



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL
DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE
Cucúrbita ficifolia (Sambo) PARA USO COMESTIBLE
UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.”**

AUTORA

JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO

DIRECTOR DE TESIS

JUAN NEIRA MOSQUERA Ph.D.

QUEVEDO - ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: info@uteq.edu.ec

Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

**PROF. DR. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, DOCENTE
INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CERTIFICA:**

CERTIFICACIÓN

Luego de revisado el trabajo de Tesis de grado “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita Ficifolia* (*Sambo*) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**”. Previo a la obtención del título Ingeniero Agroindustrial de la autoría de la Señorita: **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO**, informo que este trabajo de investigación cumple con los criterios mínimos de investigación exigidos, por lo que en calidad de DIRECTOR DE TESIS considero que el trabajo puede ser presentado para la sustentación respectiva.

Atentamente.

Juan Alejandro Neira Mosquera. Ph.D
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: info@uteq.edu.ec

Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

CERTIFICACIÓN

Yo, Soc. Teddy Elizabeth de la Cruz Valdivieso con CC N°. 091048152-2, docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado de la Egresada **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO** con CC N°. **050352020-7** previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita Ficifolia (Sambo)* PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**”, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

Soc. Teddy Elizabeth de la Cruz Valdivieso
MSC. DOCENCIA Y CURRÍCULUM



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Msc. José Vicente Villarroel Bastidas, docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado de la Egresada **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO** con CC N°. **050352020-7** previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada **“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita Ficifolia* (Sambo) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN”**, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

Ing. Msc. José Vicente Villarroel Bastidas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

PROF. DRA. SUNGEY SÁNCHEZ LLAGUNO DOCENTE INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CERTIFICA:

CERTIFICACIÓN

Luego de revisado el trabajo de Tesis de grado “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita Ficifolia* (*Sambo*) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**”. Previo a la obtención del título Ingeniero Agroindustrial de la autoría de la Señorita: **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO**, informo que este trabajo de investigación cumple con los criterios mínimos de investigación exigidos, por lo que en calidad de MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS considero que el trabajo puede ser presentado para la sustentación respectiva.

Atentamente.

Sungey Nayneé Sánchez Llaguno Ph.D
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: info@uteq.edu.ec

Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Flor Marina Fon Fay Vásquez M.Sc. docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado del Egresado **JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO** con CC N°. 050352020-7 previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita ficifolia* (Sambo) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**”, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

Ing. Flor Marina Fon Fay Vásquez M.Sc.
PRÉSIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO
AGROINDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis de grado presenta al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Título de tesis:

“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita ficifolia* (Sambo) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN”.

Aprobado:

Ing. Flor Marina Fon Fay Vásquez M.Sc
PRÉSIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Msc. José Villarroel Bastidas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Sungey Sánchez Llaguno
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por darme la oportunidad de nacer en este tiempo, él ha sido mi fortaleza, gracias a Él tengo todo lo que poseo, a mi madre Luz Haydee por brindarme su amor constante, comprensión, ejemplo y ser mi apoyo incondicional en mis estudios así como también en todos los momentos de mi vida, Mi padre Clemente Armando y mis hermanas que han sido mi otro motivo de superación en esta vida.

Al Dr. Juan Neira Mosquera por su valiosa guía y asesoramiento en la dirección de la presente Tesis. A todos los docentes de Agroindustrias que a lo largo de este camino universitario supieron brindarme su amistad, apoyo y sus excelentes enseñanzas.

A todas las personas que colaboraron para que esta etapa de mi vida pueda culminar.

JERUSHA PETTAO CEDEÑO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Luz y Clemente y a mis hermanas Elizabeth y Diana, que siempre me supieron apoyar y alentar en especial mi madre que siempre ha deseado lo mejor para mí, que siempre está presente en los momentos más importantes de mi vida, y que siempre me insta a ser mejor cada día.

A mis sobrinos Andrés, Samuel, Benjamín, Luciana y Sebastián que son el mejor regalo que mis hermanas me pudieron dar.

JERUSHA PETTAO CEDEÑO

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| Portada | i |
| Declaración de Autoría y Cesión de Derechos | ii |
| Certificación del Director de Tesis | iii |
| Certificación de Redacción de Tesis | iv |
| Certificaciones de los miembros del tribunal | v |
| Tribunal de Tesis | viii |
| Agradecimiento | ix |
| Dedicatoria | x |
| Índice General | xi |
| Resumen | xvii |
| Abstract | xviii |

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO I | 19 |
| 1. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN | 20 |
| 1.1. Introducción..... | 20 |
| 1.1.1. Antecedentes | 20 |
| 1.1.2. Problematización..... | 21 |
| 1.1.3. Justificación..... | 23 |
| 1.2. Objetivos | 24 |
| 1.2.1. Objetivo General | 24 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 24 |
| 1.3. Hipótesis..... | 25 |
| 1.3.1. Hipótesis nula..... | 25 |
| 1.3.2. Hipótesis alternativa | 25 |
| CAPÍTULO II | 26 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1. Fundamentación Teórica..... | 27 |
| 2.1.1. Sambo..... | 27 |
| 2.1.1.1. Origen..... | 27 |
| 2.1.1.2. Taxonomía y Descripción botánica..... | 27 |
| 2.1.1.3. Morfología..... | 27 |
| 2.1.1.4. Variedades..... | 28 |
| 2.1.1.5. Zonas de producción nacional..... | 28 |
| 2.1.1.6. Valor nutricional..... | 29 |
| 2.1.1.6.1. Valor nutricional del Sambo..... | 29 |
| 2.1.1.6.2. Valor Nutricional de las semillas del sambo..... | 29 |
| 2.1.1.7. Usos..... | 30 |
| 2.1.2. Aceites..... | 30 |
| 2.1.2.1. Estructura de las oleaginosas..... | 31 |
| 2.1.2.2. Proceso de obtención de aceite de las semillas oleaginosas..... | 31 |
| 2.1.3. Extracción Mecánica (extracción por presión)..... | 32 |
| 2.1.4. Extracción Sólido-Líquido (con disolventes)..... | 32 |
| 2.1.4.1. Disolventes usados en la extracción sólido-líquido de semillas oleaginosas..... | 33 |
| 2.1.4.2. Éter Dietílico o Éter etílico (C ₄ H ₁₀ O)..... | 33 |
| CAPÍTULO III | 34 |
| 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 35 |
| 3.1. Metodología..... | 35 |
| 3.2. Materiales y Métodos..... | 36 |
| 3.2.1. Materiales utilizados en la investigación..... | 36 |
| 3.2.2. Materiales de Laboratorio..... | 36 |
| 3.2.3. Ubicación..... | 37 |
| 3.2.4. Ubicación política de la Investigación..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.5. Ubicación geográfica de la Semilla de <i>Cucúrbita ficifolia</i> (Sambo)..... | 38 |
| 3.3. Diseño de la investigación..... | 38 |
| 3.3.1. Factores De Estudio..... | 38 |
| 3.3.2. Tratamientos..... | 38 |
| 3.4. Diseño experimental..... | 39 |
| 3.4.1. Características del Experimento..... | 39 |
| 3.4.2. Análisis Estadístico..... | 40 |
| 3.4.3. Variables a evaluarse..... | 40 |
| CAPÍTULO IV | 44 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 45 |
| 4.1. Resultados..... | 45 |
| 4.1.1. Análisis de Varianza con relación a los análisis Físicos-Químicos estudiados en el Aceite de Sambo..... | 45 |
| 4.1.1.1. Análisis de Varianza para ACIDEZ (%)...... | 45 |
| 4.1.1.2. Análisis de Varianza para HUMEDAD (%)...... | 46 |
| 4.1.1.3. Análisis de Varianza para SAPONIFICACIÓN..... | 47 |
| 4.1.1.4. Análisis de Varianza para ÍNDICE DE REFRACCIÓN..... | 48 |
| 4.1.1.5. Análisis de Varianza para PUNTO DE FUSIÓN..... | 49 |
| 4.1.1.6. Análisis de Varianza para RENDIMIENTO..... | 50 |
| 4.1.2. Resultados con relación a los factores de estudio en Análisis Físico químicos..... | 51 |
| 4.1.2.1. Resultados con relación al Factor A (Materia Prima)...... | 51 |
| 4.1.2.2. Resultados con relación al Factor B (Temperatura de calentamiento)... | 52 |
| 4.1.2.3. Resultados con relación al Factor C (Método de Extracción)..... | 53 |
| 4.1.2.4. Resultados con relación a las Réplicas..... | 55 |
| 4.2. Discusión..... | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1. Discusión de Resultados con relación a las variables estudiadas en el Aceite de Sambo..... | 56 |
| 4.2.1.1. Discusión con relación al Factor A (Materia Prima). | 56 |
| 4.2.1.2. Discusión con relación al Factor B (Temperatura de Calentamiento). ... | 57 |
| 4.2.1.3. Discusión con relación al Factor C (Método de Extracción)..... | 58 |
| CAPÍTULO V | 59 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 60 |
| 5.1. Conclusión..... | 60 |
| 5.2. Recomendación | 62 |
| CAPÍTULO VI | 63 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 64 |
| 6.1. Literatura Citada..... | 64 |
| 6.2. Linkografía..... | 67 |
| CAPÍTULO VII | 69 |
| 7. ANEXOS | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| TABLA 1: Clasificación científica del Sambo | 28 |
| TABLA 2: Composición Química del Sambo | 29 |
| TABLA 3: Composición química de la semilla del sambo | 29 |
| TABLA 4: Valor nutricional en Semillas de Sambo Crudas | 30 |
| TABLA 5: Disolventes de extracción comúnmente utilizados | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| CUADRO 1: Para la determinación de Acidez (%) | 37 |
| CUADRO 2: Para la determinación de Humedad (%) | 37 |

| | |
|---|----|
| CUADRO 3: Para la determinación de Saponificación (Gkoh.Kg-1). | 37 |
| CUADRO 4: Para la determinación del Índice de Refracción (escala Abbe). | 38 |
| CUADRO 5: Para la determinación del Punto de Fusión (°C). | 38 |
| CUADRO 6: Descripción Factores de Estudio para la obtención de Aceite de <i>Cucúrbita ficifolia</i> . | 39 |
| CUADRO 7: Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de Aceite de <i>Cucúrbita ficifolia</i> . | 40 |
| CUADRO 8: Esquema del Análisis de Varianza | 41 |
| CUADRO 9: ACIDEZ | 46 |
| CUADRO 10: HUMEDAD | 47 |
| CUADRO 11: SAPONIFICACIÓN (GKOH.Kg-1). | 48 |
| CUADRO 12: ÍNDICE DE REFRACCIÓN | 49 |
| CUADRO 13: PUNTO DE FUSIÓN | 50 |
| CUADRO 14: RENDIMIENTO | 51 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|------|
| GRÁFICO 1: Resultados del análisis de materia prima, entre los niveles: (a_0) semilla con corteza y (a_1) semilla sin corteza (FACTOR A), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.-ACIDEZ 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS) | 52 |
| GRÁFICO 2: Resultados del análisis de temperatura de calentamiento, entre los niveles: (b_0) 90 °C y (b_1) 100 °C (FACTOR B), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.-ACIDEZ (DS) 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS) | 53 |
| GRÁFICO 3: Resultados del análisis del método de extracción, entre los niveles: (c_0) Prensado y (c_1) Solvente (FACTOR C), | 54 |

aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.-ACIDEZ (DS) 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS)

GRÁFICO 4: Resultados de las réplicas, entre dos repeticiones: aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.-ACIDEZ 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO 56

| | ÍNDICE DE ANEXOS | Pág. |
|--|-------------------------|-------------|
| ANEXO 1: Resultados promedios de los análisis físicos químicos y rendimiento en el aceite de <i>Cucúrbita ficifolia</i> (sambo) | | 71 |
| ANEXO 2: Diagrama de flujo de la Fase de extracción del aceite de <i>Cucúrbita ficifolia</i> (sambo). | | 72 |
| ANEXO 3: Extracción por Prensado de Aceite de semillas de <i>Cucúrbita ficifolia</i> (sambo). | | 73 |
| ANEXO 4: Extracción por Solvente de Aceite de semillas de <i>Cucúrbita ficifolia</i> (sambo). | | 74 |
| ANEXO 5: Análisis de Laboratorio | | 75 |
| ANEXO 6: Certificación del laboratorio de bromatología | | 76 |
| ANEXO 7: Pruebas de Tukey de los análisis fisicoquímicos y rendimiento. | | 77 |
| ANEXO 8: NORMA INEN 38-1973 (Determinación de la Acidez) | | 82 |
| ANEXO 9: NORMA INEN 39-1973 (Determinación de la Pérdida por calentamiento) | | 86 |
| ANEXO 10: NORMA INEN 40-1973 (Determinación del Índice de Saponificación) | | 90 |
| ANEXO 11: NORMA INEN 42-1973 (Determinación del Índice de Refracción) | | 93 |
| ANEXO 12: NORMA INEN 474-1980 (Determinación del Punto de Fusión) | | 96 |
| ANEXO 13: Certificado del Urkund | | 100 |
| | | xvi |

RESUMEN

En este trabajo de investigación se evaluó el proceso de obtención de aceite de *Cucúrbita ficifolia* (sambo), para su uso comestible utilizando dos métodos de extracción, dado esto se estableció el método adecuado para la extracción del aceite mediante prensado y solvente, estableciendo el acondicionamiento óptimo de la materia prima la cual es semilla con corteza y sin corteza en el cual también se estipuló la temperatura adecuada para el calentamiento de la semilla empleando en la investigación dos temperaturas (90 y 100°C).

Se emplearon 312,5 g de semillas de sambo para cada muestra, considerando 8 tratamientos más 1 repetición haciendo un total de 16 muestras.

Para determinar variabilidad en los niveles estudiados se realizó análisis físico-químicos de: acidez, humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión fueron realizados en el laboratorio de Bromatología pertenecientes a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo análisis basados en las Normas INEN.

Una vez obtenidos los resultados de los 5 análisis a los que fue sometido el Aceite de Semillas de Sambo se estableció por medio del paquete estadístico STATGRAPHICS que existió diferencias entre el Factor A (Materia Prima), Factor B (Temperatura de Calentamiento) y Factor C (Método de Extracción). Para continuar con las respectivas conclusiones y recomendación referentes a los dispuestos objetivos e hipótesis planteadas.

ABSTRACT

This research work evaluated the process of obtaining *Cucúrbita Ficifolia* (sambo) oil for edible use using two methods of extraction, given that the appropriate method for the extraction of oil by pressing and solvent set, setting the optimum conditioning which the raw material is seed bark and bark in which the temperature suitable for heating the seed is also stipulated in the investigation using two temperatures (90 and 100 ° C).

312.5 g sambo seeds for each sample were used, whereas 8 treatments over 1 repeat for a total of 16 samples.

To determine variability in the levels studied physicochemical analysis was performed: acidity, humidity, saponification, refractive index and melting point were performed in the laboratory of Food Science belonging to the State Technical University Quevedo based on INEN Standards analysis.

After obtaining the results of the 5 analysis which was subjected Seed Oil Sambo is established by means of statistical package STATGRAPHICS that existed differences between Factor A (Feedstock), Factor B (temperature heating) and Factor C (Extraction Method). To continue with the respective conclusions and recommendations concerning the objectives and hypotheses raised willing.

CAPÍTULO I

1. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

1.1.1. Antecedentes

El nombre científico del sambo proviene del latín *ficifolia*, “hojas de higuera”. Desde mediados del presente siglo existe consenso respecto a que se trata de un cultivo de origen americano, no obstante, su centro de origen y domesticación son todavía desconocidos. Algunos autores han propuesto como lugares de origen América Central o el Sur de México, mientras que otros sugieren América del Sur, y más específicamente los Andes. El cultivo del sambo o calabaza blanca en el Ecuador no se encuentra ampliamente difundido razón por la cual su cultivo es de forma artesanal (Quinteros, 2010).

Las semillas de sambo además de ser un alimento muy nutritivo y sabroso, poseen propiedades extraordinarias para tratar ciertas enfermedades. Entre las principales tenemos las siguientes: enfermedades reumáticas, diarrea, fortalecimiento del cerebro (Delgado, 2013).

