



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**TEMA:**

---

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE  
EXTRACCIÓN DE ACEITE DE UNGURAHUA  
(*Oenocarpus bataua*) EN FUNCIÓN DEL  
RENDIMIENTO”**

---

Trabajo de Graduación Modalidad de Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Autora:** Gabriela Elizabeth Pilco Saca

**Tutor:** Ing. Lenin Garcés

Ambato – Ecuador

2015

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS**

Ing. Lenin Garcés

**En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE *EXTRACCIÓN DE ACEITE DE UNGURAHUA* (*Oenocarpus bataua*) *EN FUNCIÓN DEL RENDIMIENTO*”, desarrollado por la egresada Srta. Gabriela Elizabeth Pilco Saca; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y la graduada posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.**

Ambato, enero del 2015

---

Ing. Lenin Garcés

TUTOR

## DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Gabriela Elizabeth Pilco Saca

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación denominado:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE UNGURAHUA (*Oenocarpus bataua*) EN FUNCIÓN DEL RENDIMIENTO”**, así como los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Gabriela Elizabeth Pilco Saca e Ing. Lenin Garcés, Tutor del Proyecto de Investigación.

Ambato, enero del 2015

---

Gabriela Elizabeth Pilco Saca

AUTORA

---

Ing. Lenin Garcés

TUTOR TEMI

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal de grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, enero del 2015

**Para constancia firman**

.....

**Dr. Milton Ramos, Ms.**

.....

**Ing. Aracely Pilamala**

.....

**Ing. Diego Salazar**

## **DEDICATORIA**

*A DIOS por darme la vida y la sabiduría para cumplir un sueño más en mi vida.*

*A mi madre LAURA, quien fue el ejemplo más valioso en mi vida, siendo una madre muy responsable y la inspiración de seguir caminando por nuevos senderos, que con su amor, enseñanza y apoyo incondicional me ayudo a culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis hermanas Norma y Marcia, a mi sobrina Cristina y A mi cuñado Ángel, por ser mi alegría, mi apoyo en esos momentos difíciles y sus valiosos consejos para alcanzar esta meta.*

*Aquella persona que me brindo su amor y apoyo incondicional, poniendo siempre su confianza en mí y dándome consejos muy valiosos RAFAEL.*

**GABY**

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento sincero a Dios por darme la vida y la fuerza necesaria.*

*A mi madre, hermanas, cuñado, sobrina y Rafael por estar siempre a mi lado, confiar en mí y darme su apoyo en todo momento.*

*A la Universidad Técnica de Ambato en Exclusiva a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, a todos mis maestros que compartieron su enseñanza y formaron mi carrera, en especial al Ingeniero Lenin Garcés, Tutor de la Tesis y un gran amigo que con su ayuda y consejos me permitieron culminar mis estudios.*

*A mis compañeros y amigos con los que compartí alegrías y tristezas y quienes hicieron de cada día de clases algo inolvidable.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### PAGINAS PRELIMINARES

Portada.....	i
Aprobación del tutor de tesis.....	ii
Autoría de la tesis .....	iii
Aprobación del tribunal de grado .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de Gráficos.....	xiii
Resumen.....	xv

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

1.1. Tema .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	1
1.2.1 Contextualización .....	2
1.2.1.2 contextualización macro.....	2
1.2.1.2 Contextualización meso.....	3
1.2.1.3. Contextualización micro.....	4
1.2.2. Análisis crítico.....	5
1.2.3. Prognosis.....	6
1.2.4. Formulación del problema.....	6
1.2.5. Interrogantes.....	7
1.2.6. Delimitación del objetivo de investigación.....	7
1.3. Justificación.....	7

1.4.	Objetivos.....	8
1.4.1.	General.....	8
1.4.2.	Específicos .....	8

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes investigativos .....	9
2.2.	Fundamentación filosófica .....	10
2.3.	Fundamentación legal .....	11
2.4.	Categorías fundamentales.....	12
2.4.1	Marco conceptual de la variable independiente.....	12
2.4.1	Marco conceptual de la variable dependiente.....	19
2.5.	Hipótesis.....	22
2.5.1	Hipótesis nula .....	22
2.5.2	Hipótesis alternativa .....	23
2.6.	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	23

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1.	Enfoque .....	24
3.2.	Modalidad básica de la investigación .....	24
3.3.	Nivel o tipo de investigación .....	24
3.4.	Población y muestra .....	25
3.5.	Diseño Experimental.....	25
3.6.	Metodología de la investigación.....	27
3.7.	Operacionalización de variables.....	35
3.8.	Recolección de información.....	37
3.9.	Plan de procesamiento de la información.....	37



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

4.1.	Análisis de los resultados .....	38
4.1.1.	Análisis físico – químico del fruto de ungurahua .....	38
4.1.2.	Análisis del porcentaje de humedad.....	41
4.1.3	Energía bruta presente en el fruto de ungurahua.....	42
4.1.4.	Análisis del rendimiento de la extracción del aceite de ungurahua. .	42
4.1.5.	Análisis del índice de peróxidos, índice de acidez, índice de refracción del aceite de ungurahua .....	45
4.1.6.	Análisis de la diferencia de las características físico - químicas y los atributos sensoriales entre el aceite de ungurahua sin refinar , oliva extra virgen y ungurahua refinado. ....	46
4.1.7	Análisis del perfil de ácidos grasos del aceite de Ungurahua.....	48
4.1.8.	Análisis del costo de producción.....	50
4.1.9.	Análisis de la evaluación sensorial de los aceites de ungurahua refinado, ungurahua sin refinar y oliva virgen .....	52
4.1.9.1	Análisis del Olor.....	52
4.1.9.2.	Análisis del Color.....	53
4.1.9.3.	Análisis del Sabor.....	53
4.1.9.4.	Análisis de la astringencia.....	54
4.1.9.5.	Análisis de rancidez.....	55
4.1.10.	Análisis del tiempo de vida útil.....	56
4.2.	Verificación de hipótesis .....	65

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	66
5.2	Recomendaciones.....	67

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

6.1.	Datos informativos .....	68
6.2.	Antecedentes investigativos .....	68
6.3.	Justificación .....	70
6.4.	Objetivos.....	71
6.4.1.	Objetivo General .....	71
6.4.2.	Objetivos Específicos.....	71
6.5.	Análisis de factibilidad .....	71
6.6.	Fundamentación .....	72
6.7.	Metodología.....	73
6.8.	Administración .....	74
6.9.	Previsión de la evaluación .....	76

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

7.1.	Bibliografía.....	77
------	-------------------	----

## ANEXOS

### ANEXO A

<b>Tabla 1</b>	Perfil de ácidos grasos del aceite de majo y su comparación con los perfiles de aceite de oliva, maíz, y soya.....	15
<b>Tabla 2</b>	Factores y niveles del diseño experimental.....	26
<b>Tabla 3</b>	Descripción de tratamientos en el diseño experimental.....	26
<b>Tabla 4</b>	Variable independiente.....	35

<b>Tabla 5</b>	Variable dependiente .....	34
<b>Tabla 6</b>	Tamaño de las semillas de ungurahua frescas y secas.....	38
<b>Tabla 7</b>	Características físicas del fruto de ungurahua.....	39
<b>Tabla 8</b>	Características químicas del fruto de ungurahua.....	40
<b>Tabla 9</b>	Perdida de humedad del fruto de ungurahua secado a 50 °C.....	41
<b>Tabla 10</b>	Porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite de ungurahua.....	42
<b>Tabla 11</b>	Tabla de análisis de varianza para el porcentaje de extracción del aceite de ungurahua.....	43
<b>Tabla 12</b>	Análisis de la diferencia de las características físico – químicas y sensoriales de los aceites de ungurahua sin refinar, aceite refinado y aceite de oliva extra virgen.....	46
<b>Tabla 13</b>	Perfil de ácidos grasos del aceite de ungurahua refinado y aceite de oliva extra virgen.....	49
<b>Tabla 14</b>	Costos de la materia prima para la extracción del aceite.....	50
<b>Tabla 15</b>	Costos de equipos y maquinaria para la extracción y refinación.....	50
<b>Tabla 16</b>	Costo de los servicios y mano de obra.....	51
<b>Tabla 17</b>	Utilidades ganadas por litro de aceite.....	51
<b>Tabla 18</b>	Variación de índice de peróxidos del aceite de ungurahua sin refinar.....	57
<b>Tabla 19</b>	Cálculo del Ln y log del índice de refracción del aceite de Ungurahua sin refinar.....	58
<b>Tabla 20</b>	Variación de índice de peróxidos del aceite de ungurahua refinado .....	62
<b>Tabla 21</b>	Cálculo del Ln y log del índice de refracción del aceite de ungurahua Refinado .....	62
<b>Tabla 22</b>	Administración de la propuesta.....	75
<b>Tabla 23</b>	Previsión de la evaluación de la propuesta.....	76

## **DATOS DE EXTRACCIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ACEITE DE UNGURAHUA**

<b>Tabla A 1</b>	Contenido de grasa en el fruto de ungurahua.....	86
<b>Tabla A 2</b>	índice de peróxidos del aceite sin refinar.....	87
<b>Tabla A 3</b>	índice de Acidez del aceite sin refinar.....	88
<b>Tabla A 4</b>	índice de refracción del aceite sin refinar.....	89
<b>Tabla A 5</b>	Valores del Análisis sensorial del aceite de ungurahua sin refinar, refinado y aceite de oliva(R1).....	90
<b>Tabla A 6</b>	Valores del Análisis sensorial del aceite de ungurahua sin refinar, refinado y aceite de oliva(R2).....	91
<b>Tabla A 7</b>	Valores del Análisis sensorial del aceite de ungurahua sin refinar, refinado y aceite de oliva (promedio).....	92

## **ANEXO B**

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS, TABLAS DE ANOVA Y PRUEBAS DE TUKEY**

<b>Tabla B1</b>	Prueba de Tukey para las partes del fruto de ungurahua en la extracción aceite de ungurahua.....	94
<b>Tabla B2</b>	Prueba de Tukey para la temperatura de extracción.....	94
<b>Tabla B3</b>	Prueba de Tukey para la relación solvente: fruto.....	94
<b>Tabla B4</b>	Orden de los diferentes tratamientos.....	95
<b>Tabla B5</b>	Análisis de varianza en las características organolépticas de olor del aceite.....	95
<b>Tabla B6</b>	Prueba de Tukey en el olor de los diferentes aceites.....	96
<b>Tabla B7</b>	Análisis de varianza en las características organolépticas de color en aceites.....	96

<b>Tabla B8</b>	Prueba de Tukey del color de los diferentes aceites.....	96
<b>Tabla B9</b>	Análisis de varianza en las características organolépticas de sabor en aceites.....	97
<b>Tabla B10</b>	Prueba de Tukey del sabor de los tratamientos.....	97
<b>Tabla B11</b>	Análisis de varianza en las características organolépticas de rancidez en aceites.....	97
<b>Tabla B12</b>	Análisis de varianza en las características organolépticas de astringencia en aceites.....	98
<b>Tabla B13</b>	Prueba de Tukey en astringencia de los los tratamienos.....	98

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1</b>	Árbol de problemas.....	5
<b>Grafico 2</b>	Organizador lógico de variables.....	12
<b>Grafico 3</b>	Curva de secado de unguurahua a 50°C.....	41
<b>Grafico 4</b>	Porcentaje de aceite extraído.....	44
<b>Grafico 5</b>	Atributos sensoriales de los aceites.....	48
<b>Grafico 6</b>	Análisis sensorial para el olor.....	52
<b>Grafico 7</b>	Análisis sensorial para el color.....	53
<b>Grafico 8</b>	Análisis sensorial para el sabor.....	54
<b>Grafico 9</b>	Análisis sensorial de astringencia.....	55
<b>Grafico 10</b>	Análisis de rancidez.....	55
<b>Grafico 11</b>	Cambios en el índice de peróxidos del aceite de unguurahua sin refinar en el almacenamiento.....	56
<b>Grafico 12</b>	Cambios en el índice de peróxidos del aceite de unguurahua refinado en el almacenamiento.....	58
<b>Gráfico 13</b>	Cálculo de Orden de Reacción “n” en índice de Peróxidos del aceite de unguurahua sin refinar .....	60
<b>Gráfico 14</b>	Cálculo de Tiempo de Vida Útil en aceite de unguurahua sin Refinar .....	60
<b>Gráfico 15</b>	Cálculo de Orden de Reacción “n” en índice de Peróxidos	

	del aceite de unguurahua refinado.....	63
<b>Gráfico 16</b>	Cálculo de Tiempo de Vida Útil en aceite de unguurahua Refinado.....	64

## ANEXO C

### HOJA DE CATACIÓN

	Ficha de catación para aceite.....	100
--	------------------------------------	-----

### ÍNDICE DE FOTOS

<b>Figura 1</b>	Fruto de unguurahua.....	20
-----------------	--------------------------	----

## ANEXO D

### IMÁGENES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN, REFINACIÓN Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL

	Foto 1. Plantas y frutos de unguurahua en la Ciudad de Puyo.....	102
	Foto 2. Diagrama del proceso de extracción .....	103
	Foto 3. Diagrama de proceso de refinación.....	104
	Foto 4. Vida útil del aceite de unguurahua.....	105
	Foto 5. Imágenes de la evaluación sensorial de los aceites de oliva, soya y unguurahua.....	106
	Foto 6. Certificado de haber obtenido el Primer Lugar en las Jornadas Científicas Estudiantiles de la UTA.....	107

## RESUMEN

La industria aceitera del Ecuador se basa exclusivamente en dos tipos de oleaginosas, como son la palma africana y la soya. Sin embargo, con el fin de ofertar otro tipo de aceites el país importa anualmente alrededor de 120.000 toneladas de aceite de oliva, aceite de canola, aceite de girasol, tanto para la industria aceitera nacional; así como, para el mercado gourmet.

El presente proyecto tuvo como objetivo optimizar el proceso de extracción de aceite de unguahua (*Oenocarpus bataua* o petowe en el idioma Huaorani, es una especie que se encuentra en el oriente ecuatoriano, Provincia de Pastaza, Ciudad de Puyo, Comunidad de Canelos, donde fueron recolectados para la extracción del aceite mediante la utilización del solvente hexano. Los campesinos del lugar utilizan su tallo, hojas, flores y principalmente los frutos, de los cuales se extrae el aceite.

Los frutos de unguahua tienen un peso promedio de 12,01 g y su diámetro de 2.91 cm. La humedad del fruto está alrededor del 44.03 %. El fruto entero de unguahua contiene 6.28 % de aceite en base seca.

El rendimiento de aceite del fruto de unguahua extraído fue de 90.5433%. El mejor tratamiento fue a0b1c2 (Fruto entero, 50 °C, relación solvente: unguahua de 8:1). En el aceite de unguahua comparado en forma sensorial con el aceite de oliva extra virgen se observa que no existe diferencia significativa en las características de sabor, astringencia y rancidez, pero si existe diferencia significativa en olor y en color.

El aceite de unguahua presenta una cantidad de 79,03% de ácido oleico, con respecto al ácido palmítico posee 11,74%, los ácidos grasos tiene 2,04 % de linoleico y 1,62 % de linolenico y los ácidos grasos saturados e insaturados 0,18 %

**Palabras claves:** Ácidos grasos saturado, Ácidos grasos insaturados, Ácido oleico, Omega-3, Omega-6, Omega-9.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Tema

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE UNGURAHUA (*Oenocarpus bataua*) EN FUNCIÓN DEL RENDIMIENTO”**

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los usos de los aceites están determinados por su composición en ácidos grasos. El componente principal de los aceites son las moléculas triacilglicerol, que normalmente constituyen más de 95% del aceite. Para hacer el triacilglicerol se unen tres ácidos grasos a una molécula de glicerol. Si estos ácidos grasos son principalmente ácidos grasos, el producto se llama grasa y es sólido a temperatura ambiente. Por otro lado, si los ácidos grasos son principalmente insaturados entonces se llama aceite y es líquido a temperatura ambiente. ( Martínez E., y otros, 2006)

Los aceites obtenidos a partir de semillas cultivadas en clima templado (girasol, soja, colza, entre otros.) tienen principalmente ácidos grasos insaturados, como ácidos linoleico y oleico, por lo tanto son líquidos y se usan principalmente para cocinar, aderezar ensaladas, entre otros. Las grasas se obtienen a partir de animales (margarina, manteca, entre otros), de algunos árboles tropicales (coco, palma) o de aceites vegetales líquidos modificados químicamente (hidrogenación y transesterificación). Tienen principalmente ácidos grasos saturados (ácidos palmítico o esteárico) o modificados químicamente (ácidos grasos trans) todos con punto de fusión alto. ( Martínez E., y otros, 2006)



Para conocer cuál es el mejor aceite que se puede utilizar en la fritura, hay que conocer el rol que esté cumpliendo ese aceite en el alimento y también en la ingesta. Conocer este tema permite decidir sobre el tipo de aceite a emplear según la función que se requiera en el alimento. Son múltiples los alimentos que requieren del uso de aceites, comenzando por las preparaciones por las preparaciones culinarias u hogareñas, donde el consumidor se enfrenta a diario a la decisión de elegir el producto a utilizar en preparaciones cotidianas constituidas por salsas, frituras, ensaladas, etc. (Simone G.2008 )

## **1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN**

### **1.2.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN MACRO**

La industria aceitera del Ecuador se basa exclusivamente en dos tipos de oleaginosas, como son la palma y soya; siendo la forma común de su utilización la mezcla realizada de la siguiente manera: 73,6% aceite de palma, 24% aceite de soya y 2,4% otros aceites (principalmente algodón y pescado).

La necesidad interna industrial de aceite de palma está satisfecha con la producción local de palma africana que ocupa una superficie de más de 200.000 Ha; no así la demanda de aceite de soya, siendo necesario recurrir a la importación de hasta un 95% para suplir este requerimiento. Sin embargo, con el fin de ofertar otro tipo de aceite, el país importa anualmente alrededor de 120.000 toneladas de aceites, tanto para la industria aceitera nacional; así como, para el mercado gourmet. El aceite de canola, conjuntamente con el de girasol, oliva y soya son los más importados (Paredes D., 2011).

De todos los aceites que se consumen en el país, el de oliva es el que tiene alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, pero muy costoso, seguido por el de canola (aceite proveniente de organismos modificados), que tiene la ventaja de ser más barato. No existe producción comercial en el país de oleaginosas con alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados,

por lo que se recomienda investigar en *Oenocarpus bataua*, que es una palmera que se encuentra en estado silvestre en la Amazonia Ecuatoriana, pero que no ha sido estudiado en el Ecuador como fuente de oleaginosa. Según bibliografía tiene alto contenido en Omega 9 parecido al de oliva, buen contenido de Omega 3 y Omega 6, por lo que su consumo puede mejorar la calidad de la vida de los ecuatorianos, podría disminuir el colesterol malo (LDL) en sangre, sin reducir el colesterol bueno (HDL). En el país se produce en pequeñas cantidades de aceite de unguahua en forma artesanal a través de la Fundación Chankuap y es producido por las comunidades Achuar de Yutsunsa y Makusar, el cual es entregado al Centro de Acopio de la Fundación en Macas; comercializan en mercado las cadenas de “Comercio Justo” de Italia quienes lo utilizan como materia prima de su línea cosmética (Andrade, 2010).

Según la Fundación Chankuap ( ) tiene un contenido alto en oleico con 80,7%; 2,3% de ácido linoleico y 0,3% de ácido linolenico.

Como se puede observar es un extraordinario aceite que tiene que ser estudiado, razón por lo que se pone a consideración la presente investigación.

