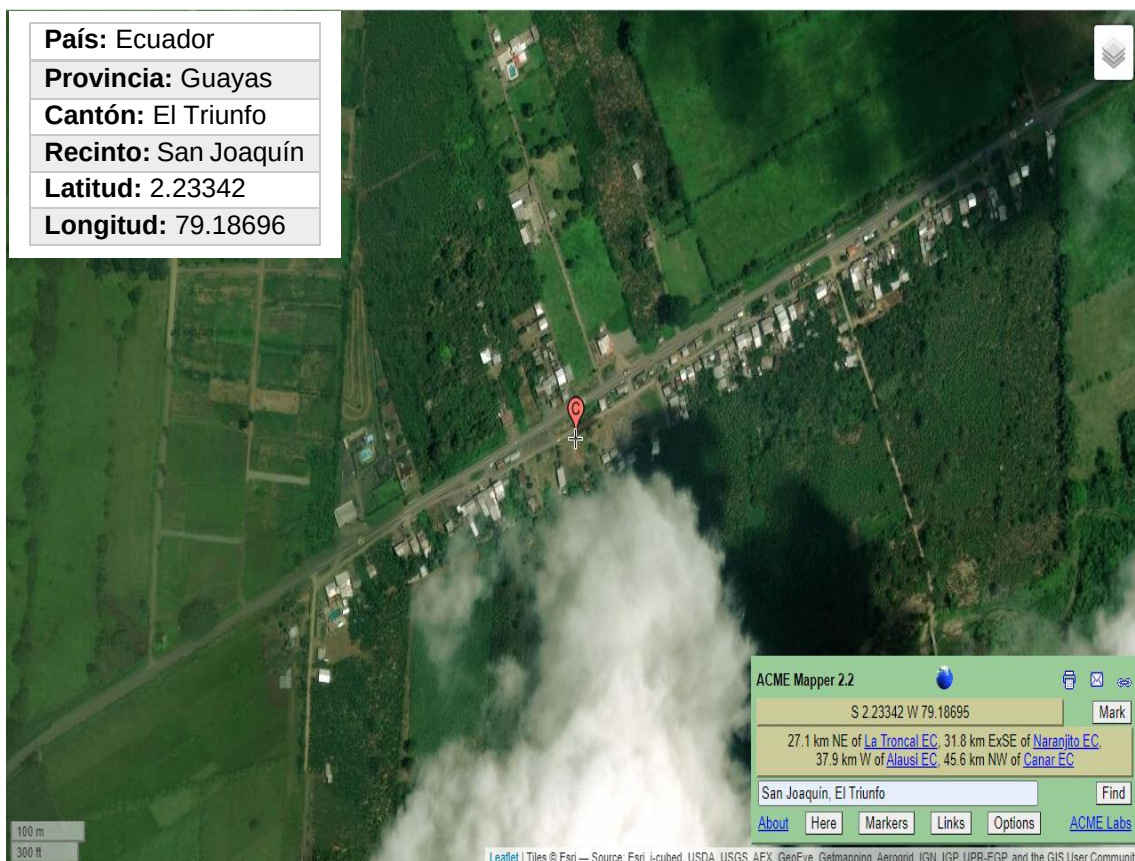
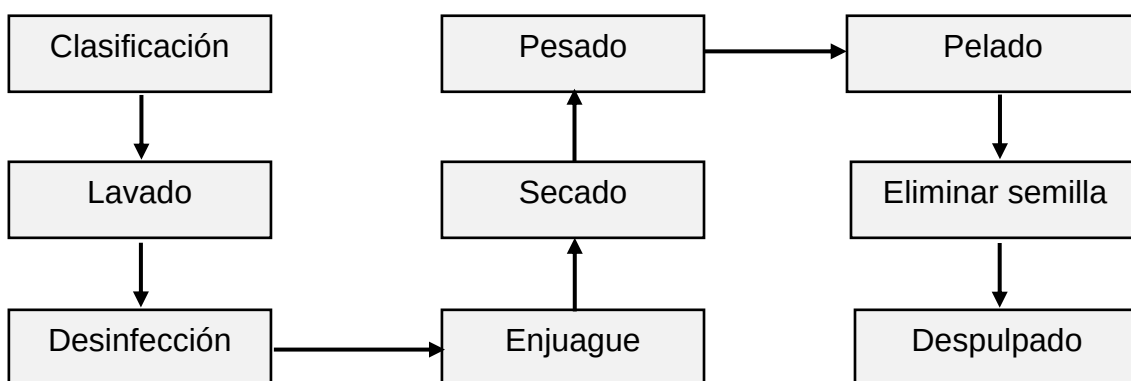


Figura 6. Mapa satelital de la zona de recolección de la muestra.

III.2.2.3 Proceso de preparación de la muestra

El siguiente Esquema 2 permite entender el proceso de preparación de muestra que se ejecutó para la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales de esta especie amazónica.



Esquema 2. Proceso de preparación de la muestra.

La recolección fue llevada a cabo de manera manual, clasificando los frutos que se encuentren con un aspecto fresco y sano, separándolos de aquellos que presenten defectos como hongos, daños (magulladuras o rupturas) y quemaduras, dado que pueden alterar las características nutricionales u organolépticas. Estos fueron lavados de manera individual con agua corriente, donde se eliminaron los residuos vegetales, polvo y cualquier otro posible contaminante. Luego se procedió a realizar la respectiva desinfección mediante la preparación de una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%, posteriormente se enjuagaron con agua destilada y se secaron con un papel absorbente para después dejarlos secar al ambiente, garantizando de esa forma que los frutos no queden con exceso de humedad.

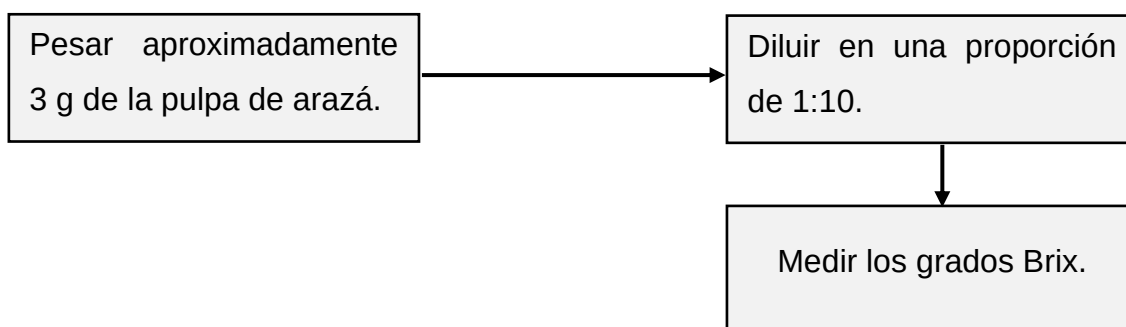
Una vez que los frutos se secaron en su totalidad (eliminación del agua después del lavado), se procedió a pesarlos de forma entera. Para la etapa del pelado se retiró la corteza desde uno de sus polos haciendo uso de un cuchillo de acero inoxidable (es importante recalcar que no se debe utilizar cuchillas de acero al carbono por la elevada acidez del fruto) previamente esterilizado, este procedimiento se realizó con mucha cautela. Se realizó un corte por el diámetro ecuatorial del fruto y se eliminaron las semillas, seguidamente se pesó la corteza y las semillas. Finalmente, la pulpa se la colocó en un triturador de alimentos para una mejor homogenización de la muestra y mayor facilidad de análisis.

III.2.2.4 Análisis de parámetros físicos

A partir de 30 unidades, se efectuó la medición del diámetro longitudinal (DL) y diámetro transversal (DT) de cada fruto con la ayuda de un vernier, posterior a eso se determinó el peso del fruto entero, cáscara, semillas y pulpa mediante el empleo de una balanza analítica.

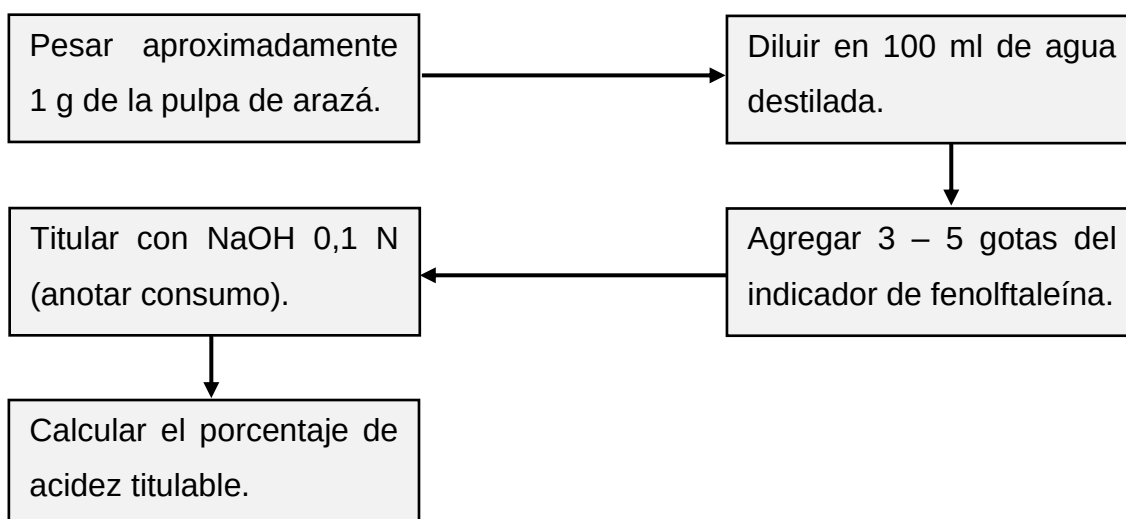
III.2.2.5 Análisis de parámetros fisicoquímicos

Determinación de sólidos solubles (Método oficial AOAC 920.152)



Esquema 3. Determinación de sólidos solubles por el Método Oficial AOAC 920.152

Determinación de acidez titulable (Método oficial AOAC 942.15A)



Esquema 4. Determinación de acidez titulable por el Método Oficial AOAC 942.15A

$$\% \text{ Acidez (g ácido málico / 100 ml) } = \frac{V_{mx} \times C_{mx} \times f_{\text{ácido málico}} \times 100}{\text{Conc. NaOH 0.1 N} \times \text{masa de muestra}}$$

Dónde:

V [mx] = Volumen de gasto de la solución de NaOH estandarizada.

C [mí] = Concentración de la solución de NaOH estandarizada.

C [NaOH 0.1 N] = Concentración ideal de la solución de NaOH (0,1 N).

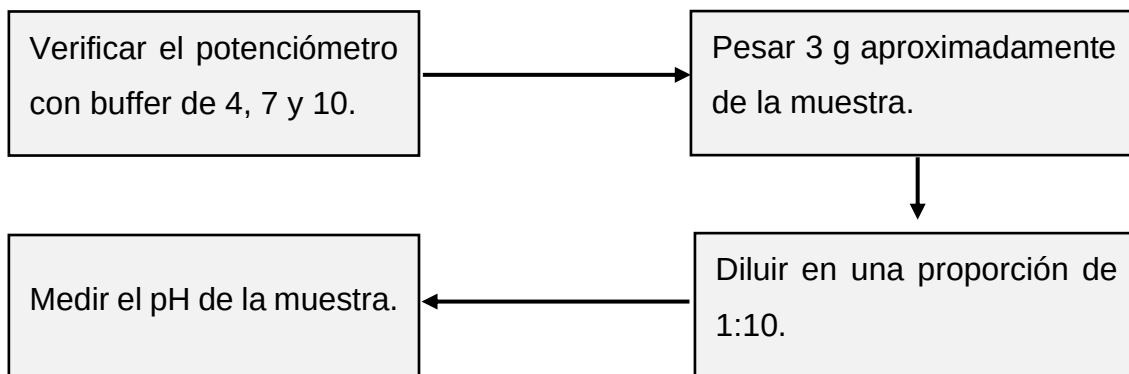
f [ácido málico] = factor de conversión de equivalencia de 1 ml de NaOH 0,1 N a Ácido málico anhidro (0.006704).

Determinación del índice de madurez

Se establece una relación entre sólidos solubles y acidez titulable (SS/AT).

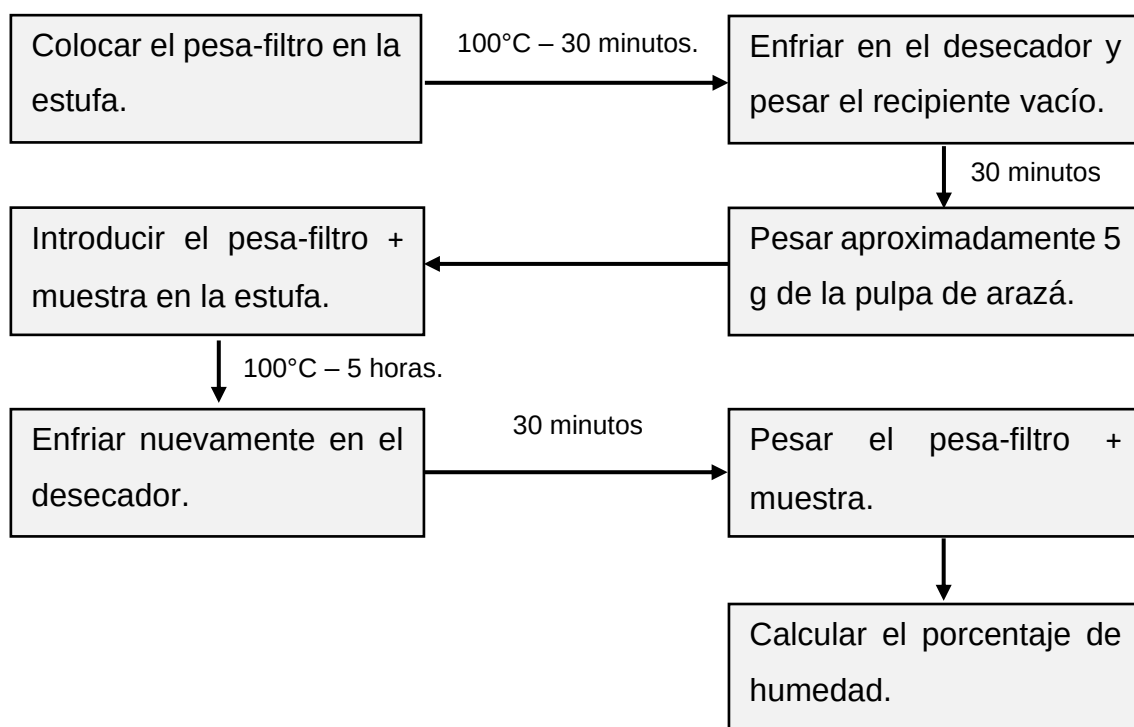
$$\% \text{ Índice de madurez} = \frac{\text{Sólidos solubles}}{\text{Acidez titulable}}$$

Determinación de pH (Método oficial AOAC 981.12)



Esquema 5. Determinación de pH por el Método Oficial AOAC 981.12.

Determinación de humedad (Método oficial AOAC 934.06)



Esquema 6. Determinación de humedad por el Método Oficial AOAC 934.06.