Estas semillas representan un aporte considerable de lípidos y proteínas que son muy apreciadas en la elaboración de dulces, barras energéticas y granolas con un alto contenido de fibra que es consumida en dietas nutricionales (Ortega, 2013).

Las semillas de sambo o calabaza blanca se las obtuvo en la localidad de Cuenca, para posteriormente realizar la extracción del aceite presente en mencionadas semillas, ya que por sus características es funcional para su uso comestible.

1.1.2. Problematización

Diagnóstico

Los aceites son productos grasos de origen animal o vegetal, y estos últimos son los más usados en la cocina, ya sea para freír, cocer o simplemente condimentar. En este grupo se encuentran los de oliva, palma, soya, girasol, maíz, colza, entre otros. Pese a ser compuestos orgánicos que se obtienen de semillas u otras partes de las plantas, al ser sometidos a un proceso químico, pueden convertirse en grasas hidrogenadas o Trans (El Comercio de Ecuador, 2011).

El consumo excesivo de estas grasas resulta dañino para la salud, ya que incrementa los niveles de colesterol en la sangre, refiere María Teresa Zumarán, nutricionista de la clínica Ricardo Palma. (El Comercio de Ecuador, 2011).

El desconocimiento sobre las propiedades nutricionales que tiene tanto el sambo como sus semillas, su aprovechamiento y la búsqueda de nuevas técnicas impiden la innovación del área industrial.

Las semillas como su pulpa son consumidas en una gran variedad de productos alimenticios, teniendo en cuenta su aporte considerable de lípidos no son apreciadas, por lo que no recibe el valor agregado correspondiente.

Formulación del problema.

¿El no conocer la técnica adecuada para extraer aceite de diferentes tipos de semillas de *Cucúrbita ficifolia*, es una limitante para su aprovechamiento agroalimentario?

Sistematización del problema.

En los diferentes métodos extracción de aceite de semillas, existen parámetros que influirán en el producto final, como pueden ser los siguientes aspectos: el método adecuado de extracción ya que de esto dependerá el rendimiento y calidad del aceite, también es importante establecer las condiciones óptimas de la materia prima en este caso determinar si el empleo de semillas de sambo (*Cucúrbita Ficifolia*) con corteza o sin corteza a una temperatura adecuada influye en las características de un aceite de calidad.

1.1.3. Justificación

Las plantas oleaginosas son vegetales de los que se puede extraer aceite con usos industriales, que van desde el sector alimenticio y cosmético, hasta la composición de lubricantes y combustibles (Muñoz, 2013).

Las semillas de calabaza (Cucúrbita) tienen múltiples usos, se incorporan como alimento y también con fines medicinales. Se destacan por presentar alto contenido de grasas y proteínas. El aceite de las semillas de calabaza presenta un alto contenido en ácidos grasos insaturados (principalmente linoleico y oleico), vitamina E y esteroides vegetales (Nyam & Stevenson, 2012).

Una buena nutrición es un derecho humano básico. Con el fin de tener una población sana que pueda promover el desarrollo, la relación entre la alimentación, la nutrición y la salud debe ser reforzada. En los países en desarrollo, una de las formas de lograrlo es a través de la explotación de los recursos locales disponibles, con el fin de satisfacer las necesidades de la población en continuo crecimiento (Cravzov, 2014).

Un consumo de ácidos grasos poliinsaturados aumentado se asocia a un aumento de la incidencia de cáncer, enfermedades de corazón y la obesidad. Excesivo consumo de aceite vegetales refinados interfiere con la producción de prostaglandinas provocando una amplia gama de síntomas desde un sistema inmunológico deprimido, síndrome premenstrual y múltiple inflamación en varios órganos (Doctor, 2014).

Con la obtención de aceite vegetal de semillas de sambo se pretende sustituir el aceite de palma y la grasa animal, los cuales tienen efectos negativos sobre la salud de quienes lo consumen. Mediante este trabajo investigativo el autor y la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ayudará a contribuir el desarrollo social, tecnológico e industrial en la alimentación humana en lo que se refiere a la mejora del consumo de grasas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el proceso de obtención de aceite de semillas de sambo (Cucúrbita ficifolia) para uso comestible utilizando dos métodos de extracción.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer el estado óptimo de la materia prima (semilla con corteza y sin corteza) para la obtención de aceite.
- Estipular que temperatura (90 - 100 °C) es la más adecuada en la extracción de aceite de sambo.
- Determinar el método adecuado para de extracción de aceite de sambo. (prensado y por solvente).

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis nula

- La materia prima (semilla con corteza y sin corteza) no influye en la obtención de aceite.
- La temperatura de calentamiento de la semilla (90 - 100 °C) no influye en la obtención de aceite.
- El método de extracción de aceite (prensado y por solvente) no influye en la obtención de aceite.

1.3.2. Hipótesis alternativa

- La materia prima (semilla con corteza y sin corteza) si influye en la obtención de aceite.
- La temperatura de calentamiento de la semilla (90 - 100 °C) si influye en la obtención de aceite.
- El método de extracción de aceite (prensado y por solvente) si influye en la obtención de aceite.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Sambo

2.1.1.1. Origen.

Su nombre científico viene del latín *ficifolia*, “hojas de higuera”. Desde mediados del presente siglo existe consenso respecto a que se trata de un cultivo de origen americano, no obstante, su centro de origen y domesticación son todavía desconocidos. Algunos autores han propuesto como lugares de origen América Central o el Sur de México, mientras que otros sugieren América del Sur, y más específicamente los Andes (Quinteros, 2010).

2.1.1.2. Taxonomía y Descripción botánica.

TABLA 1: Clasificación científica del Sambo

| | |
|-----------|-------------------------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsida, Dilleniidae |
| Orden: | Cucurbitales |
| Familia: | Cucurbitaceae, Cucurbitoideae |
| Tribu: | Cucurbiteae |
| Género: | Cucurbita |

Fuente: (Ortega, 2013).

2.1.1.3. Morfología.

Es una planta rastrera o trepadora, anuales; perteneciente a la familia de plantas dicotiledóneas. Resisten bajas temperaturas (Ortega, 2013).

El fruto es globoso; de 20 cm de diámetro, y no supera los 5-6 kg de peso. La piel, verde o blanquecina, protege una pulpa conformada básicamente por mesocarpio, seca, fibrosa, de color claro y dulce. Puede contener hasta 500 semillas de forma aplanada y color oscuro, parduzcas o negras según las variedades. Una misma planta puede dar hasta 50 frutos en condiciones favorables (Quinteros, 2010).

TABLA 2: Composición Química del Sambo

| CONSTITUYENTE | TIERNO | MADURO |
|---------------------------|---------------|---------------|
| Humedad (%) | 94.5 | 91.4 |
| Proteína (%) | 0.3 | 0.2 |
| Grasa (%) | 0.1 | 0.5 |
| Carbohidratos totales (%) | 4.4 | 6.9 |
| Fibra cruda (%) | 0.5 | 0.6 |
| Ceniza (%) | 0.2 | 0.4 |

Fuente: (Lopez & Tamayo, 2013).

Las semillas de Sambo varían según la variedad y distribución geográfica. Son fuertemente ovaladas-elípticas (1.6 a 2.2cm de longitud) y comprimidas (0.5 a 1.5 de espesor), su color varía entre café oscuro a negro (Ortega, 2013).

TABLA 3: Composición química de la semilla del sambo

| | |
|--------------------------------|-------|
| Calorías | 321.0 |
| Agua (%) | 5.9 |
| Proteína (g) | 21.6 |
| Fibra | 1.7 |
| Grasa (g) | 32.6 |
| Calcio (mg) | 31.2 |
| Fósforo (mg) | 0.077 |
| Hierro (mg) | 6.8 |
| Vitamina B1 (Tiamina) (mg) | 0.19 |
| Vitamina B2 (Riboflavina) (mg) | 0.17 |

Fuente: (Gonzalez & Yáñez, 2012).

2.1.1.4. Variedades.

Sambo blanco: Tiene la coloración de la corteza blanca, medio insípido, pero se utiliza como verdura para ensaladas, sopas y coladas (Ortega, 2013).

Sambo “criollo”: Crece en las quebradas de la sierra. Produce una carnosidad dura que se puede utilizar como verdura cuando es tierna, pero madura se emplea para el engorde de cerdos (Ortega, 2013).

2.1.1.5. Zonas de producción nacional.

El cultivo en el Ecuador no se encuentra ampliamente difundido razón por la cual su cultivo es de forma artesanal. Las principales provincias de la Sierra Ecuatoriana, productoras de Sambo (*Cucúrbita Ficifolia*) son: Loja, Azuay, Cañar, Pichincha, entre otras (Quinteros, 2010).

2.1.1.6. Valor nutricional.

2.1.1.6.1. Valor nutricional del Sambo.

El Sambo se destaca por su riqueza en vitaminas y minerales. Están compuestos en su mayoría por agua y no posee una cantidad muy alta de Glúcidos. El Sambo es una hortaliza que se la consume cocida, ya sea fresco o maduro. En relación a su riqueza vitamínica, el Sambo presenta cantidades elevadas de vitamina B y todas de acción antioxidante, contiene calcio y fósforos (Quinteros, 2010).

2.1.1.6.2. Valor Nutricional de las semillas del sambo.

El valor nutritivo de estas semillas representa un aporte considerable de lípidos y proteínas que son muy apreciadas en la elaboración de dulces, barras energéticas y granolas con un alto contenido de fibra que es consumida en dietas nutricionales (Ortega, 2013).

Las semillas de Sambo además de ser un alimento muy nutritivo y sabroso, poseen propiedades extraordinarias para tratar ciertas enfermedades. Entre las principales tenemos las siguientes: Enfermedades reumáticas, Diarrea, Fortalecimiento del cerebro, Limpieza de las vías urinarias, Anti-prostática (Delgado, 2013).

TABLA 4: Valor nutricional en Semillas de Sambo Crudas

| NUTRIENTES | CANTIDAD |
|-------------------|-----------------|
| Grasa total (g) | 53.10 |
| Energía (kcal) | 573 |
| Colesterol (mg) | -- |
| Proteínas (g) | 29.20 |
| Glúcidos (g) | 6.70 |
| Hierro (mg) | 15.50 |
| Fibra (g) | 1.70 |
| Yodo (ug) | -- |
| Calcio (mg) | 91.00 |
| Vitamina A (mg) | 5.00 |
| Vitamina E (mg) | 0 |
| Vitamina C (mg) | 0 |
| Vitamina D (ug) | -- |

Fuente: (Delgado, 2013).

2.1.1.7. Usos

Tanto sus semillas como su pulpa son comestibles y se usan para preparar un sinfín de platillos y dulces típicos. El sambo es la calabaza que más se aprovecha en las comunidades para la alimentación. Si se expone el sambo al sol por un tiempo, adquiere cierta dulzura. Las hojas jóvenes y los brotes se preparan como hortalizas, las flores masculinas y los capullos, ricos en carotenos se emplean en sopas y ensaladas (Gomez & Navas, 2007).

Los frutos inmaduros son corrientes en muchos platos, como el “Locro de sambo”. La semilla se tuesta y se comen con algo de sal o se muelen y sirven como condimento para salsas. En la medicina tradicional la pulpa se considera refrigerante y la goma que se obtiene al hacer una incisión en la cáscara como depilatorio (Gomez & Navas, 2007).

2.1.2. Aceites

Los aceites vegetales comestibles son productos alimenticios constituidos principalmente por glicéridos de ácidos grasos obtenidos únicamente de fuentes vegetales. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en la grasa o el aceite (CODEX STAN 210-1999).

Los aceites vírgenes se obtienen, sin modificar el aceite, por procedimientos mecánicos y por aplicación únicamente de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente (CODEX STAN 210-1999).

Los aceites prensados en frío se obtienen por procedimientos mecánicos únicamente, sin la aplicación de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente (CODEX STAN 210-1999).

2.1.2.1. Estructura de las oleaginosas.

El principal rasgo característico de las células de las semillas oleaginosas es la existencia de organelas celulares llamadas cuerpos lipídicos y proteínicos, las cuales contienen, respectivamente, la mayoría del aceite y de las proteínas del grano. Los cuerpos proteicos varían de tamaño dependiendo de la semilla oleaginosa y también varían de tamaños en un amplio rango dentro de cada tipo de oleaginosa (Grasso, 2013).

Los cuerpos lipídicos (también conocidos como oleosomas o esferosomas) son el sitio principal de reserva de lípidos, no sólo en semillas oleaginosas sino también en frutos oleaginosos. Su tamaño frecuente oscila entre 1 a 2 μm , aunque varía desde 0,2 a 0,4 μm en el caso de la soja hasta tamaños tan grandes como 4 μm en el caso del algodón (Grasso, 2013).

Los ácidos grasos presentes en dicho aceite son el linoleico variando entre 48% y 62%, que por su naturaleza de poliinsaturado (dos dobles enlaces) y pertenecer al grupo omega-6 (primer enlace de hidrógeno en el carbono 6) le confiere al aceite su característica de líquido. El palmítico y el esteárico variaron entre 25.11 y 36.94%, y entre 10.79 y 13.37%, respectivamente. El araquídico (C20:0) en las introducciones 28, 34 y 75 fue significativamente bajo (< 1%) lo cual es positivo por ser saturado y da valor de uso al aceite. El linolénico sólo se encontró en la introducción 75, sin embargo, otros investigadores no lo han registrado en el aceite de semillas de zapallo (Younis, Ghirmay, & Al-Shihry, 2000).

2.1.2.2. Proceso de obtención de aceite de las semillas oleaginosas.

Según (Gonzalez & Yáñez, 2012), se distinguen dos sistemas de extracción del aceite de semillas oleaginosas:

- Extracción mecánica
- Extracción sólido-líquido (con disolventes)

2.1.3. Extracción Mecánica (extracción por presión)

En el caso de las semillas oleaginosas se recurre a la extracción por presión cuando el contenido en aceite es mayor del 20%. Para extraer el aceite del material que lo contiene mediante presión, es necesario que las paredes de las células que lo contienen se rompan. Esto se puede conseguir molturando la semilla o fruto, haciéndolos copos (“flaking”), pasándolos por rodillos o sometiéndolos a grandes presiones (Gonzalez & Yáñez, 2012).

Los aceites obtenidos sin calentamiento, en frío, contienen menor cantidad de impurezas y su calidad es tal que suelen ser comestibles sin posterior refinado o procesado. Al presionar la torta mientras es calentada se extraen más aceite, pero también mayor cantidad de impurezas de naturaleza no glicérica (fosfolípidos, pigmentos, materia insaponificables) (Gonzalez & Yáñez, 2012).

2.1.4. Extracción Sólido-Líquido (con disolventes)

Los aceites vegetales se recuperan a partir de sus semillas mediante extracción sólido líquida o lixiviación con disolventes orgánico. En operaciones a gran escala, la extracción con disolventes es un medio más económico de obtención de aceite que la extracción por presión, y su aplicación va aumentando rápidamente (Gonzalez & Yáñez, 2012).

El aceite de la semilla difunde y es extraído a través del disolvente, mientras que la proteína permanece en la torta residual con fibra e hidratos de carbono. También se agotan con disolvente las tortas obtenidas tras la operación de prensado, que suelen contener entre un 3 y un 15% de aceite residual (Gonzalez & Yáñez, 2012).

Como disolventes en los métodos comerciales de extracción se recurre a compuestos hidrocarbonados volátiles purificados, especialmente las distintas clases de bencinas de petróleo, conocidas comúnmente como éter de petróleo, hexano o heptano. El hexano es el más utilizado tradicionalmente (Gonzalez & Yáñez, 2012).

2.1.4.1. Disolventes usados en la extracción sólido-líquido de semillas oleaginosas.

TABLA 5: Disolventes de extracción comúnmente utilizados

| NOMBRE | $\delta(\text{g/ml})$ | $P_{eb}(^{\circ}\text{C})$ | PELIGROSIDAD |
|---|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| DISOLVENTES DE EXTRACCIÓN MENOS DENSOS QUE EL AGUA | | | |
| Éter dietílico | 0.7 | 35 | Muy inflamable, tóxico |
| Hexano | ≈ 0.7 | 68.85 - 70 | Inflamable |
| Benceno | 0.9 | 80 | Inflamable, tóxico, carcinógeno |
| Tolueno | 0.9 | 111 | Inflamable |
| Acetato de etilo | 0.9 | 78 | Inflamable, irritante |
| DISOLVENTES DE EXTRACCIÓN MAS DENSOS QUE EL AGUA | | | |
| Diclorometano | 1.3 | 41 | Tóxico |
| Cloroformo | 1.5 | 61 | Tóxico |
| Tetracloruro de carbono | 1.6 | 77 | Tóxico |

Fuente: (Gonzalez & Yáñez, 2012).