### **1.2.1.2. CONTEXTUALIZACIÓN MESO**

Los aceites y grasas constituyen un grupo de alimentos altamente energéticos, estos aceites que se acumulan en algunas especies vegetales (oleaginosas) producto de su metabolismo; constituyen reservas de energía para el embrión cuando este empieza su desarrollo. En el Ecuador en los últimos 50 años se han desarrollado una floreciente industria en torno al aprovechamiento del cultivo herbáceos oleaginosos y leñosos, mismos que comprenden un conjunto vareado de especies vegetales de diferentes familias; están caracterizadas por producir frutos y semillas con alto contenido de aceite, su aprovechamiento ha estado basado en la extracción de aceite, pero muchos de los subproductos de esta extracción tienen igual importancia en el aspecto económico. (Rosales, M., 2014)

El mayor consumo de los aceites de tipo vegetal se encuentra destinado a la alimentación humana y animal, debido a su alto contenido de ácidos grasos insaturados, los que proporcionan energía a los organismos que la consumen para satisfacer sus requerimientos energéticos diarios. Cabe mencionar que, una buena parte de los mismos también se utilizan como materia prima para otros procesos industriales tales como: jabones, pinturas, barnices, medicamentos, carburantes, lubricantes, entre otros. (Rosales, M., 2014)

La industria aceitera del Ecuador para satisfacer su demanda interna se basa exclusivamente en dos tipos de oleaginosas; palma y soya. (Rosales, M., 2014)

En el Amazonas del Ecuador podemos encontrar oleaginosas autoctonas como es el chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth*) que es una planta originaria de América central, el morete (*Maurita flexuosa L.*) que es originaria de América del sur, Ungurahua (*Oenocarpus bataua Matius*) que es originaria de América del sur y centro América y *Jatropha* (*Jatropha curcas*) también originaria de Centroamérica. Estas oleaginosas nos presentan características diferentes a los aceites comunes, una de ellas es tener aceite alto en ácido oléico que es un aceite ideal para la fritura evitando su rápida oxidación cuando se le expone al calor. (Cadena, 2008)

### **1.2.1.3. CONTEXTUALIZACIÓN MICRO**

La extracción se hace mecánicamente o con ayuda de solventes. En las prensas por tandas, que son el medio más antiguo para extraer aceite, éste se obtiene sometiendo a presión los materiales oleaginosos contenidos en sacos, telas de prensa o cajas. Los rendimientos de la extracción dependerán de la cantidad de ración aplicada, el tiempo que se deje drenar el aceite, la temperatura y la viscosidad. (Corpodip, 2009)

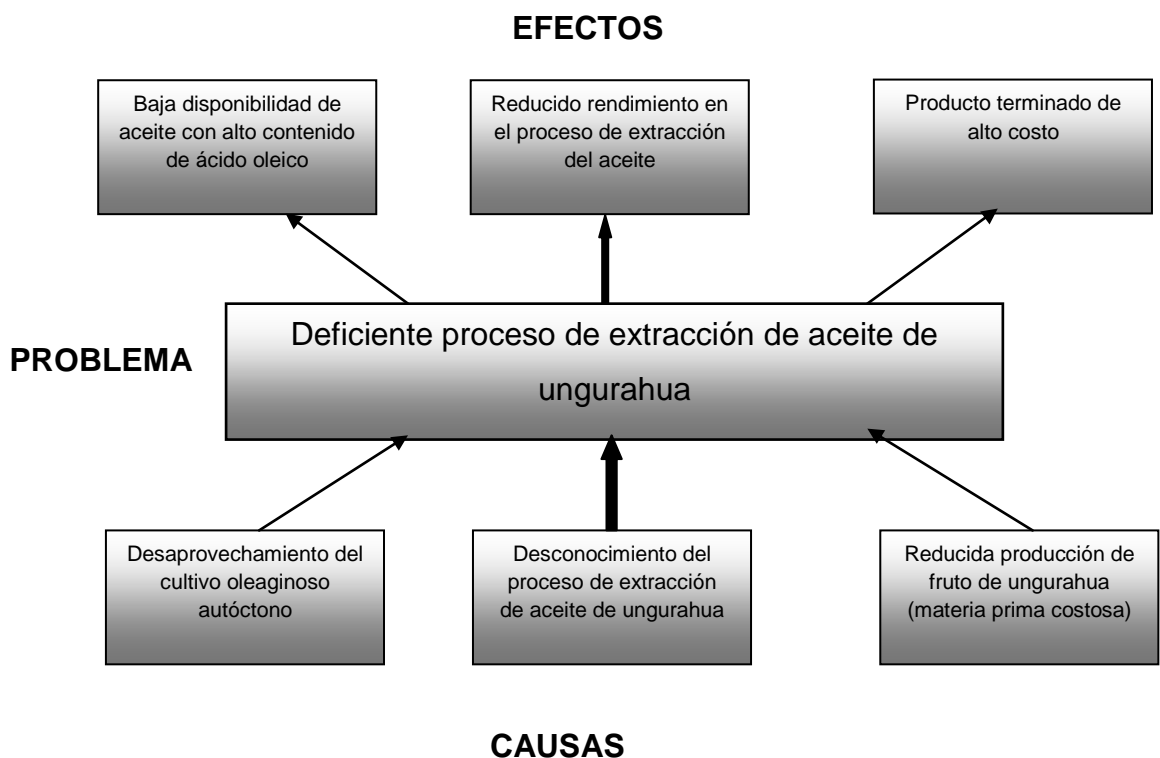
Las extracciones por medio de lixiviación, utilizado para materias oleaginosas con un contenido de aceite superior al 40%, requieren además de un proceso de eliminación de los solventes y escamación intermedias. El solvente más usado en el mundo hasta hace algunos años para la extracción era el hexano industrial por su selectividad hacia los glicéridos y facilidad de

recuperación. Para aumentar la eficiencia de éste proceso de extracción, actualmente se emplean extractores modernos que operan en proceso continuo, con lecho móvil a contracorriente, obteniéndose dos corrientes: la fase líquida de miscela (constituida por solvente y aceite) y la fase sólida que es la torta. De acuerdo con la eficiencia de operación en el proceso y con la composición del material oleaginoso, una fracción de aceite queda ligada a la torta. (Corpodip, 2009)

Entre los solventes utilizados están: hexano, benceno, tricloroetileno, sulfuro de carbono, el éter de petróleo se usa cuando la temperatura de ebullición no deja superar ciertos límites como en el caso de extracción de aceites esenciales; la acetona es el solvente selectivo para extraer el gopipol, principio tóxico que contiene la semilla de algodón (liga lisina y se permite como max 500 ppm), el dicloro etileno se usa para la extracción de la manteca de cacao  $\text{CHCl}=\text{CHCl}$  1,2 dicloro etileno. (López, 2008)

### 1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

**Gráfico 1: Árbol de problemas**



Elaborado por: Gabriela Pilco, 2014

## **Relación causa y efecto**

Por el desconocimiento del proceso de extracción del aceite de unguahua se obtiene un reducido porcentaje de rendimiento de aceite por lo que se optimiza el proceso mediante la aplicación de temperatura y relación peso - solvente.

### **1.2.3. PROGNOSIS**

El proyecto de investigación tiene una tecnología adecuada para la extracción del aceite de unguahua, que permite conocer el potencial oleaginoso. El unguahua es una palmera que se produce en forma natural en el oriente ecuatoriano de la Provincia de Pastaza, Ciudad de Puyo, Comunidad de Canelos, podría ser un cultivo promisorio para el sector, generando utilidades.

El gobierno nacional debería incentivar e inducir al cultivo industrializado de las palmas de unguahua, fomentar la investigación.

La investigación permitirá obtener un aceite de unguahua con características similares al de oliva es por ello que posee altas cantidades de ácido oleico que evita la oxidación al ser sometidos a altas temperaturas, aceite ideal para la utilización en la fritura ya que evitaría la obesidad y enfermedades cardiovasculares.

### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo establecer los parámetros para optimizar el proceso de extracción de aceite de unguahua (*Oenocarpus bataua*) en función del rendimiento?

### 1.2.5. INTERROGANTES

¿Cuál será las condiciones adecuadas de extracción de aceite de ungurahua?

¿Cuál será el tiempo de vida útil del aceite de ungurahua?

¿Cuál será el costo de producción del aceite de ungurahua?

### 1.2.6. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

**Campo:** Agroindustrial.

**Área:** Alimentos.

**Aspecto específico:** “establecer los parámetros para optimizar el proceso de extracción de aceite de Ungurahua (*Oenocarpus Bataua*) en función del rendimiento”

**Delimitación temporal:** octubre del 2013 hasta Noviembre del 2014.

**Delimitación espacial:** Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA)

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El aceite de ungurahua es importante ya que se puede utilizar en el consumo, elaboración de margarinas y el mercado gourmet, para lo cual se determina en la calidad de gustativa, la calidad nutricional, el rendimiento y el costo. Estos aspectos están ligados fundamentalmente a la composición de los ácidos grasos que están presentes en los aceites utilizados para el consumo.

Idealmente un aceite de calidad debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no sea deteriorado por el calor aplicando en forma continua a intermitente, que no importe mal sabor u olor, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atributos de los ácidos grasos saturados e hidrogenados y muy importante que su costo sea razonable. La disponibilidad creciente de híbridos del

ungurahua de alto contenido en ácidos grasos mono insaturados (ácido oleico).

El ácido oleico disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares e hipertensión. Se ha comprobado que aumentan el nivel de colesterol HDL ("bueno") y disminuyen el nivel de colesterol LDL ("malo"); por lo tanto, facilitan la eliminación de la acumulación de placas en las paredes arteriales, que pueden ser la causa de un ataque cardíaco o accidente cardiovascular. Los aceites de canola y de girasol con Omega-9 son únicos por su alto contenido de grasas monoinsaturadas (omega-9), por su bajo contenido de grasas saturadas y, además, por ser libres de grasas trans.

Por ello el fruto de ungurahua permite la obtención de aceites que se adecuan muy bien a los requerimientos para el consumo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. General**

- 1.4.1.1. Establecer los parámetros para optimizar el proceso de extracción de aceite de ungurahua (*Oenocarpus bataua*).

### **1.4.2. Específicos**

- 1.4.2.1. Determinar las mejores condiciones de extracción del aceite de ungurahua.
- 1.4.2.2. Determinar el tiempo de vida útil del aceite de ungurahua en función del índice de peróxidos
- 1.4.2.3. Determinar el costo de producción de aceite de ungurahua.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Trabajos de investigación realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Altamirano, Cl. Salazar M. (1987), Estima que las semillas de zapallo contiene un alto contenido de grasa, lo cual para extraer se lo debe secarles a temperatura ambiente hasta alcanzar una humedad aproximada de 6 %, y los ácidos grasos encontrados fueron Ac. Mirístico, Ac. Palmítico, Ac. Esteárico, Ac. Oleico, Ac. Linolenico y en alto porcentaje los ácidos grasos saturados.

Galarza H. (1977) considera que para la extracción del aceite de aguacate no debe sobrepasar una temperatura de 77 °C y un tiempo de 3 horas, también que para llevar a cabo el proceso de extracción del aceite el fruto debe ser secado hasta alcanzar un humedad del 6 %. También nos dice que el aceite de aguacate es un aceite muy noble y fino que puede ser usado para la alimentación humana y que el mejor método de extracción es por solventes con hexano.

Rubio J. (1988) destaca que cuando se realiza un mezcla de mayor porcentaje de aceite de soya con mantequilla incrementa el ácido oleico y Ac. linoleico hasta un 7,5%, mientras que el Ac, butírico y esteárico tienden a decrecer notablemente. Y el ácido pentadecanoico y palmítico no tiene diferencia significativa.

Guerrero X. Sánchez M. (1992) considera que el mejor método de extracción de aceite de girasol es por mezclas de solventes puesto que a



partir de este se ha obtenido un buen rendimiento. Y el producto obtenido presenta muy buenas condiciones de rendimiento y calidad. La humedad tiene mucha importancia en el aceite ya que la extracción a partir de tejidos húmedos produce emulsiones intratables por lo que es necesaria una deshidratación previa, la formación de ácidos grasos libres en un aceite se debe a procesos de hidrólisis.

Chipantiza R. Gutiérrez M. (1997) valoro en función del porcentaje de ácidos grasos libres en el aceite, debido que para considerar que un aceite es de calidad y comestible debe tener una cantidad menor al 1 % de ácidos grasos libres. La adición de alcohol etílico al solvente de extracción favorece grandemente a la calidad del aceite obtenido, ya que al desnaturalizar las proteínas y romper los complejos proteicos incrementa el rendimiento cosa que no se logra con prensa o con hexano.

Pasquel A. Sotero V. (2002), realiza la extracción de aceite de *Bactris gasipaes*, mediante el uso de dióxido de carbono pasteurizado, caracterizándolos del punto de vista de su composición química, evaluando los aspectos cinéticos del proceso, y comparando los resultados con los obtenidos mediante extracción sólido-líquido convencional tipo Soxhlet, utilizando hexano como solvente, encontrando que únicamente la temperatura ejerce un efecto estadístico significativo en el proceso ya que al aumentar la temperatura aumenta la cantidad total de aceite y cantidad de ácidos grasos saturados, mientras que al disminuir la temperatura disminuye la cantidad de ácidos grasos saturados y cantidad de aceite total.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Al tratarse de una investigación experimental, donde la información de la actividad intencional realizada por el investigador se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo, con el fin de hacer las comparaciones

necesarias para comprobar las hipótesis o rechazarlas según el caso; el enfoque del estudio puede ser neopositivista.

De acuerdo con Dobles, Zúñiga y García (1998) la teoría de la ciencia que sostiene el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método. En consecuencia, el positivismo asume que sólo las ciencias empíricas son fuente aceptable de conocimiento.

En efecto, el positivismo asume la existencia de un método específico para conocer esa realidad y propone el uso de dicho método como garantía de verdad y legitimidad para el conocimiento. (Lora R. 2010)

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

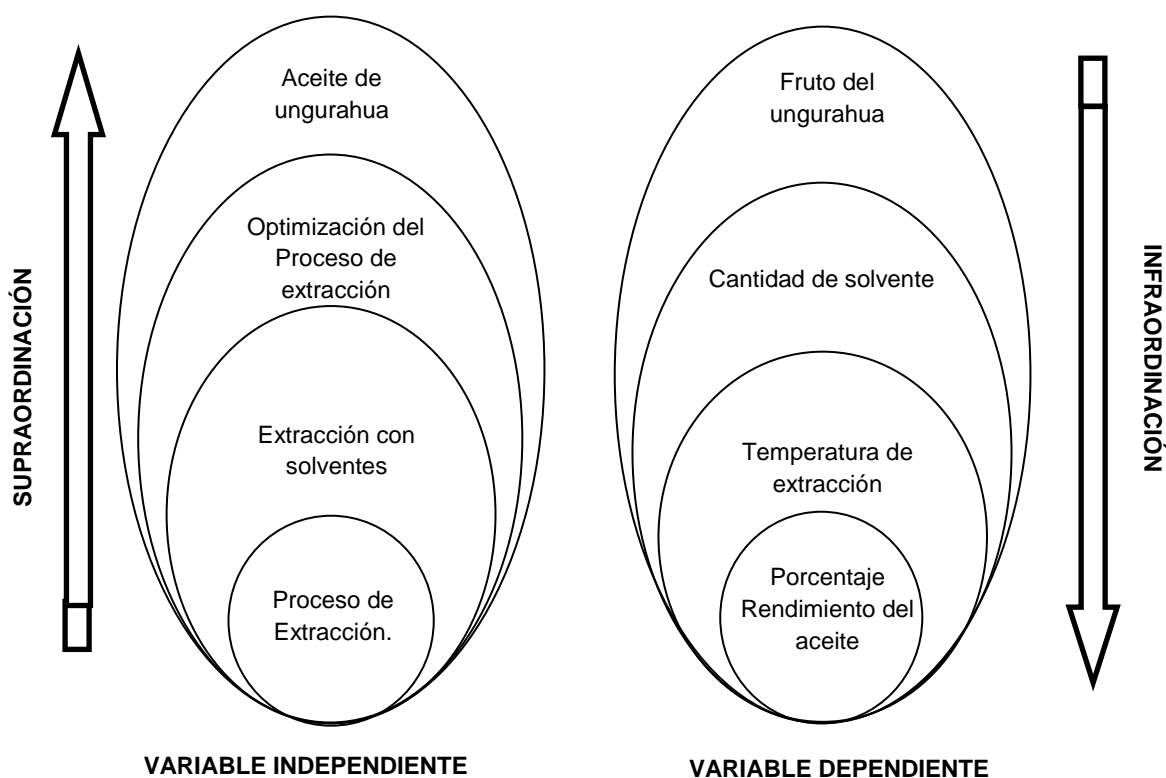
Se realizara una comparación en los parámetros Físico - químicos entre el aceite refinado y el aceite sin refinar del mejor tratamiento:

- Para el análisis de índice de peróxidos, se seguirá la siguiente Norma INEN 277: 1978 - 02, para el estudio de tiempo de vida útil.
- Para el análisis de índice de refracción, se seguirá la siguiente norma INEN 42:1973, utilizando el equipo de refractómetro de Abbe.
- Para el análisis de índice de yodo, se seguirá la siguiente norma INEN 37:1973-08,
- Para el análisis de índice de acidez, se seguirá la siguiente norma INEN 38:1973-08,
- Por ser un aceite de composición parecida al de oliva se utilizará la norma INEN 29: 2012

- Vida útil del aceite refinado proveniente del mejor tratamiento se realizará índice de peróxido por el método de la Norma INEN 277: 1978 – 02.

## 2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

**Gráfico N° 2: Organizador lógico de variables.**



Elaboración: Gabriela Pilco, 2014

### 2.4.1. Marco conceptual de la variable dependiente

#### Descripción del proceso de extracción del aceite

La extracción por solvente se originó como un proceso en batch en Europa en 1870. Los avances tecnológicos más rápidos se dieron luego de la 2da Guerra Mundial con el desarrollo de sistemas de extracción continua los cuales proveen un buen funcionamiento para materiales oleaginosos de

bajos contenidos en aceite. Los procesos basados en extracción por solvente consisten, usualmente, en extracciones sucesivas del material oleaginoso previamente quebrado, laminado, molido o prensado, mediante lavados en contracorriente con hexano. Luego, la harina desengrasada es llevada a un tostador-desolventizador para recuperar el solvente. El hexano es removido del aceite en evaporadores de película y finalmente destilado a vacío. (Grasso Florencia, 2013)

El aceite crudo obtenido a partir de extracción por solventes contiene cantidades variables y relativamente reducidas de impurezas que no son glicéridos. Algunas de las impurezas afectan la calidad del aceite para su uso comestible y por lo tanto es necesario eliminarlas. Las impurezas son de dos tipos generales: insolubles y solubles en aceite. Las impurezas insolubles consisten en fragmentos de semillas, excedente de humedad y una fracción cerosa que hace que el aceite refrigerado se vea turbio. Las impurezas solubles en aceite son más difíciles de extraer. Incluyen ácidos grasos libres, fosfátidos, sustancias gomosas o mucilaginosas, cuerpos pigmentados, fracciones de proteínas, tocoferoles, esteroides, carbohidratos, cetonas y aldehídos. Estas impurezas pueden estar en una solución real o en suspensión coloidal. Algunas se encuentran en cantidades mínimas. (Grasso Florencia. 2013)

El propósito de las diferentes operaciones de procesos de refinación es de eliminar estas impurezas indeseables hasta el grado deseado con el menor efecto perjudicial sobre la calidad final del aceite y pérdidas mínimas de producto. Los procesos de refinación incluyen distintas operaciones. (Grasso Florencia, 2013)

### **Métodos de extracción**

Históricamente, los tres procesos más comunes para recuperar el aceite a partir de semillas oleaginosas son el prensado hidráulico, el prensado expeller y la extracción con solventes.

El prensado hidráulico, el proceso más antiguo, se originó en Europa en 1795. Debido a la producción intensiva de aceites su uso ha declinado con el paso de los años y actualmente no es muy utilizado. Las prensas de tornillo como los expellers han reemplazado a los originales equipos hidráulicos y son usadas para una amplia variedad de materiales oleaginosos. Para materiales que contienen relativamente altos contenidos de aceite se llevan a cabo dos procesos, los cuales consisten en una etapa continua de pre-prensado seguida de extracción por solvente. La principal ventaja del pre-prensado es que permite realizar extracción por solvente a materiales que son muy dificultosos de procesar por métodos de extracción directa. Además, los requerimientos de solvente disminuyen en forma considerable. Estos procesos combinados son usados, generalmente, con oleaginosas de alto contenido en aceite (alrededor de 35 %) como girasol, algodón y germen de maíz. Para soja, se emplea una extracción simple debido al relativamente bajo contenido en aceite. (Grasso Florencia, 2013)

### **Optimización del proceso de extracción**

El aceite que contiene la pulpa del fruto de majo tiene un alto valor alimenticio, comparable en apariencia, calidad y composición de ácidos grasos al aceite de oliva. Sin embargo, algunos estudios de análisis químico sugieren que los valores de ácidos grasos no saturados del aceite de majo (superiores al 75%) y ácidos grasos saturados (inferiores al 4%), hacen a este aceite vegetal más saludable que el aceite de maíz, y superior en calidad y valor energético al de oliva y soja. Aunque estos valores pueden servir de guía, es importante considerar que el perfil de ácidos grasos variará fuertemente en relación a las condiciones del suelo y clima, encontraron hasta 21 % de ácido palmítico y sólo 70% de ácido oleico en aceite extraído de palmeras de majo cultivadas en la Guyana Francesa. (Miranda J., y otros, 2008)

El aceite de unguahua presenta en su composición un alto contenido de ácidos grasos insaturados, siendo el mayoritario el ácido oleico, por ello se considera que podría también ser al igual que otros medicamentos estudiados (minoxidil, ácido alfa-linoleico, ect.) un eficiente inhibidor de la alfa reductasa y por ende ser utilizado en un tratamiento efectivo del a alopecia especialmente la del tipo androgenico, la cual es responsable del 95 por ciento de todas las pérdidas del cabello, tanto en hombres como en mujeres (bolsa Amazonica).