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{M2 - M1}{M2 - M} \times 100$$

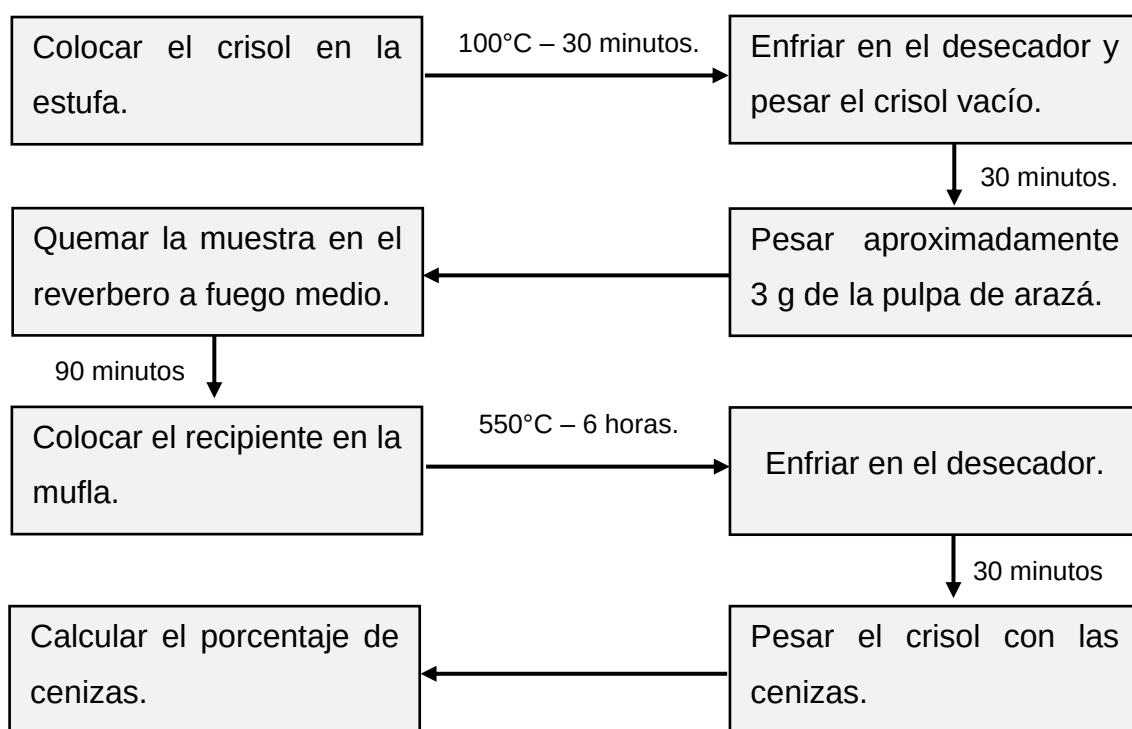
Dónde:

M2 = Peso del pesa-filtro con la muestra triturada (g)

M1 = Peso del pesa-filtro con la muestra desecada (g)

M = Peso del pesa-filtro vacío (g)

Determinación de cenizas (Método oficial AOAC 940.26)



Esquema 7. Determinación de cenizas por el Método Oficial AOAC 940.26.

$$\text{Contenido de ceniza \%} = \left(\frac{A - B}{C} \right) \times 100$$

Dónde:

A = Peso del crisol con la muestra (g)

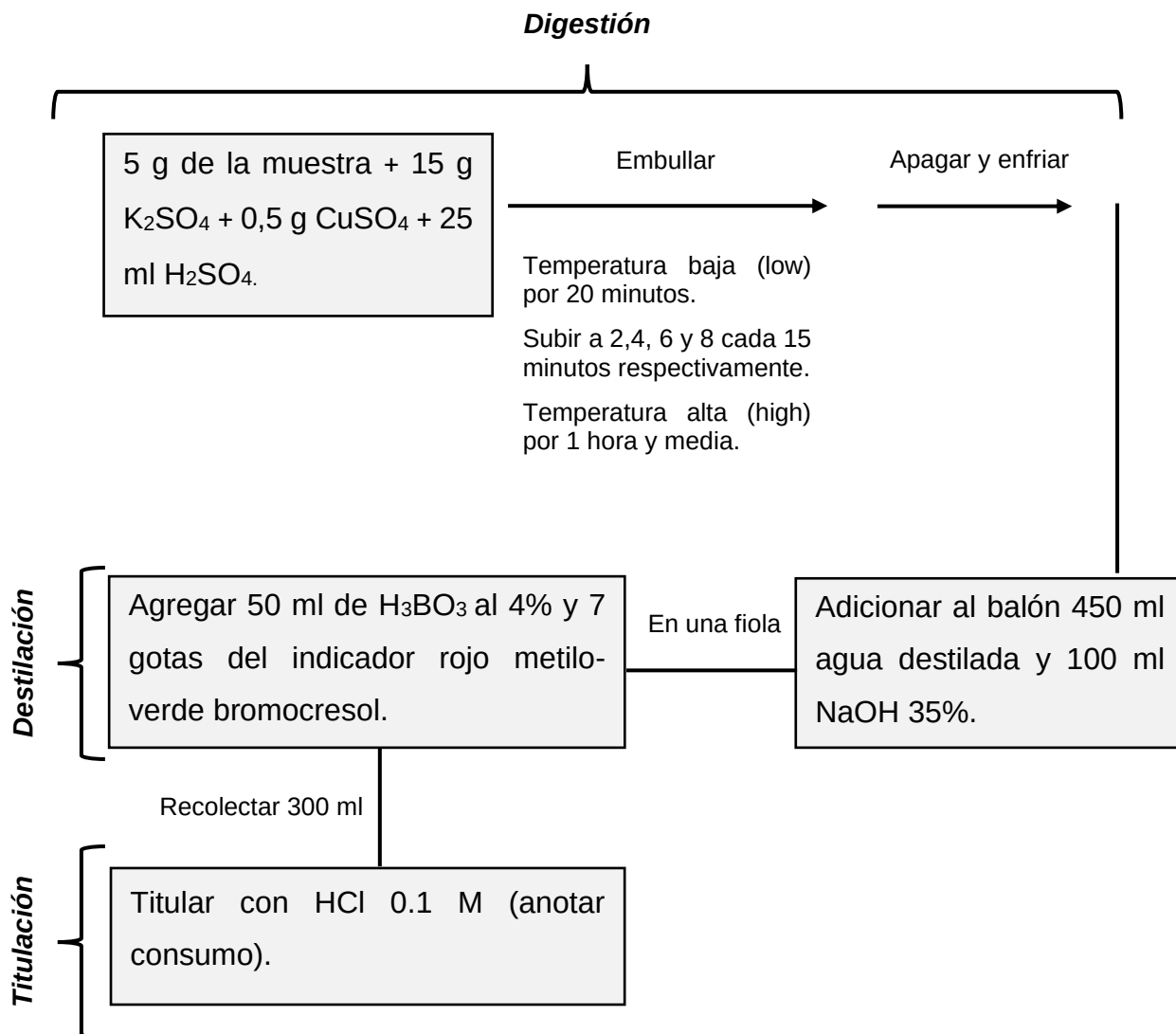
B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

III.2.2.6 Análisis de parámetros nutricionales

Determinación de proteínas (Método oficial AOAC 920.152)

En un balón Kjeldahl de 800 ml introducir de 7 a 8 perlas de ebullición y colocar:



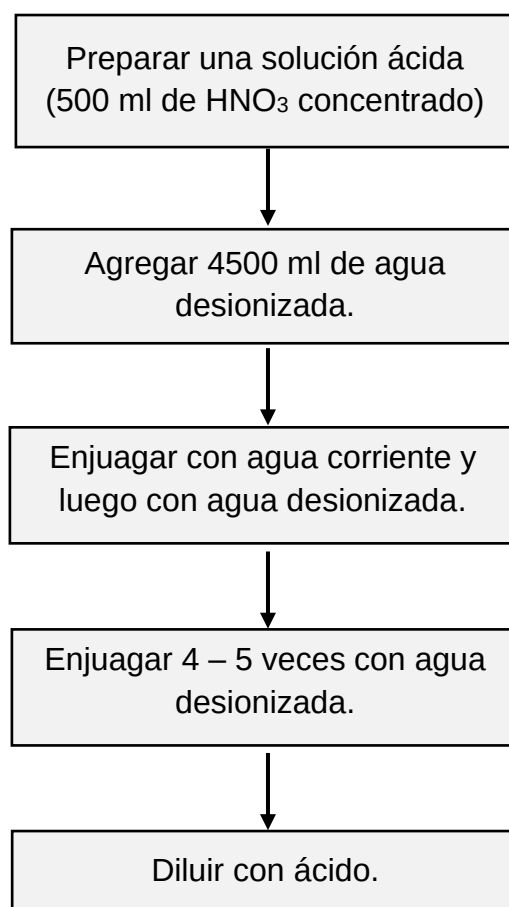
Esquema 8. Determinación de proteínas por el Método Oficial AOAC 920.152

Nitrógeno en la muestra % =

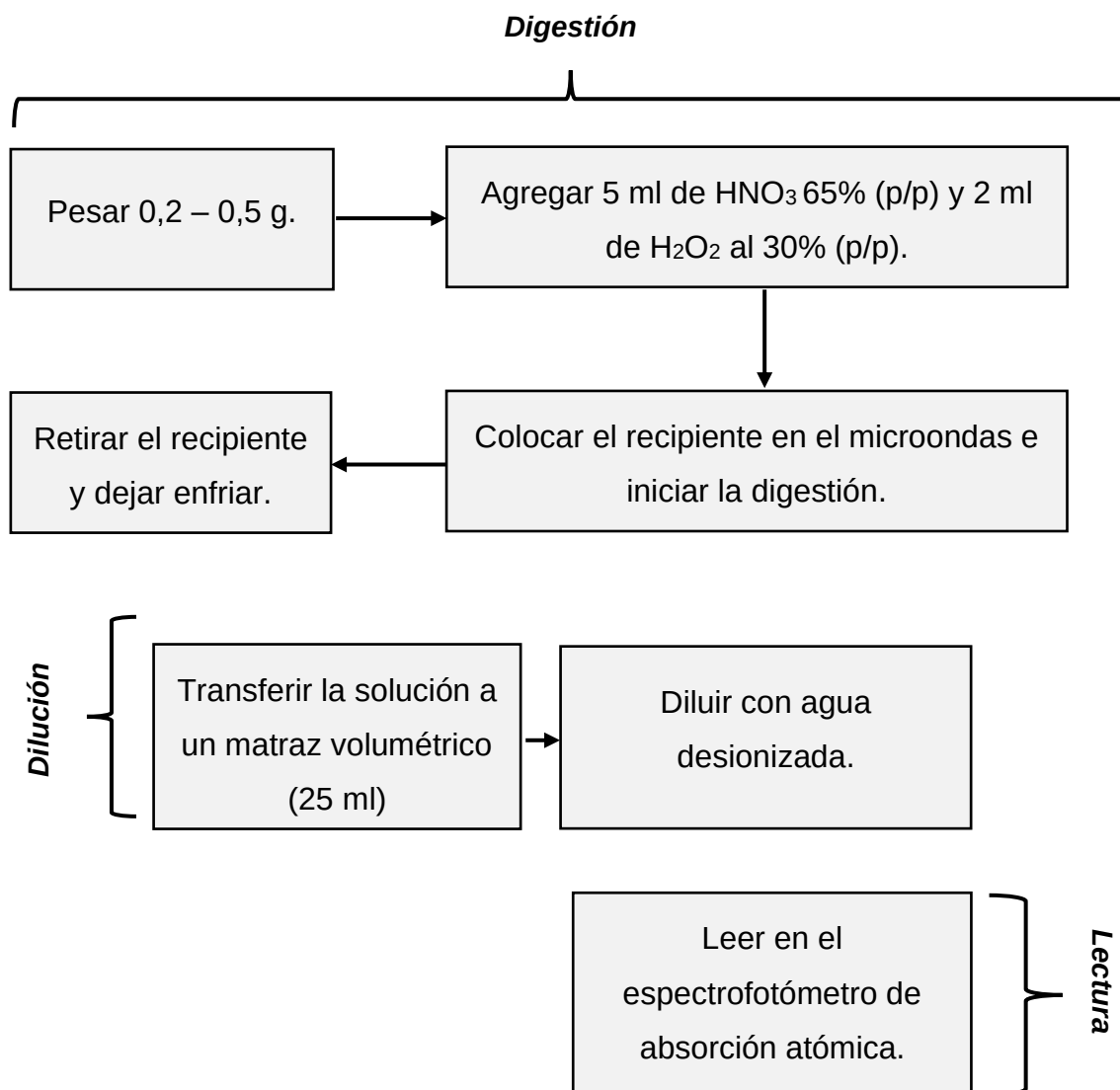
$$\left[\frac{(ml \text{ ácido estándar} \times molaridad \text{ del ácido}) - (ml \text{ NaOH estándar} \times molaridad \text{ NaOH})}{gramos \text{ de la muestra}} \right] \times 1.4007$$

Proteína cruda % = Nitrógeno en la muestra × 6.25

Determinación de Metales Na, K, Ca, Fe y Zn (Método oficial AOAC 999.10)



Esquema 9. Procedimiento de limpieza para material de vidrio y plástico.



Esquema 10. Determinación de metales por el Método Oficial AOAC 999.10

Preparación de estándares

A partir del estándar madre de 1000 ppm, para cada uno de los metales (Na, K, Ca, Fe y Zn) se llevó a cabo la preparación de las soluciones de trabajo en diferentes concentraciones para la construcción de la curva de calibración, tal y como se puede apreciar en la Tabla XI.

Tabla XI. Concentraciones de las soluciones de trabajo para la construcción de la curva de calibración.

Concentración mg/L				
Sodio	Calcio	Potasio	Hierro	Zinc
5,0	0,2	0,2	0,05	0,2
10,0	1,0	0,5	0,10	0,5
30,0	3,0	1,0	0,15	0,7
50,0	4,0	2,0	0,20	0,8
100,0	5,0	4,0		1,0

A modo de ejemplo se muestra en las Figuras 7 – 10 las curvas de calibración generadas a partir de la lectura por espectrofotometría de absorción atómica para cada elemento. Cabe mencionar también que, en todos los casos se puede observar la linealidad con el comportamiento del elemento dentro del método. En la Tabla XII se detalla la ecuación de la recta con su respectivo coeficiente de correlación.

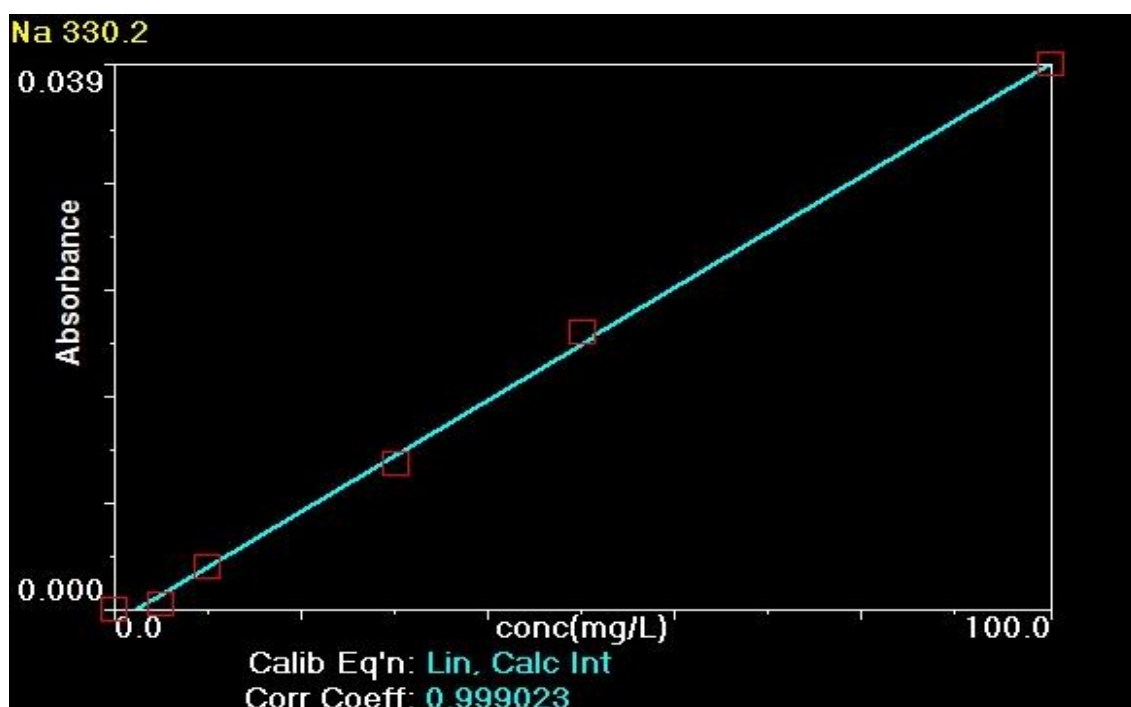


Figura 7. Curva de calibración del Sodio (5,0 - 100,0 mg/L).