2.1.4.2. Éter Dietílico o Éter etílico ($\text{C}_4 \text{H}_{10} \text{O}$).

Tiene un extendido uso industrial como disolvente de grasas, aceites, ceras, resinas, gomas, perfumes, alcaloides, acetato de celulosa, nitrato de celulosa, hidrocarburos y colorantes, principalmente. Gracias a la facilidad de su eliminación, también es frecuentemente utilizado en la extracción de principios activos de tejidos de plantas y animales. También se lo usa en una gran variedad de reacciones orgánicas (Dirección General de Fabricaciones Militares, 2015).

Se denomina extracto etéreo o grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soxhlet) utilizando como extractante éter etílico (Hernández Manzano, Inocencio Velázquez , & Martínez Guzmán , 2008).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

En esta investigación se emplearon 8 muestras por tratamiento con 2 repeticiones lo que dio como resultado un total de 16 unidades, con un peso aproximado de 312.5 g por tratamiento, es decir se emplearon de 5 kg de semillas de sambo para realizar la extracción. Los métodos y procedimientos utilizados son las empleadas en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo se basan en la Normas INEN, haciendo referencia a cada una de las etapas en el cual se describe su aplicación de la siguiente manera.

Para la evaluación de las características físico-químicas se consideraron los análisis de; acidez, en el cual se empleó alcohol-éter; para el análisis de la humedad se requirió una estufa y crisoles para su posterior cálculo; para el cálculo del índice de refracción se utilizó el refractómetro de Abbe, en la determinación de la saponificación se empleó solución etanólica de hidróxido de potasio y el punto de fusión mediante el método del capilar abierto que es aplicable a grasas y aceites.

Los tratamientos incluyen la materia prima (FACTOR A), temperatura de calentamiento (FACTOR B) y el método de extracción del aceite (FACTOR C), cada una tendrá dos niveles de forma independiente y se realizarán 2 repeticiones. Se calcularán las medias y desviaciones estándar de las lecturas en consideración. Como se utilizarán 3 factores de estudios (materia prima, temperatura de calentamiento y el método de extracción del aceite), se aplicó ADEVA (Análisis de varianza) con un nivel de significancia de 0.05% se realizó la prueba de significancia con TUKEY para la comparación de medios. Este análisis estadístico se realizó con el programa STATGRAPHICS centurión XVI versión 16.1.03 de la Universidad de Massachusetts.

3.2. Materiales y Métodos

3.2.1. Materiales utilizados en la investigación

| Materia Prima | Equipos | Reactivos |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Semillas de Sambo | <ul style="list-style-type: none"> Estufa Prensa Extractora por frío (KEK) Extractor de Grasas y Aceites (DET-GRASS N) | <ul style="list-style-type: none"> Éter dietílico |

3.2.2. Materiales de Laboratorio

CUADRO 1: Para la determinación de Acidez (%)

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Matraz Erlenmeyer | <ul style="list-style-type: none"> Balanza Analítica | <ul style="list-style-type: none"> Hidróxido de Sodio 0,1N |
| <ul style="list-style-type: none"> Buretas graduadas | | <ul style="list-style-type: none"> Alcohol etílico 95% |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

CUADRO 2: Para la determinación de Humedad (%)

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|--|---|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Plancha eléctrica de calentamiento | <ul style="list-style-type: none"> Cápsula de porcelana | No requiere de reactivos |
| <ul style="list-style-type: none"> Estufa | <ul style="list-style-type: none"> Termómetro | |
| <ul style="list-style-type: none"> Desecador | <ul style="list-style-type: none"> Cristalizador de vidrio | |
| <ul style="list-style-type: none"> Balanza Analítica | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

CUADRO 3: Para la determinación de Saponificación (Gkoh.Kg-1).

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Balanza Analítica | <ul style="list-style-type: none"> Buretas graduadas | <ul style="list-style-type: none"> Ácido Clorhídrico |
| | <ul style="list-style-type: none"> Baño maría | <ul style="list-style-type: none"> Azul alcalino 6B |
| | <ul style="list-style-type: none"> Pipetas volumétricas | <ul style="list-style-type: none"> Solución etanólica de KOH |
| | <ul style="list-style-type: none"> Matraz Erlenmeyer | |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

CUADRO 4: Para la determinación del Índice de Refracción (escala Abbe).

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| • Calentador | No requiere de materiales | No requiere de reactivos |
| • Refractómetro de Abbe | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

CUADRO 5: Para la determinación del Punto de Fusión (°C).

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|----------------|---------------------------------|--------------------------|
| • Estufa | • Termómetro de Mercurio | No requiere de reactivos |
| • Calentador | • Recipiente con tapa hermética | |
| • Refrigerador | • Vaso de precipitación | |
| | • Tubos capilares | |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

3.2.3. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las semillas (sin corteza y con corteza) fueron obtenidas de la Ciudad de Cuenca, para el posterior secado y extracción de sus semillas en las instalaciones de mencionados laboratorios.

3.2.4. Ubicación política de la Investigación

- **Provincia:** Los Ríos
- Cantón: Quevedo
Sector: Recinto San Felipe, km 7 1/2 vía al Empalme.
Lugar: Laboratorio de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Altitud: 120 msnm
Longitud: 79° 27' 00" Oeste
Latitud: 1° 02' 00" Sur
T° media: 20-35 °C (Ecos Travel, 2015)

3.2.5. Ubicación geográfica de la Semilla de *Cucúrbita ficifolia* (Sambo)

Cuenca (semilla sin corteza)

| | |
|-----------|---------------|
| Altitud: | 2550 msnm |
| Longitud: | 79° 00' 55"O |
| Latitud: | 2° 53' 57" S |
| T° media: | 12° C a 25° C |

3.3. Diseño de la investigación

3.3.1. Factores De Estudio

Los factores de estudio que intervendrán en esta investigación son los siguientes:

Cuadro 6: Descripción Factores de Estudio para la obtención de Aceite de *Cucúrbita ficifolia*.

| FACTORES DE ESTUDIO | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCIÓN |
|--|----------------|---------------------|
| Factor A: Materia Prima | a ₀ | Semilla con corteza |
| | a ₁ | Semilla sin corteza |
| Factor B: Temperatura de calentamiento | b ₀ | 90°C |
| | b ₁ | 100°C |
| Factor C: Método de extracción | c ₀ | Prensado |
| | c ₁ | Solvente |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

3.3.2. Tratamientos

Se aplicará un arreglo factorial **AxBxC**, con los niveles en **A=2; B=2 y C=2**, dando como resultado un total de 8 tratamientos.

Cuadro 7: Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de Aceite de *Cucúrbita ficifolia*.

| Nº | SIMBOLOGIA | DESCRIPCION |
|----|--|--|
| 1 | a ₀ b ₀ c ₀ | Semilla con corteza + 90°C + Prensado |
| 2 | a ₀ b ₀ c ₁ | Semilla con corteza + 90°C + Solvente |
| 3 | a ₀ b ₁ c ₀ | Semilla con corteza + 100°C + Prensado |
| 4 | a ₀ b ₁ c ₁ | Semilla con corteza + 100°C + Solvente |
| 5 | a ₁ b ₀ c ₀ | Semilla sin corteza + 90°C + Prensado |
| 6 | a ₁ b ₀ c ₁ | Semilla sin corteza + 90°C + Solvente |
| 7 | a ₁ b ₁ c ₀ | Semilla sin corteza + 100°C + Prensado |
| 8 | a ₁ b ₁ c ₁ | Semilla sin corteza + 100°C + Solvente |

Elaborado por: Pettao J. (2015).

3.4. Diseño experimental

Para el presente estudio se aplicó un arreglo factorial A*B*C con dos niveles en el Factor A (Materia prima), dos niveles en Factor B (Temperatura de calentamiento) y dos niveles en el Factor C (Método de extracción). Para determinar los efectos entre niveles y tratamientos se utilizará la prueba de Tukey.

3.4.1. Características del Experimento

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Número de Tratamientos: | 8 |
| Número de Repeticiones: | 2 |
| Unidades experimentales: | 16 |
| Cada Unidad experimental: | 312,5 g (Semillas de Sambo) |
| Total muestras requeridas: | 5000 g |

3.4.2. Análisis Estadístico

CUADRO 8: Esquema del Análisis de Varianza

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|---|--------------------|
| Factor A (Materia Prima) | 1 |
| Factor B (Temperatura de calentamiento) | 1 |
| Factor C (Método de extracción) | 1 |
| A*B | 1 |
| A*C | 1 |
| B*C | 1 |
| A * B * C | 1 |
| Repeticiones | 1 |
| Error Experimental | 7 |
| TOTAL | 15 |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

3.4.3. Variables a evaluarse

1. Acidez
2. Humedad
3. Saponificación
4. Índice de Refracción
5. Punto de fusión

Manejo específico de la investigación

1. Localización de las semillas

Las semillas de sambo con cascarilla se las obtuvo en la localidad de Quevedo mientras que las semillas sin cascarilla fueron enviadas desde la ciudad de Cuenca.

2. Acondicionamiento de las semillas

Las semillas con cascarilla fueron secadas con la ayuda de una estufa a 100 °C durante 5 horas para eliminar humedad. Posteriormente tanto las semillas con cascarilla y las semillas sin cascarilla tuvieron una limpieza previa a la extracción para evitar impurezas y elementos impropios del sambo que puedan afectar sus propiedades.

3. Realización de la Extracción por prensado

- **Trituración o molienda de las semillas de sambo.**

La extracción se la realizó por prensado en frío a través de un sistema de prensado continuo con tornillo sinfín helicoidal, mediante este método el aceite conserva las mismas características de las semillas y asegura la estabilidad molecular de los ácidos grasos poliinsaturados una prensa hidráulica o en prensas de tornillo.

4. Realización de la Extracción por disolvente.

En operaciones a gran escala, la extracción con disolventes es un medio más económico de obtención de aceite que la extracción por presión, y su aplicación va aumentando rápidamente, el solvente que se empleo fue el éter di etílico ya que su rendimiento es mayor.

La torta que queda como residuo suele contener menos de un 2% de aceite residual.

5. Determinación de las características Físico químicas.

Variables evaluadas:

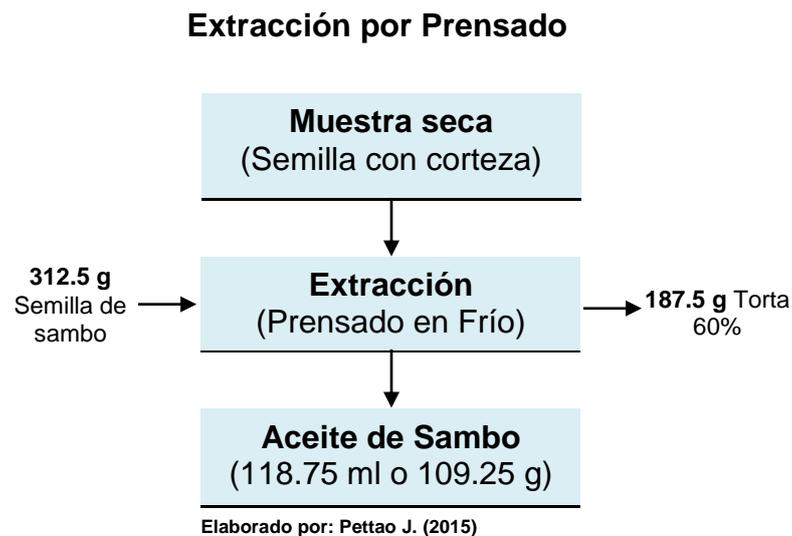
- **Acidez.-** Este análisis se determinó bajo la Norma INEN 38-1973, donde se disolvió 5 g de aceite en una mezcla de alcohol-etílico y éter dietílico, para posteriormente titular con una solución de hidróxido de Potasio.
- **Humedad.-** Este se determinó bajo la normativa INEN 39-1973, calentando en la estufa durante 60 minutos 5 g de muestra de aceite en un crisol, para luego emplear la formula y obtener el resultado.
- **Saponificación.-** De acuerdo a la Norma INEN 40-1973, se saponifica 10 g de aceite con un exceso de solución etanólica de Hidróxido de Potasio y se titula con ácido Clorhídrico.
- **Índice de Refracción.-** Este se realizó implementando la Norma INEN-42-1973 donde 3 gotas de aceite se ubican en el prisma del refractómetro de Abbe para su posterior lectura por medio del lente.

- Punto de fusión.- Este resultado se lo determinó empleando la Norma INEN 474-1980, donde previamente se solidifica la muestra y se observa la temperatura mínima donde dicho aceite cambia su estado de sólido a líquido.

6. Tabulación de datos

Para esto se organizó los resultados en una tabla de Excel para luego ser evaluados mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS centurión XVI versión 16.1.03 de la Universidad de Massachusetts.

7. Balance y Rendimiento del proceso de extracción del aceite de *Cucúrbita ficifolia* (sambo).

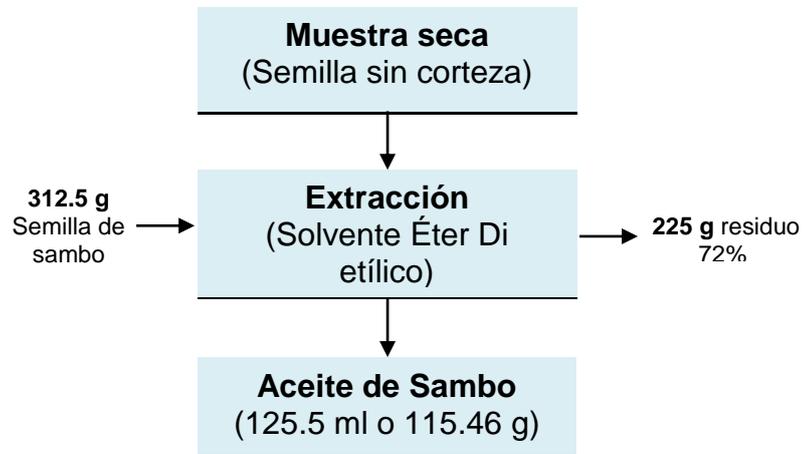


$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{g. totales de extracto obtenido}}{\text{g. totales de muestra seca}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{109.25 \text{ g}}{312.5 \text{ g}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \mathbf{34.96\%}$$

Extracción por Solvente



Elaborado por: Pettao J. (2015)

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{g. totales de extracto obtenido}}{\text{g. totales de muestra seca}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{115.46 \text{ g}}{312.5 \text{ g}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 36.94 \%$$

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de Varianza con relación a los análisis Físicos-Químicos estudiados en el Aceite de Sambo.

4.1.1.1. Análisis de Varianza para ACIDEZ (%).

CUADRO 9: ACIDEZ

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------------|----------|----|----------------|---------|---------|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 0,000625 | 1 | 0,000625 | 0,89 | 0,3762 |
| FACTOR B | 6,6564 | 1 | 6,6564 | 9509,14 | 0,0000 |
| FACTOR C | 2,7225 | 1 | 2,7225 | 3889,29 | 0,0000 |
| REPLICAS | 0,0016 | 1 | 0,0016 | 2,29 | 0,1743 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0,455625 | 1 | 0,455625 | 650,89 | 0,0000 |
| AC | 0,027225 | 1 | 0,027225 | 38,89 | 0,0004 |
| BC | 0,6889 | 1 | 0,6889 | 984,14 | 0,0000 |
| ABC | 0,697225 | 1 | 0,697225 | 996,04 | 0,0000 |
| RESIDUOS | 0,0049 | 7 | 0,0007 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 11,255 | 15 | | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

El cuadro 4 muestra. En el análisis de varianza (ADEVA) en lo que corresponde al análisis de acidez, en cuanto a los Factores B (Temperatura de calentamiento), C (Método de extracción), e interacciones AB, AC, BC y ABC se encontró diferencia significativa.