**Tabla N° 1.** Perfil de ácidos grasos de aceite de majo y su comparación con los perfiles de aceite de oliva, maíz y soya.

Ácido graso	Porcentaje de cada ácido graso					
	Según Balick (1992)			Según Briceño & Navas 2005		
	Aceite de majo	Aceite de oliva	Aceite de oliva	Aceite de maíz	Aceite de soya	Aceite de majo
<b>Palmítico</b>	13.2	11.2	9.4	11.8	10.5	13.6
<b>Palmitoleico</b>	0.6	1.5	0.3			0.3
<b>Esteárico</b>	3.6	2.0	2.6	9.4	0.3	2.2
<b>Oleico</b>	77.7	76.0	81.6	5.8	8.9	82.3
<b>Linoléico</b>	2.7	8.5	5.9	76.7	79	2.3
<b>Linoénico</b>	0.6	0.5	-	-	-	-
<b>Otros</b>	1.6	-	-	-	-	-
<b>ags / agis*</b>	-	-	0.14	0.28	0.12	0.2

\*ags / agis= relación entre ácidos grasos saturados e insaturados.

Fuente: Balick, 1992 y Briceño & Navas, 2005

### Estabilidad del aceite

Aunque se han ensayado diferentes métodos analíticos estandarizados (constante dieléctrica, tests rápidos, Rancimat) para evaluar la estabilidad del aceite, la calidad y estabilidad del producto frito (White, 1991, Löliiger,

1989), es la determinación de la acidez el parámetro de control más usado en la industria. Este parámetro hidrolítico está relacionado con el punto de humo, pero no da una idea global de la calidad del producto y de la alteración inducida (Warner, 2004; Hammod, 2002; Morton y Chidley, 1988). El problema de la fabricación a gran escala es determinar diversos parámetros básicos de control rutinario durante el proceso de fritura y seleccionar límites arbitrarios de los mismos para mejorar la eficiencia de la producción, sin perjudicar por otra parte los requerimientos específicos de calidad de los productos fritos.

La importancia del aceite utilizado en la fritura, es determinante tanto del punto de vista de la calidad degustativa y de la calidad nutricional de la fritura resultante, como del punto de vista del rendimiento y del costo. Estos aspectos están ligados fundamentalmente a la composición de los ácidos grasos de los aceites utilizados. Idealmente el mejor aceite para la fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no sea deteriorado por el calor aplicando en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al sabor al producto que lo fríe, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados y muy importante que su costo sea razonable. La disponibilidad de aceite de unguahua alto en ácido oleico nos permite brindar a consumidores un aceite ideal para la fritura

### **Calidad del aceite**

Para obtener aceites de calidad se deben cuidar todos los procesos previos, tanto del fruto como del sistema de recolección y el transporte a la industria, siendo éstos determinantes para la obtención de aceites de calidad.

No se puede desligar por tanto, los factores de obtención del fruto, del proceso de extracción de aceite, su almacén, envasado y distribución.

Si partimos de la consideración de los condicionantes ambientales, las variedades, etc. nos encontramos que es extremadamente complicado realizar modificaciones sobre estos elementos, sin embargo sí es posible

aplicar medidas encaminadas a la obtención de un fruto sano.(Guzman E., 2013)

Entre los factores sobre los que sí se puede actuar y que derivarán en la obtención de frutos sanos podemos destacar las técnicas de cultivo, los medios de fertilización, el sistema de poda y el control fitosanitario.

Si a esto le añadimos un adecuado control de los procedimientos de recolección y transporte a la almazara, habremos dado el primer paso para la consecución de aceites de calidad, También se caracteriza un aceite de calidad por sus componentes nutricionales, el perfil de ácidos grasos y su tiempo de vida útil.

### **Consumo de aceites**

El consumo mundial de aceites vegetales ha tenido un crecimiento ininterrumpido, y se estima que esta tendencia continúe en los próximos años. El crecimiento económico registrado en China y en los países del Sudeste Asiático contribuyó en gran medida al aumento del consumo de aceites vegetales en el mundo. También los cambios en los hábitos alimenticios de consumir menor cantidad de grasas saturadas generaron un aumento en el consumo de aceites vegetales en detrimento de las grasas animales. (Espósto. A. 2008)

La fritura es uno de los métodos más comunes de la cocina tradicional. Cuando la comida se fríe adquiere más caloría debido a que el alimento absorbe la grasa de los aceites. Se sabe que ingerir grandes cantidades de alimentos fritos puede aumentar algunos factores de riesgo relacionados con las enfermedades del corazón. (Gutiérrez S. 2013)

De acuerdo con una investigación de la Universidad Autónoma de Madrid que se publica en British Medical Journal (BMJ), comer alimentos fritos en aceite de oliva o en aceite de girasol con alto contenido de ácido oleico no se relaciona con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares o



de muerte prematura. Sin embargo los investigadores subrayan que debido a que el estudio se hizo en España, donde se utiliza el aceite de oliva o el de girasol para freír, los resultados probablemente no puedan ser comparados a otros países donde se emplean otro tipo de aceites para freír alimentos. (Gutiérrez S. 2012)

Cabe decir que el aceite de oliva es el más idóneo para el proceso de fritura debido a su alto contenido de ácido oleico, pero su uso está poco extendido, excepto en algunas regiones – debido tal vez al elevado costo que supone, sobre todo en caso de utilizar grandes recipientes como las freidoras, y es mucho más generalizada la utilización de aceites tradicionales de semillas y otros procedentes, de nuevas especies vegetales o manipuladas, así como mezclas de estas o de distintas fracciones de aceites y grasas o sometidos a procesos de modificación (total o parcialmente hidrogenada) a menudo con aditivos, que constituyen las grasas y aceites especiales para la fritura. (Yagüe, M. 2012)

Numerosos estudios han evidenciado la importancia creciente que los aceites y grasas están adquiriendo en el ámbito de la seguridad alimentaria. De forma general, se considera que pueden incidir, de forma directa o indirecta, en muchos problemas de salud pública. En especial, por la oxidación de sus componentes, por la acumulación de sustancias tóxicas en los alimentos sobre cocinados o fritos a muy elevadas temperaturas. (Yagüe, M. 2012)

El ácido oleico se encuentra en la mayoría de las grasas y aceites naturales aproximadamente en las siguientes proporciones: en el aceite de oliva de 70 a 75%; en el aguacate 70%; en el aceite de girasol “alto-oleico” en un 80%. Es por ello que son aceites buenos para la salud. (Castro F., 2010)

## 2.4.2. Marco conceptual de la variable dependiente

### Fruto de ungurahua

El seje o ungurahua (*Oenocarpus bataua*) es una palma monoica, solitaria y grande que llega a medir de 30 a 35 m de altura y de 20 a 30 cm de diámetro; presenta hojas grandes, erectas y pinneadas, llegando a medir hasta 6 m de largo, y 65 -110 pinnas a cada lado de la hoja, sus frutos llegan a medir 3-7 cm largo por 2-3 cm de ancho, presentando una pulpa delgada y con semilla dura. (Gómez y otros, 1996). Es una palmera de tallo simple, el número de hojas está entre 8 y 16, extendidas, dispuestas en espiral y producidas durante todo el año.

En la axila de cada hoja adulta se produce una sola inflorescencia, alcanzando maduración completa durante el año de una a tres inflorescencias. Fruto oblongo o elipsoide, de 2,5 a 3,5 cm de largo y 2,0 a 2,5 cm de diámetro, de color violeta oscuro o negro en la madurez, agrupado en racimos con peso entre 2 y 32 kg, con 500 a 4,000 frutos. Epicarpio liso, rojo oscuro a la maduración, cubierto por una delgada capa cerosa, blanquecina. Mesocarpio carnoso, oleaginoso, de color entre blanco y violeta con elevado contenido de aceite, semilla recubierta por fibras delgadas. Endocarpo duro, leñoso, cubierto por grandes fibras oscuras; endosperma ruminado. El conjunto de la cáscara y la pulpa tiene un espesor de 0.2 a 0.3 cm. Los troncos jóvenes están habitualmente cubiertos con vainas de hojas viejas, los troncos más viejos están limpios y tienen nudos más o menos conspicuos. Posee flores unisexuales de color pardo cremoso. (Avila Eduardo, 2009)

### Taxonomía de ungurahua

- División: Angiospermae
- Orden: Arecales Bromhead
- Familia: Arecaceae Bercht. y J. Presl
- Especie: *Oenocarpus bataua* Mart.

**Figura N. 1:** fruto de Ungurahua



Fuente: Cadena, 2007

### **Hábitat del ungurahua**

Se encuentra en regiones inundadas, crecen en lugares con alturas que van desde 0 hasta 1350 msnm., siendo plantas predominantes dentro del ecosistema regional. (Gómez y otros, 1996)

### **Geobotánica del hungurahua**

Las palmas de Ungurahua se encuentran como plantas aisladas en los suelos bien drenados de las partes altas, prospera en terrenos no inundables y con buen drenaje, así como en áreas temporal o permanentemente inundadas con drenaje deficiente. Se adaptan a diversidad de suelos ricos en materia orgánica, ultisoles, oxisoles, inceptisoles, alfisoles, entisoles y especialmente a spodosoles arenosos pobres en nutrientes. (Díaz y Ávila, 2002.).

### **Distribución geográfica del ungurahua**

*Oenocarpus bataua* es una palma que se localiza en el norte de Sur América y sur de Centro América, en la región amazónica, especialmente en la costa del Pacífico: Ecuador, Colombia y Panamá. (Andrade, 2009)

En Ecuador se encuentra en la región Costa y Amazónica, específicamente en las provincias de Carchi, Esmeraldas, Los Ríos, Morona-Santiago, Napo, Pastaza, Pichincha, Sucumbíos, Zamora-Chinchipe, dentro de las áreas protegidas de Jatun Sacha y el parque nacional Yasuní (Balslev y Borchsenius, 1999)

### **Usos de la Ungurahua**

Es una palma que presenta gran variedad en sus usos ya sea medicinal, para la extracción de aceites, o como alimento, ya que se pueden realizar jugos o consumir frutos cocidos hasta obtener una colada, la bebida preparada con la pulpa aplastada en agua y tamizada ("chapo" o "vino"), tiene un alto valor nutritivo y energético. También las inflorescencias son consumidas en la dieta de los pobladores de la región. Las hojas se utilizan en la construcción de viviendas (techados), los troncos se utilizan para fabricar arcos y herramientas de uso diario en las comunidades. En cuanto al uso medicinal para el tratamiento de enfermedades respiratorias (resfriados, asma o bronquitis), reumatismo, como anti parasitario, para controlar la diarrea y los dolores de cabeza o jaqueca (Gómez ,1996; Díaz y Ávila, 2002) La demanda de aceite ha incrementado por sus cualidades cosméticas, para combatir la calvicie y fortalecer el crecimiento del cabello. (Andrade, 2010)

### **Composición química del fruto de unguurahua**

El fruto de Ungurahua es considerado como una fuente de proteína de muy alto valor, comparable con la carne o con la leche. La pulpa de la fruta es rica en lípidos, proteínas y vitaminas. Cada fruta fresca pesa entre 5 y 14 g, promedio 8 g (Díaz y Ávila, 2002.)

## **Solventes**

El hexano es una sustancia química manufacturada del petróleo crudo. El n-hexano puro es un líquido incoloro de olor levemente desagradable. Es sumamente inflamable y muy nocivo y peligroso para la salud de los trabajadores y para el medioambiente.

En las extractoras se está utilizando el Hexano para extraer químicamente el aceite, que proviene. El hexano arrastra consigo el aceite, terminando ambos su circuito, en un destilador, éstos equipos de trabajo, están desgastados por el paso del tiempo y por el uso, además son aparatos sometidos a continuas presiones y en los que no existe un procedimiento fiable para la detección de bolsas de Hexano en el interior de las extractoras. El riesgo de fugas de hexano y de deflagraciones derivadas de estas bolsas, es elevado, de hecho en las plantas de extracción es común la existencia de un fuerte olor al gas, que en altas concentraciones y en contacto con una fuente de calor puede dar lugar a accidentes de trabajo de graves consecuencias.

## **Temperatura de extracción**

Bernardini (1981), explica que el aumento de la temperatura del solvente favorece la extracción del aceite. Asimismo, el tamaño de la partícula menor facilita la salida del aceite, ocasionando una reducción en el tiempo de extracción

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis nula**

**H0:** El proceso de extracción del aceite de unguahua influye sobre el porcentaje de rendimiento

### **2.5.2. Hipótesis alternativa**

**H1:** El proceso de extracción del aceite de unguahua no influye sobre el porcentaje de rendimiento

## **2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.6.1. Variables independientes**

Proceso de extracción del aceite de unguahua

### **2.6.2. Variable dependiente**

Porcentaje de rendimiento

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se basa en establecer el porcentaje del rendimiento en el proceso de obtención de aceite de unguurahua, considerando como variables: relación de peso/volumen de hexano y la temperatura, a fin de aprovechar todo el aceite existente en el fruto y por otro lado es de carácter cualitativo porque se llevara a cabo análisis de las características sensoriales en el aceite refinado y sin refinar como son: olor, color, sabor, rancidez y astringencia, con el propósito de establecer ofertar un aceite de buena calidad.

#### 3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Las modalidades de investigación del trabajo de investigación fueron:

- **Bibliográfica.** La revisión de trabajos como: revistas, tesis, planes, sitios en Internet, con el fin de conocer diferentes enfoques, teorías o conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre los aspectos referentes al tema, con la finalidad que sirvan de soporte a la investigación planteada.
- **Experimental.** Ensayar los métodos propuestos para comprobar su validación, pues con ello se obtuvo información que permitió predecir y controlar el comportamiento del aceite de unguurahua.

#### 3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación aplicado a este estudio es correlacionado porque permitió:

- Medición cuantitativa de resultados.
- Elaboración de tablas y gráficos.
- Análisis de varianza.
- Análisis de correlación de variables.

Con el fin de evaluar el comportamiento de una de las variables en función de otras y medir el grado de relación entre las mismas. Es decir se midió el grado de afectación de la temperatura en la extracción del aceite de unguahua, así como también la relación de la utilización del solvente que es el hexano.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se aplicó un muestreo no probabilístico (basado en el criterio del investigador), según lo cual cada muestra contiene 30 g de unguahua provenientes del Cantón Puyo de la Provincia de Pastaza adquiridos las Fincas de la Comunidad de Canelos.

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Con el propósito de establecer la relación entre los factores de estudio: Ungurahua con o sin cascara, temperatura de extracción en relación de solvente; se consideró aplicar un diseño factorial de  $a*b*c$ .

Se detalla a continuación los factores de estudio con sus respectivos niveles y se obedece al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (BC)_{jk} + (AC)_{ij} + (ABC)_{ijk} + R_l + E_{ijkl}$$

Donde:

$\mu$ =efecto global

$A_i$ = efecto del i-ésimo nivel del factor A;  $i=1, \dots, a$

$B_j$ = efecto del j-ésimo nivel del factor B;  $j=1, \dots, b$

$C_k$ = efecto del k-ésimo nivel del factor C;  $k=1, \dots, c$

$(AB)_{ij}$  = efecto de la interacción entre los factores A,B



$(AC)_{ik}$  = efecto de la interacción entre los factores A,C  
 $(BC)_{jk}$  = efecto de la interacción entre los factores B,C  
 $(ABC)_{ijk}$  = efecto de la interacción entre los factores A,B,C  
 $R_1$  = efecto de la replicación del experimento;  $1=1, \dots, r$   
 $E_{ijkl}$  = residuo o error experimental

Para este caso específico los factores a considerar serán:

**Tabla N°2:** factores y niveles del diseño experimental

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>
<b>A:</b> Ungurahua	<b>a<sub>0</sub></b> Fruto entero <b>a<sub>1</sub></b> = Pulpa y cáscara
<b>B:</b> Temperatura de extracción	<b>b<sub>0</sub></b> =25°C <b>b<sub>1</sub></b> =50 °C
<b>C:</b> Relación solvente: hexano (p/v)	<b>c<sub>0</sub></b> =1:4 <b>c<sub>1</sub></b> =1:6 <b>c<sub>2</sub></b> =1:8

Elaborado por: Gabriela Elisabeth Pilco Saca

**Tabla N° 3.** Descripción de tratamientos en el Diseño Experimental

<b>T1</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub></b>	futo entero, extracción a 25 °C, relación 1:4 (p/V)
<b>T2</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub></b>	futo entero, extracción a 25 °C, relación 1:6 (p/V)
<b>T3</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub></b>	futo entero, extracción a 25 °C, relación 1:8 (p/V)
<b>T4</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub></b>	futo entero, extracción a 50 °C, relación 1:4 (p/V)
<b>T5</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub></b>	futo entero, extracción a 50 °C, relación 1:6 (p/V)
<b>T6</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub></b>	futo entero, extracción a 50 °C, relación 1:8 (p/V)
<b>T7</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 25 °C, relación 1:4 (p/V)
<b>T8</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 25 °C, relación 1:6 (p/V)
<b>T9</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 25 °C, relación 1:8 (p/V)
<b>T10</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 50 °C, relación 1:4 (p/V)
<b>T11</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 50 °C, relación 1:6 (p/V)
<b>T12</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub></b>	pulpa y cascara, extracción a 50 °C, relación 1:8 (p/V)

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

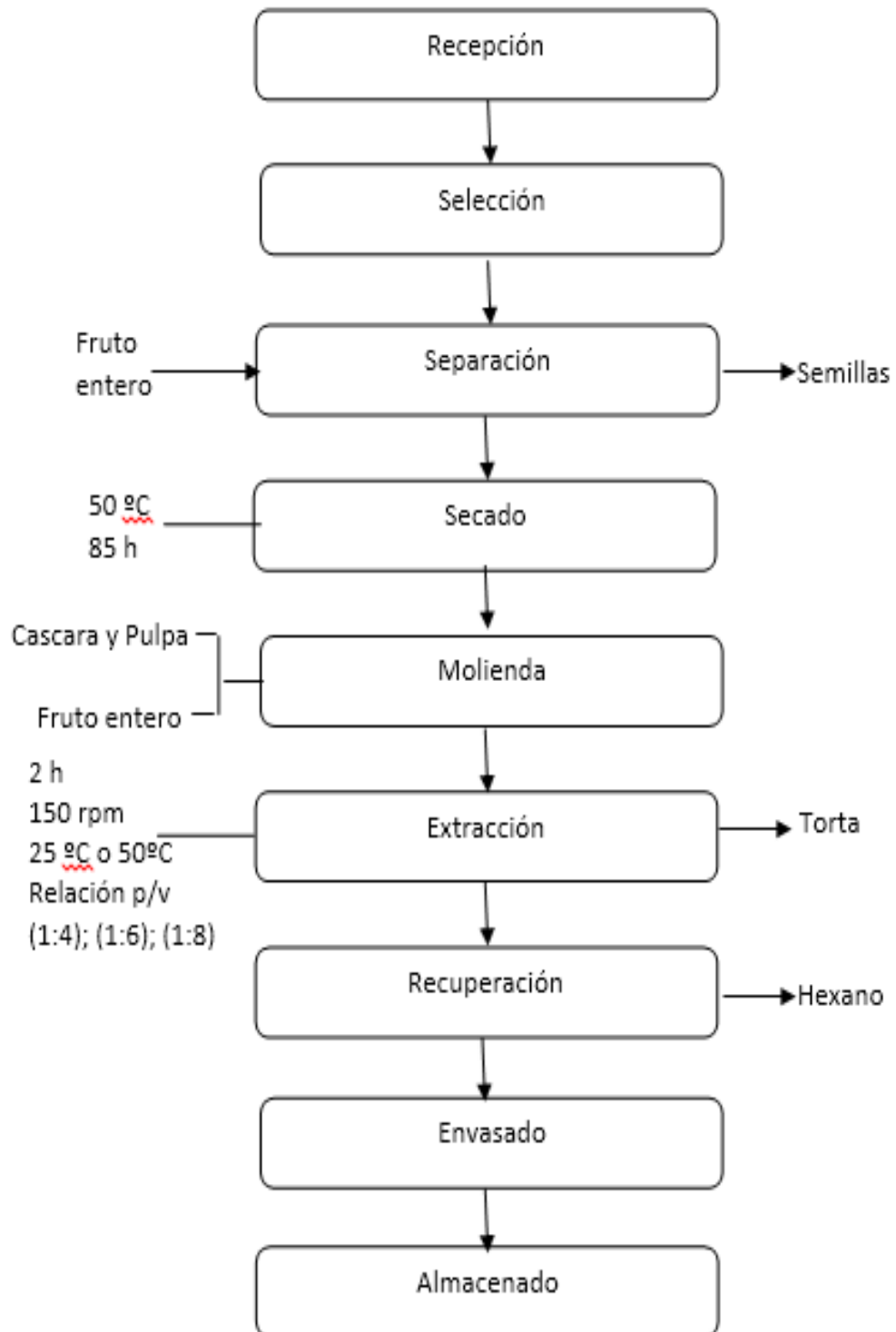
Se determinó un número de 12 tratamientos, cuyas mediciones se realizaron por triplicado. La respuesta experimental fue el porcentaje de rendimiento de extracción del aceite de unguahua. Para el análisis de datos se empleó el paquete estadístico Statgraphics plus.