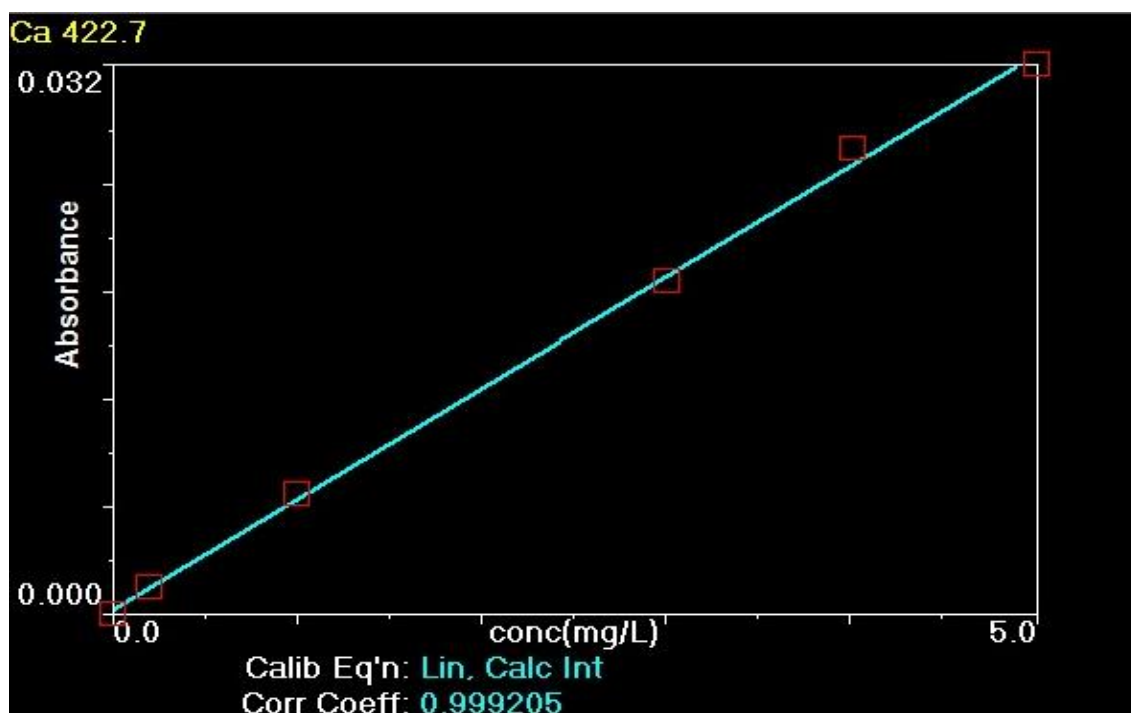


Figura 8. Curva de calibración del Calcio (0,2 - 5,0 mg/L).

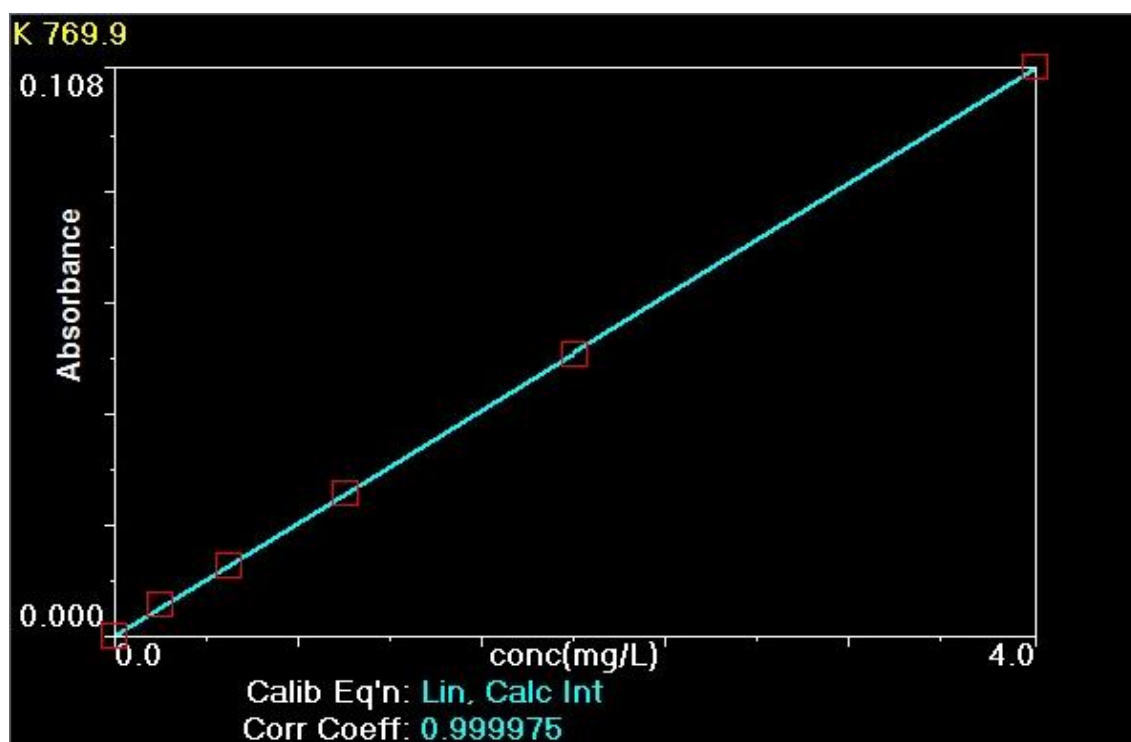


Figura 9. Curva de calibración del Potasio (0,2 - 4,0 mg/L).

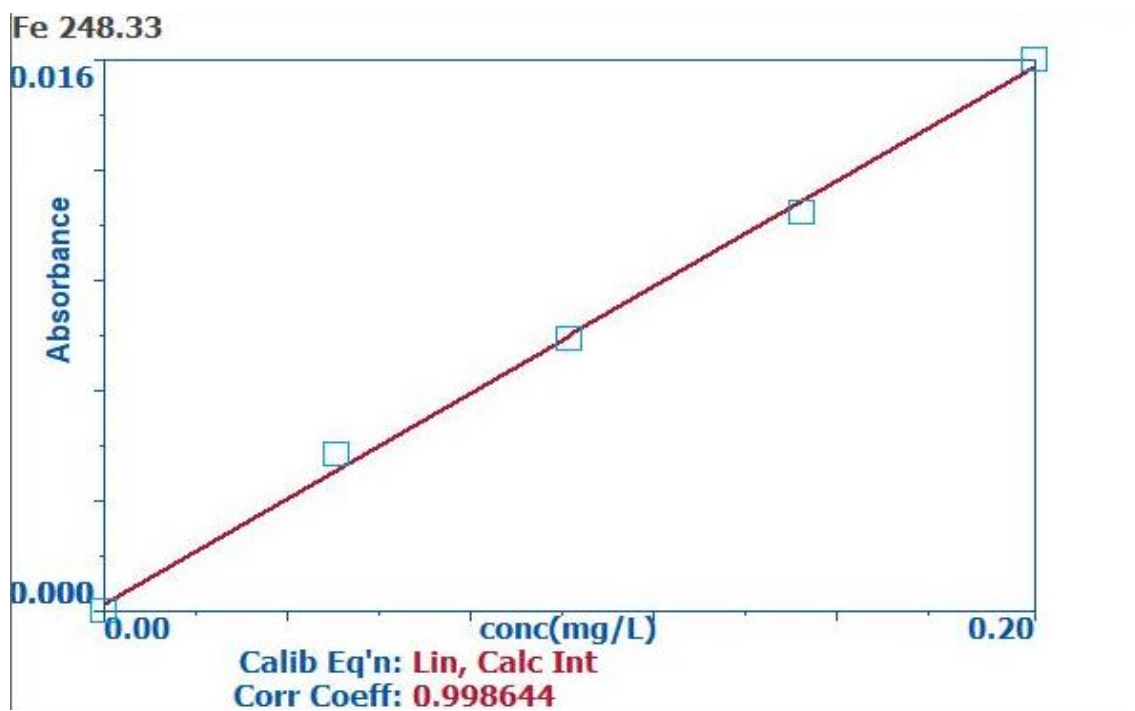


Figura 10. Curva de calibración del Hierro (0,05 - 0,20 mg/L).

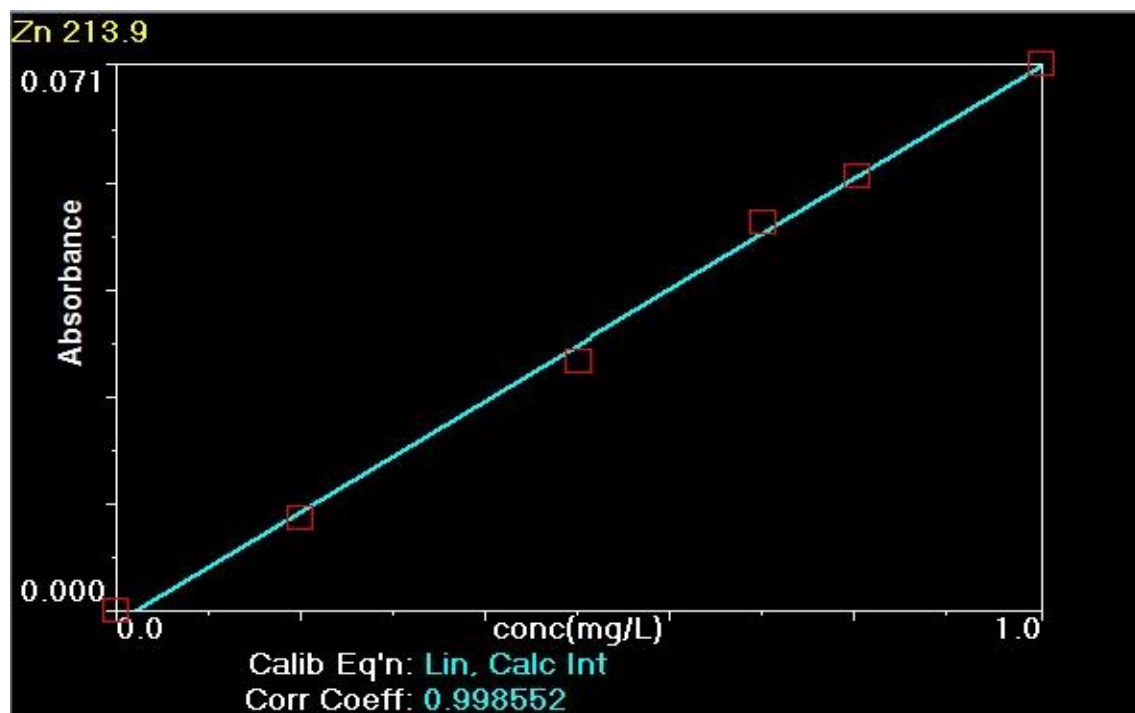


Figura 11. Curva de calibración del Zinc (0,2 - 1,0 mg/L).

Tabla XII. Ecuación de la recta y coeficiente de correlación para cada metal.

Ecuación de la recta/Coeficiente de correlación				
Sodio	Calcio	Potasio	Hierro	Zinc
$y = 0,00040 - 0,00089$	$y = 0,00639 + 0,00027$	$y = 0,02695 + 0,00009$	$y = 0,07696 + 0,00020$	$y = 0,07236 - 0,00151$
0,999023	0,999205	0,999975	0,998644	0,998552

En la Tabla XIII se exponen las condiciones analíticas para la determinación de minerales en la especie de estudio.

Tabla XIII. Condiciones analíticas para la determinación de metales en el fruto arazá (*Eugenia stipitata McVaugh*) por el método oficial de la AOAC 999.10.

Condiciones estándar	Metales				
	Potasio	Sodio	Calcio	Hierro	Zinc
Longitud de onda (nm)	766.5	589.0	422.7	248.3	213.9
Ancho de hendidura	0.7/1.4	0.2/0.4	0.7	0.2	0.7
Ruido relativo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Nebulizador	Spoiler	Spoiler	Spoiler	Spoiler	Spoiler
Oxidante	Aire	Aire	Óxido nitroso	Aire	Aire
Combustible	C ₂ H ₂	C ₂ H ₂	C ₂ H ₂	C ₂ H ₂	C ₂ H ₂
Condición de llama	Oxidante	Oxidante	Oxidante	Oxidante	Oxidante
Concentración característica (mg/L)	0.043	0.012	0.092	0.11	0.018
Rango de concentración lineal (mg/L)	0.1 – 4.0	0.03 -100	0.2 – 5.0	0.04 – 0.2	0.05 – 1.0

III.2.2.7 Análisis sensorial

Con la finalidad de conocer el grado aceptación del fruto por parte del consumidor, se diseñó un formato para realizar la evaluación sensorial de la especie *Eugenia stipitata* con una escala hedónica de 5 puntos, donde se tomó como referencia los atributos de sabor, aroma, textura y brillo.

Para el análisis sensorial se escogió un total de 50 personas para que conformen el panel de catadores no entrenados.

La ejecución de este análisis tuvo una duración de 5 días y fue llevada a cabo de la siguiente manera:

- Se convocó a 10 personas por día, pero en jornadas diferentes, es decir, 5 personas a las 15:00 pm y las 5 personas restantes a las 19:00 pm.
- Se utilizaron frutos enteros para la evaluación de atributos como aroma, textura y brillo. Por otra parte, se realizaron cortes en proporciones similares y se repartió la misma cantidad en cada recipiente para que las personas puedan efectuar la degustación. A cada persona se le otorgó la respectiva ficha y se les dio una explicación de cómo debían realizar la evaluación de los atributos.

Protocolo para realizar la evaluación sensorial de la especie *Eugenia stipitata*.

1. Estar en buena condición física y mental.
2. No fumar, beber o comer por lo menos 45 minutos antes de realizar la respectiva catación.
3. No usar lociones perfumadas para evitar confusiones al momento de registrar los resultados.
4. Concentrarse en la prueba y evadir las distracciones.

5. Revisar la ficha que contiene una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es el puntaje más bajo (me disgusta mucho) y 5 el más alto (me gusta mucho).
6. Tomar el fruto entero y evaluar los atributos de aroma (agradable, /desagradable), textura (agradable/desagradable) y brillo (presencia/ausencia), marcar el nivel de agrado que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.
7. Para evaluar el atributo de sabor, escoger una porción del fruto y disgustar, en caso de no estar seguro con la respuesta vuelva a disgustar con otra porción. Anotar su nivel de agrado.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, conforme con lo explicado en el apartado de metodología y, teniendo en cuenta que este trabajo de investigación se sustenta en un estudio bibliográfico y experimental, en primer lugar, se presentará los resultados del análisis bibliográfico y, posteriormente los resultados del análisis experimental. Finalmente, se podrá establecer un análisis en función de las variables para exponer los aspectos relevantes de este trabajo realizado.

IV.1 Estudios bibliográficos

En la actualidad, los estudios disponibles sobre la especie *Eugenia stipitata* McVaugh son escasos, sin embargo, este trabajo de investigación ofrece información sobre los aspectos nutricionales del arazá y su potencial contribución en la dieta alimentaria.

IV.1.1 Parámetros físicos

De acuerdo con la recopilación de la información realizada a través de las bases datos y bibliotecas virtuales descritas anteriormente en la metodología, se encontró una literatura reportada por Quevedo (1995), donde hace énfasis en el tamaño (diámetro longitudinal y transversal) y peso de las subespecies del arazá, indicando que *Eugenia stipitata subsp. stipitata* se caracteriza por presentar diámetros y pesos que no superan los 7cm y 30 g. Mientras que, *Eugenia stipitata subsp. sosoria* por ser una variedad semi-domesticada, los frutos pueden llegar hasta los 12 cm de diámetro y tener un peso máximo de 720 g. Para corroborar esta información se consultó otro estudio bibliográfico realizado por Do Nascimento & Oliveria (2014), estos autores señalan que la variedad *stipitata* puede tener frutos que oscilan desde 20 a 50 g, en comparación con la variedad *sosoria* que puede presentar frutos pequeños, medianos y grandes desde 30 a

420 g, pudiendo llegar hasta 800 g. Sin embargo, para tener una idea del tamaño y peso de los frutos de arazá en general, autores como Hernández, Barrera & Carrillo (2006) reportan un promedio de 7 cm con respecto al diámetro y, un rango promedio de 84 a 176 g referente al peso. La variabilidad del arazá en estado maduro, en cuanto a su tamaño y peso, es atribuida principalmente a los factores edafoclimáticos, factores genéticos (depende de la subespecie) y, a la zona de cultivo.

Andrade et al. (1989), Ferreira (1989) & Donadio (1997) encontraron diferentes pesos de cáscara y semillas al momento de estudiar la especie, reportando valores de 9,4 g; 25,6 g y 22,7 g para la cáscara y, 13,3 g; 33,6 g y 42,2 g para las semillas. El mismo estudio realizado en Brasil por Hernández, Barrera & Carrillo (2006), proporcionaron promedios para ambos parámetros físicos (cáscara y semillas), siendo 12,3 g y, 37,2 g correspondientemente. De igual manera, indicaron que el rango promedio de la pulpa debe oscilar entre 75 y 125 g para que tenga un buen aprovechamiento y una excelente aceptación agroindustrial.