4.1.1.2. Análisis de Varianza para HUMEDAD (%).

CUADRO 10: HUMEDAD

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------------|----------|----|----------------|---------|---------|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 0,246223 | 1 | 0,246223 | 0,28 | 0,6154 |
| FACTOR B | 0,277567 | 1 | 0,277567 | 0,31 | 0,5942 |
| FACTOR C | 0,297065 | 1 | 0,297065 | 0,33 | 0,5818 |
| REPLICAS | 0,294982 | 1 | 0,294982 | 0,33 | 0,5831 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0,126245 | 1 | 0,126245 | 0,14 | 0,7178 |
| AC | 0,237195 | 1 | 0,237195 | 0,27 | 0,6218 |
| BC | 0,161397 | 1 | 0,161397 | 0,18 | 0,6832 |
| ABC | 0,309721 | 1 | 0,309721 | 0,35 | 0,5740 |
| RESIDUOS | 6,23838 | 7 | 0,891196 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 9,17123 | 15 | | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el análisis de varianza (ADEVA) en lo que corresponde al análisis de humedad no se encontró diferencia significativa en cuanto a los factores de estudio y sus respectivas interacciones.

4.1.1.3. Análisis de Varianza para SAPONIFICACIÓN.

CUADRO 11: SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1).

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 321,922 | 1 | 321,922 | 0,25 | 0,6332 |
| FACTOR B | 139,36 | 1 | 139,36 | 0,11 | 0,7523 |
| FACTOR C | 204,603 | 1 | 204,603 | 0,16 | 0,7027 |
| REPLICAS | 435,637 | 1 | 435,637 | 0,34 | 0,5799 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 38,5247 | 1 | 38,5247 | 0,03 | 0,8679 |
| AC | 491,266 | 1 | 491,266 | 0,38 | 0,5572 |
| BC | 0,589151 | 1 | 0,589151 | 0,00 | 0,9836 |
| ABC | 348,205 | 1 | 348,205 | 0,27 | 0,6199 |
| RESIDUOS | 9055,1 | 7 | 1293,59 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 11779,3 | 15 | | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el análisis de varianza (ADEVA) en lo que corresponde al análisis de saponificación no se encontró diferencia significativa en cuanto a los factores de estudio y sus respectivas interacciones.

4.1.1.4. Análisis de Varianza para ÍNDICE DE REFRACCIÓN

CUADRO 12: ÍNDICE DE REFRACCIÓN

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 0,104555 | 1 | 0,104555 | 0,37 | 0,5600 |
| FACTOR B | 0,114048 | 1 | 0,114048 | 0,41 | 0,5432 |
| FACTOR C | 0,117305 | 1 | 0,117305 | 0,42 | 0,5376 |
| REPLICAS | 0,0585485 | 1 | 0,0585485 | 0,21 | 0,6609 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0,0537002 | 1 | 0,0537002 | 0,19 | 0,6743 |
| AC | 0,0394288 | 1 | 0,0394288 | 0,14 | 0,7183 |
| BC | 0,0452757 | 1 | 0,0452757 | 0,16 | 0,6992 |
| ABC | 0,0954735 | 1 | 0,0954735 | 0,34 | 0,5771 |
| RESIDUOS | 1,95522 | 7 | 0,279317 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 2,87809 | 15 | | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el análisis de varianza (ADEVA) en lo que corresponde al análisis de índice de refracción no se encontró diferencia significativa en cuanto a los factores de estudio y sus respectivas interacciones.

4.1.1.5. Análisis de Varianza para PUNTO DE FUSIÓN

CUADRO 13: PUNTO DE FUSIÓN

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|
| EFEKTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 1470,8 | 1 | 1470,8 | 0,69 | 0,4347 |
| FACTOR B | 282,54 | 1 | 282,54 | 0,13 | 0,7272 |
| FACTOR C | 747,51 | 1 | 747,51 | 0,35 | 0,5733 |
| REPLICAS | 884,123 | 1 | 884,123 | 0,41 | 0,5411 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 146,944 | 1 | 146,944 | 0,07 | 0,8010 |
| AC | 426,444 | 1 | 426,444 | 0,20 | 0,6690 |
| BC | 369,758 | 1 | 369,758 | 0,17 | 0,6903 |
| ABC | 828,103 | 1 | 828,103 | 0,39 | 0,5539 |
| RESIDUOS | 14999,8 | 7 | 2142,82 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 22327,8 | 15 | | | |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el análisis de varianza (ADEVA) en lo que corresponde al análisis de punto de fusión no se encontró diferencia significativa en cuanto a los factores de estudio y sus respectivas interacciones.

4.1.1.6. Análisis de Varianza para RENDIMIENTO.

CUADRO 14: RENDIMIENTO

| Fuente | SC | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| FACTOR A | 4,91731 | 1 | 4,91731 | 180,13 | 0,0000 |
| FACTOR B | 18,1689 | 1 | 18,1689 | 665,55 | 0,0000 |
| FACTOR C | 3,79276 | 1 | 3,79276 | 138,93 | 0,0000 |
| REPLICAS | 0,00855625 | 1 | 0,00855625 | 0,31 | 0,5930 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 6,08856 | 1 | 6,08856 | 223,03 | 0,0000 |
| AC | 1,80231 | 1 | 1,80231 | 66,02 | 0,0001 |
| BC | 1,26001 | 1 | 1,26001 | 46,16 | 0,0003 |
| ABC | 2,79726 | 1 | 2,79726 | 102,47 | 0,0000 |
| RESIDUOS | 0,191094 | 7 | 0,0272991 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 39,0267 | 15 | | | |

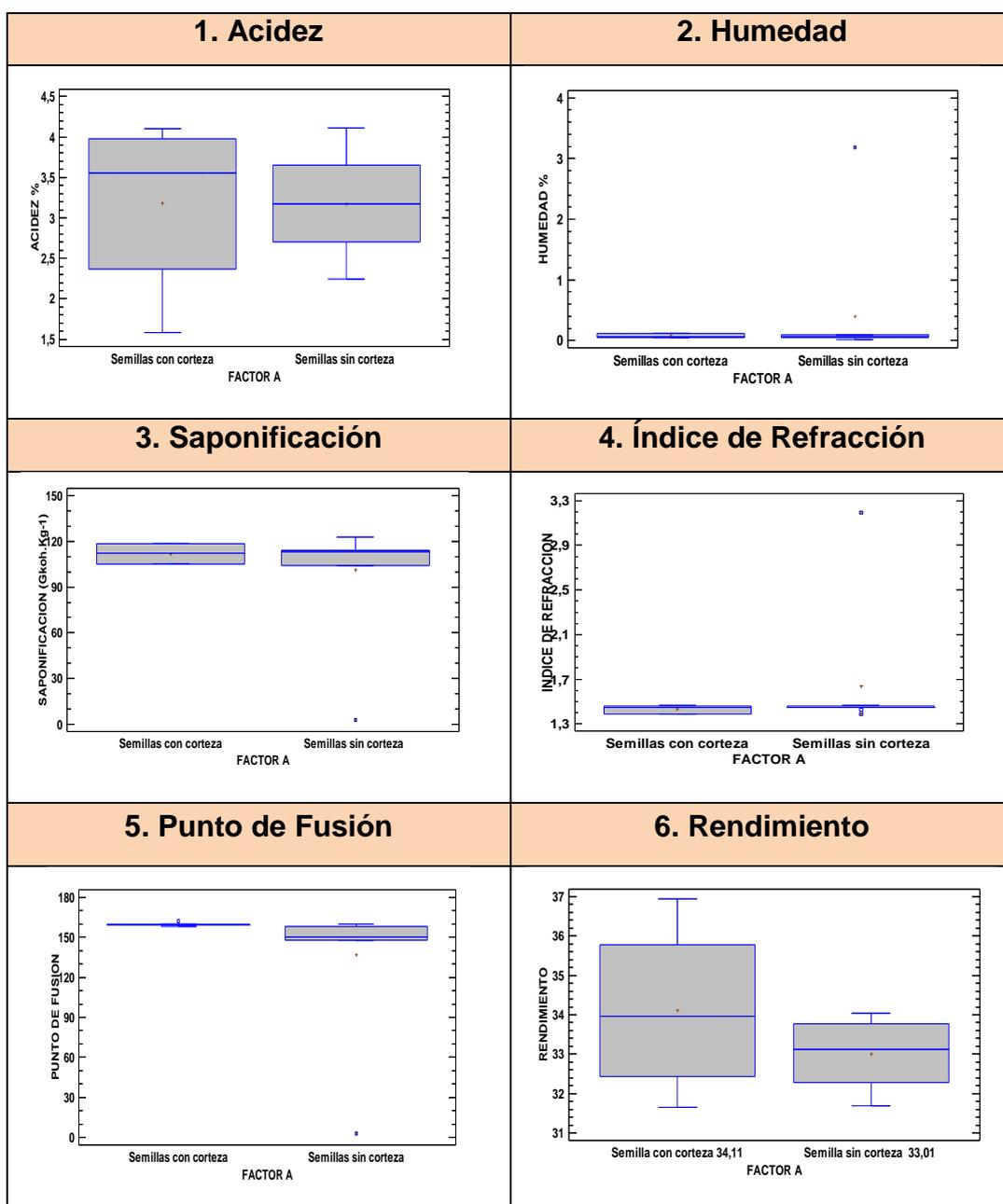
Elaborado por: Pettao J. (2015)

Los resultados en cuanto al análisis de varianza (ADEVA) correspondiente al rendimiento indica que se encontró diferencia significativa en todos los factores de estudio e interacciones.

4.1.2. Resultados con relación a los factores de estudio en Análisis Físico químicos

4.1.2.1. Resultados con relación al Factor A (Materia Prima).

GRÁFICO 1: Resultados del análisis de materia prima, entre los niveles: (a_0) semilla con corteza y (a_1) semilla sin corteza (FACTOR A), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.- ACIDEZ 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS)

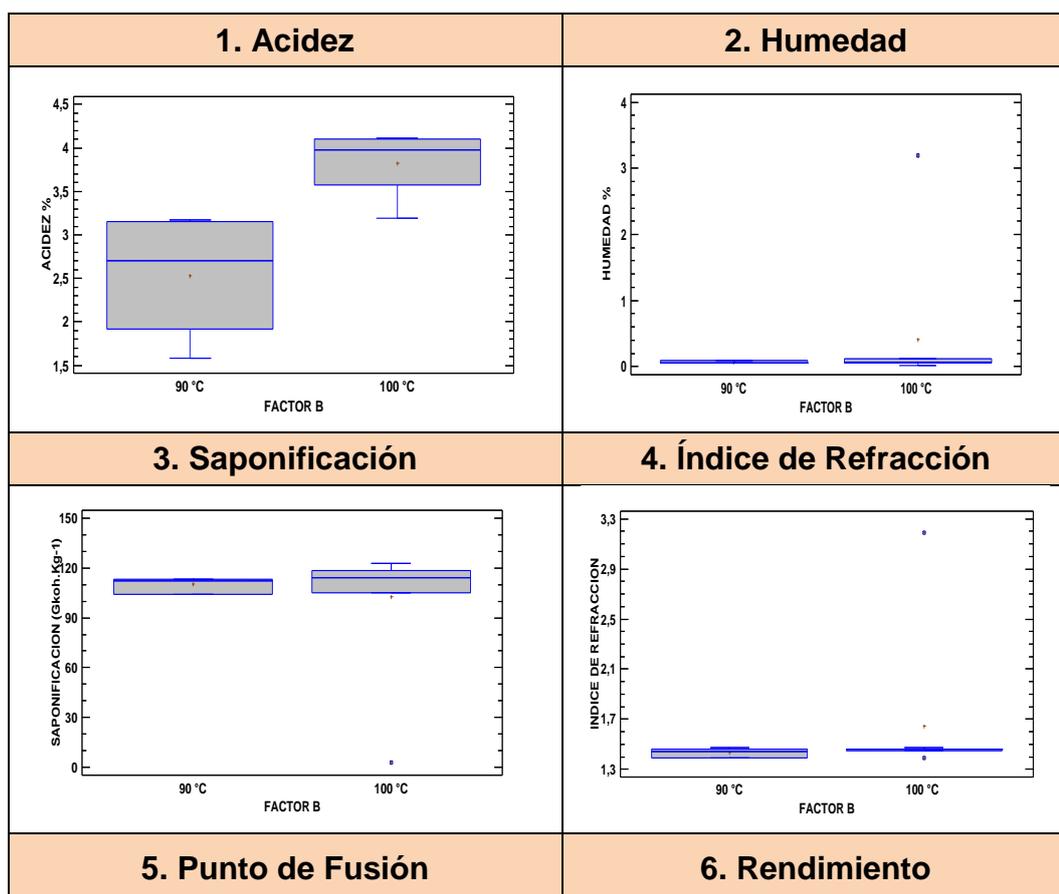


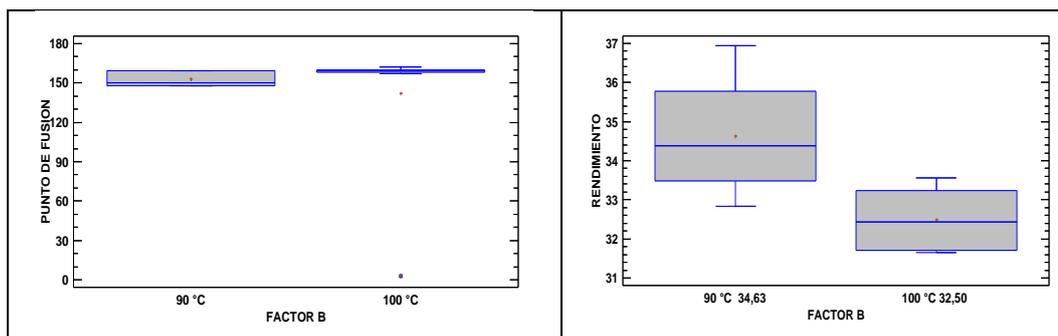
Elaborado por: Pettao J. (2015)

El **GRÁFICO N°1** indica: De acuerdo a los análisis registrados por las variables de acidez, humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión no existe diferencia significativa entre los niveles de este tratamiento (a_0 y a_1), en cuanto a rendimiento si existió diferencia significativa presentando al valor más alto a_0 (34,12).