### 3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### Descripción del proceso de extracción del aceite de unguahua

- ✓ **Recepción.-** Verificar que los racimos de unguahua están maduros, almacenar en el laboratorio de la Unidad de Investigación con adecuada aireación asegurándose que se mantengan con un nivel adecuado de temperatura (15-16°C) y humedad (50 – 60 %) para evitar el desarrollo microbiano.
- ✓ **Selección.-** Seleccionar los frutos retirando las impurezas.
- ✓ **Separación.-** Las semillas fueron sometidas a un calentamiento a 70°C en un recipiente con agua por 3 horas. El tratamiento térmico inactiva las enzimas lipolíticas que pueden ocasionar una rápida degradación del aceite; facilita también el flujo del mesocarpio del fruto de unguahua para extraer el aceite.  
El siguiente paso consiste en eliminar la semilla del mesocarpio de un porcentaje de materia prima.
- ✓ **Secado.-** colocar en una estufa con aireación y secar el fruto de unguahua a 50 °C por 85 horas.
- ✓ **Molienda.-** Moler el fruto entero y la cascara y pulpa.
- ✓ **Extracción del aceite.-** Colocar en un matraz Erlenmeyer el Fruto de unguahua (fruto entero o pulpa y cascara) con hexano (relación fruto / hexano), llevar a baño maría con constante agitación (150 rpm) a 25 y 50°C respectivamente, con la ayuda de un embudo y filtro, filtrar el aceite, colocar el aceite en un balón pírrex, con el equipo Soxhlet proceder a recuperar el hexano.
- ✓ **Almacenamiento.-** colocar en un recipiente seco y limpio y almacenar a temperatura ambiente.

## Diagrama de flujo



## **Descripción del proceso de refinación**

El propósito de las diferentes operaciones de procesos de refinación es de eliminar estas impurezas indeseables hasta el grado deseado con el menor efecto perjudicial sobre la calidad final del aceite y pérdidas mínimas de producto. Los procesos de refinación incluyen distintas operaciones.

- **Desgomado**

El objetivo fue eliminar los fosfátidos o fosfolípidos presentes con una mínima pérdida de aceite neutro. La operación de desgomado fue realizada de acuerdo a lo propuesto por Nasirullah y Ramanatham (2000) en su investigación sobre la refinación física del aceite soya y salvado de arroz, en la que sugieren un proceso de desgomado en dos etapas para eliminar los fosfátidos hidratables y no hidratables. La primera etapa consistió en lavar con agua al aceite, para eliminar todos aquellos fosfolípidos hidratables como por ejemplo la lecitina. El aceite se calentó hasta alcanzar una temperatura cercana a los 60 °C, en ese momento se le adicionó 3% p/p de agua destilada, la cual se calentó previamente hasta una temperatura aproximada de 60 °C, antes de adicionarla al aceite. La mezcla se dejó con agitación constante por 30 minutos a una temperatura entre 60 – 70 °C. Finalizado el tiempo, se dejó enfriar, se centrífugó a 3.500 rpm por 30 minutos para separar el aceite de los fosfolípidos hidratables.

Siguiendo la metodología de Nasirullah y Ramanatham (2000), se realizó la segunda etapa del desgomado, que consistió en eliminar los fosfolípidos no hidratables, los cuales son sales de calcio y magnesio del ácido fosfórico que son más solubles en aceite que en agua y por ende no se hidratan. Al usar un ion monovalente como el potasio, que sustituya a los iones divalentes calcio y magnesio, hace que las sales complejas no hidratables se conviertan a especies hidratables, debido a que sus sales son más solubles en agua. El aceite obtenido en la primera etapa fue tratado con una solución

de cloruro de potasio al 1% y en una relación muestra de aceite / cloruro de potasio de 98:2. La mezcla se calentó con agitación constante a una temperatura entre 60 – 70 °C por 15 minutos y se centrifugó a 3.500 rpm por 30 minutos para separar los fosfolípidos no hidratables.

- **Blanqueado**

El objetivo de este proceso fue el de descomponer los peróxidos, eliminar los compuestos oxidantes y cualquier vestigios de gomas y jabones, y decolorar. El proceso de blanqueo se realizó con el uso de tierras de blanqueo, Se siguió el procedimiento propuesto por Nasirullah y Ramanatham (2000), en el cual el aceite desgomado se calentó hasta una temperatura aproximada de 80 °C, en ese momento se le adicionó 3% de la tierra de blanqueo antes mencionada, la cual estuvo 2 horas en la estufa a 80 °C para eliminar cualquier vestigio de humedad que pudiera afectar el proceso. La mezcla de aceite y tierra se mantuvo con agitación y vacío constantes por 15 minutos a una temperatura entre 80 – 90 °C y 60 mm Hg. La mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente, se centrifugó a 3.500 rpm por 30 minutos para separar el aceite de las tierras de blanqueo.

- **Proceso de desacidificación y desodorización**

El objetivo de esta etapa fue reducir los ácidos grasos libres, producir un aceite con poco o ningún sabor y un color tenue. El proceso consistió en someter al aceite a una destilación por carga al vacío, de manera de eliminar los ácidos grasos libres, cetonas y aldehídos, los cuales poseen punto de ebullición más bajos que el resto de los triglicéridos presentes en el aceite. La desacidificación y desodorización se realizaron de acuerdo a la metodología propuesta por Pasarelli (1986), y consistió en tomar el aceite desgomado y blanqueado e introducirlo en una balón de dos bocas, que a su vez se colocó en una cuba que contenía glicerina como medio de calentamiento. La glicerina se calentó hasta una temperatura entre 100 – 120 °C, mediante una plancha eléctrica. Una de las bocas del balón que

contiene el aceite se le colocó un termómetro, el cual indicaba la temperatura del mismo. La otra boca del balón fue conectada a un condensador y a su vez éste a la manguera de la línea de vacío. La operación antes indicada se realizó durante 3,5 horas con vacío continuo entre 4 y 6 mm Hg. Finalizado el tiempo, el balón fue retirado del baño de glicerina y colocado en otra cuba con agua a temperatura ambiente, de manera de lograr un rápido enfriamiento, todo esto sin desconectar el sistema del vacío, de forma tal de no permitir la entrada de aire

### **Análisis Físico – químico**

- **Índice de Peróxidos** se aplicó el método basado en la Norma INEN 277: 1978 – 02 y se calcula mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$i = \frac{vN}{m} * 1000$$

Siendo:

i = índice de peróxidos en meq. De O<sub>2</sub> por kg del producto

v = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm<sup>3</sup> . Corregido del blanco

N = normalidad de la solución del tiosulfato de sodio

m= masa de la muestra analizada, en g.

- **Índice de Refracción** se aplicó el método de la Norma INEN 42:1973,

Para obtener este valor se lee directamente utilizando el equipo de refractómetro de Abbe

- **Índice de Yodo**, se aplicó el método de la Norma INEN 37:1973-08, y se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula

$$i = \frac{12.69(V - V_1)N}{m}$$

Siendo:

I = índice de yodo de la muestra, en cg/g.

V = medida aritmética de los volúmenes de la solución de tiosulfato de sodio empleados en la titulación de los ensayos, en cm<sup>3</sup>.

V<sub>1</sub> = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleados en la titulación en, cm<sup>3</sup>

N = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio

m = masa de la muestra analizada, en g

- **Índice de Acidez**, se aplicó el método de la norma INEN 38:1973-08, lo cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

A = acidez del producto, en porcentaje de masa.

M = masa molecular del ácido usado.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleando en la titulación, en cm<sup>3</sup>

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio o de potasio.

m = masa de la muestra analizada, en g

Las masas moleculares de los ácidos empleados son las siguientes:

Ácido oleico      282

### **Determinación del rendimiento**

El rendimiento se determinó en función del porcentaje de grasa existente en el fruto de unguurahua.

## **Determinación del tiempo de vida útil**

Vida útil del aceite refinado proveniente del mejor tratamiento se realizará en función de la variación del índice de peróxido del método de la Norma INEN 277: 1978 – 02 y aplicando la ecuación expuesta por Alvarado (1996)

## **Evaluación sensorial**

El aceite de unguahua del mejor tratamiento extraído mediante la aplicación de solventes fue analizado sensorialmente utilizando un panel de degustación de 15 evaluadores por duplicado, se comparó con el aceite de oliva de procedencia de España. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar. Adicionalmente se realizó el respectivo análisis de varianza y la prueba de Tukey.

Las características sensoriales que están relacionados con el aceite de oliva y permiten comparar con el aceite de unguahua son:

- **Frutado:** aroma y sabor característico de aceites procedentes de aceitunas frescas y sanas.
- **Manzana:** sensación que nos trasmite el aceite de oliva que nos evoca al sabor de una manzana. Propio de aceites frescos que contienen constantes frutadas y dulces a su vez y que recuerdan el aroma de esta fruta.
- **Amargo:** sensación ruda y áspera. Es característico del aceite obtenido de aceitunas verdes (color dorado que toman los frutos cuando empiezan a madurar).
- **Picante:** sensación de picor. Es característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes.



- **Dulce:** sensación placentera, no azucarada. Ausencia del amargo. Propia de aceites procedentes de aceitunas maduras.
- **Astringente:** ocasiona que las papilas gustativas de nuestra lengua queden cerradas de forma repentina debido al fuerte impacto de intensidad astringente que perciben. Suele aparecer en aceites procedentes de aceitunas con poco grado de maduración y que han padecido problemas de sequía.
- **Avinado-Avinagrado:** Debido a que han sido almacenadas en exceso antes de su molturación y han iniciado un proceso de fermentación que ha dado lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol y que posteriormente el aceite obtenido ha reaccionado con los gases del interior del depósito donde el aceite ha sido almacenado
- **Moho-Humedad:** Sabor característico del aceite obtenido de aceitunas en las que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonadas con humedad varios días.
- **Rancio:** En algunas ocasiones nos recuerda el gusto de este defecto al de la lana vieja. Sabor característico y común del aceite de oliva que ha sufrido oxidación, a causa de su prolongado contacto con el aire o incluso que han tenido múltiples exposiciones con focos de calor, luz o ventilación.

### 3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### Matriz de Operacionalización de Variables

**Tabla Nº 4. Variable Independiente:** Proceso de Extracción del aceite de ungurahua

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Proceso:</b> es el conjunto de operaciones químicas o físicas en donde ocurre algún tipo de reacción química transformando una materia inicial en producto final distinto.</p>	Tipos de procesos de extracción.	<p>Eficiencia</p> <p>Costo</p> <p>Factibilidad de operación</p>	<p>¿Cuál será la eficiencia en la extracción de aceite de ungurahua?</p> <p>¿Qué materia prima se utilizara?</p> <p>¿Qué medio de extracción se utilizara?</p> <p>¿ qué métodos Industrialización?</p>	<p>Chek-list</p> <p>Manual Merk</p> <p>Datos del MAGAP</p> <p>Revisión bibliográfica</p>

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla Nº 5. Variable Dependiente:** Porcentaje de rendimiento

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Rendimiento:</b> es la proporción que surge para obtener algo y el resultado que se consigue. ( % litros o kilos de aceite por 100 kilos de fruto?</p>	<p>Tipo del fruto</p> <p>Temperatura de extracción</p> <p>Variación del solvente</p>	<p>Ayuda a obtener mayor aceite el fruto entero</p> <p>Incrementa el aceite al variar la temperatura</p> <p>Aumenta el aceite al cambiar la variación solvente / fruto</p>	<p>¿Permitirá el fruto entero obtener mayor cantidad de aceite?</p> <p>¿Permitirá incrementar el porcentaje de aceite al variar la temperatura?</p> <p>¿Permitirá aumentar la cantidad de aceite al cambiar la variación solvente/ fruto?</p>	<p>Métodos de Análisis</p>

**Elaborado por:** Gabriela E. Pilco S., 2014

### **3.8. Plan de recolección de información**

Los frutos de unguahua recolectados en la comunidad de Canelos perteneciente a la ciudad del Puyo, fueron trasladados a la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, para su respectivo análisis.

En el trabajo de investigación se utilizó como técnica la experimentación en laboratorio por lo tanto, el registro de datos de la extracción de aceite de Ungurahua se realizó al inicio, durante y al final de la experiencia, los análisis físico-químicos del aceite se lo realizaron antes y después del proceso de refinación. Estos fueron tabulados de acuerdo al diseño experimental.

A más de ello, se buscaron fuentes bibliográficas que permitieron comprender el fenómeno en estudio y se justificó el porqué de la selección del mejor tratamiento.

### **3.9. Plan de procesamiento de información**

Una vez recolectada la información, se utilizó el paquete informático Microsoft Office: Word y Excel.

En Word se realizó el escrito; en Excel se tabularon la información útil y se procesó los datos mediante las herramientas del mismo programa informático y en Visio se realizó el diagrama de flujo del proceso de extracción de aceite de unguahua.

Para comprobar las hipótesis se utilizó la tabla de análisis de varianza (ANOVA al 95 % de confianza) generada en el paquete informático StatgraphicsPlus 4.0., éste último permite realizar pruebas de comparación entre los tratamientos.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### 4.1.1. Análisis físico – químico del fruto de unguurahua


Tabla 6. Tamaño de las semillas de unguurahua frescas y secas

UNGURAHUA SECO				UNGURAHUA SECO			
MUESTR A	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)	MUESTR A	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)
1	3,8	2,27	13,24	1	4	1,83	7,54
2	3,7	2,35	12,6	2	3,8	1,94	6,92
3	3,9	2,31	12,93	3	4,1	2,06	8,58
4	3,9	2,3	12,42	4	4	1,91	8,38
5	3,7	2,45	14,42	5	4,3	2,03	8,38
6	4	2,31	12,98	6	3,7	2,02	7,84
7	4,2	2,32	12,77	7	4	2,02	7,91
8	3,9	2,32	12,33	8	3,9	1,99	7,23
9	4	2,31	12,72	9	4,1	1,97	8,59
10	3,7	2,32	11,75	10	4,1	2,00	9,14
11	4,1	2,32	12,77	11	4,2	1,96	8,17
12	4	2,52	11,65	12	4,2	2,02	8,74
13	3,9	2,29	12,81	13	3,9	2,03	7,86
14	4	2,22	14,09	14	3,9	2,02	8,47
15	3,9	2,34	11,48	15	4,1	1,98	8,45
16	4	2,23	11,54	16	4,1	2,02	9,37
17	4,1	2,22	11,28	17	4,1	1,97	8,68
18	4,1	2,42	11,98	18	3,8	1,96	8,18
19	4,1	2,07	10,47	19	4	1,91	7,77
20	4	2,11	10,39	20	3,8	1,92	7,88
21	4,1	2	11,81	21	3,9	1,96	8,29
22	4,1	2,06	11,37	22	3,9	1,99	7,72
23	3,9	1,98	11,59	23	4,1	2,09	9,90
24	4,2	2,14	12,91	24	4	1,96	8,40
25	4,1	2,04	11,4	25	3,9	2,06	9,07
26	4	2,09	11,48	26	3,7	1,81	6,09
27	3,9	2,06	10,3	27	4	1,97	8,04
28	4	2,04	10,63	28	4	1,97	8,87
29	4,1	2,01	10,77	29	3,9	1,94	8,19
30	4	2,07	11,35	30	3,7	1,92	7,28
<b>Promedio</b>	3,98	2,21	12,01	<b>Promedio</b>	3,97	1,91	8,20
<b>Desviación estándar</b>	0,135	0,148	1,041	<b>Desviación estándar</b>	0,153	0,061	0,757

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

En la tabla 4 se muestra que los frutos tienen pesos que van desde 10,30 a 14,42 g, con un peso promedio de  $12,01 \pm 1,04$ , valores cercanos presentados por Díaz y Ávila, 2002, que la fruta fresca pesa entre 5 y 14 g. Su Longitud es de  $3,98 \pm 0,13$  cm y  $2,21 \pm 0,15$  cm de diámetro. Según Gómez y otros (1996), dice que los frutos llegan a medir 3 – 7 cm de largo por 2 – 3 cm de ancho, valores cercanos al valor promedio obtenido por 30 muestras tomadas aleatoriamente.

**Tabla 7.** Características físicas del fruto de ungurahua

<b>Fruto de ungurahua</b>		
<b>Características físicas en el fruto húmedo</b>		
<b>Humedad (%)</b>	$44.03 \pm 2,50$	
<b>Longitud (cm)</b>	$3,98 \pm 0,14$	
<b>Diámetro (cm)</b>	$2,21 \pm 0,15$	
<b>Peso (g)</b>	$12,01 \pm 1,04$	
<b>Características físicas en el fruto seco</b>		
<b>Humedad (%)</b>	$9,3 \pm 0,58$	
<b>Longitud (cm)</b>	$3,97 \pm 0,15$	
<b>Diámetro (cm)</b>	$1,91 \pm 0,061$	
<b>Peso (g)</b>	$8,2 \pm 0,76$	
<b>Almendra</b>	35.25 %	
<b>Mesocarpio</b>	$64.75 \pm 1.12$ %	

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

En la Tabla 5, se presentan las características físico del fruto de ungurahua, el cual está formado por un mesocarpio que representa un  $64.75 \pm 1.12$  %, y la semilla en un 35.25 % y está recubierto por fibras delgadas, en el fruto recién cosechado presenta un porcentaje de humedad de  $44.03 \pm 2,50$  %, una longitud de  $3.98 \pm 0,14$  cm, un diámetro de  $2,21 \pm 0,15$  cm y un peso de  $12,01 \pm 1,04$  g, mientras que en el fruto seco presenta un porcentaje de humedad de  $9,3 \pm 0,58$  %, un longitud de  $3,97 \pm 0,15$  cm que es muy parecida al fruto húmedo, un diámetro  $1,91 \pm 0,061$  cm este es menor al fruto húmedo debido a que pierde el porcentaje de agua existente en el fruto y un peso de  $8,2 \pm 0,76$  g que también disminuye por su secado.

**Tabla 8.** Características químicas del fruto del unguurahua

	<b>Fruto de unguurahua</b>	<b>Almendra</b>	<b>Mesocarpio (cáscara+ pulpa)</b>
<b>Parte del fruto (%), cuando la humedad es 27,54%</b>	100	64,75 ± 1,12	35,25
<b>Composición química en base seca</b>	Fruto de unguurahua	Almendra	Mesocarpio (cáscara+ pulpa)
<b>Proteína</b>	4,12 ± 0,15	3,95 ± 0,24	4,86 ± 0,27
<b>Grasa</b>	6,28 ± 0,39	0,58 ± 0,08	21,18 ± 0,26
<b>Fibra total</b>	27,52 ± 0,95	25,58 ± 1,42	32,30 ± 0,61
<b>Cenizas</b>	1,92 ± 0,48	2,11 ± 0,21	2,07 ± 0,08
<b>Carbohidratos totales</b>	60,16	67,78	39,59

Fuente: laboratorios de laconal

En la Tabla 6, se presentan las características químicas del fruto de unguurahua, el cual está formado por un mesocarpio y una semilla. En el mesocarpio se encuentra la pulpa y la cáscara que contiene 21,18 ± 0,27 % de aceite, 4,86 ± 0,27 % de proteína, 32,30 ± 0,61 % de fibra total, 2,07 ± 0,08 % de cenizas y 39,59 % de carbohidratos totales y por el contrario la almendra contiene solo 0,58 ± 0,08 % de aceite en base seca, 3,95 ± 0,24 de proteína, 25,58 ± 1,42 % de fibra total, 2,11 ± 0,21 de cenizas y 67,78 % de carbohidratos totales.