IV.1.2 Parámetros fisicoquímicos

Si bien es cierto, el contenido de pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez varían de acuerdo con el estado de madurez del arazá, para poder establecer comparaciones con los resultados experimentales se tomó en cuenta los estudios bibliográficos que hacían referencia al estado maduro, debido a que fue objeto de estudio en este trabajo de investigación.

Según los resultados bibliográficos obtenidos en la literatura, el arazá en estado maduro tiene un pH de 2,80 a 3 unidades, un contenido de sólidos solubles que oscila entre 5,0 y 5,5°Brix, un porcentaje de acidez titulable cercano

al 3% de ácido málico y, un índice de madurez próximo al 3% (apto para consumo humano).

Los ensayos de humedad y cenizas realizados en los estudios bibliográficos de Barrantes (2002) y Peña et al. (2007) sugieren que el arazá presenta un elevado contenido de humedad, aproximadamente entre 90% y 95%; mientras que el contenido de cenizas en relación con el peso fresco demostró valores de 0,1% a 0,4%.

IV.1.3 Parámetros nutricionales

Las bibliografías evidencian que el contenido de lípidos en el arazá es escaso. Por otra parte, indican que la cantidad de carbohidratos presentes es elevada, aproximadamente un 50%, sin embargo, este porcentaje resulta ser bajo en comparación con otras frutas tropicales que poseen en su composición alrededor del 80% de azúcares solubles, principalmente fructosa.

Los estudios de Barrantes, Yaya & Arias (2002), Rogez et al. (2004) inclinados en la evaluación de la composición nutricional del arazá han permitido considerar a esta especie como una fuente potencial de proteínas, reportando porcentajes desde 0,4% hasta 1%. En vista de la escasez de estudios sobre la presencia de vitaminas y minerales en el arazá, los mismos autores mencionados anteriormente, incluyendo a Do Nascimento & Oliveira (2014) señalan que el fruto es una fuente rica de micronutrientes, especialmente sodio, calcio, potasio, hierro, zinc, vitaminas A, B₁ y C. En lo que concierne al contenido mineral, este varía en función de la nutrición mineral, justificando así las concentraciones encontradas que oscilan desde 0,8 a 19,03 mg/100 g; 13,44 a 215,3 mg/100 g; 5,72 a 44,48 mg/100 g; 0,15 a 87 mg/100 g y, 0,18 a 11 mg/100 g de pulpa para sodio, potasio, calcio, hierro y zinc correspondientemente.

Por otro lado, el arazá es considerado por muchos investigadores como un “superalimento” por sus altas concentraciones vitamínicas, manifestando valores de 7,80 ug/100 g para la vitamina A; 2,30 a 9,80 ug/100 g para la vitamina B₁ y, 7,7 a 101,1 mg/100 g de pulpa para la vitamina C.

En un trabajo de investigación de Nieto & Viñamahua (2019) sobre el contenido de vitaminas en el arazá en diferentes estados de maduración, llevado a cabo mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC por sus siglas en inglés), permite complementar y confirmar lo que otros estudios bibliográficos indican acerca de la presencia de estos micronutrientes en dicho fruto. Siendo así, demostraron que el arazá contiene vitamina A (0,13 mg/100 g pulpa), B₁ (5,37 mg/100 g pulpa) y C (27,56 mg/100 g pulpa), proporcionando de esta manera grandes beneficios para la salud de las personas, puesto que ayudan a la prevención de diversas patologías por sus destacables propiedades. Estos estudios demuestran que el comportamiento vitamínico depende fundamentalmente de diversos factores como fisiológicos, genéticos, condiciones de almacenamiento y procesamiento, estado de maduración del fruto, procesos bioquímicos, uso de plaguicidas, entre otros.

Estudios como los de Garzón et al. (2012) que han tenido como objetivo la determinación de la cantidad de carotenoides y compuestos fenólicos en la especie amazónica, aseguran que el arazá es uno de los frutales que ofrece una excelente actividad antioxidante, debido a sus considerables componentes bioactivos, dado que tienen la capacidad de proteger al organismo de efectos potencialmente dañinos. En el mismo sentido, los estudios ejecutados por Rojano (2013), Borghi, Fortunato & Soares (2017) y Santander (2017) han permitido establecer comparaciones con otras frutas, en lo que respecta al

contenido de carotenoides, compuestos fenólicos y ácido ascórbico. Para realizar las comparaciones, se optó por escoger a la guayaba por pertenecer a la misma familia de la especie en estudio y, a la naranja para comprobar de manera bibliográfica si posee o no mayor cantidad de ácido ascórbico.

La Tabla XIV indica que el arazá presenta un mayor contenido de carotenoides en comparación con la guayaba y naranja, además, el contenido de ácido ascórbico de esta fruta tropical supera al de la naranja. Sin embargo, se puede observar que tanto la guayaba como la naranja presentaron mayor actividad antioxidante evaluada por los métodos ABTS y DPPH, teniendo en cuenta que el método ABTS proporcionó mayor exactitud. Esto no quiere decir que el arazá no puede ser aprovechado como una excelente fuente de compuestos antioxidantes, puesto que de igual manera presenta valores considerables.

Tabla XIV. Comparaciones realizadas a frutas con respecto al contenido de compuestos bioactivos.

Parámetros	Arazá	Guayaba	Naranja
Ácido ascórbico (mg/100 g pulpa)	101,10	8,42	53,2
Carotenoides totales ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/100 g pulpa}$)	380,77	128,68	57,87
Fenoles totales (mg GAE/100 g pulpa)	122,78	385,39	300,32
ABTS ($\mu\text{mol trolox/100 g pulpa}$)	1209,72	6679,92	2276,48
DPPH ($\mu\text{mol trolox/100 g pulpa}$)	472,15	1177,89	751,13

Fuente: Borghi, Fortunato & Soares (2017); Zapata, Cortes & Rojano (2013) y Aguilar, González & Fuentes (2015)

Nota. ABTS: 2,2'-azino-bis- (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid); DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo; FRAP: (Poder antioxidante reductor férrico).

IV.1.4 Seguridad alimentaria

Las frutas desempeñan un papel importante en la nutrición del ser humano, en vista que contribuye a la protección de patologías como el cáncer, afecciones cardiovasculares y respiratorias crónicas, entre otras.

La necesidad de encontrar soluciones para incrementar la productividad en periodo de cosecha ha impulsado el uso de agrotóxicos, lo que conlleva a un aumento de los costos de producción y un impacto negativo sobre los sistemas ecológicos. En la actualidad, la acumulación de residuos de plaguicidas en productos hortofrutícolas ha generado una gran controversia en la salud pública, debido a que la mayor parte del tiempo se consume sin un previo tratamiento tecnológico o culinario. El principal riesgo latente que representa esta residualidad, es el elevado nivel de toxicidad que puede causar en el ser humano, provocado por sus efectos cancerígenos, neurotóxicos, mutagénicos y teratogénicos.

La contaminación por metales pesados también tiene gran relevancia en los sistemas de producción agrícola, por lo tanto, infieren en la salud del ser humano. La concentración de estos contaminantes se puede ver influenciada por las condiciones climáticas, contaminación ambiental y la naturaleza del suelo en donde se realice dicho cultivo. Estos elementos tóxicos tienen efectos negativos en el organismo a causa de su incapacidad de biodegradarse y su potencial de acumularse en diversas partes del cuerpo, en particular el plomo y cadmio, donde su ingesta excesiva da origen a enfermedades nerviosas, cardíacas, renales y óseas (Shaheen et al., 2016)

Debido a la carencia de estudios acerca de la especie *Eugenia stipitata* McVaugh, en la actualidad no se ha determinado si existe o no presencia de

contaminantes agroalimentarios (plaguicidas y metales pesados). Cabe destacar, en todo caso la disponibilidad de métodos oficiales para la determinación de estos contaminantes, como es el caso del *Método AOAC 2007:01 Residuos de plaguicidas en los alimentos por acetonitrilo* (mediante el uso de QuEChERS) y el *Método AOAC 999.10 Plomo y Cadmio en alimentos* (mediante espectrofotometría de absorción atómica después de la digestión por microondas). Adicionalmente, se debería tener en cuenta la *Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos* y el *Comité del Codex sobre residuos de plaguicidas*, los cuales indican el nivel máximo de contaminantes que deben tener los alimentos. En este caso, en las frutas tropicales de piel comestible como el arazá, el límite máximo de residuos para plaguicidas es de 0,01 mg/kg, mientras que para los metales pesados el límite permisible es de 0,1 mg/kg en Pb y de 0,05 mg/kg en Cd.

IV.2 Estudios experimentales

Los ensayos para la determinación de los parámetros físicos, fisicoquímicos y nutricionales fueron realizados en 30 muestras de pulpa de arazá, las mismas que fueron codificadas (1 - 30) de acuerdo con la ubicación de los árboles. Los datos obtenidos fueron tabulados mediante la aplicación de estadística descriptiva.

IV.2.1 Parámetros físicos

Acorde a los ensayos realizados en las muestras, se determinó el promedio de cada parámetro físico con el propósito de relacionarlos con los resultados bibliográficos.

Debido a la variabilidad que posee esta especie en lo que concierne a sus dimensiones y, por ser el primer parámetro físico que se tomó en cuenta, los

frutos fueron clasificados en 5 categorías de acuerdo con el diámetro longitudinal que presentaron. En tal sentido, el orden de presentación de las muestras analizadas en los demás parámetros físicos (diámetro transversal, peso del fruto entero, peso cáscara, peso de las semillas y peso de la pulpa) obedece a las categorías establecidas con anterioridad.

IV.2.1.1 Medición del diámetro longitudinal y transversal

A partir de las mediciones realizadas, se evidenció una variabilidad en cuanto al tamaño de los frutos. Los resultados obtenidos en la medición del diámetro longitudinal y transversal se encuentran recogidos en las Tablas XV y XVI.

Tabla XV. Resultados estadísticos del diámetro longitudinal.

Categorías	Promedio (cm)	C.V (%)
Categoría 1	5,56	5,49
Categoría 2	6,42	2,22
Categoría 3	7,46	2,02
Categoría 4	8,56	1,35
Categoría 5	9,86	1,40
Promedio = 7,42 cm		

Tabla XVI. Resultados estadísticos del diámetro transversal.

Categorías	Promedio (cm)	C.V (%)
Categoría 1	5,65	9,96
Categoría 2	6,67	10,75
Categoría 3	8,86	0,44
Categoría 4	9,57	9,18
Categoría 5	9,70	1,54
Promedio = 7,80 cm		

En el análisis de los datos se puede observar que el diámetro longitudinal alcanzó un promedio de 7,42 cm, teniendo en cuenta que al categorizarlos se obtuvieron rangos promedios que van desde 5,56 cm hasta 9,86 cm y, un

coeficiente de variación inferior al 5,50% en todos los casos. Mientras que, en el diámetro transversal el promedio fue de 7,80 cm. En función de las categorías, los rangos promedios oscilan entre 5,65 cm y 9,70 cm, proporcionando con ello un coeficiente de variación inferior al 11%.

En el desarrollo de este trabajo de investigación se consideró levantar información acerca de la zona de cultivo donde fueron recogidas las muestras de arazá. En esa ficha informativa realizada al agricultor, se reportó que los frutos se desarrollaron en suelos ácidos, arcillosos, con un pH de 5, temperatura de 27°C, 87% de humedad relativa y, una precipitación pluvial de 1200 mm/año. De acuerdo a los datos obtenidos en la ficha informativa y, corroborándolos con los estudios bibliográficos que hacen referencia a los aspectos ecológicos en los que se desarrolla esta especie, se puede asumir que, a pesar de haber crecido en condiciones adecuadas (tipo de suelo, pH, humedad y temperatura), la precipitación pluvial pudo afectar el tamaño de los frutos, puesto que es el principal factor meteorológico que incide en el crecimiento y producción de esta especie amazónica, la misma que debe oscilar entre 1500 a 4000 mm/año. Cabe señalar, que los árboles donde fueron cosechados los frutos tenían entre 5, 15 y 20 años, por lo que se podría deducir que los frutos pequeños pertenecían a los árboles más antiguos, considerando que a medida que los árboles envejecen, el tamaño y la calidad de los frutos se ve afectada (Aguilar et al., 2000). En el Gráfico 1 se puede apreciar las diferencias existentes en el tamaño de los frutos.

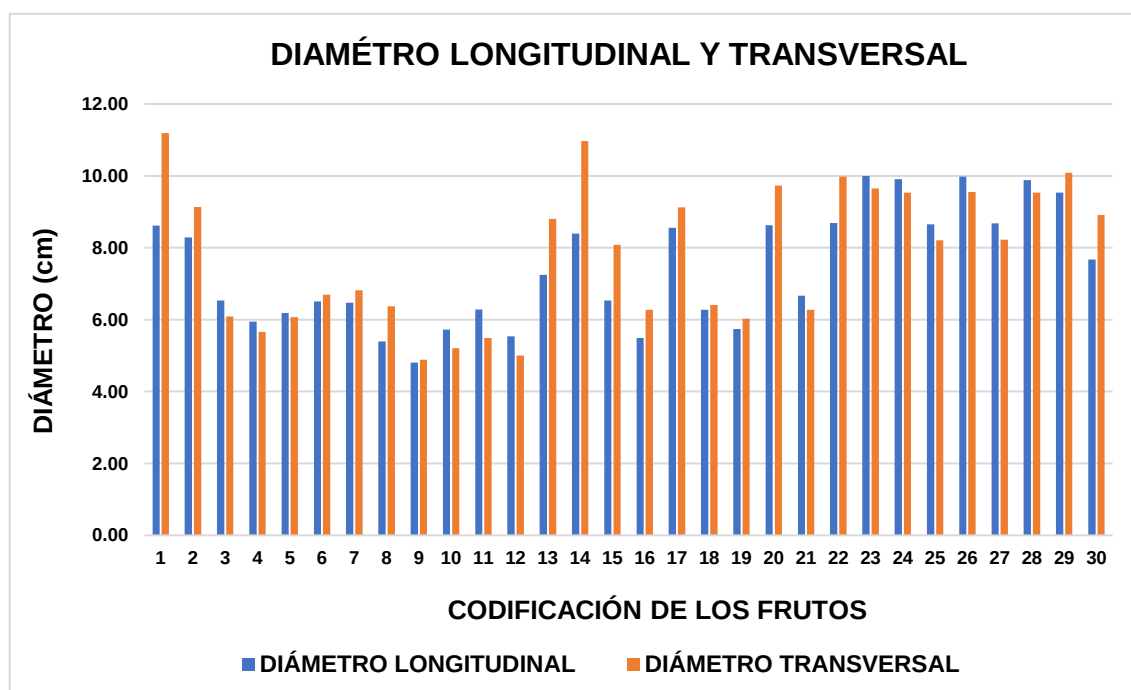


Gráfico 1. Diámetro longitudinal y transversal de las muestras analizadas.

IV.2.1.2 Peso del fruto entero

La variabilidad obtenida en el peso de cada fruto analizado, se le atribuye principalmente al tamaño que presentó cada uno de ellos, así como también al grosor de la cáscara, tamaño y cantidad de semillas y, contenido de pulpa. De acuerdo con las categorías establecidas, en la Tabla XVII se puede observar que el peso promedio de los frutos fue de 140,95 g. Según el estudio bibliográfico de Hernández, Barrera & Carrillo (2006) reportado con anterioridad en este capítulo, y, realizando una comparación con estos resultados experimentales, se puede indicar que los pesos obtenidos se encuentran dentro de los valores promedios.

A pesar de no haber realizado el estudio taxonómico de la especie en cuestión, por los resultados obtenidos en relación con las dimensiones y peso de los frutos, conforme con el análisis de los resultados bibliográficos y, por experimentar cierto grado de domesticación con el objetivo de proporcionar frutos de mayor tamaño y con mejores características organolépticas, se puede asumir que se trataría de la variedad *Eugenia stipitata subsp. sosoria*. Hay que

mentar, además que, esta subespecie ha sido la más difundida a lo largo del tiempo.

Tabla XVII. Resultados estadísticos del peso del fruto entero.

Categorías	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	86,28	19,46
Categoría 2	116,94	16,02
Categoría 3	197,51	9,98
Categoría 4	170,69	34,67
Categoría 5	171,45	27,05
Promedio = 140,95 g		

En el siguiente Gráfico 2 se puede observar el peso de cada una de las muestras analizadas.