4.1.2.2. Resultados con relación al Factor B (Temperatura de calentamiento).

GRÁFICO 2: Resultados del análisis de temperatura de calentamiento, entre los niveles: (a_0) 90 °C y (a_1) 100 °C (FACTOR B), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.- ACIDEZ (DS) 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS)



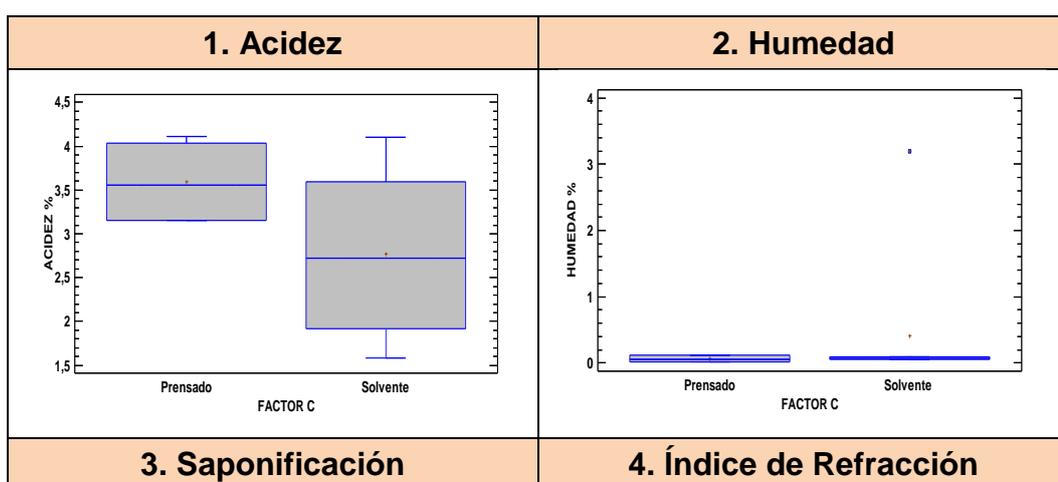


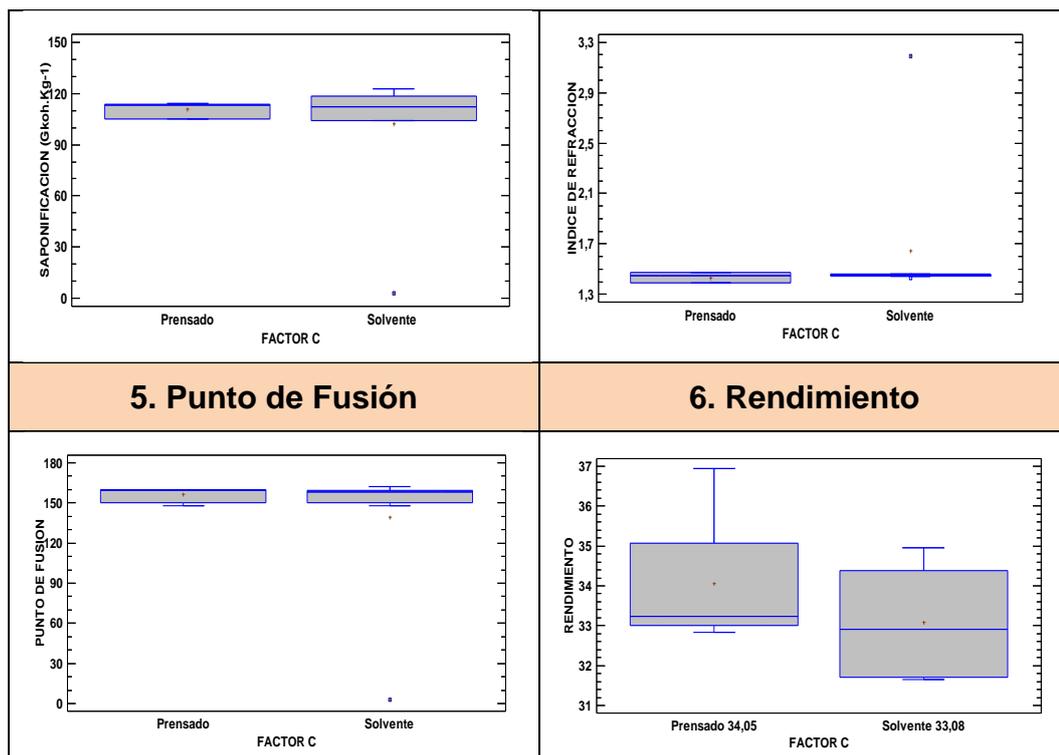
Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el **GRÁFICO N°2** observamos: De acuerdo a la variable acidez presentó diferencia significativa siendo el valor más alto en b_1 (3,83); con relación a humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión no presentaron diferencia significativa en ninguno de sus niveles (b_0 y b_1). Referente al rendimiento el valor 34,63 (b_0) siendo el más alto indica que si existió una diferencia significativa.

4.1.2.3. Resultados con relación al Factor C (Método de Extracción).

GRÁFICO 3: Resultados del análisis del método de extracción, entre los niveles: (a_0) Prensado y (a_1) Solvente (FACTOR C), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.- ACIDEZ (DS) 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO (DS)



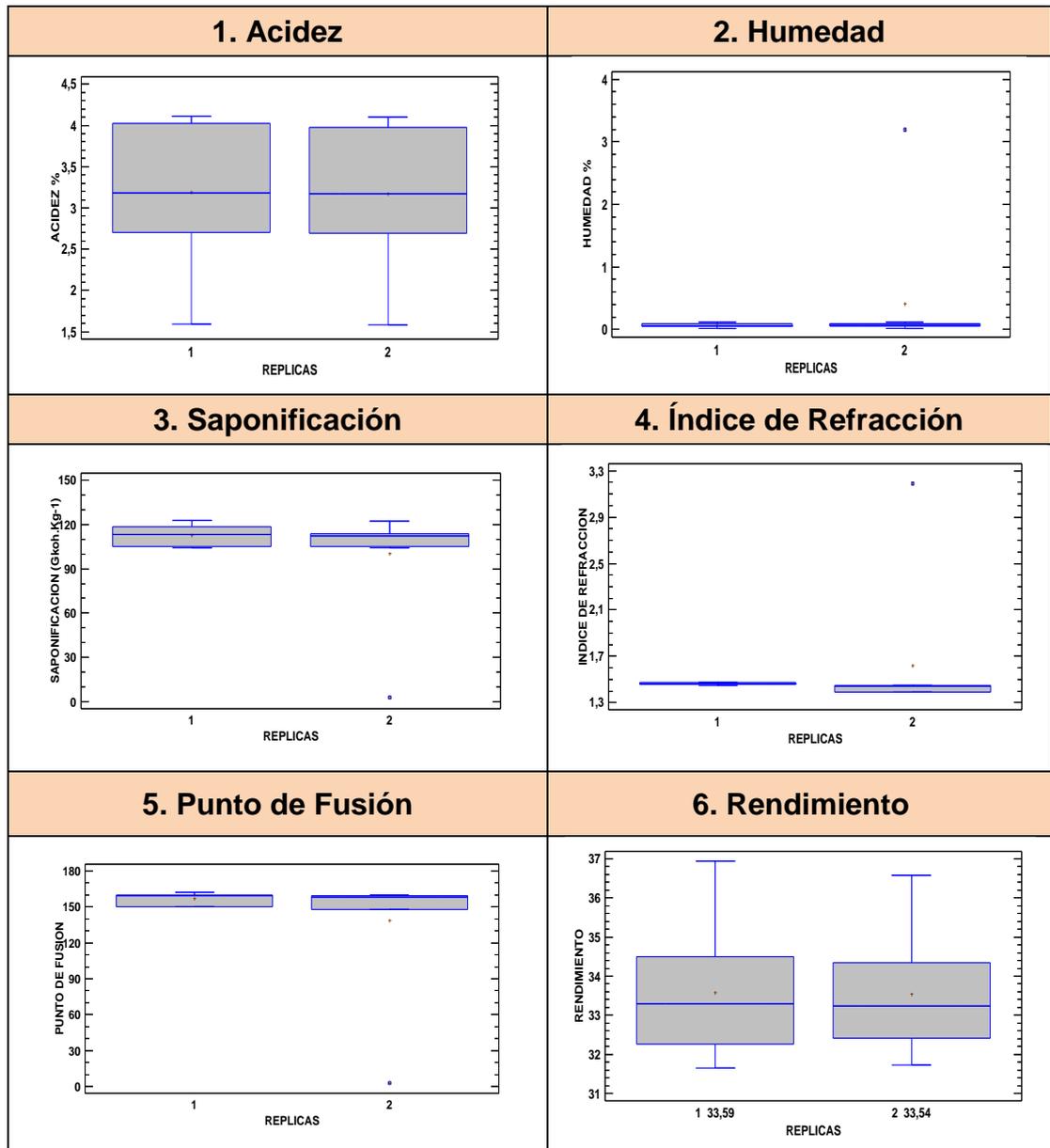


Elaborado por: Pettao J. (2015)

En el **GRÁFICO N°3** se muestra lo siguiente: De acuerdo a la variable acidez presentó diferencia significativa siendo el valor más alto en c_0 (3,60); con relación a humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión no mostraron diferencia significativa en ninguno de sus niveles (c_0 y c_1). Concerniente al rendimiento c_0 (34,05) presento el resultado más alto mostrando una diferencia significativa.

4.1.2.4. Resultados con relación a las Réplicas.

GRÁFICO 4: Resultados de las réplicas, entre dos repeticiones: aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.- ACIDEZ 2.- HUMEDAD 3.- SAPONIFICACIÓN 4.- ÍNDICE DE REFRACCIÓN 5.- PUNTO DE FUSIÓN 6.- RENDIMIENTO



Elaborado por: Pettao J. (2015)

El **GRÁFICO N°4** indica que: De acuerdo a las variables de acidez, humedad, saponificación, índice de refracción, punto de fusión y rendimiento no

presentaron diferencia significativa en ninguno de sus niveles en las dos repeticiones.

4.2. Discusión

4.2.1. Discusión de Resultados con relación a las variables estudiadas en el Aceite de Sambo

4.2.1.1. Discusión con relación al Factor A (Materia Prima).

De acuerdo con los resultados del Factor A (materia prima), se observó valores de acidez de 3,18 a₀ (semilla con corteza) a 3,17 a₁ (semilla sin corteza) estos son superiores a 0,0 - 0,5 establecidos por la Norma INEN 0029 2012 titulada Aceite de Oliva. En humedad los resultados obtenidos son 0,04 en a₀ y 0,30 a₁ estos son inferiores a 7,06 – 7,31 establecidos por Diana González y Yazmin Yánez (2012) en el estudio titulado Diseño y Construcción de un Extractor Sólido-Líquido para la obtención de Aceite de Semillas de Sambo y Zapallo. En la Saponificación en a₀ es 113,29 y 103,92 en a₁ estos valores están dentro del rango 1,40 a 190,69 citados por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) en la investigación titulada Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (Cucurbita pepo Subsp. pepo Var. Styriaka) Grown in Iran. En el índice de refracción los datos son en 1,41 en a₀ este está dentro del rango 0,0001 - 1,4662 establecido por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) y 1,58 en a₁ éste es ligeramente superior a los datos antes mencionados. En punto de fusión los resultados obtenidos son de 161,44 en a₀ y 141,41 para a₁ indica ser superiores a los datos de -18 °C establecidos por Manuel Francisco Ortuño Sánchez en el libro llamado Manual Práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes (2006). Y en rendimiento los datos obtenidos son 34,12 a₀ y 33,01 a₁ mencionados valores son inferiores a 43% expuesto por Sanín Grisales y Sonia Pasos en su investigación titulada “Extracción y caracterización se semillas de Zapallo” (2009).

4.2.1.2. Discusión con relación al Factor B (Temperatura de Calentamiento).

Relativamente a los datos del Factor B (Temperatura de Calentamiento), mostró valores de b_0 (90 °C) 2,54 y b_1 (100 °C) 3,83 estos son superiores a 0,0 - 0,5 indicados por la Norma INEN 0029 2012 titulada Aceite de Oliva. En humedad los datos en b_0 0,04 y 0,31 b_1 estos son inferiores a 7,06 – 7,31 citados por Diana González y Yazmin Yáñez (2012) en el estudio titulado Diseño y Construcción de un Extractor Sólido-Líquido para la obtención de Aceite de Semillas de Sambo y Zapallo. En saponificación los valores son de 111,70 b_0 y 105,53 b_1 estos valores están dentro del rango 1,40 a 190,69 citados por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) en la investigación titulada Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (Cucurbita pepo Subsp. pepo Var. Styriaka) Grown in Iran. En el índice de refracción los resultados son 1,41 b_0 el cual se encuentra dentro del rango 0,0001 - 1,4662 establecido por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) y 1,59 b_1 éste ligeramente superior a los datos antes mencionados. En punto de fusión los datos de b_0 155,82 y 147,04 b_1 mostrando ser superiores a los datos de -18 °C establecidos por Manuel Francisco Ortuño Sánchez en el libro llamado “Manual Práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes (2006). De acuerdo al rendimiento los datos obtenidos son 34,63 b_0 y 32,50 b_1 dichos valores son inferiores a 43% expuesto por Sanín Grisales y Sonia Pasos en su investigación titulada “Extracción y caracterización se semillas de Zapallo” (2009).

4.2.1.3. Discusión con relación al Factor C (Método de Extracción).

Conforme al Factor C (Método de Extracción), indicó valores de c_0 (Prensado) 3,59 y c_1 (Solvente) 2,46 estos valores son superiores a 0,0 - 0,5 establecidos por la Norma INEN 0029 2012 titulada Aceite de Oliva. En humedad los resultados obtenidos son 0,03 en c_0 y 0,31 c_1 siendo inferiores a 7,06 – 7,31 establecidos por Diana González y Yazmin Yánez (2012) en el estudio titulado Diseño y Construcción de un Extractor Sólido-Líquido para la obtención de Aceite de Semillas de Sambo y Zapallo. En la Saponificación en c_0 es 112,34 y 134,87 en c_1 estos valores están dentro del rango 1,40 a 190,69 citados por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) en la investigación titulada Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaka*) Grown in Iran. En el índice de refracción los datos son en 1,41 en c_0 este está dentro del rango 0,0001 - 1,4662 establecido por A. Gohari Ardabili, R. Farhoosh y M. H. Haddad Khodaparast (2011) y 1,59 en c_1 éste es ligeramente superior a los datos antes mencionados. De acuerdo a los datos de punto de fusión obtenidos para c_0 158,57 y 144,29 c_1 indica ser superiores a los datos de -18 °C establecidos por Manuel Francisco Ortuño Sánchez en el libro denominado Manual Práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes (2006). Finalizando con el rendimiento los valores obtenidos son 34,05 c_0 y 33,08 c_1 mencionados valores son inferiores a 43% expuesto por Sanín Grisales y Sonia Pasos en su investigación titulada “Extracción y caracterización se semillas de Zapallo” (2009).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión

- En el Factor A (Materia Prima), en acidez, humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión se acepta la hipótesis nula y se concluye que no presentaron diferencia significativa en las dos materias primas (semillas con corteza y semillas sin corteza). Mientras que en rendimiento se acepta la hipótesis alternativa determinando que la materia prima si mostró diferencia significativa siendo el valor más alto a_0 (34,12) frente a_1 (33,01) dichos valores son inferiores a los mencionados por (Sanín Grisales y Sonia Pasos, 2009).
- Referente al Factor B (Temperatura de Calentamiento), en acidez se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el valor más alto lo presento b_1 3,83 ante el nivel b_0 2,54 estos valores son superiores a los indicados por la Norma INEN 0029 2012. En cuanto a humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión se acepta la hipótesis nula y se concluye que en las dos temperaturas de calentamiento (90 °C y 100 °C) no mostraron diferencia significativa. En rendimiento se acepta la hipótesis alternativa determinando que la temperatura de calentamiento si mostró diferencia significativa siendo el resultado más alto b_0 (34,63) frente b_1 (32,50) señalados valores son inferiores a los sugeridos por (Sanín Grisales y Sonia Pasos, 2009).
- En cuanto al Factor C (Método de Extracción), en acidez se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el valor más alto se mostró en el nivel c_0 3,60 frente al nivel c_1 2,77 estos valores son superiores a los indicados por la Norma INEN 0029 2012. Mientras que en humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existió variación en ninguno de los métodos de extracción. De acuerdo al rendimiento se acepta la hipótesis alternativa determinando que la materia prima si mostró diferencia

significativa siendo el valor más alto c_0 (34,05) frente c_1 (33,08) expresados valores son inferiores a los mencionados por (Sanín Grisales y Sonia Pasos, 2009).

5.2. Recomendación

- Relativamente a la materia prima de acuerdo a los contenidos de acidez, humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión debido a que no existió diferencia significativa entre las medias de los tratamientos se recomienda el empleo de ambas materias primas (semillas con corteza y semillas sin corteza). En relación al rendimiento se recomienda el uso de la semilla con corteza
- Concerniente a las temperaturas de calentamiento de acuerdo a los resultados de acidez y rendimiento obtenidos se recomienda el empleo de la temperatura de 90 °C, sin embargo en humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión es recomendable el empleo de ambas temperaturas (90 y 100°C).
- De acuerdo al método de extracción en cuanto a las concentraciones de acidez y su resultado en rendimiento se recomienda el método del prensado en frío para la extracción de aceite de semillas de sambo. Mientras que en humedad, saponificación, índice de refracción y punto de fusión ambos métodos son recomendables (prensado y solvente).
- Por los datos obtenidos referente al rendimiento se recomienda emplear como materia prima a las semillas con corteza, extracción por prensado en frío a una temperatura de 90 °C ya que dichos factores indicaron los mejores resultados al obtener el aceite de semillas de sambo.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFIA

6.1. Literatura Citada

Asociacion de Investigadores. (2005). *Reglamento Técnico Centroamericano*. MINECO, CONACYT, MIFIC, SIC, MEIC.

Avila, H. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. España: eumed.net.

CODEX STAN 210-1999. (s.f.). *NORMA DEL CODEX PARA ACEITES VEGETALES ESPECIFICADOS*.

Comisión del Codex Alimentarius. (2000). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias*. Washington, D.C.

Crazov, A. (2014). Componentes nutricionales de cuatro variedades de semillas de cucurbita spp cultivadas en la región centro-chaqueña. *FRRE*.