Darnet, S. *et al* (2011,490) presenta la composición de la pulpa de unguurahua: 14,4% de grasa, 4,9 % de proteína, 1,1 % de cenizas, 29,7 % de fibra dietaria y 46,1% de carbohidratos. Mambrim, M. y Barrera, D. (1997, 156) señala que unguurahua (patawa) presenta un valor de 23,28% de grasa, valor muy cercano al que presentamos en aceite en el mesocarpio.

#### 4.1.2. Análisis del porcentaje de humedad del fruto de unguurahua

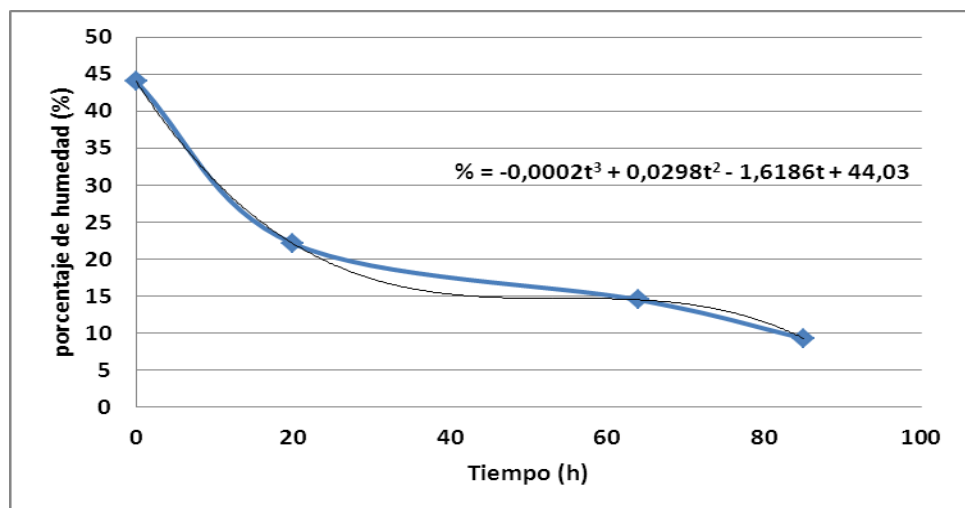
**Tabla 9.** Perdida de humedad del fruto de unguurahua secado a 50 °C

Tiempo (horas)	Humedad (%)
0	44,03
20	22,11
64	14,49
85	9,30

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

En la Tabla 7 se observa el porcentaje de humedad del fruto de unguurahua es 44.03 %, al ser sometido a secado entre 50 – 55 °C por 85 horas (3,5 días) alcanza a una humedad de 9,30%, que se consideran adecuadas para ser conservada al ambiente.

**Gráfico 3.** Curva de secado de unguurahua en un secador entre 50 y 55 °C



En el gráfico 3, se representa la curva de secado del fruto, obteniéndose una ecuación polinomial, donde se puede estimar el porcentaje de secado a Temperatura de 50 y 55 °C del fruto de unguurahua a un tiempo determinado



#### 4.1.3. Energía bruta presente en el fruto de unguurahua.

La energía bruta expresada en Kcal/100 g se determinaron los siguientes valores: 313,65 Kcal/100g de fruto entero, 292,14 en almendra y 368,45 en mesocarpio.

#### 4.1.4. Análisis del rendimiento de la extracción del aceite de unguurahua.

**Tabla 10.** Porcentaje de rendimiento de la extracción de aceite de unguurahua

		Rendimiento de extracción (%)			
Tratamientos		R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	1	64,40	66,60	64,98	65,33
$a_0b_0c_1$	2	73,79	75,61	78,23	75,88
$a_0b_0c_2$	3	82,21	79,21	85,94	82,45
$a_0b_1c_0$	4	82,27	82,66	78,82	81,25
$a_0b_1c_1$	5	87,45	87,56	86,73	87,25
$a_0b_1c_2$	6	89,48	92,65	89,50	90,54
$a_1b_0c_0$	7	59,77	61,78	62,43	61,33
$a_1b_0c_1$	8	69,86	65,08	65,91	66,95
$a_1b_0c_2$	9	73,79	72,98	75,98	74,25
$a_1b_1c_0$	10	59,50	64,73	64,91	63,05
$a_1b_1c_1$	11	73,98	66,43	68,80	69,74
$a_1b_1c_2$	12	81,90	75,12	79,44	78,82

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

La cantidad de aceite extraído en cada tratamiento relacionado con la cantidad de aceite encontrado en el fruto en base seca se indica en la Tabla 8 expresado en %. Los porcentajes van desde 59,77 al 92,65 % de extracción.

En el análisis de varianza (Tabla 9), se puede observar que existe diferencia altamente significativa en relación a los siguientes factores: A: parte del fruto que se utilizó para su extracción, B: la temperatura de extracción a la cual fue sometida el fruto de unguahua con el solvente y C: la relación entre el solvente y el fruto de unguahua.

**Tabla 11. Tabla de Análisis de varianza para el porcentaje de extracción de aceite de unguahua**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad	
<b>A: Relación Solvente:ungurahua</b>	1140,04	2	570,02	89,78	0,0000**	**
<b>B: Temperatura de extracción</b>	494,173	1	494,173	77,84	0,0000	**
<b>C: Parte del fruto de unguahua</b>	1175,35	1	1175,35	185,13	0,0000	**
<b>Replicas</b>	5,59224	2	2,79612	0,44	0,6493	
<b>Interacciones</b>						
<b>AB</b>	9,80762	2	4,90381	0,77	0,4740	
<b>AC</b>	16,3711	2	8,18555	1,29	0,2955	
<b>BC</b>	173,01	1	173,01	27,25	0,0000	**
<b>ABC</b>	42,8388	2	21,4194	6,34893	0,0527	
<b>Error</b>	139,676	22	6,34893			
<b>Total</b>	3196,86	35				

\*\*Diferencia altamente significativa

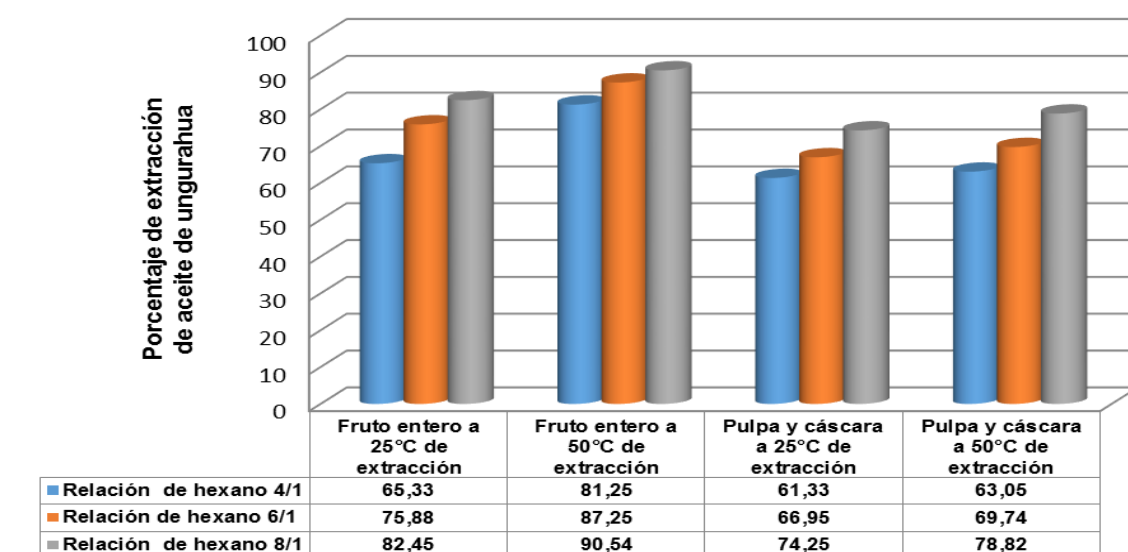
Elaborado por: Gabriela E. Pilco Saca., 2014

Al realizar el análisis de Tukey con relación a la parte del fruto de unguurahua. El fruto entero es el que permite mejor extracción del aceite, con un promedio de 80,4494, en comparación de 69,0217 con relación a la parte de la pulpa con la cascará, que no es despreciable ya que en la pulpa y cascara existe el mayor contenido de aceite, pudiendo utilizar las semillas para las artesanías como aretes, collares, pulseras, entre otros.

El análisis de Tukey en relación a la temperatura de extracción del aceite, la temperatura de 50 °C permite una mejor extracción promedio de 78,4406, en comparación de 71,0306 con relación a la temperatura 25°C.

El análisis de Tukey en la relación entre el fruto de unguurahua y la cantidad de solvente utilizado en la extracción, la mayor cantidad de solvente es el que mejor extrae el aceite, así la relación 8:1 (8 partes de solvente: 1 parte de unguurahua con un valor promedio de 81,516 %, seguido de la relación 6:1 (6 partes de solvente: 1 parte de unguurahua con un valor de 74,95 % y por último 4:1 (4 partes de solvente: 1 de unguurahua) con un valor de 67,73 %.

**Gráfico 4.** Porcentaje de aceite extraído de las diferentes partes del fruto de unguurahua a diferentes relaciones de hexano/ unguurahua y a las temperaturas de 25 y 50 °C



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

En el gráfico 4 se observa el porcentaje de aceite extraído de las diferentes partes del fruto de unguahua y a las temperaturas de extracción de 25 y 50 °C. A medida que se incrementa el porcentaje de solvente con relación a la parte del unguahua y a medida que incrementa la temperatura, el porcentaje de extracción de aceite aumenta

Se determinó que el mejor tratamiento es el: a0b1c2 (fruto entero, 50 °C, relación solvente: unguahua de 8:1 con un valor de 90,54 % de extracción de aceite), también existen tratamientos cercanos como son: a0b1c1 (fruto entero, 50 °C, relación solvente: unguahua de 6:1) con 87,24% y a0b0c2 (fruto entero, 25 °C, relación solvente: unguahua de 8:1) con 82,45 %.




#### **4.1.5. Análisis del índice de peróxidos, índice de acidez, índice de refracción del aceite de unguahua sin refinar.**

En la tabla A 7 se puede observar que el índice de peróxidos del aceite de unguahua recién extraído varía de 6.8 y 7.6 (meq oxígeno / kg de aceite) con un promedio de 7.078 (meq oxígeno / kg de aceite) y una desviación de 0.160, estos valores están dentro de la norma INEN 29:2012 que permite 10 (meq oxígeno / kg de aceite) que corresponde a los requisitos para el aceite de oliva, ya que sus características son similares al aceite de unguahua.

En la tabla A8 se observa los valores de índice de acidez que varía de 0.74 (% de ácido oleico) y 1.351 (% de ácido oleico) con un promedio de 1.047 (% de ácido oleico) y una desviación estándar de 0.086, valores que no están dentro de la norma INEN 29:2012 ya que los valores altos de la acidez se debe a la acción hidrolíticas en el fruto después de la cosecha. Finalmente se observa en la tabla A9 el índice de refracción que se encuentra entre 1.4623 y 1.468 con un promedio de 1.467 y una desviación estándar de 0.001, estos valores se encuentran dentro de la norma establecida para el aceite de oliva que es de 1.466 – 1.4685.

**4.1.6. Análisis de la diferencia de las características físico - químicas y los atributos sensoriales entre el aceite de ungurahua sin refinar, aceite de ungurahua refinado y aceite de oliva extra virgen.**

**Tabla 12.** Diferencias de las características físico-químicas y sensoriales de los aceites de ungurahua sin refinar, aceite de ungurahua refinado y aceite de oliva extra virgen.

	<b>Ungurahua sin refinar</b>	<b>Ungurahua refinado</b>	<b>Oliva extra virgen</b>
<b>Apariencia visual</b>			
<b>Olor</b>	Levemente afrutado		Afrutado
<b>Color</b>	Amarillo	Amarillo claro	Amarillo intenso
<b>Acidez (% ácido oleico)</b>	1,006 ± 0,39	0.06±0.005	0,301± 0,016
<b>Índice de peróxido</b>	6,80 ± 0,29	4± 0.6	6,48 ± 0,35
<b>Índice de yodo</b>	90,43 ± 11,24	85,00 ± 5,00	135,10 ± 7,92
<b>Índice de Saponificación</b>	197,74 ± 4,94	190,74 ± 3,55	190,53 ± 6,27
<b>Índice de refracción</b>	1,4605 ± 0,0001	1,4615 ± 0,01	1,4683 ± 0,0002
<b>Comprobación de atributos sensoriales</b>	<b>Ungurahua</b>	<b>Ungurahua refinado</b>	<b>Oliva</b>
<b>Olor</b>	2,2 ± 2,82 b	1,2 ± 1,82 b	3,9 ± 3,50 a
<b>Color</b>	2,2 ± 2,62 b	1,2 ± 1,62 b	8,40 ±1,40 a
<b>Sabor</b>	2,5 ± 2,62 a	1,5 ± 1,62 a	3,8 ± 3,19 a
<b>Astringencia</b>	1,6 ± 2,51 a	0,6 ± 1,51 a	1,7 ± 2,14 a
<b>Rancidez</b>	1,2 ± 2,06 a	0,2 ± 1,06 a	1,8 ± 3,02 a

Letras diferentes en las filas en los atributos sensoriales indica diferencia significativa ( $\alpha < 0,05$ )

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

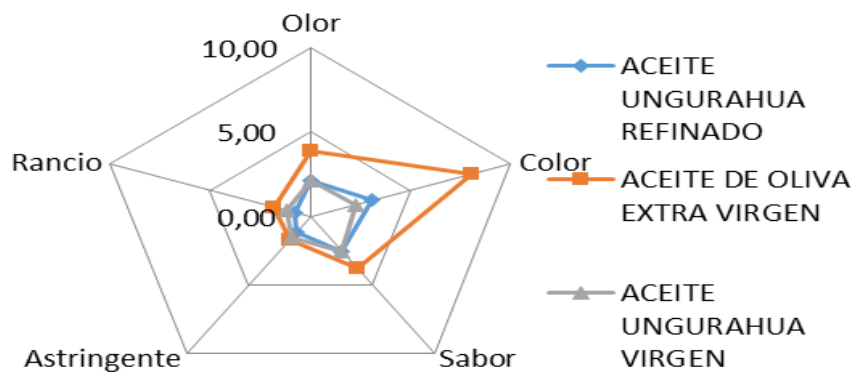
En la Tabla 10, se indican las características físico-químicas del aceite de unguahua sin refinar, aceite de unguahua refinado y aceite de oliva extra virgen: El color del aceite de unguahua refinado es menos amarillo que el aceite sin refinar y el de oliva extra virgen es más amarillo que los dos. El color es uno de los primeros atributos sensoriales de los aceite evaluados por los consumidores, y se puede considerar un parámetro de calidad que altamente influye en su aceptación y preferencia (Ceballos, C. *et al*, 2003). El olor del aceite de oliva extra virgen es más afrutado que el aceite de unguahua refinado y sin refinar.

Con respecto a la acidez es mayor en aceite de unguahua con un valor de 1,006 % (ácido oleico) en comparación con el de oliva que tiene 0,301; los valores altos de la acidez se debe a la acción hidrolíticas en el fruto después de la cosecha, por lo que es necesario estudiar el cambio físico que sufre los aceites dentro del unguahua durante el tiempo de almacenamiento, pero el aceite de unguahua refinado es menos ácido con  $0.06 \pm 0.05$  %, estos valores están dentro de la norma INEN 219:2012 que nos da un valor máximo de 0.3% para aceite de oliva refinado que es la referencia ya que aún no se tiene una norma establecida para el aceite de unguahua. Los valores del índice de peróxido, son iguales entre sí, 6,80 (meq. Oxígeno/kg aceite) para unguahua y 6,48 (meq. Oxígeno/kg aceite) para el de oliva, estos valores se encuentran dentro de lo permitido, que según la norma INEN 29:2012, permite un valor máximo de 10 (meq. Oxígeno/kg aceite) de índice de peróxido, pero el índice de peróxidos del aceite refinado disminuye con un valor  $4 \pm 0.6$  (meq. Oxígeno/kg aceite). Los índices de saponificación están relacionados con el peso molecular promedio de los ácidos grasos presentes en los triglicéridos de los aceites, el aceite de unguahua tiene un valor de 197,33 y 190,53 en el de oliva extra virgen, pero al refinar disminuye muy poco llegando a 190.74 teniendo un valor muy cercano al de oliva extra virgen. Los índices de refracción se tienen valores de 1,4605 para unguahua sin refinar y 1.4615 para el aceite de unguahua refinado y 1,4683 para el de oliva extra virgen que es un poco más alto que el de

ungurahua, valores que se encuentran bajo la norma INEN 29: 2012 que va desde 1.466 a 1.4685.

El índice de yodo del aceite de ungurahua sin refinar es de 90.43, pero al momento de la refinación presenta un valor de 85.00, mientras que el aceite de oliva extra virgen tiene un valor muy alto que es de 135.10

**Gráfico 5. Atributos sensoriales de los aceites**



#### 4.1.7. Análisis del perfil de ácidos grasos del aceite de ungurahua refinado y aceite de oliva extra virgen

La calidad de los aceites está relacionada con los contenidos de ácidos grasos. En la tabla 11 se encuentra el perfil de ácidos grasos del aceite de ungurahua realizado en el laboratorio Lasa, presenta una cantidad de ácido oleico, con un valor de  $79,03 \pm 0,23$  % para el aceite de oliva refinado y el oliva extra virgen posee  $72,72 \pm 4,67$  %, resultando un poco mayor el ácido oleico en el aceite de ungurahua. Con respecto al ácido palmítico, el aceite de ungurahua refinado posee  $11,74 \pm 0,16$  % y en el aceite de oliva extra virgen  $12,93 \pm 1,02$  %, es decir valores cercanos entre ellos. Los ácidos grasos poliinsaturados, el aceite de ungurahua refinado tiene  $2,04 \pm 0,02$  % de linoleico y  $1,62 \pm 0,08$  % de linolenico, en cambio el de oliva extra virgen tiene  $6,22 \pm 2,37$  en linoleico y  $1,22 \pm 0,98$  en linolenico. En la relación de ácidos grasos saturados e insaturados (AGS/AGI), el aceite de oliva extra

virgen tiene 0,20 y de 0,18 en el aceite de unguahua refinado. Podríamos decir que el aceite de unguahua posee en general una calidad de ácidos grasos muy parecidos al de oliva.

**Tabla 13.** Perfil de ácidos grasos del aceite de unguahua refinado y aceite oliva extra virgen

Tipo de ácido graso	Ácidos grasos	Abrev	Familia	ungurahua	oliva
Saturados	Pentadecílico	(C15:O)		0,415 ± 0,01	
	Palmitico	(C16:O)		11,74 ± 0,16	12,93 ± 1,02
	Heptadecanoico	(C17:O)		0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,04
	Esteárico	(C18:O)		3,25 ± 0,14	3,26 ± 0,15
	Araquidico	(C20)		0,12 ± 0,01	0,46 ± 0,01
	Behénico	(C22:O)		0,08 ± 0,01	0,16 ± 0,02
	Insaturados	Palmitoleico	(C16:1)	Ω- 7	0,64 ± 0,07
Eláidico		(C18:1)	Ω- 9	0,12 ± 0,02	
Oleico		(C18:1)	Ω- 9	79,03 ± 0,23	72,72 ± 4,67
Eicosenoico		(C20:1)	Ω- 9	0,41 ± 0,29	1,68 ± 0,10
Poliinsaturados	Linoleico	(C18:2)	Ω- 6	2,04 ± 0,02	6,22 ± 2,37
	Linolénico	(C18:3)	Ω- 3	1,62 ± 0,08	1,22 ± 0,98
Ácidos grasos saturados				15,33	16,88
Ácidos grasos monoinsaturados				80,20	75,68
Ácidos grasos poliinsaturados				3,66	7,44
Relación: AGS/AGI				0,18	0,20

Fuente: Laboratorios Lasa., 2014 (Quito - Ecuador)



Según Balick (1992), señala que el aceite de unguurahua tiene un 77.7% de ácido oleico, 13.2 % de ácido palmítico, ácido linoleico 2.7 %, 0.6% de ácido linolínico, también el aceite de oliva presenta 76.0 % de ácido oleico, 11.2 % de ácido palmítico 8.5 % de ácido linolénico y 0.5 % de ácido linoleico y 0.14 % la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados, valores muy cercanos a los obtenidos en el análisis realizado en el laboratorio.