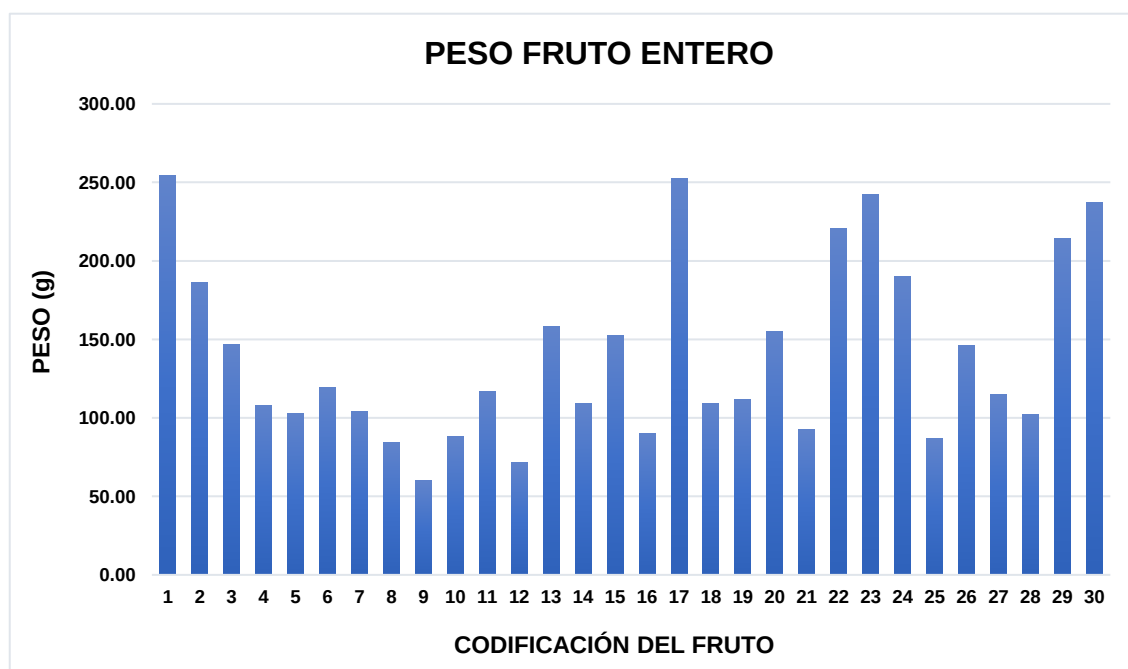


Gráfico 2. Peso del fruto entero de las muestras analizadas.

IV.2.1.3 Peso de la cáscara y semillas

Tanto el peso de la cáscara y semillas son parámetros físicos que se toman en cuenta al momento de realizar el despulpado, en vista de que están directamente relacionados con el rendimiento y aprovechamiento de la pulpa en la agroindustria.

Con respecto al peso de la cáscara, este parámetro presentó variaciones que dependen efectivamente del tamaño del fruto y del grosor de su epicarpio. En la Tabla XVIII se puede observar un peso promedio de 16,16 g con rangos promedios que oscilan desde 9,28 g a 20,63 g y, un coeficiente de variación inferior al 30% en cada una de las categorías. Estos resultados experimentales indican que el peso de la cáscara de cada muestra guarda relación con los resultados del estudio bibliográfico. El Gráfico 3 también muestra como varía el peso de la cáscara en cada fruto.

Tabla XVIII. Resultados estadísticos del peso de la cáscara.

Categorías	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	9,28	28,50
Categoría 2	14,30	28,95
Categoría 3	20,57	9,64
Categoría 4	20,03	22,78
Categoría 5	20,63	20,96
Promedio = 16,16 g		

De acuerdo con la literatura consultada, se podría asumir que la cáscara del arazá no ha sido utilizada en la industria alimentaria, sin embargo, en un futuro y, dependiendo de los estudios que se levanten, se la podría aprovechar para la elaboración de subproductos, por su posible contribución nutricional en la alimentación del ser humano, en virtud de la presencia de taninos que se encuentran en dicha parte del fruto.

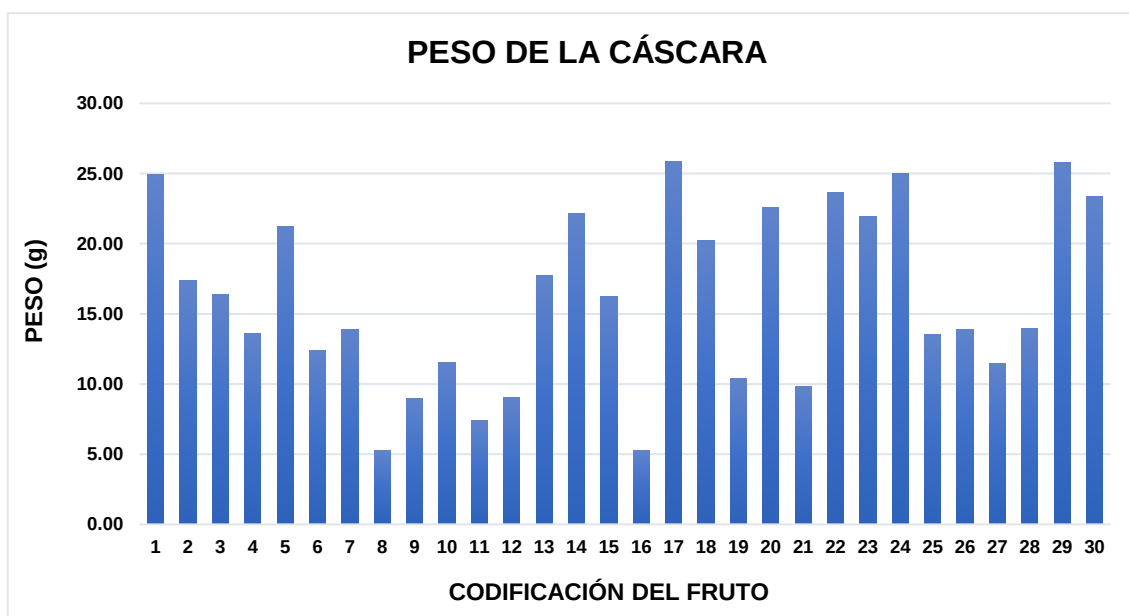


Gráfico 3. Peso de la cáscara de las muestras analizadas.

En cuanto al peso de las semillas y, tal como lo indica la siguiente Tabla XIX se registró un peso promedio de 34,84 g, con rangos promedios de 23,40 g y 46,98 g y, un coeficiente de variación menor al 31%. A pesar de que la literatura reporta que las semillas de arazá poseen un gran contenido de humedad, no existen estudios relacionados a su valor nutricional y su viable empleo en la industria alimentaria. Un estudio realizado por Fernández et al. (2011) resaltó que el contenido de proteínas que posee el arazá se debe probablemente a la presencia de las semillas.

Tabla XIX. Resultados estadísticos del peso de las semillas.

Categorías	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	23,40	15,60
Categoría 2	30,18	18,49
Categoría 3	46,98	11,39
Categoría 4	43,16	30,60
Categoría 5	37,46	25,89
Promedio = 34,84 g		

Conforme a lo explicado, el presente Gráfico 4 muestra también el peso de las semillas de cada fruto analizado.

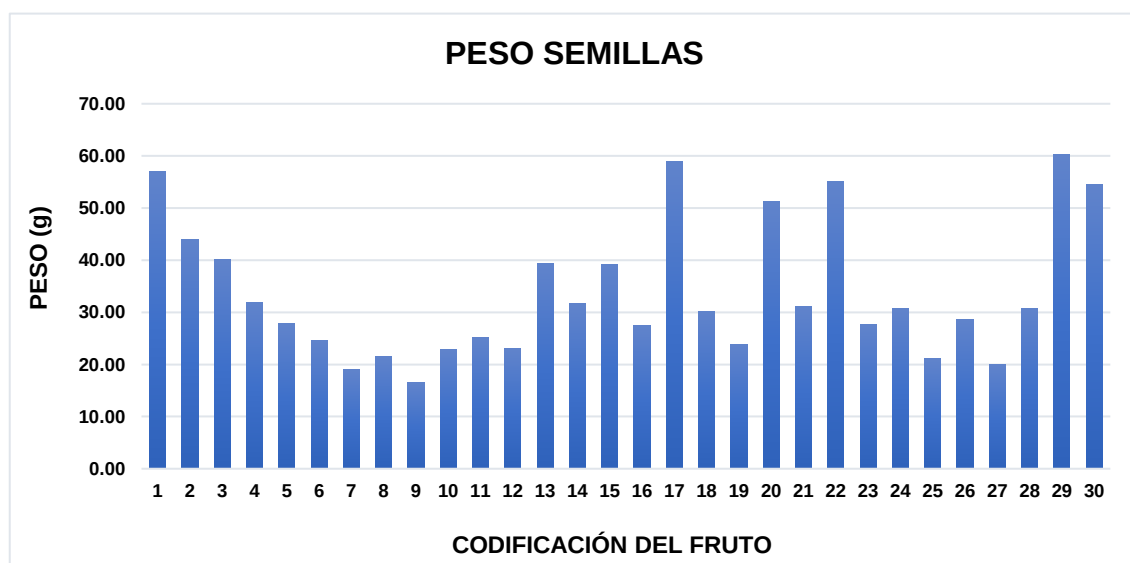


Gráfico 4. Peso de las semillas de las muestras analizadas.

IV.2.1.4 Peso de la pulpa

La pulpa de arazá es la parte del fruto mejor aprovechada, debido a la cantidad de compuestos bioactivos que posee y, además por su elevado rendimiento, ofreciendo ventajas para la industria alimentaria por su posible empleo como materia prima para la elaboración de diversos subproductos como refrescos, licores, mermeladas, jaleas, tortas, yogurt, entre otros. El peso de la pulpa estaría influenciado por el contenido de agua y nutrientes que pudieran estar presentes.

En la Tabla XX se puede observar que el peso promedio en este ensayo físico fue de 76,95 g, este valor obedece al reportado en el estudio bibliográfico, en el cual se señala que el rango promedio considerable de la pulpa a nivel agroindustrial debe oscilar entre 75 g y 125 g. De igual modo, el Gráfico 5 permite apreciar el peso de la pulpa de cada muestra analizada.

Tabla XX. Resultados estadísticos del peso de la pulpa.

Categorías	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	54,32	23,31
Categoría 2	72,97	20,36
Categoría 3	129,96	15,81
Categoría 4	112,40	34,93
Categoría 5	125,29	25,39
Promedio = 76,95 g		

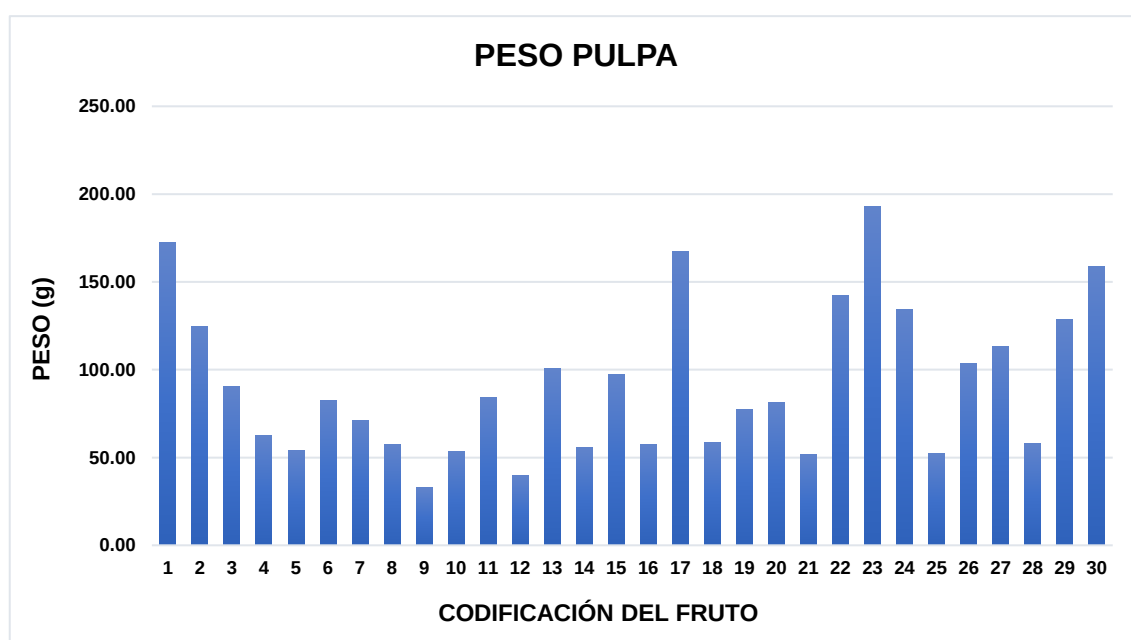


Gráfico 5. Peso de la pulpa de las muestras analizadas.

IV.2.2 Parámetros fisicoquímicos

De manera tradicional, los ensayos de humedad y cenizas son los primeros en realizarse al momento de evaluar las características fisicoquímicas en un alimento. Sin embargo, en el arazá es necesario analizar en primeras instancias el contenido de pH, sólidos solubles y acidez titulable para determinar el índice de madurez (relación de sólidos solubles y acidez titulable) del fruto, ya que este último debe estar alrededor del 3% para ser consumido sin ningún tipo de problema.

En estos análisis no fue necesario establecer categorías, ya que todos los frutos se encontraban en estado maduro. Por lo tanto, los valores obtenidos guardaron cierto grado de relación, independientemente del tamaño y peso de las muestras.

IV.2.2.1 pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez

De acuerdo con los parámetros fisicoquímicos evaluados como pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez, en la siguiente Tabla XXI se reflejan los promedios alcanzados para cada característica fisicoquímica, con sus respectivos coeficientes de variación.

Tabla XXI. Resultados estadísticos de los parámetros fisicoquímicos.

Número de muestras	Parámetros fisicoquímicos	Promedio (%)	C.V (%)
30	pH	2,89	0,95
	Sólidos solubles	5,48	1,75
	Acidez titulable	1,79	2,63
	Índice de madurez	3,08	2,44

Según los resultados del estudio bibliográfico realizado en el presente trabajo de investigación, el pH de la pulpa de arazá oscila entre 2,8 a 3. Estos valores corresponden a los obtenidos en las muestras analizadas, los mismos que varían entre 2,79 a 2,96, obteniéndose un promedio de 2,89 y, con un coeficiente de variación de 0,95%. En el Gráfico 6 se puede observar los distintos valores de pH que obtuvo cada fruto. Si bien es cierto, este comportamiento se debe a que el pH suele incrementar a medida que transcurre el proceso de maduración, lo que explicaría que los frutos analizados se encontraban en estado maduro.

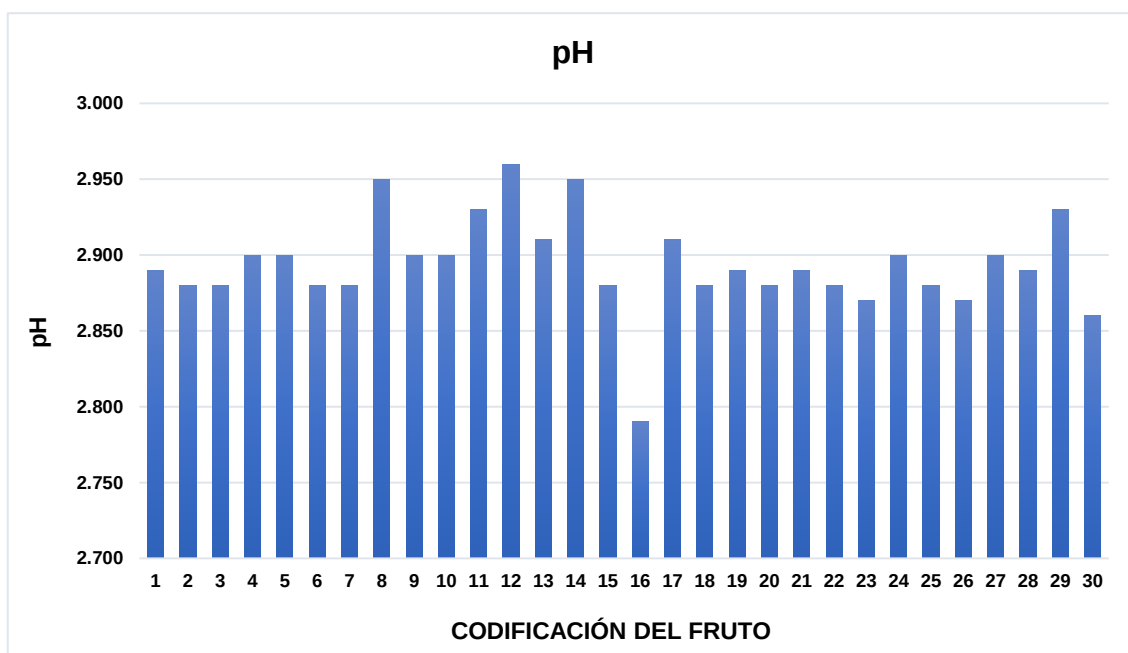


Gráfico 6. pH de las muestras analizadas.