Delgado, C. (2013). *Elaboración de turrón evaluando tres niveles de chocolate en polvo y en tableta, con la adición de semillas de sambo en la planta de frutas y hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar*.

Diaz Abadía, X., Vallejo Cabrera, F., Ortiz Grisales, S., Pasos López, S., & Valdez Restrepo, M. (2007). *Extracción y caracterización de aceite de semillas de zapallo*. Valle del Cauca, Colombia.

Doctor, G. (2014). El peligro de los aceites vegetales. *DOCTORGENAO*.

FAO, & FINUT. (2012). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana-Consulta de expertos*. Granada, España.

Gomez, J., & Navas, S. (2007). *Recolección y Caracterización morfológica y molecular de accesiones de Sambo (Cucurbita Ficifolia) en el cantón Cotacachi*. Ecuador. Cotacachi, Ecuador.

Gonzalez, D. M., & Yáñez, Y. M. (2012). *Diseño y construcción de un extractor sólido-líquido para la obtención de aceite de semillas de sambo y zapallo*. Riobamba, Ecuador.

- Grasso, F. V.** (2013). *Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna*. La Plata, Argentina.
- Hernández Manzano, Y. D., Inocencio Velázquez, A. G., & Martínez Guzmán, J. C.** (2008). *DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO*.
- Hernández Yépez, J. N.** (2013). *Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (Lycopersicon esculentum var. Córdoba, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba*.
- Inga Gamez, D.** (1 de Mayo de 2014). *Fruta exótica de la selva*. Obtenido de frutasexoticasselva.blogspot.com
- Julián Loeza, A. P.** (2009). *PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE TRES VARIETADES DEL FRUTO DE ANNONA*. Oaxaca, México.
- Ledesma Solano, J. Á., Chávez Villasana, A., Pérez Gil-Romo, F., Mendoza Martínez, E., & Calvo Carrillo, C.** (2010). *Composición de los Alimentos- Valor nutritivo de los Alimentos de mayor consumo*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Lopez, J. C., & Tamayo, L. E.** (2013). *Estudio del efecto de la glucosa en la elaboración de mermelada a partir de mandarina (citrus reticulada) y sambo (Cucúrbita ficifolia), en la planta de frutas y hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar*. Bolivar, Ecuador.
- Love, K., & Paull, R. E.** (2011). Abiu. *Fruit and Nuts*, 1-6.
- Muñoz, Y.** (2013). Proyección aceites vegetales bajo Cauca. *EAFIT*.
- Namakforoosh, M.** (2005). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Limusa.
- Nyam, & Stevenson.** (2012). La incorporación de semillas a la alimentación. *UNILEVERNUTRICION*.
- Ortega, D.** (2013). *UTILIZACIÓN DE LA PULPA DE SAMBO (CUCÚRBITA FICIFOLIA) EN LA ELABORACIÓN DE COMPOTAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO INFANTIL*. Cuenca, Ecuador.

- Pérez Quintanilla, D., Morante Zarcero, S., & Sierra Alonso, I.** (2007). *Experimentación en química analítica*. Madrid, España: DYKINSON.
- Quinteros, G.** (2010). *Caracterización físico química y nutricional de tres morfotipos de sambo (Cucúrbita Ficifolia)*. Cotacachi, Ecuador.
- Rojas Rodriguez, F., & Torres Córdoba, G.** (2012). Caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). *Revista Forestal MESOAMERICANA KURÚ*, 1-2.
- Steinbach , A., & Wille, A.** (2012). *Análisis de carbohidratos en alimentos esenciales y no esenciales por cromatografía iónica*. Metrohm, Suiza.
- Suriguez, M.** (11 de Marzo de 2015). *Médicos Conscientes*. Obtenido de <http://medicosconscientes.net/index.php>
- Tamayo y Tamayo, M.** (2005). *Metodología formal de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa.
- Torrelavega.** (s.f.). FÍSICA 1. Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía.
- Verdini, R.** (2014). Análisis de Grasas en los Alimentos. *Química de los Alimentos*.
- Young, H. D., & Freedman, R. A.** (2009). *Física Universitaria*. Mexico DF, Mexico: Pearson Educación.
- Younis, Y., Ghirmay, S., & Al-Shihry, S.** (2000). *African Cucurbita pepo L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil*.

6.2. Linkografía

Angeles, O. (15 de Junio de 2013). *Ácidos, bases, pH y soluciones reguladoras*. Obtenido de Slideshare: <http://es.slideshare.net/OswaldoAngeles/cidos-bases-p-h-y-soluciones-reguladoras>

Colpos. (23 de Enero de 2015). Obtenido de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-090-S-1978.PDF>

Dirección General de Fabricaciones Militares. (2015). *Dirección General de Fabricaciones Militares*. Obtenido de www.fab-militares.gov.ar

Ecos Travel. (26 de Enero de 2015). Obtenido de www.ecostravel.com/ecuador/ciudades-destinos/quevedo.php

El Comercio de Ecuador. (2011). Estos son pros contras aceites vegetales. *EL COMERCIO*.

FAO. (23 de Enero de 2015). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/AH833S19.htm>

Rodriguez Nodals, A., & Sánchez Pérez, P. (16 de Marzo de 2015). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php/Ab%C3%ADO>

Santiago , F. (11 de Junio de 2011). *Determinación de proteínas por el método de Kjeldhal*. Obtenido de JP SELECTA S.A.: <http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/analisis-alimentarios-y-de-aguas-nutritional-and-water-analysis/determinacion-de-proteinas-por-el-metodo-de-kjeldahl-kjeldahl-method-for-protein-determination/>

Segovia Andrade, S. (22 de Enero de 2015). *Quienes somos: Aracno Net*. Obtenido de Aracno CIA. Ltda.: www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=348

UCM. (23 de Enero de 2015). Obtenido de <http://www.ucm.es/info/Geofis/practicas/prac08.pdf>

Vela, R. (8 de Julio de 2014). *Rioja.com.pe*. Obtenido de http://www.rioja.com.pe/noticia_el-caimito-fruta-exotica-grandes-propiedades.html

CAPÍTULO VII

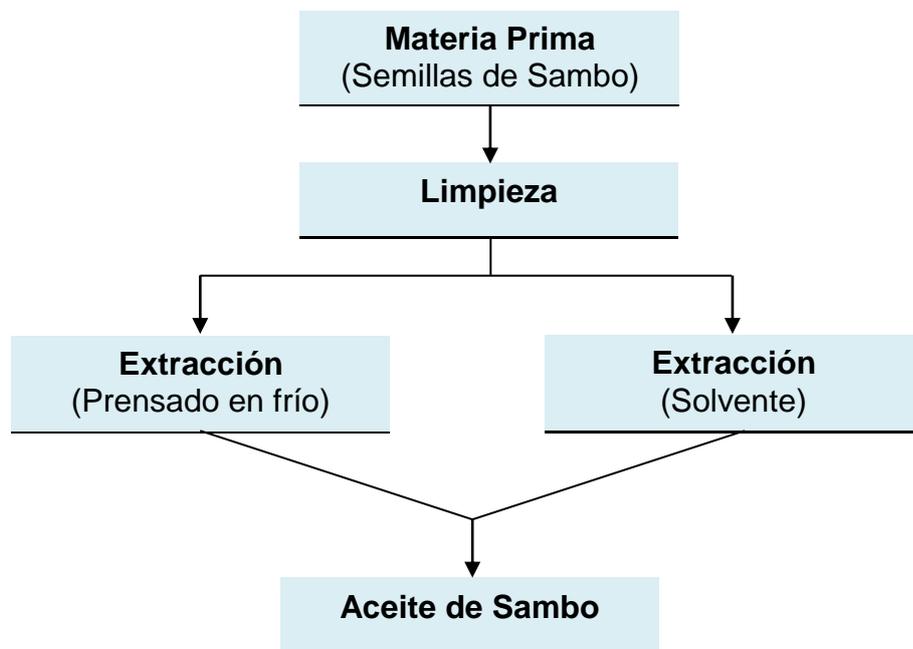
7. ANEXOS

ANEXO 1: Resultados promedios de los análisis físicos químicos y rendimiento en el aceite de *Cucúrbita ficifolia* (sambo)

| Tratamientos | | Acidez (%) | | Humedad (%) | | Saponificación (Gkoh.Kg-1) | | Índice de Refracción | | Punto de Fusión (°C) | | Rendimiento (%) | |
|--------------|-------------|------------|------|-------------|-------|----------------------------|--------|----------------------|------|----------------------|-----|-----------------|-------|
| | | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 |
| 1 | $a_0b_0c_0$ | 3,17 | 3,15 | 0,089 | 0,088 | 112,89 | 111,85 | 1,47 | 1,39 | 160 | 159 | 36,94 | 36,58 |
| 2 | $a_0b_0c_1$ | 1,59 | 1,58 | 0,053 | 0,052 | 112,2 | 112,17 | 1,46 | 1,44 | 159 | 158 | 34,96 | 34,72 |
| 3 | $a_0b_1c_0$ | 3,95 | 3,96 | 0,113 | 0,112 | 105,16 | 104,98 | 1,47 | 1,39 | 160 | 159 | 33,02 | 33,22 |
| 4 | $a_0b_1c_1$ | 4,1 | 3,99 | 0,062 | 0,061 | 118,64 | 118,63 | 1,46 | 1,45 | 162 | 160 | 31,65 | 31,85 |
| 5 | $a_1b_0c_0$ | 3,15 | 3,15 | 0,052 | 0,051 | 113,15 | 113,16 | 1,47 | 1,39 | 150 | 148 | 32,83 | 32,99 |
| 6 | $a_1b_0c_1$ | 2,25 | 2,24 | 0,091 | 0,09 | 104,16 | 104,12 | 1,45 | 1,43 | 150 | 148 | 34,03 | 33,98 |
| 7 | $a_1b_1c_0$ | 4,11 | 4,1 | 0,012 | 0,011 | 113,88 | 113,85 | 1,46 | 1,45 | 160 | 158 | 33,57 | 33,25 |
| 8 | $a_1b_1c_1$ | 3,2 | 3,19 | 0,06 | 0,059 | 122,56 | 122,45 | 1,46 | 1,45 | 158 | 157 | 31,69 | 31,73 |

Elaborado por: Pettao J. (2015)

ANEXO 2: Diagrama de flujo de la Fase de extracción del aceite de *Cucúrbita ficifolia* (sambo).



Elaborado por: Pettao J. (2015)

ANEXO 3: Extracción por Prensado de Aceite de semillas de Cucúrbita Ficifolia (sambo).

Limpieza



Eliminación de impurezas

Prensado



Maquinaria KEK
Prensa Extractora por Frío

Aceite de Sambo



Aceite final de Sambo
Elaborado por: Pettao J.(2015)

Torta



Residuo de la Extracción

ANEXO 4: Extracción por Solvente de Aceite de semillas de Cucúrbita Ficifolia (sambo).

Limpieza



Eliminación de impurezas

Extracción Soxhlet



Extractor de Grasas y Aceites
DET-GRAS N

Aceite de Sambo

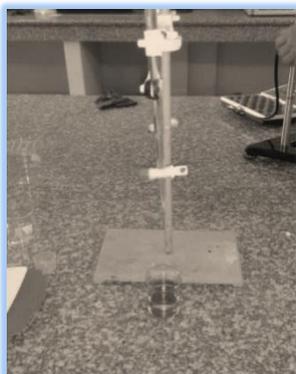


Aceite final de Sambo

Elaborado por: Pettao J.(2015)

ANEXO 5: Análisis de Laboratorio

ACIDEZ



Titulación del aceite

HUMEDAD



Crisoles en el desecador

SAPONIFICACIÓN



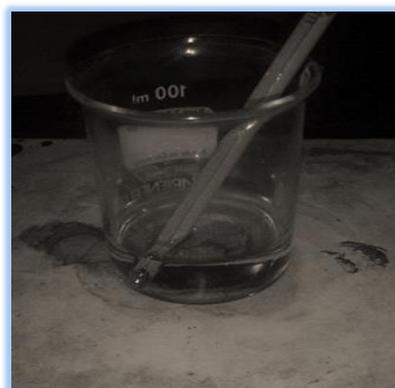
Pesado de la muestra

ÍNDICE DE REFRACCIÓN



Refractómetro de Abbe

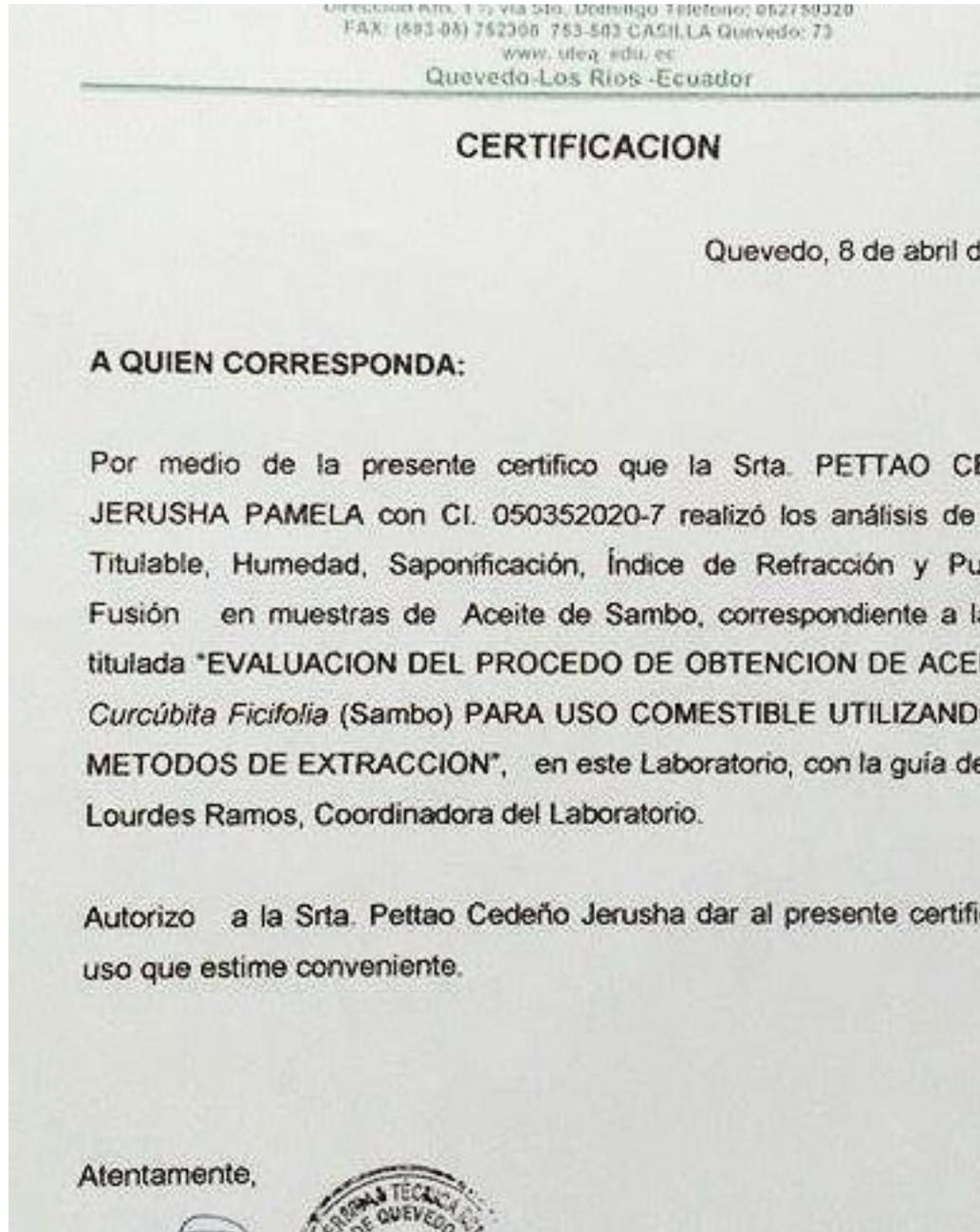
PUNTO DE FUSION



Calentamiento de la muestra

Elaborado por: Pettao J.(2015)

ANEXO 6:



ANEXO 7: Pruebas de Tukey de los análisis fisicoquímicos y rendimiento.