#### 4.1.8. Análisis del costo de producción

**Tabla 14.** Costos de la materia prima para la extracción del aceite

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
<b>Fruto de unguurahua</b>	Kg	250	0,25	62,50
<b>Hexano</b>	Lt	1	45,00	45,00
<b>Reactivos de refinación</b>	G	0,4	0,50	0,20
<b>Envases</b>	unidad	10	0,50	5,00
<b>Etiquetas</b>	unidad	10	0,10	1,00
<b>Total</b>				<b>113,70</b>

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla 15.** Costos de equipos y maquinaria para la extracción y refinación

<b>Activos fijos</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo Anual</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Horas utilizadas</b>	<b>Costo por Parada</b>
<b>Baño Maria</b>	2.000	200	0,76	2,0	1,55
<b>Equipo de Soxhler</b>	1800	180	0,68	3,0	2,05
<b>Centrifuga</b>	2550	255	0,97	1,5	1,45
<b>Equipos de laboratorio</b>	1000	100	0,38	3,0	1,14
<b>equipo de vacio</b>	800	80	0,30	3,5	1,06
<b>Estufa</b>	2300	230	0,87	2,0	1,74
				<b>Total</b>	<b>8,94</b>

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla 16.** Costo de los servicios y mano de obra

Servicios	Unidad	Consumo	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Agua	m <sup>3</sup>	0,05	0,50	0,025
Luz	kwh	6,00	0,08	0,48
Gas	kg	0,50	0,07	0,035
			<b>Total 2</b>	0,54
<b>mano de obra</b>	<b>Sueldo (\$)</b>	<b>Horas laboradas</b>	<b>Costo hora (\$)</b>	<b>costo por parada</b>
1	340	8	1,93	15,45

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla 17.** Costo de producción, utilidades y precio de venta por litro de aceite

<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	
	<b>COSTO</b>
<b>Materia Prima</b>	113,70
<b>Equipos y Maquinaria</b>	8,95
<b>Servicios y Mano de Obra</b>	15,99
<b>Total costo de producción</b>	138,64
<b>Lts. Producidos</b>	10,00
<b>Precio unitario</b>	13,86
<b>Utilidad 10%</b>	0,69
<b>PVP / Lt</b>	14,56

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

En la tabla 15 se encuentra el costo de materia prima con un valor de 113.70 \$, estimando que el costo del fruto de ungrahua es el más alto en costos, se obtiene el costo de depreciaciones de equipos para la extracción y refinación un valor de 8.95 \$ y el costo de servicios y mano de obra con un valor de 15.99 \$. Se determinó que el costo de producción del litro de aceite de ungrahua es 13.86 \$, obteniendo un precio relativamente alto por su escasa producción de materia prima, el precio de venta se recomendaría de 15.25 \$ con una utilidad del 10% es decir de 1.39 \$ / Lt de aceite.

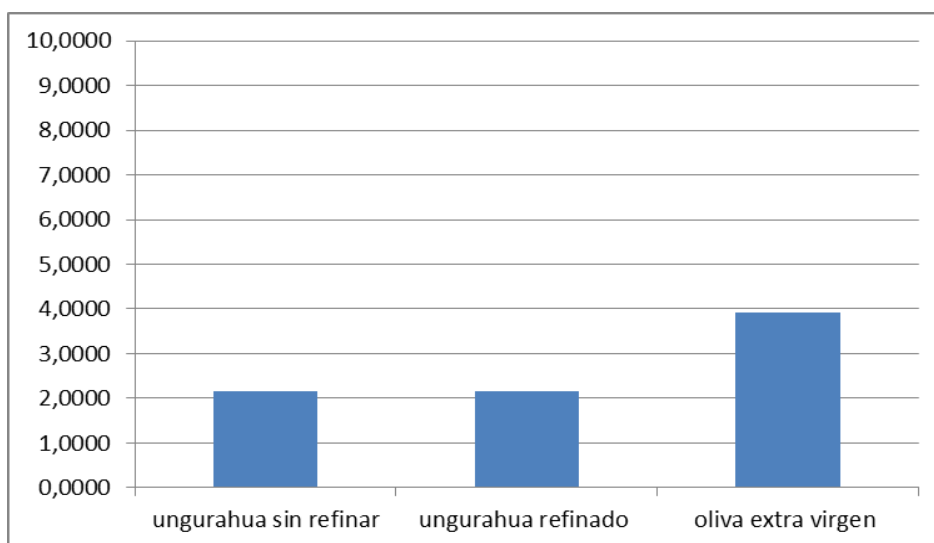
#### 4.1.9. Análisis de la evaluación sensorial de los aceites de ungurahua refinado, ungurahua sin refinar y oliva virgen

El análisis sensorial se efectuó con 15 catadores no entrenados por duplicado, a los cuales se dio a probar 3 muestras de aceite, dos de ellas fueron aceites de ungurahua del mejor tratamiento (a0 b1c2) antes y después de ser refinado y la tercera muestra es de aceite de oliva extra virgen, utilizando vasos plásticos, también se les dio un vaso de agua para el cambio de muestra.

##### 4.1.9.1. Análisis del olor

En la tabla B 8 se determina el análisis estadístico de varianza del olor que presenta una diferencia significativa (f de 0.0490) entre los tres tratamientos, para esto se realizó la prueba de tukey (Tabla B9), se determinó que el aceite de oliva extra virgen es el que tiene mayor diferencia con un valor promedio de 3.92 seguido por el aceite de ungurahua si refinar con 2.1533 de promedio y finalmente el aceite de ungurahua refinado con un valor promedio de 2.15. En el gráfico 6 se observa que el aceite de oliva extra virgen presenta mejor color, no existe diferencia entre los catadores y las replicas.

**Gráfico N° 6 Analisis sensorial para el olor**

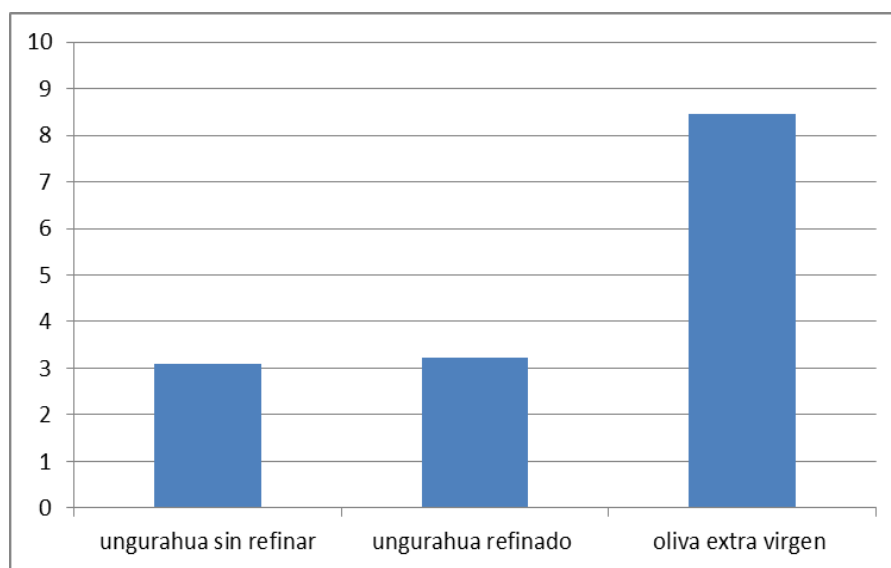


Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

#### 4.1.9.2. Análisis del color

En la tabla B10 se determina el análisis de varianza de la característica del color de los diferentes tratamientos, donde existe diferencia altamente significativa ( $f= 0.0000$ ), para lo cual se realizó el análisis de tukey, (B11), en este presenta que el aceite de oliva extra virgen es el más variable en cuanto al color con un valor promedio de 8.4433, seguido por aceite de ungurahua sin refinar con un valor promedio de 3. 23667 y finalmente el aceite de ungurahua refinado con un valor promedio de 3. 08 debido a que el aceite cuando sufre un proceso de refinación tiende a ser más clara. A continuación se observa el grafico del análisis del color que también se aprecia la diferencia del color entre los aceites.

**Gráfico N° 7 análisis sensorial del color**



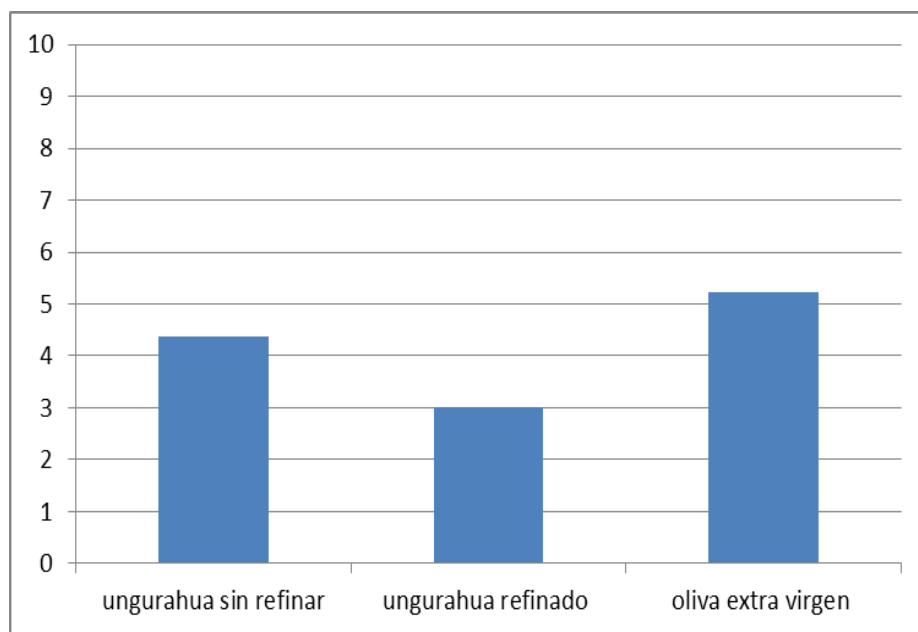
Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

#### 4.1.9.3. Análisis del sabor

En la tabla B12, se determinó el análisis de varianza del sabor de los aceites, en esta característica se determina que existe diferencia significativa ( $f = 0.02$ ) entre los tratamientos teniendo como mejor sabor el aceite extra virgen con un valor promedio de 5,22, seguido por el aceite de ungurahua sin refinar con un valor promedio de 4,36 y el aceite de ungurahua refinado

es el que tiene menor sabor con un valor promedio de 3 ya que al momento de la refinación pierde color, olor y sabor. A continuación se presenta el grafio de diferencia de sabor entre los aceites.

**Gráfico N° 8 Análisis del Sabor**

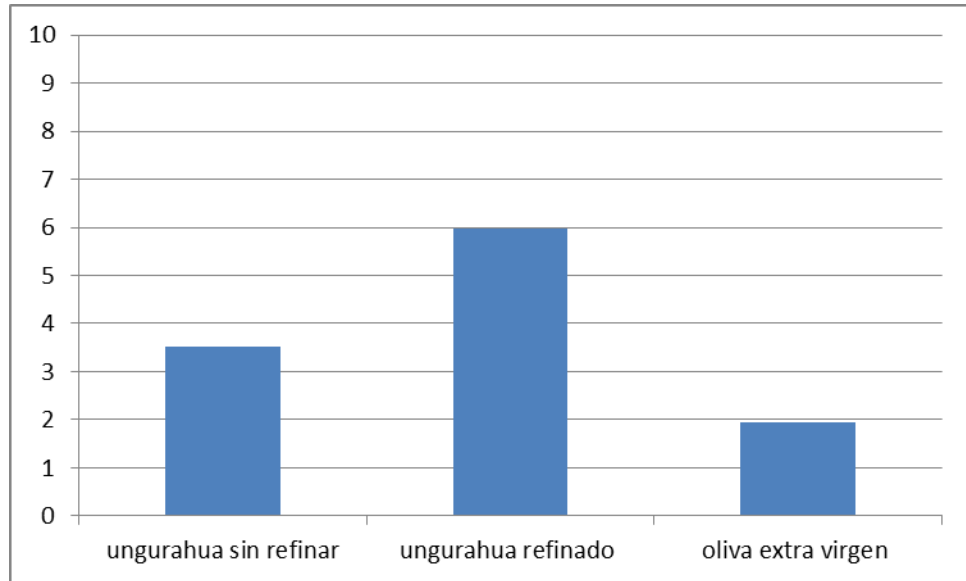


Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

#### **4.1.9.4. Análisis de la astringencia**

En la tabla B14 del análisis de varianza de la característica organoléptica de astringencia de los aceites se determina que existe diferencia estadística significativa ya que tenemos un valor  $f$  de 0,00, realizando la prueba de tukey se determina que el aceite de oliva extra virgen es más astringente con un valor promedio de 5,98, seguido por el aceite de ungurahua sin refinar con un promedio de 3,5166 y finalmente el aceite de ungurahua refinado es el menos astringente con un valor promedio de 1,93. En el grafico 9 se observa la diferencia de astringencia que existe entre los tratamientos.

**Gráfico N° 9 Análisis del Astringencia**

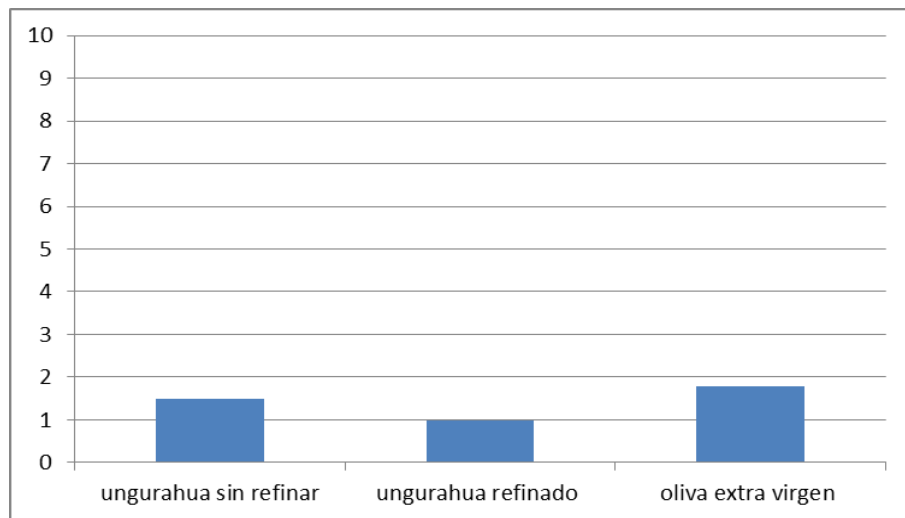


Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**4.1.9.5. Análisis de rancidez**

En la tabla B13 del análisis de varianza en la característica organoléptica de rancidez de los aceites se determina que no existe diferencia estadística significativa ya que se obtiene un valor  $f$  de 0.2331, pero se en el grafico 10 diferencia mayores para el aceite de oliva extra virgen y aceite de ungurahua virgen, esto se debe a que los catadores utilizados para el análisis no son entrenados.

**Gráfico N° 10 análisis de rancidez**



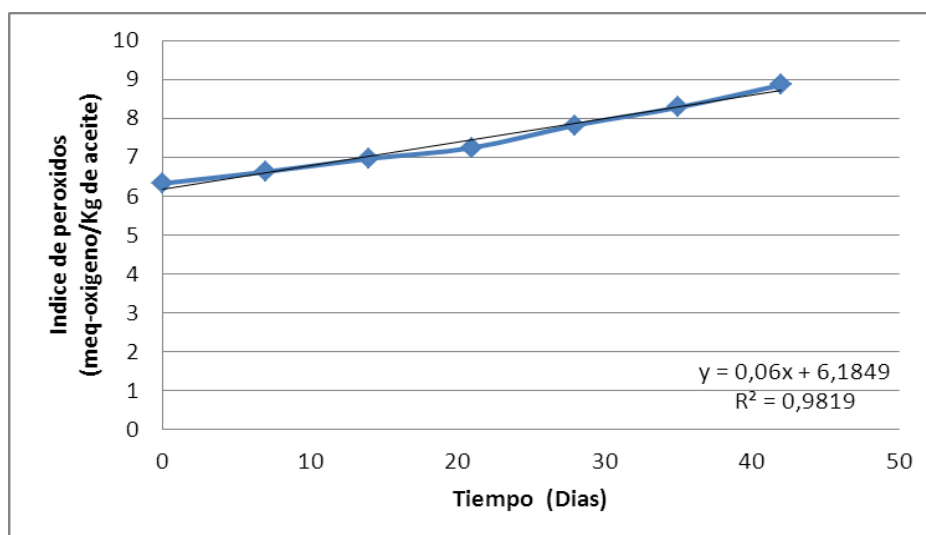
Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

#### 4.1.10. Análisis del tiempo de vida útil

- **Cambios del índice de peróxidos del aceite de unguahua sin refinar**

Es importante conocer la estabilidad de los aceites, porque la oxidación constituye una de las causas de pérdidas de la calidad de los aceites. Las oxidaciones se realizan en los ácidos grasos no saturados que, cuando están libres, se oxidan por lo general más rápidamente que cuando son parte de moléculas de triglicéridos o fosfolípidos. Pero es sobre todo el grado de insaturación el que influye en la velocidad de oxidación. Los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos en estado congelado (Martínez, M., 2010).

**Gráfico 11. Cambios en el índice de peróxido del aceite de unguahua sin refinar el almacenamiento**



Realizado por: Gabriel E. Pilco S., 2014

Los aceites durante su almacenamiento sufren una degradación que afecta su vida útil. En la investigación, los cambios del índice de peróxido en aceite de unguahua sin refinar, a temperatura ambiente se observa en gráfico 11, el índice de peróxidos (meq. Oxígeno/kg de aceite) es una medida de la cantidad total de oxígeno unida a una grasa en forma de peróxido, y por

tanto constituye una estimación de la oxidación del aceite. En el gráfico se observa que existe un incremento del índice de peróxido a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.

Los aceites tienen un valor de índice de peróxido al día cero de almacenamiento de 6.3265 y al transcurrir los 42 días de almacenamiento los índices aumentan hasta llegar a un valor de 8.8585, estos valores alcanzados de índice de peróxido está bajo la Norma INEN 21212.