Por otra parte, la acidez titulable obtuvo un promedio de 1,79% y los sólidos solubles 5,48%; mientras que los coeficientes de variación se encontraron entre 2,63%, y 1,75% correspondientemente, estos resultados alcanzados guardan semejanza con lo registrado en las referencias bibliográficas revisadas.

Al ser frutos maduros, el contenido de acidez titulable (reportado como ácido málico) fue encontrado en niveles muy bajos que obedecen a dicho estado de madurez, esto se debe al consumo de estos nutrientes por parte del fruto como fuente de energía durante la respiración.

El arazá en estado maduro experimenta una acumulación de azúcares, hallándose valores cercanos a 5,0 y 5,5°Brix. Si se establece una comparación con otros frutos con respecto a los grados Brix, se podría deducir que esta especie amazónica no es considerada una fuente rica en azúcares. El contenido de sólidos solubles encontrados en las muestras analizadas va desde 5,30 a 5,60°Brix, dichos valores obtenidos corresponden a lo anteriormente explicado.

Con respecto al índice de madurez, se recomienda que debe estar alrededor del 3% para asegurar que el fruto ha alcanzado tanto la madurez fisiológica como organoléptica, por lo tanto, podría ser aprovechado en su totalidad por las personas. Los datos obtenidos demuestran que los frutos estaban aptos para el consumo humano, puesto que se alcanzó un promedio de 3,08% y un coeficiente de variación de 2,44%.

En el siguiente Grafico 7 se manifiestan los resultados expuestos con anterioridad.

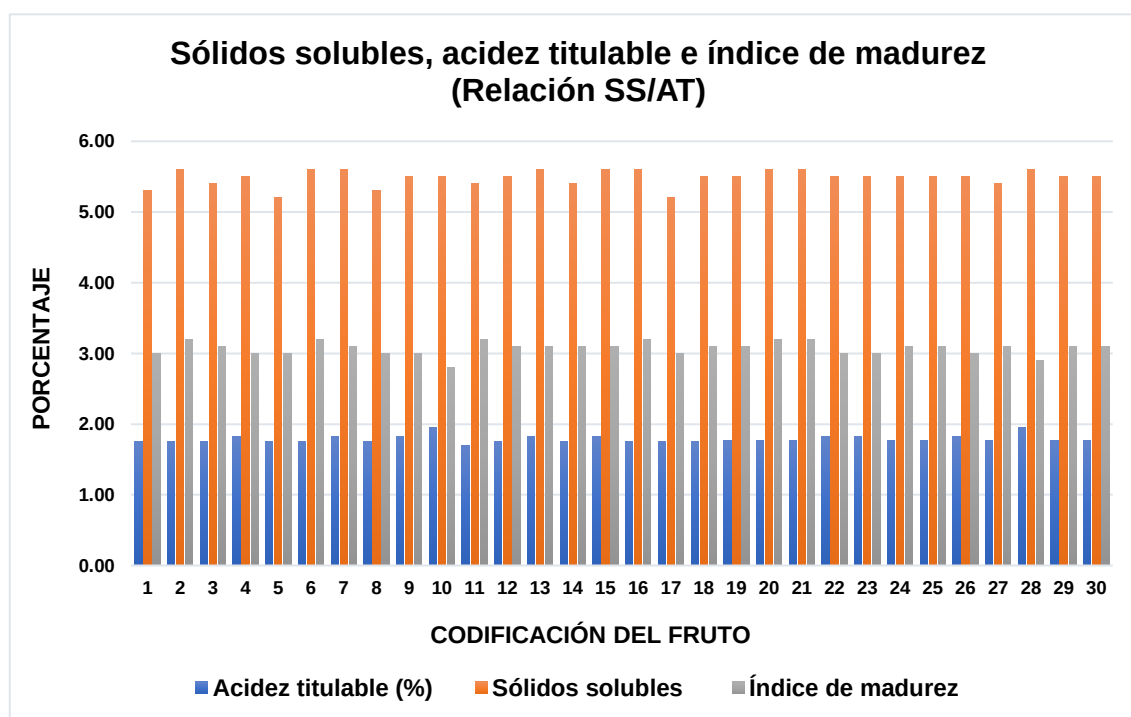


Gráfico 7. Porcentaje de sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez en las muestras analizadas.

IV.2.2.2 Humedad

En consonancia con los porcentajes de humedad de los frutos de arazá, se obtuvieron valores que van desde 90,63 hasta 95,42%, con un promedio de 92,64% y un coeficiente de variación de 1,72% tal y como lo muestra la Tabla XXII. En el Gráfico 8 también se presenta el contenido de humedad (%) de cada muestra analizada.

Analizando los resultados, se podría confirmar que el arazá posee un gran contenido de agua, destacando ventajas y desventajas para la industria alimentaria, pues su contenido de humedad provoca que sea un fruto altamente perecible y no pueda ser aprovechado en su totalidad por las grandes pérdidas que se pueden generar, pero a su vez también favorecería la elaboración de algunos derivados. En tal sentido, dependiendo del manejo y conservación que se apliquen, podría ser un fruto ampliamente utilizado, no sólo por la obtención de diversos subproductos, sino también por su valor nutricional.

Tabla XXII. Resultados estadísticos del contenido de humedad.

Número de muestras	30
Humedad (%)	92,64
Coefficiente de variación (%)	1,72

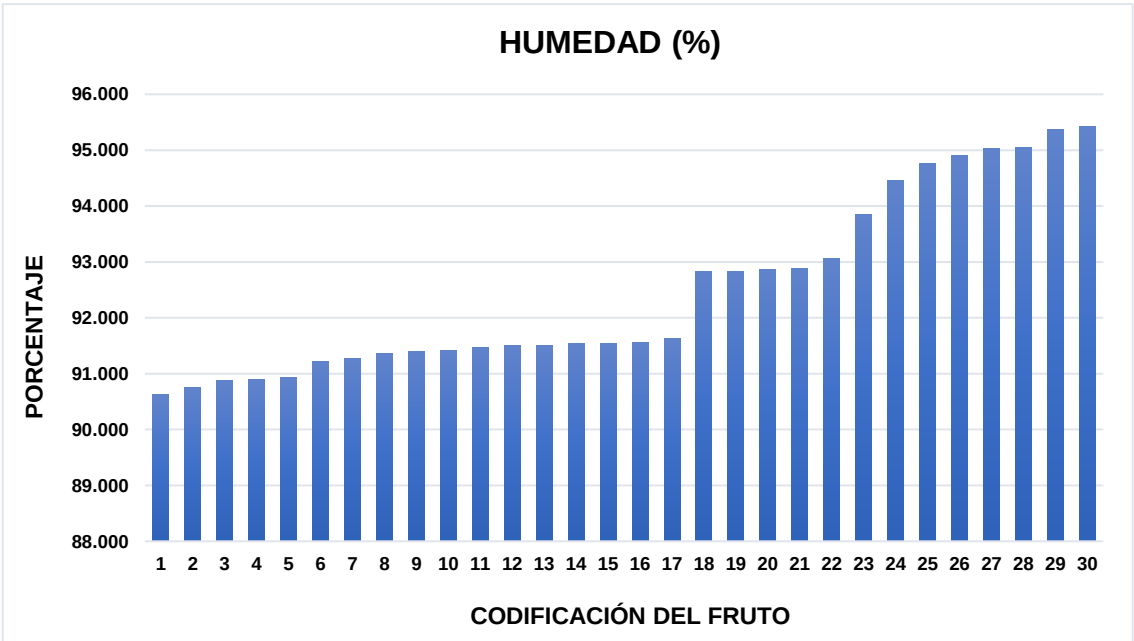


Gráfico 8. Porcentaje de humedad en las muestras analizadas.

IV.2.2.3 Cenizas

La determinación de cenizas en frutas tropicales como el arazá, permitió realizar un análisis proximal de su valor nutricional, específicamente de su

contenido mineral, primordialmente potasio, sodio, calcio, hierro y zinc (elementos de gran interés nutricional).

El arazá en peso fresco presentó un porcentaje de cenizas que no difirió significativamente de acuerdo con las literaturas revisadas. Estos valores van desde 0,09% a 0,18%, alcanzando un promedio de 0,14% y un coeficiente de variación de 16,46% según la Tabla XXIII. La dispersión existente entre estos resultados podría estar relacionada con la composición de la muestra analizada.

Tabla XXIII. Resultados estadísticos del contenido de cenizas.

Número de muestras	30
Cenizas (%)	0,14
Coeficiente de variación (%)	16,46

El siguiente Gráfico 9 permite observar el contenido de cenizas presente en cada muestra analizada.

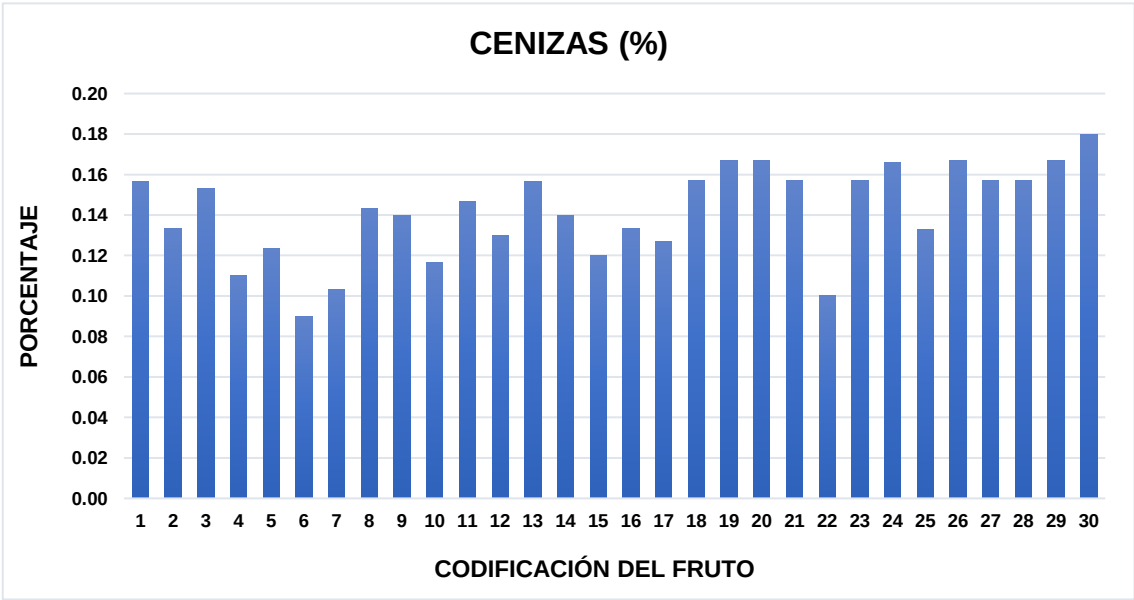


Gráfico 9. Porcentaje de cenizas en las muestras analizadas.

IV.2.3 Parámetros nutricionales

IV.2.3.1 Proteínas

Acorde con los resultados del estudio bibliográfico, acerca de la composición nutricional del arazá, los resultados experimentales de este ensayo permitieron demostrar que el fruto contiene un considerable porcentaje de proteínas en referencia al peso fresco. De manera que se consideraría al arazá como un alimento rico en proteínas, asumiendo que ofrecería numerosos beneficios en la alimentación del ser humano, debido a su importancia para el correcto funcionamiento del organismo. Los valores encontrados en cada muestra de arazá van desde 0,57 a 0,63%, con un promedio de 0,59% y, un coeficiente de variación de 2,02% tal y como se refleja en la Tabla XXIV y en el Gráfico 10.

Como se explicó anteriormente, el porcentaje de proteínas en el fruto arazá podría estar relacionado con el contenido de semillas. Para ello, se observaron aquellos frutos que poseen un mayor y menor contenido de proteínas, para luego verificar la incidencia que podrían tener las semillas. En tal sentido, los frutos que contienen 0,57; 0,59 y 0,61% de proteínas presentaron un peso de semillas inferior a 51,23 g. Este peso corresponde al fruto 20, el cual proporcionó mayor peso de semillas y proteínas (específicamente 0,63%) en comparación con los demás frutos. Analizando esa situación, se podría decir que las semillas guardan cierto grado de relación con el contenido de proteínas. Sin embargo, en el caso de los frutos 1, 17, 22, 29 y 30, a pesar de presentar un peso de semillas superior a 51,23 g con un porcentaje de proteínas menor a 0,63%, su variación (con respecto al contenido de proteínas) podría justificarse por la actividad enzimática que ocurrió en cada uno de ellos.

Tabla XXIV. Resultados estadísticos del contenido de proteínas.

Número de muestras	30
Proteínas (%)	0,59
Coefficiente de variación (%)	2,02

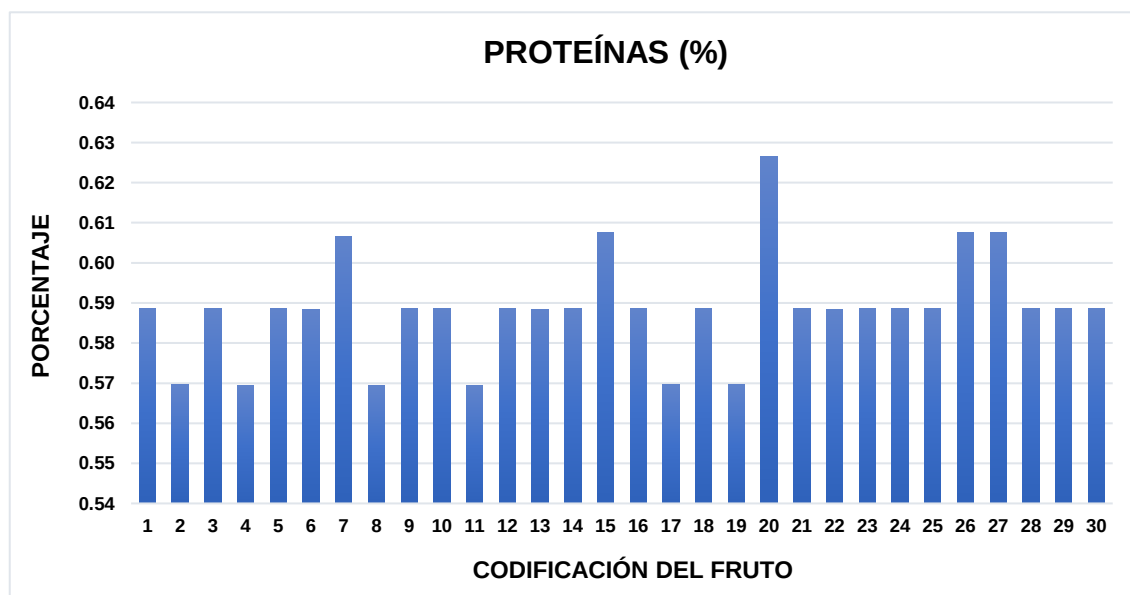


Gráfico 10. Porcentaje de proteínas en las muestras analizadas.

IV.2.3.2 Composición mineral

Aplicando las condiciones adecuadas para la preparación de la muestra mediante digestión ácida por microondas y, posterior determinación por espectrofotometría de absorción atómica con llama (FAAS), la Tabla XXV evidencia los elementos minerales presentes en la pulpa de arazá con sus correspondientes valores promedios y coeficientes de variación, indicando asimismo el límite de cuantificación, según corresponde. Cabe mencionar que este análisis se realizó por triplicado.

Tabla XXV. Resultados estadísticos de la composición mineral.