- ACIDEZ (%)**

Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ % por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 3,17375 | 0,00935414 | X |
| 1 | 8 | 3,18625 | 0,00935414 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 0,0125 | 0,0312811 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ % por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 8 | 2,535 | 0,00935414 | X |
| 2 | 8 | 3,825 | 0,00935414 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | * | -1,29 | 0,0312811 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ % por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 2,7675 | 0,00935414 | X |
| 1 | 8 | 3,5925 | 0,00935414 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | * | 0,825 | 0,0312811 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ % por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 3,17 | 0,00935414 | X |
| 1 | 8 | 3,19 | 0,00935414 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 0,02 | 0,0312811 |

* indica una diferencia significativa.

- HUMEDAD (%)**

Pruebas de Múltiple Rangos para HUMEDAD % por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 0,0431705 | 0,378216 | X |
| 2 | 9 | 0,302307 | 0,320216 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,259136 | 1,16577 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para HUMEDAD % por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 0,0351705 | 0,378216 | X |
| 2 | 9 | 0,310307 | 0,320216 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,275136 | 1,16577 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para HUMEDAD % por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 0,0304205 | 0,378216 | X |
| 2 | 9 | 0,315057 | 0,320216 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,284636 | 1,16577 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para HUMEDAD % por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 0,0309205 | 0,378216 | X |
| 2 | 9 | 0,314557 | 0,320216 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,283636 | 1,16577 |

* indica una diferencia significativa.

- **SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1)**

Pruebas de Múltiple Rangos para SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1) por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 103,927 | 12,1998 | X |
| 1 | 7 | 113,298 | 14,4096 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 9,37 | 44,4145 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1) por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 105,53 | 12,1998 | X |
| 1 | 7 | 111,695 | 14,4096 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 6,165 | 44,4145 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1) por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 104,878 | 12,1998 | X |
| 1 | 7 | 112,348 | 14,4096 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 7,47 | 44,4145 |

Pruebas de Múltiple Rangos para SAPONIFICACIÓN (Gkoh.Kg-1) por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|

| | | | | |
|---|---|---------|---------|---|
| 2 | 9 | 103,162 | 12,1998 | X |
| 1 | 7 | 114,063 | 14,4096 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 10,9 | 44,4145 |

- **ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

Pruebas de Múltiple Rangos para INDICE DE REFRACCIÓN por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 1,41545 | 0,211739 | X |
| 2 | 9 | 1,58432 | 0,179269 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,168864 | 0,652644 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para INDICE DE REFRACCION por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 1,4117 | 0,211739 | X |
| 2 | 9 | 1,58807 | 0,179269 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,176364 | 0,652644 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para INDICE DE REFRACCIÓN por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 1,41045 | 0,211739 | X |
| 2 | 9 | 1,58932 | 0,179269 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,178864 | 0,652644 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para INDICE DE REFRACCIÓN por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 7 | 1,4367 | 0,211739 | X |
| 2 | 9 | 1,56307 | 0,179269 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | -0,126364 | 0,652644 |

* indica una diferencia significativa.

- **PUNTO DE FUSIÓN (°C)**

Pruebas de Múltiple Rangos para PUNTO DE FUSIÓN por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 141,413 | 15,7018 | X |
| 1 | 7 | 161,441 | 18,5458 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 20,0282 | 57,1637 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para PUNTO DE FUSIÓN por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 147,038 | 15,7018 | X |
| 1 | 7 | 155,816 | 18,5458 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 8,77818 | 57,1637 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para PUNTO DE FUSIÓN por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 144,288 | 15,7018 | X |
| 1 | 7 | 158,566 | 18,5458 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 14,2782 | 57,1637 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para PUNTO DE FUSIÓN por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 9 | 143,663 | 15,7018 | X |
| 1 | 7 | 159,191 | 18,5458 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 15,5282 | 57,1637 |

* indica una diferencia significativa.

- **RENDIMIENTO (%)**

Pruebas de Múltiple Rangos para RENDIMIENTO por FACTOR A

Método: 95,0 porcentaje LSD

| FACTOR A | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 33,0087 | 0,0584157 | X |
| 1 | 8 | 34,1175 | 0,0584157 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | * | 1,10875 | 0,195347 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para RENDIMIENTO por FACTOR B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR B | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 32,4975 | 0,0584157 | X |
| 1 | 8 | 34,6287 | 0,0584157 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | * | 2,13125 | 0,195347 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para RENDIMIENTO por FACTOR C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| FACTOR C | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 33,0763 | 0,0584157 | X |
| 1 | 8 | 34,05 | 0,0584157 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | * | 0,97375 | 0,195347 |

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para RENDIMIENTO por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| REPLICAS | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 2 | 8 | 33,54 | 0,0584157 | X |
| 1 | 8 | 33,5863 | 0,0584157 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 - 2 | | 0,04625 | 0,195347 |

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 8: NORMA INEN 38-1973 (Determinación de la Acidez)

| Norma Ecuatoriana | GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACION DE LA ACIDEZ | INEN 38 1973-08 |
|---|--|--------------------|
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la acidez o el índice de acidez en las grasas y aceites animales o vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 <i>Acidez</i>. Es, en una grasa o aceite, el contenido de ácidos grasos libres, expresado convencionalmente como gramos de ácido oleico, láurico o erúlcico por cada 100 g de sustancia.</p> <p>2.2 <i>Índice de acidez</i>. Es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 gramo de grasa o aceite.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 Se disuelve una cantidad determinada de grasa o aceite en una mezcla de alcohol etílico y éter dietílico, y se titulan los ácidos grasos libres con una solución de hidróxido de sodio o de potasio.</p> <p style="text-align: center;">4. INSTRUMENTAL</p> <p>4.1 <i>Matraces Erlenmeyer</i> de 250 cm³ y 500 cm³.</p> <p>4.2 <i>Buretas</i>, graduadas con divisiones de 0,1 cm³.</p> <p>4.3 <i>Balanza analítica</i>, sensible a 0,1 mg.</p> <p style="text-align: center;">5. REACTIVOS</p> <p>5.1 <i>Mezcla (1:1) de alcohol - éter</i>. Mezclar un volumen de éter dietílico con un volumen igual de alcohol etílico al 95 % (V/V).</p> <p>5.2 <i>Solución 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio</i>, debidamente estandarizada.</p> <p>5.3 <i>Solución 0,5 N de hidróxido de sodio o de potasio</i>, debidamente estandarizada.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Ave. Colón 1863 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5.4 *Solución indicadora de fenolftaleína.* Disolver 1 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 % (V/V).

5.5 *Solución indicadora de azul alcalino 6B.* Disolver 2 g de azul de alcalino 6B en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 % (V/V).

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, colocar el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C; mantenerlo allí hasta que la muestra alcance tal temperatura, y proceder de acuerdo con lo indicado en 6.1. Si luego de calentar y agitar, la muestra no presenta aspecto claro y sin sedimento, filtrarla dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar sedimento.

6.3 Si la muestra es sólida o semisólida, proceder de acuerdo con lo indicado en 6.2 pero calentándola (y filtrándola si es necesario) a una temperatura comprendida entre 40°C y 60°C (la suficiente para fundir la muestra completamente).

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

7.2 Transferir 300 cm³ de la mezcla (1:1) de alcohol - éter a un matraz Erlenmeyer; añadir 1 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína (o de azul alcalino 6B, si la muestra es de color oscuro) y agregar, agitando enérgicamente, solución 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta que aparezca un color rosado que persista durante aproximadamente 30 segundos (o hasta que haya cambio del color rojo al azul, si el indicador es azul alcalino 6B). Esta cantidad de muestra neutralizada es suficiente para realizar los dos ensayos de la determinación.

7.3 Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 cm³ pesar, con aproximación a 0,01 g, una cantidad de muestra preparada comprendida entre 5 g y 10 g si el producto es crudo, o entre 50 g y 60 g si el producto es refinado.

7.4 Agregar 100 cm³ (o más si la solución no queda perfectamente clara) de la mezcla (1:1) de alcohol - éter neutralizada de acuerdo con 7.2, y titular los ácidos grasos libres con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta alcanzar el punto final correspondiente al indicador (coloración rosada persistente durante aproximadamente 30 segundos si es fenolftaleína, o viraje del rojo al azul si es azul alcalino 6B). La solución debe agitarse enérgicamente durante la titulación. El volumen de solución 0,1 N empleado en la titulación debe ser menor de 20 cm³; en caso contrario debe usarse la solución 0,5 N de hidróxido de sodio o de potasio.

(Continúa)

8. CALCULOS

8.1 La acidez se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{M.V.N.}{10.m}$$

siendo:

- A = acidez del producto, en porcentaje de masa.
- M = masa molecular del ácido usado para expresar el resultado (ver 8.2).
- V = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleado en la titulación, en cm³.
- N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio o de potasio.
- m = masa de la muestra analizada, en g.

8.2 Las masas moleculares de los ácidos empleados para expresar los resultados (ver 10.1) son las siguientes:

| | |
|-----------------|-----|
| Acido láurico | 200 |
| Acido palmítico | 256 |
| Acido oleico | 282 |
| Acido erúico | 338 |

8.3 De ser necesario, el índice de acidez puede calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$i = \frac{56,1 V.N.}{m}$$

siendo:

- i = índice de acidez del producto, en mg/g.
- V = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleado en la titulación, en cm³.
- N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio o de potasio.
- m = masa de la muestra analizada, en g.

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 2 % de la media aritmética de los dos resultados; en caso contrario debe repetirse la determinación.

(Continúa)

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 De acuerdo con la naturaleza de la grasa o aceite analizado, la acidez debe expresarse como porcentaje de:

- a) ácido láurico, en las grasas de coco, palma real, palmiste y similares;
- b) ácido palmítico, en la grasa de palma africana;
- c) ácido erúrico, en los aceites de colza y ciertas crucíferas; o
- d) ácido oleico, en los demás casos.

10.2 Como resultado final debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación, aproximada a unidades enteras.

10.3 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido, debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.4 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

ANEXO 9: NORMA INEN 39-1973 (Determinación de la Pérdida por calentamiento)

| | | |
|---|---|----------------------------|
| CDU: 665.3 | INEN | AL 02.07-305 |
| Norma Técnica Ecuatoriana | GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACION DE LA PERDIDA POR CALENTAMIENTO | INEN 39 1973-08 |
| <p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer dos métodos para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles, por calentamiento a 103°C. (pérdida por calentamiento) en las grasas y aceites animales o vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se describen los métodos siguientes:</p> <p>a) método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento, y b) método de la estufa.</p> <p>2.2 El método del baño de arena o de la plancha de calentamiento es aplicable a todos los aceites y grasas vegetales o animales.</p> <p>2.3 El método de la estufa es aplicable únicamente a los aceites no secantes y a las grasas vegetales que tengan un índice de acidez menor de 4 (ver norma INEN 38). La grasa de coco, las grasas de palma y las grasas animales no deben, bajo ninguna circunstancia, analizarse mediante este método.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 Se calienta el producto a 103 °C hasta eliminar completamente la humedad y las materias volátiles.</p> <p style="text-align: center;">4. INSTRUMENTAL</p> <p>4.1 <i>Cápsula de porcelana o de vidrio</i>, con fondo plano, de 8 cm a 9 cm de diámetro y 3 cm aproximadamente de profundidad, (para el método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento).</p> <p>4.2 <i>Termómetro</i>, con escala de 80° a 120°C y longitud de aproximadamente 10 cm; provisto de bulbo reforzado de mercurio y cámara de expansión en su extremo superior, (para el método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Cañilla 17-01-3999 - Boquerón Moreno B9-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4.3 *Baño de arena, o plancha eléctrica de calentamiento* provista de placa de asbesto para evitar sobrecalentamiento y permitir el calentamiento uniforme, (para el método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento).

4.4 *Cristalizador de vidrio*, con diámetro de aproximadamente 5 cm, (para el método de la estufa).

4.5 *Estufa*, con regulador de temperatura, (para el método de la estufa).

4.6 *Desecador*, con sílica gel, alúmina activada u otro deshidratante adecuado, (para los dos métodos).

4.7 *Balanza analítica*, (para los dos métodos).

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

5.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, invertir varias veces el recipiente que la contiene, hasta que el sedimento se haya separado completamente de las paredes del recipiente y se haya distribuido uniformemente en la masa del aceite.

5.3 Si la muestra es sólida o semisólida, calentarla en la estufa a una temperatura comprendida entre 40° y 60 °C (la suficiente para fundir la muestra completamente) y, si presenta aspecto completamente claro, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.1; en caso contrario, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.2.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento.

6.1.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.1.2 Sobre la cápsula de porcelana previamente tarada y conteniendo el termómetro, pesar, con aproximación a 0,01 g, 20 g de muestra preparada.

6.1.3 Calentar la cápsula, junto con su contenido, en el baño de arena o en la plancha eléctrica de calentamiento, permitiendo que la temperatura se eleve hasta 90°C a razón de aproximadamente 10°C por cada minuto. Durante este proceso la muestra debe agitarse constante y cuidadosamente con la ayuda del termómetro.

(Continúa)

6.1.4 Reducir el grado de calentamiento, observando, como referencia, la velocidad de formación de burbujas en el fondo de la cápsula. La temperatura no debe pasar de 105°C. Continuar la agitación, frotando el fondo de la cápsula hasta que la formación de burbujas se haya detenido.

6.1.5 Para asegurar la eliminación completa de la humedad, repetir el calentamiento a $100 \pm 2^\circ\text{C}$ varias veces, enfriando hasta 95°C entre cada período de calentamiento. A continuación, enfriar la cápsula y su contenido (incluyendo el termómetro) hasta temperatura ambiente en el desecador y pesarlos.

6.1.6 Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento en el desecador y pesaje, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,002 g.

6.1.7 Cuando la muestra corresponde a una grasa animal, puede ocurrir que su masa aumente luego de repetidos calentamientos debido a fenómenos de autoxidación, en cuyo caso debe usarse el resultado de la pesada inmediatamente anterior a la primera pesada que presente el aumento de masa.

6.2 Método de la estufa

6.2.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2.2 Sobre el cristizador previamente tarado, pesar, con aproximación a 0,01 g, aproximadamente 5 g de muestra preparada.

6.2.3 Colocar el cristizador, junto con su contenido, durante 1 hora en la estufa calentada a $103^\circ \pm 2^\circ\text{C}$. A continuación, enfriarlos hasta temperatura ambiente en el desecador y pesarlos.

6.2.4 Repetir las operaciones indicadas en 6.2.3 pero reduciendo el período de calentamiento a 30 min, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,002 g.

7. CALCULOS

7.1 La pérdida por calentamiento se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100$$

(Continúa)

siendo:

p = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m = masa de la cápsula con el termómetro, o masa del cristizador, en g

m_1 = masa de la cápsula con el termómetro y la muestra, o masa del cristizador con la muestra, antes del calentamiento, en g.

m_2 = masa de la cápsula con el termómetro y la muestra, o masa del cristizador con la muestra, después del calentamiento, en g.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,05 %; en caso contrario debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación, aproximada a centésimas.

9.2 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

ANEXO 10: NORMA INEN 40-1973 (Determinación del Índice de Saponificación)

| | | |
|---|--|----------------------------|
| CDU: 665.3 | INEN | AL 02.07-906 |
| Norma Técnica Ecuatoriana | GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACION DEL INDICE DE SAPONIFICACION | INEN 40 1973-08 |
| 1. OBJETO | | |
| 1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de saponificación en las grasas y aceites vegetales o animales. | | |
| 2. TERMINOLOGIA | | |
| 2.1 <i>Índice de saponificación</i> : Es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar 1 gramo de grasa o aceite. | | |
| 3. RESUMEN | | |
| 3.1 Se saponifica una cantidad determinada de muestra con un exceso de solución etanólica de hidróxido de potasio, y se titula el exceso con solución 0,5N de ácido clorhídrico o sulfúrico. | | |
| 4. INSTRUMENTAL | | |
| 4.1 <i>Matraces Erlenmeyer de 250 ó 300 cm³</i> de vidrio, provistos de refrigerante de reflujo con unión esmerilada y longitud mayor de 110 cm. | | |
| 4.2 <i>Buretas de 25 cm³</i> , graduadas con divisiones de 0,1 cm ³ . | | |
| 4.3 <i>Pipetas volumétricas de 25 cm³</i> . | | |
| 4.4 <i>Baño María</i> , o plancha eléctrica de calentamiento con placa de asbesto y regulador de temperatura. | | |
| 4.5 <i>Balanza analítica</i> . | | |
| 5. REACTIVOS | | |
| 5.1 <i>Solución 0,5N de ácido clorhídrico o sulfúrico</i> , debidamente estandarizada. | | |
| 5.2 <i>Solución etanólica de hidróxido de potasio</i> . Colocar 5 a 10 g de hidróxido de potasio (KOH) en un frasco de 2 litros de capacidad, agregar 5 a 6 g de granallas de zinc o aluminio | | |
| <i>(Continúa)</i> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3600 - Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

y 1,2 a 1,5 litros de alcohol etílico al 95 % (V/V), y hervir la mezcla en baño María bajo condensador de reflujo, durante 30 a 60 min. Destilar el alcohol rechazando los primeros 50 cm³, y disolver 40 g de hidróxido de potasio en 1 litro de alcohol etílico destilado. Esta solución debe usarse mientras permanezca limpia e incolora.