#### Calculo del tiempo de vida útil del aceite de unguahua sin refinar

**Tabla 18** Variación de Índice de peróxidos del aceite de unguahua sin refinar

Días	índice de peróxidos		
	(meq. oxígeno/kg aceite)		
	en aceite de unguahua sin refinar		
	R1	R2	promedio
0	6,265	6,388	6,3265
7	6,687	6,565	6,626
14	6,942	6,983	6,9625
21	7,238	7,246	7,242
28	7,715	7,927	7,821
35	8,092	8,47	8,281
42	8,976	8,741	8,8585

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

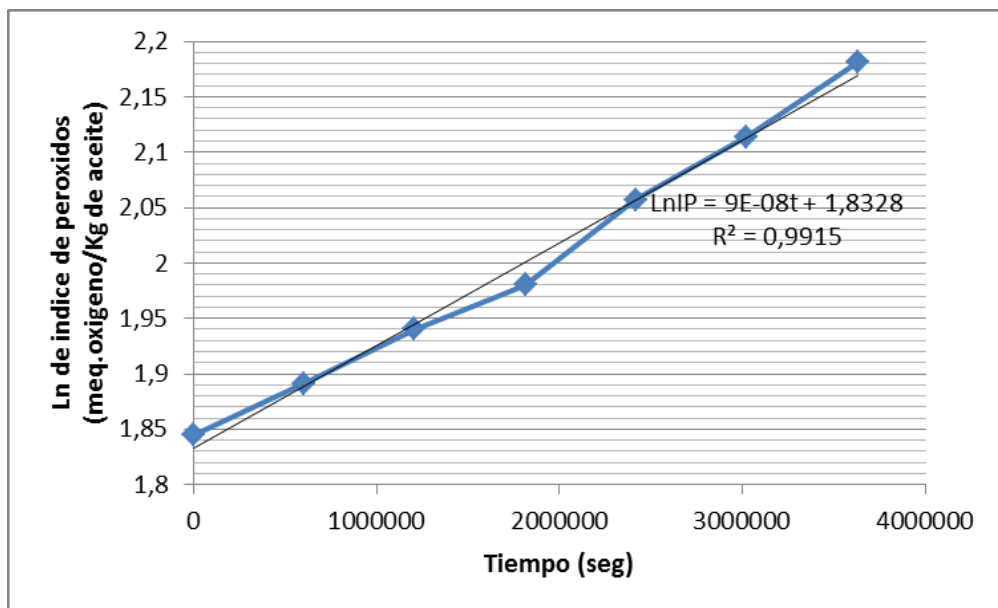


**Tabla 19** Calculo del Ln y log del índice de refracción del aceite de unguurahua sin refinar

Prom. Tiempo(seg)	Índice de peróxidos (meq.oxigeni / Kg de aceite) En aceite de unguurahua sin refinar			Ln( C )	Log ( C )
	R1	R2	Promedio Ufc/gr		
0	6,265	6,388	6,3265	1,84474716	0,80116351
604800	6,687	6,565	6,626	1,8910013	0,82125143
1209600	6,942	6,983	6,9625	1,94053861	0,84276521
1814400	7,238	7,246	7,242	1,97989741	0,85985852
2419200	7,715	7,927	7,821	2,05681242	0,89326229
3024000	8,092	8,47	8,281	2,11396373	0,91808278
3628800	8,976	8,741	8,8585	2,18137745	0,94736019

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Gráfico N. 12** Cálculo de Orden de Reacción “n” en índice de Peróxidos del aceite de unguurahua sin refinar



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

### Datos de Ecuación

**A= 1.8328**

**B= 9E-08**

**r= 0.9915**

**anti ln (EXP)= 6.3299**

### VIDA MEDIA

**C inicial = 6.3299**

Tiempo inicial= 0

**1) Valor Medio= 3.1649**

A1 = log( 1 ) = 0.50035

Tiempo 2 = Ln(3.1649) = 2E-07x + 1.8453

Tiempo 2 = -3.5374E+06

Tiempo 2 = 3.5374E+06

**2) Valor Medio= 1.5824**

A2 = log( 2 ) = 0.1993

Tiempo 3 = Ln(1.5824) = 2E-07x + 1.8453

Tiempo 3 = -6.99E+06

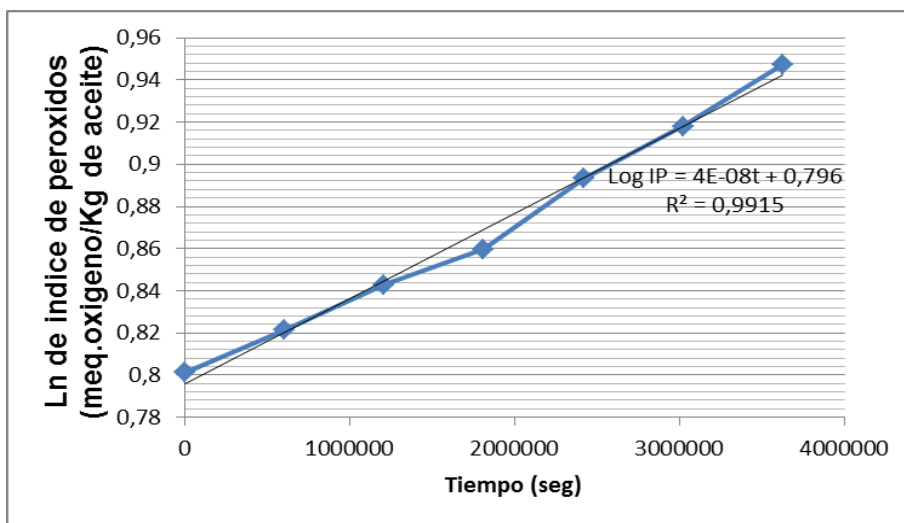
Tiempo 3= 6.99E+06

$$n = \frac{\log(T3-T2) - \log(T2-T1)}{\log A1 - \log A2} + 1$$

**n= 1**

\* Se multiplica por -1 debido a que al cambiar el logaritmo natural al segundo miembro este pasa con signo negativo y la respuesta final luego de haber realizado las respectivas operaciones es positiva.

**Gráfico N. 13 Cálculo de Tiempo de Vida Útil en aceite de unguahua sin refinar.**



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

$$\ln \frac{C}{C_0} = kt$$

$$\text{Log} C = \frac{2.303kt}{2.303} + \text{Log} C_0$$

$$\text{Log} C = 4E - 08 * t + 0.796$$

C=10 según la norma INEN 29:2012 de los requisitos del aceite de oliva (referencia).

A= 0.796

B= 4,00E-08

r= 0,9915

C= 10

$$t = \frac{(\text{Log} 10 - 0.8014)}{8,00E-08}$$

$$t = \underline{12046521} \text{ seg}$$

$$t = 139.42 \text{ días}$$

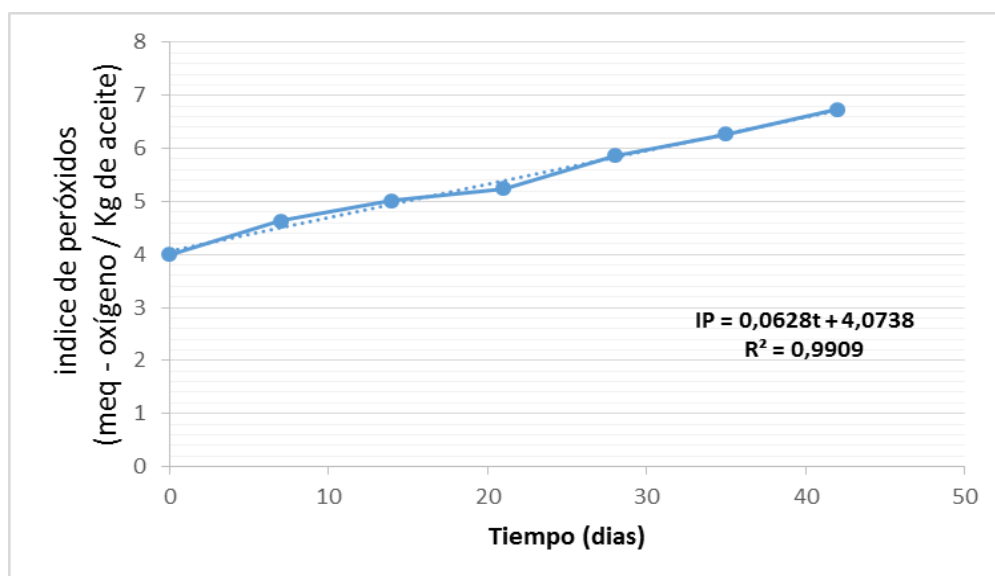
Mediante el cálculo nos indica que tiene un valor de vida útil del aceite de unghurahua sin refinar es de 139.42 días.

- **Cambios del peróxidos del aceite de unghurahua refinado**

En el grafico 14 encontramos los cambios del índice de peróxido en el aceite de unghurahua refinado, almacenados a temperatura ambiente durante 42 días, el índice de peróxidos (meq. Oxígeno/kg de aceite) es una medida de la cantidad total de oxígeno unida a una grasa en forma de peróxido, y por tanto constituye una estimación de si el aceite está más o menos oxidada.

Los aceites tienen un valor de índice de peróxido al inicio del almacenamiento de 4.00 y al transcurrir de los 42 días de almacenamiento los índices aumentan hasta llegar a un valor de 6.7355. Estos valores están dentro de los establecidos en la Norma INEN 21:2012.

**Gráfico 14. Cambios del índice de peroxidos en aceite refinado**



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

## Calculo del tiempo de vida util del aceite refinado

**Tabla 20** variación de Índice de peróxidos del aceite de unguahua refinado

Días	Índice de peróxidos (meq. oxígeno/kg aceite) en aceite de unguahua refinado		
	R1	R2	promedio
0	4	4	4
7	5,002	4,275	4,6385
14	5,489	4,53	5,0095
21	5,702	4,776	5,239
28	5,992	5,741	5,8665
35	6,507	6,024	6,2655
42	7,24	6,231	6,7355

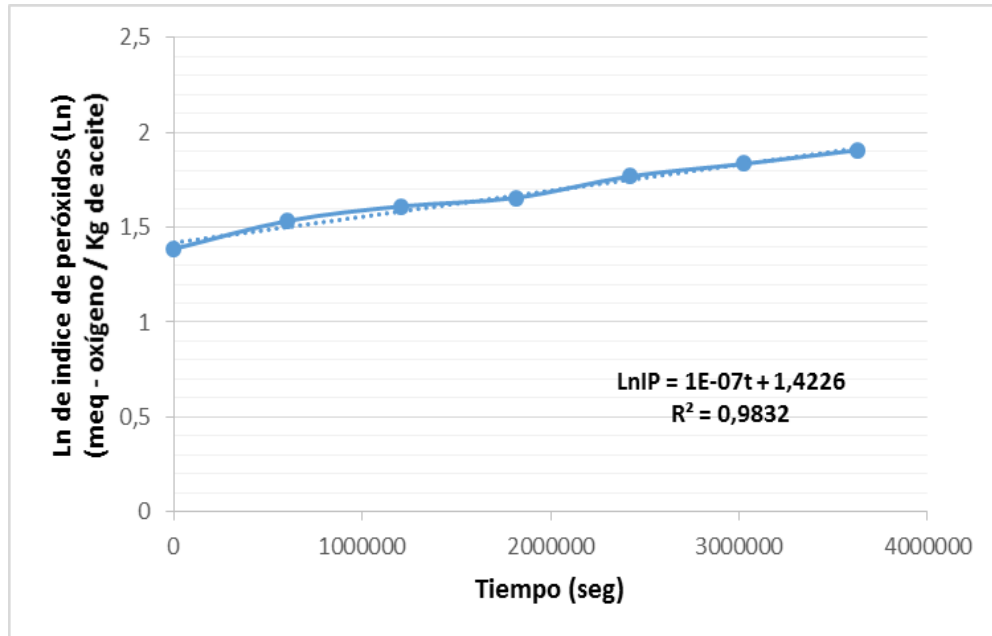
Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla 21** Calculo del Ln y log del índice de refracción del aceite de unguahua Refinado

Prom. Tiempo(seg)	Índice de peróxidos (meq. oxígeno/kg aceite) en aceite de unguahua refinado			Ln( C )	Log ( C )
	R1	R2	Promedio Ufc/gr		
0	4	4	4	1,38629436	0,60205999
604800	5,002	4,275	4,6385	1,53439104	0,66637756
1209600	5,489	4,53	5,0095	1,61133611	0,69979438
1814400	5,702	4,776	5,239	1,65613064	0,7192484
2419200	5,992	5,741	5,8665	1,7692582	0,76837908
3024000	6,507	6,024	6,2655	1,83505839	0,79695573
3628800	7,24	6,231	6,7355	1,90739205	0,82836984

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Gráfico 15 Cálculo de Orden de Reacción “n” en índice de Peróxidos del aceite de unguahua Refinado**



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Datos de Ecuación**

**A= 1.4226**

**B= 1E-07**

**r= 0.9832**

**anti ln (EXP)= 4.1478**

**VIDA MEDIA**

**C inicial = 4.1478**

Tiempo inicial= 0

**1) Valor Medio= 2.0739**

$A1 = \log( 1 ) = 0.7294$

$Tiempo\ 2 = \ln(2.0739) = 1E-07x + 1.4226$

$Tiempo\ 2 = -6.9316E+06$

$Tiempo\ 2 = 6.9316E+06$

2) Valor Medio= 1.0369

$$A2 = \log(2) = 0.0157$$

$$\text{Tiempo 3} = \text{Ln}(1.0369) = 1\text{E-}07x + 1.4226$$

$$\text{Tiempo 3} = -1.39\text{E}+07$$

$$\text{Tiempo 3} = 1.39\text{E}+07$$

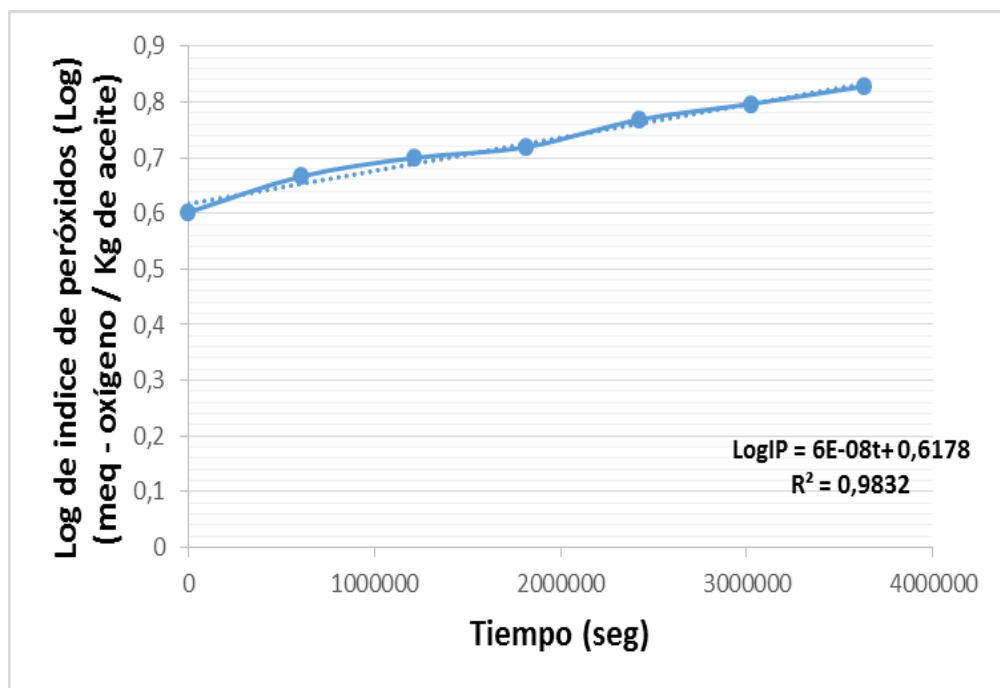
$$n = \frac{\log(T3-T2) - \log(T2-T1)}{\log A1 - \log A2} + 1$$

$$\log A1 - \log A2$$

$$n = 1$$

\* Se multiplica por -1 debido a que al cambiar el logaritmo natural al segundo miembro este pasa con signo negativo y la respuesta final luego de haber realizado las respectivas operaciones es positiva.

**Gráfico 16 Cálculo de Tiempo de Vida Útil en aceite de unguurahua Refinado**



Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

$$\ln \frac{C}{C_0} = kt$$

$$\text{Log}C = \frac{2.303kt}{2.303} + \text{Log}C_0$$

$$\text{Log}C = 6E - 08 * t + 0.6178$$

C=10 según la norma INEN 29:2012 de los requisitos del aceite de oliva (referencia).

$$A = 0.6178$$

$$B = 6,00E-08$$

$$r = 0,9832$$

$$C = 10$$

$$t = \frac{(\text{Log}10 - 0.6178)}{6,00E-08}$$

$$6,00E-08$$

$$t = \underline{16205078} \text{ seg}$$

$$t = 187.55 \text{ días}$$

Mediante el cálculo nos indica que el tiempo de vida útil del aceite de unguahua refinado es 187.55 días.

## 4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Al Concluir el desarrollo del diseño experimental de se acepta la hipótesis nula ya que el proceso de extracción del aceite de unguahua si influye sobre el porcentaje de rendimientos obteniendo que el tratamientos a0b1c2 es el mayor porcentaje extrae con un valor promedio de 90.5433 %, y se rechaza la hipótesis alternativa.



## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se Optimizo el proceso de extracción de aceite de unguahua (*Oenocarpus bataua*), los mejores tratamientos fueron: 90,54% de extracción en a0b1c2 (fruto entero, temperatura de extracción de 50 °C, relación solvente: unguahua de 8:1); 87,24% en a0b1c1 (fruto entero, 50 °C, relación solvente: unguahua de 6:1) y 82,45% en a0b0c2 (fruto entero, 25 °C, relación solvente: unguahua de 8:1). El aceite de unguahua comparado con el aceite de oliva comercializado como extra virgen, se observa que no existe diferencia significativa en las características de sabor, astringencia y rancidez, pero si existe diferencia significativa en olor y en color.
- Se determinó las mejores condiciones para la extracción de aceite con la utilización del solvente hexano, para ello se analizamos los siguientes factores: A: parte del fruto, B: temperatura de extracción y C: relación entre el solvente y fruto de unguahua. Con ello se encontró que los porcentajes de extracción van desde 59.77 y 92.65 %, también se encontró que el fruto entero nos permite una mejor extracción con promedio de 80.4494 en comparación con la pulpa con cascara que es de 69.0217. mientras que en relación a la temperatura nos indica que a mayor temperatura mejor la extracción ya que a 50 °C nos da un promedio de 78.4406 y a 25 °C 71.0306, finalmente a mayor cantidad de solvente mejor es su rendimiento es así que obtenemos en la relación 1:8 (fruto/ hexano) con un promedio de 81.56 %, 1:6 (fruto/ hexano) con un valor promedio de 74.95 % y con respecto a la relación 1:4 (fruto/ hexano) un promedio de 67.73 % es asi que obtenemos que el mejor tratamiento es: fruto entero, 50 °C y relación 1:8. (a0,b1c2) con un porcentaje de rendimiento de 90.54 %

- Se determinó el tiempo de vida útil del aceite de unguahua del mejor tratamiento en función del índice de peróxidos para ello el aceite sin refinar tiene una vida útil de 139.42 días, mientras que el aceite refinado tiene una vida útil de 187.55 días.
- Se determinó que el costo de producción del litro de aceite de unguahua es 13.86 \$, con un costo de materia prima de 113.70 \$, estimando que el costo del fruto de unguahua es el más alto en costos. El precio de venta se estima un valor de 15.25 \$ con una utilidad del 10% es decir de 1.39 / lt de aceite.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la relación fruto / solvente (1:8) ya que mayor cantidad de solvente tiene a extraer mayor cantidad de aceite, así como también la extracción a 50 °C debido que altas temperaturas mejor es la extracción.
- Se recomienda realizar estudios de extracción del unguahua aplicando el método físico, utilizando la prensa expeller para evitar el uso de solventes y así se podría disminuir el costo de producción.
- Tener cuidado en no sobrepasar la temperatura del solvente ya que puede alterar en el valor nutricional del aceite.
- Tener cuidado en el armado del equipo soxthler, que no tenga fuga de hexano debido que es muy volátil en el calor pero se convierte en liquido en el frio y puede ocasionar accidentes.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1. DATOS INFORMATIVOS

**Título:** “Extraer aceite de unguurahua del fruto entero con la relación (1:8 (p/v)) de hexano a 50 °C.”

**Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Beneficiarios:** Productores del fruto de unguurahua y consumidores de aceite de unguurahua.

**Director del proyecto:** Ing. Lenin Garcés

**Personal operativo:** Egda. Gabriela Elizabeth Pilco Saca

**Tiempo estimado para la ejecución:** 6 meses

**Fecha estimada de inicio:** Noviembre del 2014

**Lugar de ejecución:** Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

#### 6.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La Amazonía tiene una gran riqueza natural de Productos Forestales no Maderables (PFNM), de los cuales se pueden tener varios beneficios para el aprovechamiento del hombre común: medicinales, alimentos, materiales

para la construcción de casas, canoas, colorantes, ingredientes, etc., también sirven como protección de los recursos naturales, tales como el agua y suelo, por esta razón tenemos que manejarlos de una forma sustentable, es decir que estos recursos sirvan para hoy y para las futuras generaciones.

El fruto de Ungurahua es considerado como una fuente de proteína de muy alto valor, comparable con la carne o con la leche. La pulpa de la fruta es rica en lípidos, proteínas y vitaminas. Cada fruta fresca pesa entre 5 y 14 g, promedio 8 g (Díaz y Ávila, 2002.)

Actualmente, el aceite vegetal de unguahua está siendo utilizado como materia prima en la industria cosmética, gracias a su alta calidad, aprovechando especialmente sus atributos para el tratamiento capilar, o para la elaboración de productos terminados como cremas y jabones para el cabello y cuerpo.