Número de muestras	Elemento	LOQ (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	C.V (%)
3	Calcio	20	67,50	2,48
	Potasio	20	1672	1,16
	Sodio	500	<LOQ	n/a
	Hierro	5	<LOQ	n/a
	Zinc	20	<LOQ	n/a

Acorde con los resultados presentados, se observa que el sodio, hierro y zinc están por debajo del límite de cuantificación. En el caso del sodio, el método del laboratorio se encuentra por encima de 500 mg/kg, es decir, las concentraciones de este macromineral son menores de dicho límite; de igual manera el hierro y zinc proporcionaron concentraciones inferiores a 5 y 20 mg/kg respectivamente. Cabe destacar que el límite de cuantificación está supeditado a la cantidad pesada, volumen final, sensibilidad del equipo y al método empleado.

Sin embargo, y en comparación con los otros minerales analizados, el valor más alto reportado corresponde al potasio con un valor promedio de 1672 mg/kg y un coeficiente de variación de 1,16%, siendo así el mineral más destacado en el arazá. Sabiendo esta bondad y, teniendo en cuenta que forma parte del sistema renina-angiotensina-aldosterona, cuya función es lograr un adecuado balance hídrico y un correcto funcionamiento de las células, se permite justificar la importancia de su incorporación en la alimentación del ser humano como fuente rica de potasio. En cuanto al calcio, elemento vital para el mantenimiento de las funciones metabólicas y, el apropiado crecimiento y formación de estructuras óseas, presentó un promedio de 67,50 mg/kg con un coeficiente de variación de 2,48%.

En vista que la nutrición mineral recibida por la planta durante su periodo de crecimiento y desarrollo es alterada por factores externos como la edad del árbol, zona geográfica, condiciones edafoclimáticas e inadecuado uso de fertilizantes, se podría justificar la variabilidad de los resultados bibliográficos expuestos con antelación y, los resultados experimentales obtenidos en cuanto al contenido de elementos nutricionales presentes en el arazá.

Las concentraciones de potasio y calcio permiten caracterizar al arazá como una fuente potencial de macrominerales, de manera que puede ser aprovechado por la población ecuatoriana, especialmente niños y mujeres en estado de gestación por ser los grupos más vulnerables y requerir mayor grado atención.

IV.2.4 Análisis sensorial

Los atributos de la calidad de las frutas no sólo recaen en su valor nutritivo, sino también en su aroma, sabor, textura y brillo. Para ello, se realizó un análisis sensorial para determinar el grado de aceptación que tendrá el arazá en el mercado.

IV.2.4.1 Atributo sabor

En la Tabla XXVI se observa que el arazá fue considerado como un fruto de sabor ácido, obteniendo un 76% de aceptabilidad por parte de los catadores no entrenados, destacándose en la categoría de “*Me gusta mucho*” y “*Me gusta*”. Por otro lado, un 24% indicó que este fruto presenta un sabor dulce. Para una mejor interpretación de los resultados se puede observar el Gráfico 11.

Tabla XXVI. Resultados de la prueba sensorial - Atributo sabor.

Atributos	Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	%
Ácido	4	8	-	12	14	76,00%
Ácido residual	-	-	-	-	-	-
Amargo	-	-	-	-	-	-
Dulce	-	-	-	7	5	24,00%
Salado	-	-	-	-	-	-
Total	4	8	-	19	19	100%

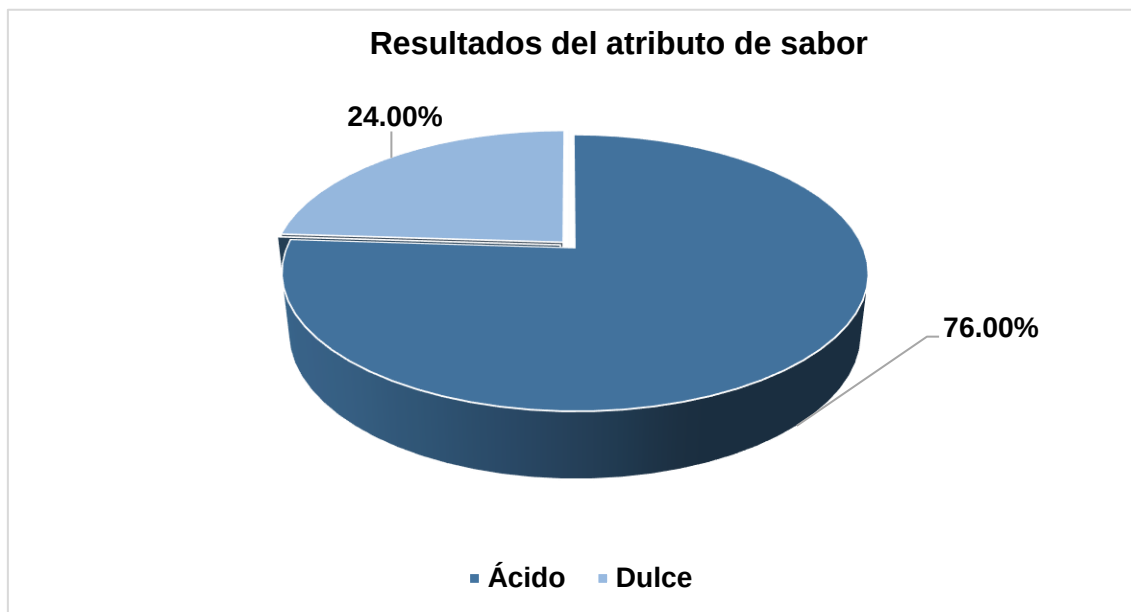


Gráfico 11. Grado de aceptabilidad - Atributo sabor.

IV.2.4.2 Atributo aroma

Con respecto al atributo de aroma, este resaltó por su olor “Agradable” obteniendo un grado de aceptabilidad del 78%. Por el contrario, un 22% entre las categorías “No me gusta ni me disgusta” y “Me disgusta” consideró que el arazá presenta un aroma desagradable. Estos resultados se exponen en la Tabla XXVII, mientras que en el Gráfico 12 se representa el grado de aceptabilidad que tuvo el atributo de aroma.

Tabla XXVII. Resultados de la prueba sensorial - Atributo aroma.

Atributos	Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	Total
Agradable	-	-	2	25	12	78,00%
Desagradable	-	5	6	-	-	22,00%
Total	-	5	8	25	12	100,00%

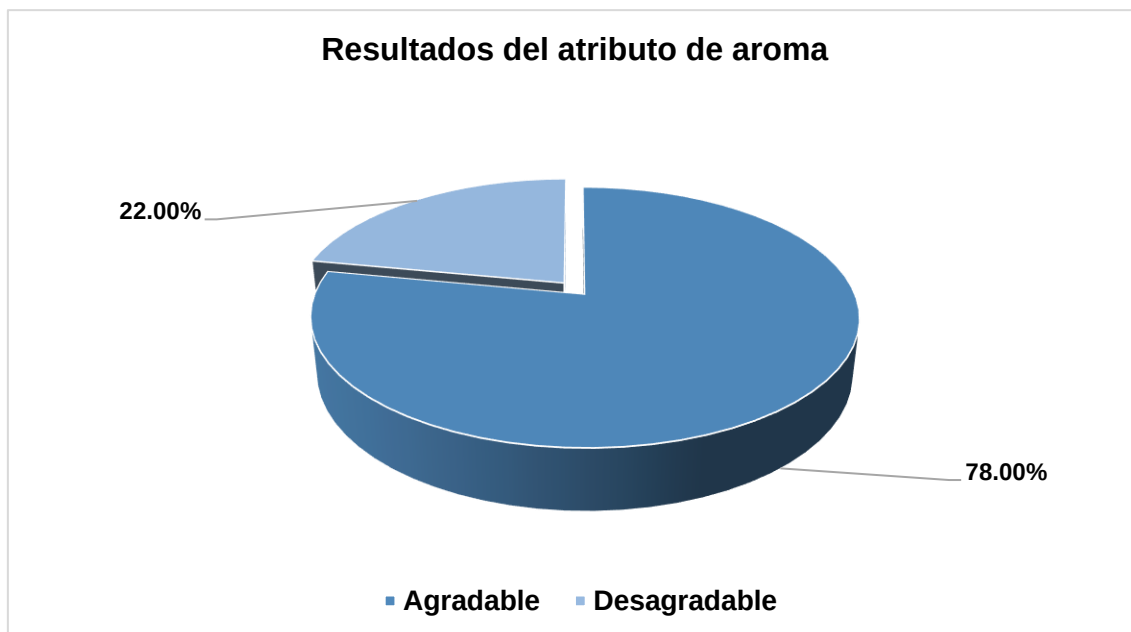


Gráfico 12. Grado de aceptabilidad- Atributo aroma.

IV.2.4.3 Atributo textura

Según los resultados reflejados en la Tabla XXVIII, el atributo de textura tuvo un grado de aceptabilidad del 94% y un rechazo del 6% en la categoría “No me gusta ni me disgusta” y “Me disgusta”. El Gráfico 13 muestra el grado de aceptabilidad que tuvo el arazá con respecto al atributo de textura.

Tabla XXVIII. Resultados de la prueba sensorial - Atributo textura.

Atributos	Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	Total
Agradable	-	-	3	26	18	94,00%
Desagradable	-	1	2	-	-	6,00%
Total	-	1	5	26	18	100,00%

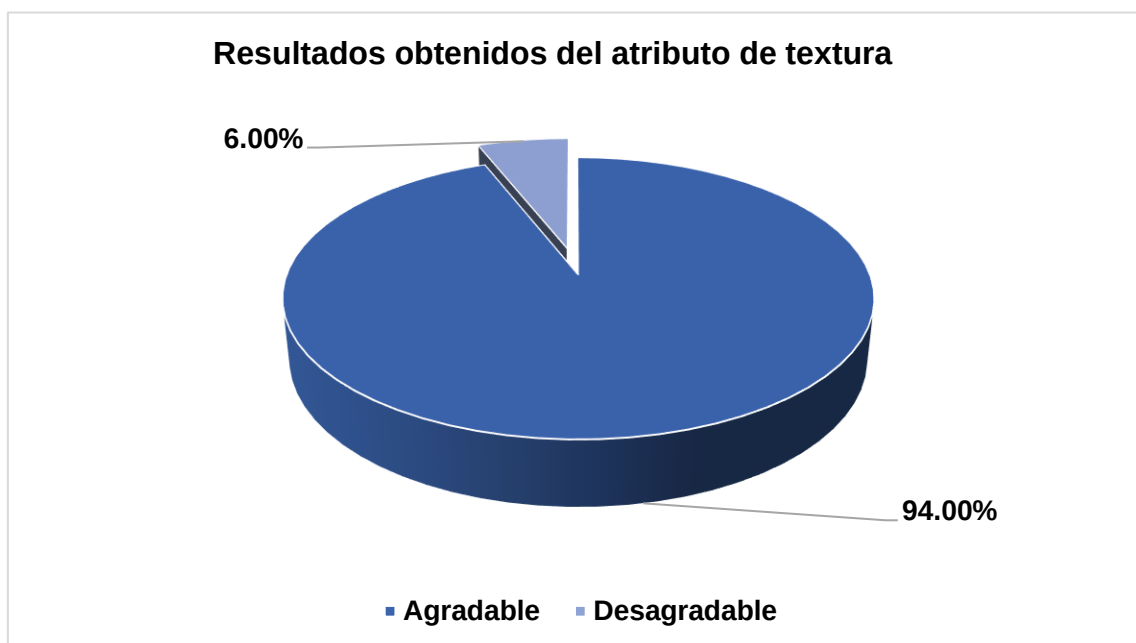


Gráfico 13. Grado de aceptabilidad - Atributo textura.

IV.2.4.4 Atributo brillo

Finalmente, el 76% de las personas consideró que el arazá presentaba brillo, indicando la categoría “*Me gusta*”. Asimismo, el 24% aseguró que este fruto no mostraba ningún hallazgo de brillo. Estos resultados están especificados tanto en la Tabla XXIX como en el Gráfico 14.

Tabla XXIX. Resultados de la prueba sensorial - Atributo brillo.

Atributos	Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	Total
Presencia	-	-	5	19	14	76,00%
Ausencia	-	1	11	-	-	24,00%
Total	-	1	16	19	14	100,00%

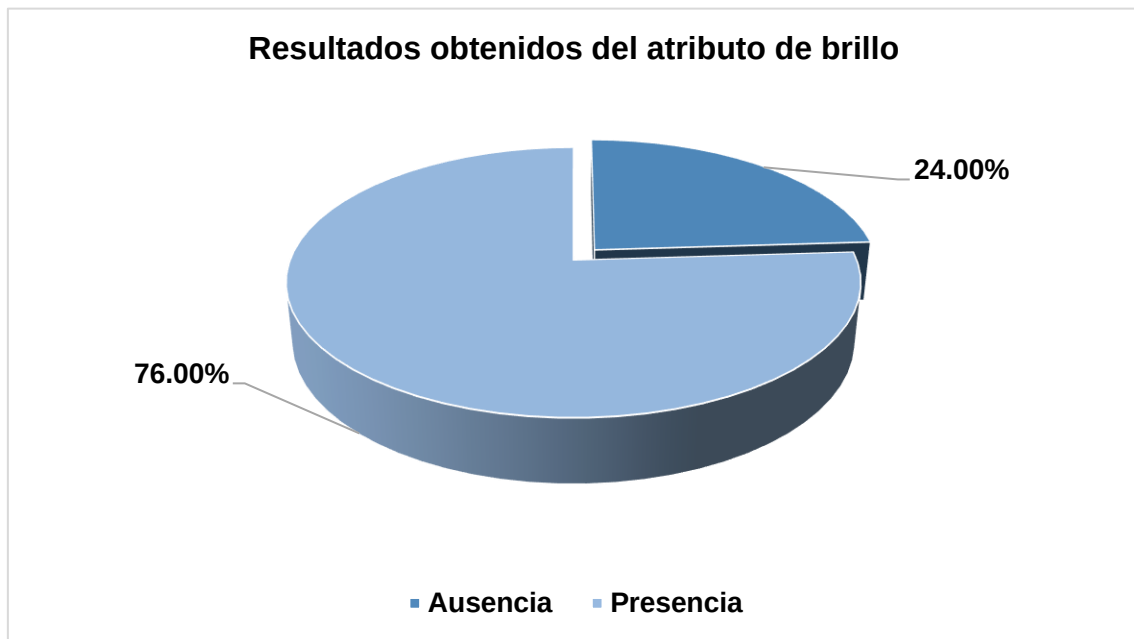


Gráfico 14. Grado de aceptabilidad - Atributo brillo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN

Conforme con los datos obtenidos en el estudio bibliográfico y experimental, se evidenció la variabilidad de los frutos de arazá en cuanto a sus características físicas, considerando que podría ser afectada por las condiciones climáticas como la precipitación pluvial o también por la edad del árbol, en vista de que son los principales factores que inciden directamente en el tamaño y peso del fruto entero. Respecto al peso de cáscara, semillas y pulpa, se asume que las diferencias existentes podrían estar atribuidas al grosor del epicarpio, tamaño de semillas y contenido de agua correspondientemente.

En función de características fisicoquímicas y nutricionales evaluadas, se comprobó que el arazá tiene un potencial valor nutricional, destacando el contenido de carbohidratos, proteínas, vitaminas A, B₁ y C (en este caso los valores reportados son bibliográficos) y, minerales como potasio y calcio, constituyéndose como un importante alimento para el ser humano y, justificando cierto grado de interés comercial como insumo para la industria alimentaria.

Mediante el análisis sensorial realizado a un panel de catadores no entrenados, se pudo confirmar que el arazá tendría aceptación en el mercado nacional e internacional por sus agradables características organolépticas, además el alto rendimiento de la pulpa ofrecería ventajas para la agroindustria.

Debido a las condiciones propicias que tiene Ecuador para el desarrollo y fácil adaptación de este cultivo, el arazá se encuentra disponible principalmente en la región amazónica y en la provincia de Los Ríos, Guayas, Bolívar y Pichincha, permitiendo que las personas puedan tener acceso a dicha fuente de alimentación para su consumo; y en consecuencia se podría fomentar la producción de la fruta y desarrollo del sector productor.