5.3 Solución indicadora de fenoftaleína. Disolver 1 g de fenoftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 % (V/V).

5.4 Solución indicadora de azul alcalino 6B. Disolver 2 g de azul alcalino 6B en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 % (V/V).

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, colocar el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C; mantenerlo allí hasta que la muestra alcance tal temperatura, y proceder de acuerdo con lo indicado en 6.1. Si luego de calentar y agitar, la muestra no presenta aspecto claro y sin sedimento, filtrar dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento.

6.3 Si la muestra es sólida o semisólida, proceder de acuerdo con lo indicado en 6.2, pero calentándola (y filtrándola si es necesario) a una temperatura comprendida entre 40°C y 60°C (la suficiente para fundir la muestra completamente).

6.4 A continuación, desecar la muestra tratada de acuerdo con 6.1, 6.2 ó 6.3, añadiendo sulfato de sodio anhidro en la proporción de 1 g a 2 g por cada 10 g de aceite o grasa. Calentar la mezcla en la estufa a 50°C agitar enérgicamente y filtrarla dentro de la misma estufa.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada (Ver 7.5).

7.2 Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 cm³ ó 300 cm³ pesar, con aproximación a mg, una cantidad de muestra preparada comprendida entre 2 g y 3 g (que consuma aproximadamente el 50 % del total de álcali que se agregue, ver 7.3).

7.3 Usando una pipeta volumétrica agregar 25 cm³ de la solución etanólica de hidróxido de potasio. Conectar al matraz el refrigerante de reflujo y hervir la mezcla en baño María durante 60 min para conseguir completa saponificación de la muestra.

7.4 Añadir 1 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína (o de azul alcalino 6B si la muestra es de color obscuro) y titular, en caliente, el exceso de hidróxido de potasio con la solución 0,5 N de ácido clorhídrico o sulfúrico hasta que desaparezca la coloración rosada (o se observe cambio del color rojo al azul, si se usa azul alcalino 6B).

7.5 Simultáneamente, y para cada determinación, debe realizarse un ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 7.3.

8. CALCULOS

8.1 El índice de saponificación se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$i = \frac{56,1(V_1 - V_2)N}{m}$$

siendo:

i = índice de saponificación del producto, en mg/g.

V_2 = volumen de solución de ácido clorhídrico o sulfúrico empleado en la titulación de la muestra, en cm³.

V_1 = volumen de solución de ácido clorhídrico o sulfúrico empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm³.

N = normalización de la solución de ácido clorhídrico o sulfúrico.

m = masa de la muestra analizada, en g.

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,5 % de la media aritmética de los dos resultados; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

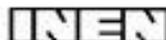
10.1 Como resultado final debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación, aproximada a unidades enteras.

10.2 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 11: NORMA INEN 42-1973 (Determinación del Índice de Refracción)

CDU: 684.31.543.45
ICS: 67.200.10



CILU: 8115
AL 02.07-308

| Norma Técnica Ecuatoriana | GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN | NTE INEN 42 1973-08 |
|--|--|------------------------|
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de refracción en las grasas y aceites vegetales y animales.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGÍA</p> <p>2.1 <i>Índice de refracción.</i> Es la relación entre la velocidad de una luz monocromática en el aire y su velocidad en la sustancia considerada, y es la relación entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción, cuando la luz pasa del aire a la sustancia.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 Usando un refractómetro se mide el índice de refracción de la muestra.</p> <p style="text-align: center;">4. INSTRUMENTAL</p> <p>4.1 <i>Refractómetro de Abbe,</i> o butiro-refractómetro de Zeiss. Provisto con sistema regulador de temperatura (baño de agua) y debidamente calibrado.</p> <p style="text-align: center;">5. PREPARACION DE LA MUESTRA</p> <p>5.1 Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.</p> <p>5.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, colocar el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C; mantenerlo allí hasta que la muestra alcance tal temperatura y proceder de acuerdo con lo indicado en 5.1. Si luego de calentar y agitar, la muestra no presenta aspecto claro y sin sedimento, filtrarla dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento.</p> <p>5.3 Si la muestra es sólida o semisólida, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.2, pero calentándola (y filtrándola si es necesario) a una temperatura comprendida entre 40° y 60°C (la suficiente para fundir la muestra completamente).</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Aceites y grasas comestibles, ensayo, índice de refracción</p> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Cañilla 17-01-3600 - Baquero Moreno BB-28 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5.4 A continuación, desecar la muestra tratada de acuerdo con 5.1, 5.2 ó 5.3, añadiendo sulfato de sodio anhidro en la proporción de 1 g a 2 g por cada 10 g de aceite o grasa. Calentar la mezcla en la estufa a 50°C, agitarla enérgicamente y filtrarla dentro de la misma estufa.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe efectuarse por triplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Ajustar la temperatura del refractómetro a 25°C ó 40°C, según el caso, y verificar la completa limpieza y sequedad de los prismas, (ver 7.2).

6.3 Colocar unas 2 ó 3 gotas de muestra preparada (llevada aproximadamente a 25°C ó 40°C) sobre el prisma inferior. Cerrar los prismas y ajustarlos firmemente mediante el tornillo correspondiente. Dejar el sistema en reposo durante unos pocos minutos para que la muestra adquiera la temperatura del instrumento; ajustar el instrumento y la luz para obtener la lectura más clara posible, y determinar el índice de refracción.

7. CALCULOS

7.1 La equivalencia entre el índice de refracción (escala Abbe) y la medida indicada por la escala del butiro-refractómetro de Zeiss (escala Zeiss) se indica en anexo A.

7.2 Si la determinación ha sido realizada a una temperatura diferente de 25°C ó 40°C, el resultado debe corregirse mediante la ecuación siguiente:

$$R = R' + K(t' - t)$$

Siendo:

R = índice de refracción a t °C

R' = índice de refracción a t' °C

t = temperatura de referencia (25°C ó 40°C)

t' = temperatura a la cual se realizó la determinación, en °C

K = 0,000 365 para grasas, y 0,000 385 para aceites.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados extremos de la determinación efectuada por triplicado no debe exceder de 0,0001; en caso contrario, debe repetirse la determinación

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final debe reportarse la media aritmética, aproximada a 0,0001, de los tres resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 12: NORMA INEN 474-1980 (Determinación del Punto de Fusión)

| CDU: 665.620 | INEN | AL 02.07-313 |
|---|---|---------------------|
| Norma Técnica Ecuatoriana | GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACION DEL PUNTO DE FUSION | INEN 474 1980-09 |
| <p>1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta Norma establece los métodos para determinar el punto de fusión en las grasas y aceites vegetales o animales.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se describen el método para determinar el punto de fusión en capilar abierto y el método para determinar el punto de fusión en capilar cerrado.</p> <p>3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Punto de fusión. En una grasa o aceite, es la temperatura mínima a la cual una muestra de grasa o aceite previamente solidificada dentro de un tubo capilar se vuelve líquida y transparente en el capilar cerrado, y se desliza en el tubo capilar abierto.</p> <p>4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 El método del capilar cerrado es aplicable a todas las grasas vegetales y animales normales.</p> <p>4.2 El método del capilar abierto es aplicable a grasas y aceites con un punto de fusión superior a 10° C, tales como: aceite de coco, estearina, grasa hidrogenada y sebo fuerte. Es menos satisfactorio para manteca de cerdo, sebo blanco y grasas animales. Es insatisfactorio para compuestos de manteca de cerdo y mezclas de grasas fuertes y blandas o emulsiones.</p> <p>5. METODO DEL CAPILAR CERRADO</p> <p>5.1 Resumen.</p> <p>5.1.1 Fundir la muestra, filtrarla para eliminar restos de humedad y sumergir en ella tres o más tubos capilares, de modo que la grasa penetre en ellos hasta una altura de 10 mm aproximadamente. Cerrar el extremo inferior del tubo, solidificar el contenido de los tubos. Luego colocarlos en un baño de calentamiento regulado y anotar la temperatura a la cual la columna de grasa en cada tubo se vuelve líquida y transparente.</p> <p>5.2 Instrumental.</p> <p>5.2.1 Tubos capilares de diámetro interior igual a $1,1 \pm 0,1$ mm y de diámetro exterior 2 mm como máximo, con una longitud entre 50 y 80 mm.</p> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 17 41-3699 - Baquerizo Moreno ES-28 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5.2.2 Termómetro de mercurio con subdivisiones de 0,2°C, debidamente calibrado.

5.2.3 Vaso de precipitación de 100 cm³.

5.2.4 Calentador de temperatura regulable.

5.2.5 Recipiente con tapa hermética.

5.2.6 Refrigerador.

5.3 Preparación de la muestra.

5.3.1 Si la muestra es líquida y presenta un aspecto claro y sin sedimento, se la homogeniza invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

5.3.2 Si la muestra es líquida y presenta un aspecto turbio o con sedimento, se coloca el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C, se la mantiene allí hasta que la muestra alcance tal temperatura y se procede de acuerdo con lo indicado en el numeral 5.3.1. Si luego de calentar y agitar la muestra no presenta un aspecto claro y sin sedimento, se la filtra dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento.

5.3.3 Si la muestra es sólida o semisólida, se procede de acuerdo con lo indicado en el numeral 5.3.2, pero calentándola (y filtrándola, si es necesario) a una temperatura que se encuentre comprendida entre 10 y 20°C por encima del punto de fusión de la muestra.

5.4 Procedimiento.

5.4.1 La determinación debe efectuarse por triplicado sobre la misma muestra preparada.

5.4.2 Fundir la muestra y filtrarla para eliminar restos de impurezas y alguna humedad; la muestra debe estar completamente seca.

5.4.3 Sumergir verticalmente por lo menos tres tubos capilares limpios en la muestra completamente líquida, de modo que la materia grasa penetre hasta una altura de 10 mm, aproximadamente.

5.4.4 Se retiran los tubos con la grasa y luego de cerrado el extremo inferior del tubo, valiéndose de la llama de un mechero, colocar sobre un trozo de hielo o dentro de un enfriador, donde se los mantiene hasta que la muestra se haya solidificado. Colocar los tubos con la muestra en el recipiente con tapa y dejarlos en el refrigerador durante 16 h por lo menos, a una temperatura entre 4°C y 10°C.

5.4.5 Sacar los tubos capilares (que contienen la muestra) y fijarlos al termómetro mediante un elástico u otro medio conveniente, de tal forma que los extremos de los tubos y su contenido queden a la altura del bulbo del termómetro.

5.4.6 Previamente preparar el vaso de precipitación con 80 cm³ de agua libre de aire (o con una mezcla de agua/etilenglicol) a una temperatura de 10°C por debajo del probable punto de fusión del cuerpo graso; sumergir los tubos a una profundidad tal, de modo que el extremo inferior de los tubos quede 4,5 ± 0,5 cm bajo el nivel del agua.

5.4.7 Calentar el agua contenida en el vaso de precipitación, regular inicialmente el calentamiento, de tal manera que la temperatura del baño aumente a razón de 1°C por minuto. Este incremento de temperatura se regula luego a razón de 0,5°C por minuto, a medida que se acerque el probable punto de fusión. Durante el calentamiento debe agitarse el agua del baño mediante un procedimiento mecánico adecuado.

5.4.8 Continuar el calentamiento y anotar la temperatura a la cual la columna de cuerpo graso se vuelve líquida y transparente en cada tubo capilar. El punto de fusión de la grasa es el promedio de las lecturas termométricas registradas. Estas no deben diferir entre sí más de 0,3°C.

6. MÉTODO DEL CAPILAR ABIERTO

6.1 Resumen.

6.1.1 Fundir la muestra, filtrarla para eliminar restos de humedad y sumergir en ella tres o más tubos capilares, de modo que la grasa penetre en ellos hasta una altura de 10 mm, aproximadamente. Ponerlos en contacto con hielo hasta que la grasa se solidifique. Luego colocarlos en el baño de calentamiento regulado y anotar la temperatura de desizamiento de la columna de grasa en cada tubo.

6.2 Instrumental.

6.2.1 Como se anota en el numeral 5.2 de esta norma.

6.3 Preparación de la muestra.

6.3.1 Como se anota en el numeral 5.3 de esta norma.

6.4 Procedimiento.

6.4.1 La determinación debe efectuarse por triplicado sobre la misma muestra preparada.

6.4.2 Fundir la muestra y filtrarla para eliminar restos de impurezas y alguna humedad; la muestra debe estar completamente seca.

6.4.3 Sumergir verticalmente por lo menos tres tubos capilares limpios en la muestra completamente líquida, de modo que la materia grasa penetre hasta una altura de 10 mm, aproximadamente.

6.4.4 Retirar los tubos con la grasa y colocarlos inmediatamente en contacto con un trozo de hielo hasta que la grasa se solidifique. Colocar los tubos y su contenido en el refrigerador durante 16 h por lo menos, a una temperatura entre $4^{\circ} \pm 10^{\circ}$ C.

6.4.5 Sacar los tubos capilares y su contenido y fijarlos a un termómetro con elástico u otro medio conveniente, de tal forma que los extremos de los tubos queden a la altura del bulbo del termómetro.

6.4.6 Previamente preparar el vaso de precipitación con 80 cm³ de agua libre de aire y a una temperatura de 10°C, por debajo del probable punto de fusión del cuerpo graso. Sumergir verticalmente los tubos a una profundidad tal de modo que el extremo inferior de los tubos quede $4,5 \pm 0,5$ cm bajo el nivel del agua.

6.4.7 Calentar el agua contenida en el vaso de precipitación, regular inicialmente el calentamiento, de tal manera que la temperatura del baño aumente a razón de 1°C por minuto. Este incremento de temperatura se regula luego a razón de 0,5°C por minuto, a medida que se acerque al probable punto de fusión. Durante el calentamiento debe agitarse el agua del baño mediante un procedimiento mecánico adecuado.

6.4.8 Continuar el calentamiento y anotar la temperatura a la cual se desliza la columna del cuerpo graso en cada tubo capilar.

6.4.9 El punto de fusión de la grasa es el promedio de las lecturas termométricas registradas y éstas no deben diferir entre sí más de 0,5° C.

7. ERRORES DE MÉTODO

7.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por triplicado no debe exceder de 0,3°C – 0,5°C para cada método, respectivamente; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética aproximada a 0,1 °C de las tres lecturas de la determinación.

8.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

8.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 13: Certificado del Urkund



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Página web: www.uteq.edu.ec

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

Quevedo 11 de mayo del 2015

CERTIFICACIÓN

PROF. DR. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, DOCENTE INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CERTIFICA:

En calidad de Director de la tesis de grado **“EVALUACIÓN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE *Cucúrbita ficifolia* (Sambo) PARA USO COMESTIBLE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN”**. Previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial de la autoría de la Señorita: JERUSHA PAMELA PETTAO CEDEÑO, informo que este trabajo de investigación luego de ingresado al sistema anti plagio URKUND, reporto el porcentaje del 0%, para lo cual adjunto a continuación el reporte respectivo.

URKUND

Dokument [TESIS JERUSHA PETTAO CEDEÑO.docx](#) (D14267616)
Inskickat 2015-05-08 18:25 (05:00)
Inskickad av Sungey Sanchez Llaguno (sungeysanchez@uteq.edu.ec)
Mottagare sungeysanchez.uteq@analysis.urkund.com
Meddelande [TESIS JERUSHA PETTAO CEDEÑO Visa hela meddelandet](#)

av det här c:a 23 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 0 st källor.