RECOMENDACIONES

- Analizar proteínas en las semillas para corroborar los datos recopilados en este trabajo de investigación.
- Levantar estudios acerca de residuos de plaguicidas que pudieran estar presentes en el arazá.
- Realizar un estudio genético de *Eugenia stipitata McVaugh*, con la finalidad de catalogar la(s) subespecie(s) disponible(s) en Ecuador.
- Incrementar los estudios acerca de los atributos nutricionales del arazá, de manera que exista un mejor aprovechamiento de la pulpa en la agroindustria, no sólo por sus características sensoriales, sino también por sus destacables nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar et al. (2000). Fenologia e produtividade do Aracá-Boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) Na Amazonia Central. *Acta Amazónica*, 30(1), 9-21.
- Arjona et al. . (2002). Crecimiento físico y anatómico del fruto de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Agronomía Colombiana*, 19(1-2), 13-21.
- Berni et al. (2019). Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, Antioxidant Potential and Carotenoid Bioaccessibility. *Plant Foods for Human Nutrition.*, 5(1), 1-8.
- Brecht. (2019). Ethylene Technology. *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, 481-497.
- Brickley, Ives & Mays. (2020). Vitamin C deficiency, scurvy. En I. & Brickley, *The Bioarchaeology of Metabolic Bone Disease* (págs. 43-74). London: Elsevier Inc. All.
- Campbell. (2003). Macronutrients, minerals, vitamins and energy. *Surgery (Oxford)*, 21(11), 288a-288e.
- Cuéllar & Jiménez. (2013). Caracterización física y química del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Ingenierías & Amazonía*, 6(2), 116 - 123.
- Cuellar, F. et al. (2013). Capacidad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) durante la maduración. *Revista Colombiana de Química*, 42(2), 21-28.
- Do Nascimento & Oliveira. (2014). *Arazá (Eugenia stipitata) Cultivo y Utilización*. Manaus: A&C Impresores.
- Escobar et al. (2013). El Cultivo del Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 5(1), 1-9.

- Fernández et al. . (2011). Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). En Elhadi, *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (págs. 98-115). Bogotá : Woodhead Publishing. Obtenido de Amazonian Institute of Scientific Research Sinchi.
- Franco & Shibamoto. (2000). Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Araca-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacu (*Theobroma grandiflorum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1263-1265.
- Fry. (2017). Ripening. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, 323-334.
- Galeano et al. (2010). Contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en diferentes estados de maduración. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2(2), 28-34.
- Hernández, Martínez & Fernández. (2007). Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 111(1), 220-227.
- Hussein, Fawole & Opara. (2020). Harvest and Postharvest Factors Affecting Bruise Damage of Fresh Fruits. *Horticultural Plant Journal*, 6(1), 1-13.
- Kamel & Halperin . (2017). Hyponatremia. En K. & Halperin, *Fluid, Electrolyte and Acid-Base Physiology* (págs. 265-308). Toronto: Elsevier Inc. All.
- Lufu, Ambaw & Opara. (2020). Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors. *Scientia Horticulturae*(272), 1-16.
- Martínez et al. (2017). Postharvest fruits: maturation and biochemical changes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19, 4075-4087.

- Mason. (2012). Vitamins, Trace Minerals, and Other Micronutrients. En G. & Schafer, *Goldman's Cecil Medicine* (págs. 1397-1406). New York: Elsevier Inc. All.
- Medeiros et al. (2003). Composition of the Bioactive Essential Oils from the Leaves of *Eugenia stipitata* McVaugh ssp. *sororia* from the Azores. *Journal of Essential Oil Research*, 15(4), 293-295.
- Ministerio de salud pública. (2013). *Normas, protocolos y consejería para la suplementación con micronutrientes*. Quito, Ecuador: Editorial Ecuador .
- Nakamura & Kuranuki. (2018). Nutrition - Macronutrients. *Encyclopedia of Cardiovascular Research and Medicine*, 18(2), 531-537.
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. Ginebra: Bookorders.
- Paéz et al. (2004). *Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonia Colombiana*. Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Philippe et al. (2020). Occurrence of pesticide residues in fruits and vegetables for the Eastern Mediterranean Region and potential impact on public health. *Food Control*, 119, 1701-1706.
- Quevedo. (1995). Aspectos agronómicos sobre el cultivo del Arazá. *Agronomía colombiana*, 12(1), 27 - 65.
- Reynaud, A. . (2016). Requerimiento de micronutrientes y oligoelementos . *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia* , 161 - 170.
- Reynertson & Kennelly. (2005). Antioxidant Potential of Seven Myrtaceous Fruits. *Ethnobotany Research & Applications*, 3(1), 25-35.
- Roche. (2016). Feed Ingredients: Feed Supplements: Macrominerals. *Reference Module in Food Science*, 1-9.

- Rogez et al. (2004). Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araca-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuacu (*Theobroma grandiflorum*). *European Food Research and Technology*, 218(4), 380-384.
- Sacoto et al. (2020). Zinc in the treatment of the short stature. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 12(2), 341-349.
- Septembre, Remize & Poucheret. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic. *Food Research International*, 104, 86-99.
- Shaheen et al. (2016). Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. *Chemosphere*, 152, 431-438.
- Torres et al. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*, 24(3), 51-56.
- Van Kanten & Beer. (2005). Production and phenology of the fruit shrub *Eugenia stipitata* in agroforestry systems in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 64(3), 203-209.
- Vargas et al. (2018). Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Ecuador). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 19(3).
- Wang et al. (2019). Morphological and quality characterization of grape berry and rachis in response to postharvest 1-methylcyclopropene and elevated oxygen and carbon dioxide atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 153, 107-117.

Wong. (2017). Iron deficiency anaemia. *Paediatrics and Child Health*, 27(11), 527-529.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del diámetro longitudinal en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Diámetro longitudinal	Promedio (cm)	C.V (%)
Categoría 1	9	4,80	5,56	5,49
	8	5,39		
	16	5,49		
	12	5,53		
	10	5,73		
	19	5,74		
	4	5,95		
Categoría 2	5	6,19	6,42	2,22
	18	6,28		
	11	6,28		
	7	6,47		
	6	6,51		
	15	6,53		
	3	6,54		
	21	6,67		
Categoría 3	13	7,25	7,46	2,02
	30	7,68		
Categoría 4	2	8,29	8,56	1,35
	14	8,40		
	17	8,55		
	1	8,62		
	20	8,63		
	25	8,65		
	27	8,68		
	22	8,69		
Categoría 5	29	9,54	9,86	1,40
	28	9,89		
	24	9,91		
	26	9,81		
	23	10,00		
Promedio		7,42		

Anexo 2. Resultados del diámetro transversal en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Diámetro transversal	Promedio (cm)	C.V (%)
Categoría 1	9	4,88	5,65	9,96
	8	6,37		
	16	6,27		
	12	5,00		
	10	5,21		
	19	6,02		
	4	5,66		
Categoría 2	5	6,07	6,47	10,75
	18	6,41		
	11	5,49		
	7	6,82		
	6	6,69		
	15	8,09		
	3	6,09		
	21	6,28		
Categoría 3	13	8,80	8,86	10,75
	30	8,91		
Categoría 4	2	9,14	9,70	9,18
	14	10,97		
	17	9,12		
	1	11,19		
	20	9,73		
	25	8,21		
	27	8,22		
	22	9,98		
Categoría 5	29	10,09	9,70	1,54
	28	9,53		
	24	9,53		
	26	9,55		
	23	9,65		
Promedio		7,80		

Anexo 3. Resultados del peso del fruto entero en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Peso fruto entero	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	9	58,95	86,28	19,46
	8	84,36		
	16	89,92		
	12	71,73		
	10	88,09		
	19	111,72		
	4	108,72		
Categoría 2	5	103,00	116,94	16,02
	18	108,97		
	11	116,90		
	7	103,97		
	6	119,34		
	15	152,62		
	3	146,93		
	21	92,52		
Categoría 3	13	158,08	197,51	9,98
	30	236,94		
Categoría 4	2	186,06	170,69	34,67
	14	109,25		
	17	252,37		
	1	254,37		
	20	155,08		
	25	87,00		
	27	114,91		
	22	220,73		
Categoría 5	29	214,49	171,45	27,05
	28	102,47		
	24	190,08		
	26	146,40		
	23	242,42		
Promedio		140,95		

Anexo 4. Resultados del peso de la cáscara en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Peso cáscara	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	9	8,99	9,28	28,50
	8	5,28		
	16	5,27		
	12	9,02		
	10	11,51		
	19	10,38		
	4	13,58		
Categoría 2	5	21,22	14,30	28,95
	18	20,26		
	11	7,37		
	7	13,86		
	6	12,41		
	15	16,26		
	3	16,36		
	21	9,84		
Categoría 3	13	17,76	20,57	9,64
	30	23,37		
Categoría 4	2	17,38	20,03	22,78
	14	22,18		
	17	25,88		
	1	24,94		
	20	22,58		
	25	13,51		
	27	11,49		
	22	23,66		
Categoría 5	29	25,76	20,63	20,96
	28	13,95		
	24	24,97		
	26	13,92		
	23	21,94		
Promedio		16,16		

Anexo 5. Resultados del peso de las semillas en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Peso semillas	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	9	16,55	23,40	15,60
	8	21,53		
	16	27,43		
	12	23,06		
	10	22,96		
	19	23,89		
	4	31,90		
Categoría 2	5	19,00	30,18	18,49
	18	24,62		
	11	25,12		
	7	27,86		
	6	30,15		
	15	31,10		
	3	39,15		
	21	40,05		
Categoría 3	13	39,41	46,98	11,39
	30	54,55		
Categoría 4	2	43,91	43,16	30,60
	14	31,61		
	17	58,98		
	1	57,06		
	20	51,23		
	25	21,07		
	27	20,03		
	22	55,04		
Categoría 5	29	60,23	37,46	25,89
	28	30,71		
	24	30,73		
	26	28,70		
	23	27,70		
Promedio		34,84		

Anexo 6. Resultados del peso de la pulpa en muestras analizadas.

Categorías	Codificación del fruto	Peso pulpa	Promedio (g)	C.V (%)
Categoría 1	9	32,78	54,32	23,31
	8	57,55		
	16	57,22		
	12	39,65		
	10	53,62		
	19	77,45		
	4	62,58		
Categoría 2	5	53,92	72,97	20,36
	18	58,56		
	11	84,41		
	7	71,10		
	6	82,30		
	15	97,21		
	3	90,52		
	21	51,58		
Categoría 3	13	100,90	129,96	15,81
	30	159,02		
Categoría 4	2	124,77	112,40	34,93
	14	55,46		
	17	167,41		
	1	172,37		
	20	81,27		
	25	52,42		
	27	113,39		
	22	142,03		
Categoría 5	29	128,50	125,29	25,39
	28	57,80		
	24	134,38		
	26	103,78		
	23	192,78		
Promedio		76,95		

Anexo 7. Resultados de pH y porcentaje de acidez titulable, sólidos solubles e índice de madurez en muestras analizadas.

Codificación de los frutos	pH	Sólidos solubles (%)	Acidez titulable (%)	Índice de madurez (%)
1	2,89	5,30	1,76	3,0
2	2,88	5,60	1,76	3,2
3	2,88	5,40	1,76	3,1
4	2,90	5,50	1,83	3,0
5	2,90	5,20	1,76	3,0
6	2,88	5,60	1,76	3,2
7	2,88	5,60	1,83	3,1
8	2,95	5,30	1,76	3,0
9	2,90	5,50	1,83	3,0
10	2,90	5,50	1,95	2,8
11	2,93	5,40	1,70	3,2
12	2,96	5,50	1,76	3,1
12	2,91	5,60	1,83	3,1
14	2,95	5,40	1,76	3,1
15	2,88	5,60	1,83	3,1
16	2,79	5,60	1,75	3,2
17	2,91	5,20	1,76	3,0
18	2,88	5,50	1,75	3,1
19	2,89	5,50	1,76	3,1
20	2,88	5,60	1,76	3,2
21	2,89	5,60	1,76	3,2
22	2,88	5,50	1,83	3,0
23	2,87	5,50	1,83	3,0
24	2,90	5,50	1,76	3,1
25	2,88	5,50	1,76	3,1
26	2,87	5,50	1,83	3,0
27	2,90	5,40	1,76	3,1
28	2,89	5,60	1,95	2,9
29	2,93	5,50	1,76	3,1
30	2,86	5,50	1,76	3,1

Anexo 8. Resultados del contenido de humedad en las muestras analizadas.

Codificación de los frutos	% Humedad
1	94,7542
2	94,8527
3	95,4184
4	95,0360
5	95,0523
6	94,9007
7	95,3740
8	94,4541
9	90,9236
10	90,8871
11	90,6275
12	90,8724
13	90,7520
14	91,3667
15	91,5547
16	91,2765
17	91,4082
18	91,4660
19	91,5467
20	91,5428
21	91,3922
22	91,6235
23	92,5100
24	91,2176
25	91,5014
26	92,8351
27	93,0560
28	92,8650
29	92,8309
30	92,8860

Anexo 9. Resultados del contenido de cenizas en las muestras analizadas.

Codificación de los frutos	% Cenizas
1	0,16
2	0,13
3	0,15
4	0,11
5	0,12
6	0,09
7	0,10
8	0,14
9	0,14
10	0,12
11	0,15
12	0,13
13	0,16
14	0,14
15	0,12
16	0,13
17	0,13
18	0,16
19	0,17
20	0,16
21	0,16
22	0,10
23	0,16
24	0,16
25	0,13
26	0,17
27	0,16
28	0,16
29	0,17
30	0,18

Anexo 10. Resultados estadísticos del contenido de proteínas en las muestras analizadas.

Codificación de los frutos	Proteína (%)
1	0,59
2	0,57
3	0,59
4	0,57
5	0,59
6	0,59
7	0,61
8	0,57
9	0,59
10	0,59
11	0,57
12	0,59
13	0,59
14	0,59
15	0,61
16	0,59
17	0,57
18	0,59
19	0,57
20	0,63
21	0,59
22	0,59
23	0,59
24	0,59
25	0,59
26	0,61
27	0,61
28	0,59
29	0,59
30	0,59

Anexo 11. Resultados estadísticos de la composición mineral del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh).

Elemento	N° muestra	Cantidad (mg/100 g pulpa)	LOQ (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	C.V (%)
Calcio	1	70	20	67,50	2,48
	2	68			
	3	65			
Potasio	1	1643	20	1672	1,16
	2	1701			
	3	1680			
Sodio	1	<LOQ	500	-	-
	2				
	3				
Hierro	1	<LOQ	5	-	-
	2				
	3				
Zinc	1	<LOQ	20	-	-
	2				
	3				

Anexo 12. Ficha para el análisis sensorial.

Atributos	Categorías	Escala hedónica				
		1	2	3	4	5
		Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Sabor	Dulce					
	Salado					
	Amargo					
	Ácido					
	Ácido residual					
Aroma	Agradable					
	Desagradable					
Textura	Agradable					
	Desagradable					
Brillo	Presencia					
	Ausencia					

Anexo 13. Ficha realizada al agricultor.

¿Cómo es la zona de cultivo?	Altura	Tipo de suelos	
	1.600 msnm	- Ácido - Arcillosos y con excelente drenaje - pH 5	
¿Cuáles son las condiciones climáticas que necesita el fruto para su óptimo crecimiento?	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
	27°C	1200 mm/año	87%
¿Cuál es la nutrición orgánica que reciben las plantaciones?	Fertilizantes orgánicos empleados		
	- Bioestimulación con Algas 600 - Abonissa Kikes - YaraMila Hydran - Silicios		
¿Cuáles son los plaguicidas que emplean y con qué frecuencia lo hacen?	Para su control emplean cebos tóxicos		
	Trampas atrayentes tipo McPhail (derivado proteico/insecticida):		
	Proteína hidrolizada boratada.		
	De acuerdo a la fenología de este cultivo se aplica:		
	Desde la floración hasta el momento de la cosecha final.		
	Densidad de trampeo:		
	1 por cada 5 hectáreas o fracción		
¿Cuál es la edad de los árboles?	Edad		
	20 años, 15 años y 5 años		
¿A los cuántos años se dio inicio la fructificación?	Inicio		
	2 años y medio (30 meses)		
¿Cuál es el momento indicado para realizar la cosecha?	El momento más oportuno para llevar a cabo la cosecha, es cuando el fruto presenta un color verde brillante o pintón.		
¿Cuál es el nivel de producción y comercialización?	- Existen 10 árboles en producción. - Se realizan dos cosechas al año. - En Ecuador el nivel de comercialización del arazá es muy bajo; sin embargo, las personas cercanas al lugar adquieren los frutos para fines de mercadeo.		

Anexo 14. Determinación de parámetros físicos.



Anexo 15. Determinación de cenizas.



Anexo 16. Determinación de proteínas.



Anexo 17. Análisis sensorial.