Los aceites y grasas constituyen un grupo de alimentos altamente energéticos, estos aceites que se acumulan en algunas especies vegetales (oleaginosas) producto de su metabolismo; constituyen reservas de energía para el embrión cuando este empieza su desarrollo. En el Ecuador en los últimos 50 años se han desarrollado una floreciente industria en torno al aprovechamiento del cultivo herbáceos oleaginosos y leñosos, mismos que comprenden un conjunto vareado de especies vegetales de diferentes familias; están caracterizadas por producir frutos y semillas con alto contenido de aceite, su aprovechamiento ha estado basado en la extracción de aceite, pero muchos de los subproductos de esta extracción tienen igual importancia en el aspecto económico. (Rosales, M., 2014)

El mayor consumo de los aceites de tipo vegetal se encuentra destinado a la alimentación humana y animal, debido a su alto contenido de ácidos grasos insaturados, los que proporcionan energía a los organismos que la consumen para satisfacer sus requerimientos energéticos diarios. Cabe mencionar que, una buena parte de los mismos también se utilizan como materia prima para

otros procesos industriales tales como: jabones, pinturas, barnices, medicamentos, carburantes, lubricantes, entre otros. (Rosales, M., 2014)

La industria aceitera del Ecuador para satisfacer su demanda interna se basa exclusivamente en dos tipos de oleaginosas; palma y soya. (Rosales, M., 2014)

El aceite de unguahua presenta en su composición un alto contenido de ácidos grasos insaturados, siendo el mayoritario el ácido oleico, por ello se considera que podría también ser al igual que otros medicamentos estudiados (minoxidil, ácido alfa-linoleico, ect.) un eficiente inhibidor de la alfa reductasa y por ende ser utilizado en un tratamiento efectivo del a alopecia especialmente la del tipo androgenico, la cual es responsable del 95 por ciento de todas las pérdidas del cabello, tanto en hombres como en mujeres (bolsa Amazonica).

Las características físicas, químicas y organolépticas del aceite de unguahua, lo posicionan como uno de los mejores para su consumo en crudo, gracias a su alto contenido de grasas insaturadas (82% de ácido oleico – trioleína), esteroides vegetales que no producen enfermedades como el colesterol (fitoesteroides), antioxidantes (provitamina A y E) y compuestos farmacológicos como el escualeno, conocido en la prevención de enfermedades respiratorias.

En el futuro, el cultivo del unguahua dentro de sistemas agroforestales es promisorio, ya que la palma se adapta y desarrolla fácilmente en suelos pobres.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN**

La importancia del estudio planteado, es decir dar a conocer a los productores del fruto de unguahua de la amazonia ecuatoriana el potencial que tiene el aceite de unguahua, para incentivar el cultivo y si es necesario mejorar sus variedades, tomando en cuenta que la planta de unguahua se adapta fácilmente a suelos pobres., así podríamos obtener un aceite de alta

calidad en nuestro país y disminuiríamos la importación de aceite de oliva, ya que es un aceite ideal para la fritura por su alto contenido de ácido oleico. Este proyecto fue presentado en las Jornadas Científicas de la Universidad Técnica de Ambato, obteniendo como resultado el primer lugar en el área agroindustrial. (ver foto 6)

Diego Rivera secretario Técnico de ECORAE, el 9 de marzo del 2014 en puyogaceta.com; publica que existe el proyecto de Extracción de aceite de ungurahua en la Provincia de Pastaza en la en la comunidad de Raya Yaku y que se ha invertido un monto de 50 mil dólares tanto en materia prima como en equipos para la extracción.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.3.1. Objetivo General**

- Extraer aceite de ungurahua del fruto entero con la utilización de hexano a 50 °C

### **6.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer un estudio económico de la extracción del aceite de ungurahua a nivel industrial.
- Determinar el aporte nutricional del aceite de ungurahua.

## **6.4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El análisis de factibilidad de esta propuesta de investigación es de carácter socio económico y ambiental, puesto que se incentivara el interés en explotar el cultivo del fruto de ungurahua de la provincia de Pastaza, Ciudad de Puyo, Comunidad de canelos, así como también en toda la amazonia ecuatoriana y en la costa ecuatoriana ya que esta planta se adapta fácilmente a cultivos pobres, incrementando los agricultores que cultiven

fruto de unguahua por poseer una excelente calidad nutricional, se dará un buen uso a esta materia prima, dando así una nueva alternativa en su campo.

Se debe tomar en cuenta el factor socio-económico, tomando en cuenta si sea factible la comercialización de aceite de unguahua o el remplazo del aceite de oliva u otros aceites para el consumo de la población ecuatoriana.

## **6.5. FUNDAMENTACIÓN**

El uso de este tipo de materias primas, si bien es extensivo en países en desarrollo, también se ha incrementado notablemente a nivel de los países desarrollados. Por ello, distintos organismos a escala local como mundial, han tomado el tema como relevante en relación a las implicaciones que los mismos pueden tener en la salud humana y en la salud de los ecosistemas. (Fundación Chankuap, 2012)

De las especias amazónicas, el unguahua (*Oenocarpus bataua*), es una palmera que se encuentra distribuida a lo largo de la Amazonía y ha sido utilizada tradicionalmente por los pueblos originarios de ésta, su uso es amplio y las hojas son usadas para elaborar cestas o viviendas, los frutos son apetecidos por su pulpa, la que es consumida directamente o para la preparación de bebidas refrescantes y pero muy pocos casos para extraer el aceite, que se utiliza en la medicina tradicional como regenerador capilar y para aliviar la tos y la bronquitis. (Fundación Chankuap, 2012)

La calidad del aceite se determinara mediante la aplicación de las siguientes normas de calidad: Norma INEN 277: 1978 – 02, norma INEN 42:1973, norma INEN 37:1973-08, norma INEN 38:1973-08, Por ser un aceite de composición parecida al de oliva se utilizará la norma INEN 29: 2012

La Reducción de costos se efectúa con la finalidad de obtener un producto de óptima características sensoriales y con un precio de venta al público

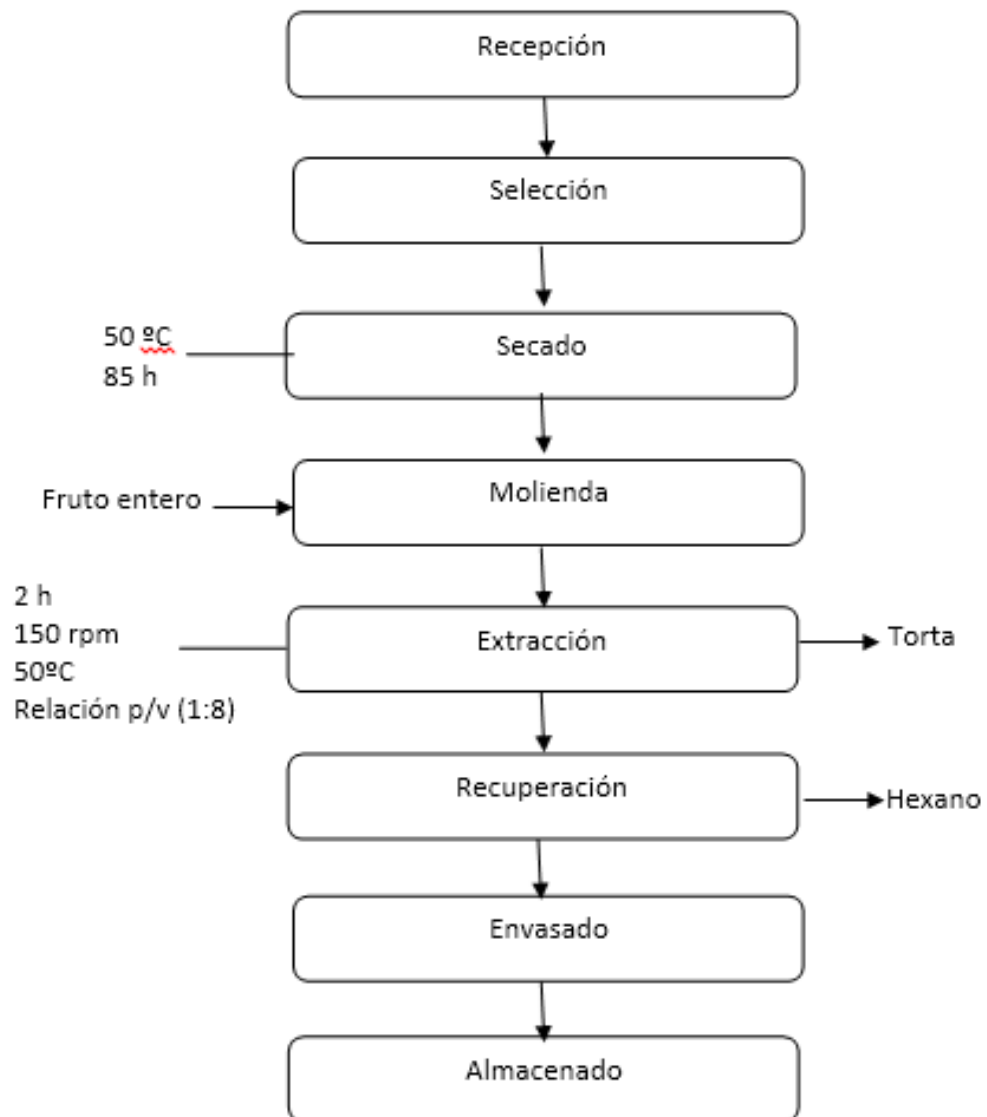
accesible para ingresar en el mercado, así como también el costo de producción sea bajo para poder obtener una utilidad aceptable

## 6.6. METODOLOGÍA

- ✓ **Recepción.-** Verificar que los racimos de unguahua están maduros, almacenar en el laboratorio de la Unidad de Investigación con adecuada aireación asegurándose que se mantengan con un nivel adecuado de temperatura (15-16°C) y humedad (50 – 60 %) para evitar el desarrollo microbiano.
- ✓ **Selección.-** Seleccionar los frutos retirando las impurezas.
- ✓ **Separación.-** Las semillas fueron sometidas a un calentamiento a 70°C en un recipiente con agua por 3 horas. El tratamiento térmico inactiva las enzimas lipolíticas que pueden ocasionar una rápida degradación del aceite; facilita también el flujo del mesocarpio del fruto de unguahua para extraer el aceite.  
El siguiente paso consiste en eliminar la semilla del mesocarpio de un porcentaje de materia prima.
- ✓ **Secado.-** colocar en una estufa con aireación y secar el fruto de unguahua a 50 °C por 85 horas.
- ✓ **Molienda.-** Moler el fruto entero y la cascara y pulpa.
- ✓ **Extracción del aceite.-** Colocar en un matraz erlenmeyer el fruto de unguahua con hexano (relación 1:8 (p/v)), llevar a baño maría con constante agitación (150 rpm) a 50°C, con la ayuda de un embudo y filtro, filtrar el aceite, colocar el aceite en un balón pírrex, con el equipo Soxhlet proceder a recuperar el hexano.
- ✓ **Almacenamiento.-** colocar en un recipiente seco y limpio y almacenar a temperatura ambiente.



## Diagrama de flujo de extracción de aceite con solventes



## 6.7. ADMINISTRACION

Para la administración del proyecto se deberá hacer énfasis en el cumplimiento de las actividades planteadas en cada una de las fases y estará coordinada por los Responsables de proyecto de estudio: Ing. Lenin Garcés y Egda. Gabriela Elizabeth Pilco Saca.

**Tabla.22.** Administración de la propuesta

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>
Extracción de aceite del fruto de unguahua a 50°C y relación p/v (1:8)	Aceite con alto porcentaje de ácido oleico	<p>Aumentar el rendimiento del aceite de unguahua</p> <p>Parámetros fisicoquímicos adecuados para establecer que el aceite es de calidad.</p> <p>Aceite con características organolépticas aceptables.</p>	<p>Verificar el porcentaje de aceite extraído</p> <p>Realizar los análisis físicos - químicos del aceite extraído.</p> <p>Realizar una valoración sensorial en el aceite.</p>	Egda. Gabriela Elizabeth Pilco Saca

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

## 6.8. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla 23. Previsión de la evaluación de la propuesta

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Quiénes solicitan evaluar?</b>	Agricultores del fruto de ungurahua Empresarios (FAO Y OMS) Consumidores de aceite alto en ácido oleico
<b>¿Para qué evaluar?</b>	Para determinar el porcentaje de rendimiento del aceite del fruto de ungurahua
<b>¿Por qué evaluar?</b>	Identificar el la cantidad de aceite extraído
<b>¿Qué evaluar?</b>	El fruto de ungurahua y el aceite extraído
<b>¿Quién evalúa?</b>	Investigadora
<b>¿Cuándo evaluar?</b>	Todo el tiempo
<b>¿Cómo evaluar?</b>	Mediante parámetros establecidos y análisis estadísticos.
<b>¿Con qué evaluar?</b>	Mediante normas y métodos establecidos

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

## CAPITULO VII

### 7.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano C y Salazar M., 1987, “Extracción y caracterización de aceite de semilla de Zapallo (Cucúrbita máxima - L)”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 93 – 95.
2. Alexandra Mondragon Serna, Características nutricionales del aceite de palma alto en oleico, federación nacional de cultivadores de palma de aceite - líder proyecto salud y nutrición humana, cenipalma Colombia
3. Andrade V. (2010). Presente y futuro de las oleaginosas en el Ecuador. Proyecto: Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en Oleaginosas. Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra
4. Antonio Pasquel, Abel del Castillo, 2002, Extracción del Aceite de la cáscara de *bactris gasipaes* HBK, usando Dióxido de Carbono Presurizado, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAP, Iquitos, Perú, revista amazónica de investigación alimentaria.
5. Arroyó M. y Valencia C., 1990 “Extracción y estudio de los aceites esenciales de limón (citrus limonun) y naranja ( citrus simensis)”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 77 – 78.
6. Arteaga J. y Campos V., 1996, “acondicionamiento de semillas de palma africana (Elaeis guineensis jaeq ) para la extracción de aceite”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 84 – 90.

7. Ávila Eduardo, (2009), Aprovechamiento de la *Scopriaria dulcis* (screphu lariaeael), *Oneocarpus batagua* (Arecaceae), y *solanum brugmancia* (solanaceae) en la producción de una pomada antiinflamatoria, Tesis previa a la obtención del Título de Tecnología en Procesamiento de recursos Biológicos Amazónicos de la Universidad Politecnica Saleciana F.C.A.A y C.B.R.N. Quito\_- Ecuador.
8. Balick, M. J. 1992. *Jessenia* y *Oenocarpus*: palmas aceiteras neotropicales dignas de ser domesticadas. FAO, Estudio para la Producción y Protección Vegetal 88. Roma. 180p
9. Bernardini E., 1981, *Tecnología de Aceites y Grasa*. 1ra Edición. Ed. Alambra S.A, Madrid España.
10. Briceño, J. V. & P. B. Navas. 2005. Comparación de las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 31:109-119.
11. Blanco N., López M., López S., (2006), vida útil del Aceite de Girasol alto en oleico y de Aceite de girasol convencional durante el proceso continuo de fritura de maní, Universidad Nacional de Córdoba, D.C.M, E.N.F.C.A. Córdoba.
12. Castro Fernando, (2010), Paraplejicas investiga las propiedades neurotrópicas del ácido oleico, *Journal of Neurochemisty*. Universidad de Salamanca.
13. Chipantiza R. y Gutierrez M., 1997, “Extracción y caracterización de aceites de semilla de zambo (cucúrbita pepo)”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 89 – 91.

14. Martínez E., Muñoz J., Fernández J., Garcés R., (2006), Uso de aceites con un contenido alto de oleico y alto de esteárico, Instituto de la Grasa. Consejo superior de investigaciones científicas, España, vol. 16.
15. Corpodip, (2009), Evaluación de las variedades más promisorias para la producción de aceite y su potencial implementación en Colombia, Bogotá – Colombia.
16. Díaz José Andrés y Ávila Lina María, sondeo del mercado mundial de aceites ceje (*oneocarpus bataua*), instituto de investigación de recursos biológicos, Alexander Humboldt. Bogotá - Colombia
17. Esposito (2008), perfil del mercado mundial de aceites de palma, Dirección Nacional de; Mercado de Subsecretaria de agroindustrias y mercados. Ecuador.
18. Franco Daniel (2009), Oleaginosas Perfiles Productivos, Ministerio de Economía y Producción, Buenos Aires – Republica de Argentina.
19. Galarza H. 1977, “Extracción de aceite de aguacate”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 130 – 132.
20. Grasso Florencia Veronica, 2013 “pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna”, tesis previa a la obtención del título de doctor en ingeniería en la Universidad Nacional de la Plata.
21. Gomez D., Lebrum L., Paymal N., Soldi A. (1996), Palmas Útiles en la Provincia de Pastaza, Amazonia Ecuatoriana, Manual práctico, Serie de manuales de palmas útiles amazónicas, 1:1-71, Fundación Omare, Quito - Ecuador

22. Guerrero X. y Sánchez M., 1992 “Extracción de aceite de semilla de girasol por solventes y prensa - solvente”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 63 – 68.
23. Guayta J. 2006, “evaluación de la calidad química de los aceites reutilizados en la fritura de papas y salchichas en los restaurantes del Cantón Ambato”, Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 132 – 133
24. Gutiérrez G., (2013), Los fritos no se relacionan con un mayor riesgo de patología cardiovasculares, A.B.C Salud. Noticias.
25. Guzmán, (2013), Desarrollo de técnicas ópticas de análisis rápido para el control de calidad en el proceso de elaboración de aceite de oliva virgen, Tesis para el Grado de Doctor, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales. Córdoba.
26. Harrinzon Flórez; Andrea Villanueva; Ingrid L. Córdoba, 2009, análisis físico-proximal y microbiológico del fruto de la palma de seje oenocarpus bataua, volumen 1, grupo de investigadores, universidad de la amazonia.
27. Ma, Angeles, Yague Ayllon, 2003, Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios para comidas preparadas, observatori de la seguretat alimentaria, ballatera, setembre.
28. Martinez Marcela Lilian, 2010, Extracción y Caracterización de Aceite de Nuez (*juglans regia* L.): Influencia del cultivar y de factores Tecnológicos sobre su Composición y Estabilidad Oxidativa, Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba.

29. Lora Rosa, (2010), El positivismo. Doctorado en sistemas filosóficos, AIU, Miami Florida.
30. Paredes D. (2011). Validación de las tecnologías orgánica, convencional y combinada en el rendimiento de aceite fino de canola (*Brassica napus* L. Var. Oleifera), en cuatro localidades. Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Sangolquí. Informe técnico del proyecto de investigación
31. Rubio J. 1988, "Estudio de la mezcla de aceite de soya – grasa láctea", Tesis previa la obtención del título de Ingeniero en alimentos FCIAL – UTA. Ambato Ecuador, Pg. 39 – 40.
32. Valdemar Andrade Cadena, 2007, Presente Y Futuro De Las Oleaginosas En El Ecuador, Docente Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Proyecto: Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en Oleaginosas.
33. González Coral Agustín y Torres Reyna Guiuseppe Melecio (2011). Manual de producción de plantones de unguirahui. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Iquitos – Perú.
34. Mambrim , M. C.T, y Barrera-Arellano, D (1997). Caracterización de aceites de frutos de palmeras de la región amazónica del Brasil. Grasas y Aceites. Vol. 48, 154-158.
35. Ceballos C., Moyano M., Vicario I., Albal J., Herediac F., (2003) Chromatic Evolution of Virgin Olive Oils Submitted to an Accelerated Oxidation Test. JAOCS, Vol. 80.
36. Nasirullah K., Ramanatham G., (2000), Physical refining of Rice Bran soybean oils. Journal Food Sci. Technol. 37 (2), 135 – 138.



37. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 29:2012. Aceite de Oliva requisitos.
38. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277:1978 – 02 Análisis de índice de peróxidos.
39. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 42:1973. Análisis de índice de refracción.
40. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 37:1973 – 08 Análisis de índice de yodo.
41. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 38:1973 - 08. Análisis de índice de acidez.
42. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 29:2012. Aceite de Oliva requisitos.
43. Rosales Marcelo, (2014), Industria de Grasas y Aceites Comestibles, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Academia de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, séptimo ciclo.
44. Simone G., (2008), una calidad de aceite para cada uso, modulo 3
45. Darnet S., Meller D., Cruz A., Lins R., (2011). Telles. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. Cienc. Technol. Aliment., Campinas, 31(2): 488-491.
46. Fundacion Chankuap (2012), Manual de buenas prácticas de recolección, Tena, primera edición.

47. Yogüe M, (2012), El proceso de fritura en los alimentos.  
www.consumer.es.

### **Sitios de Internet**

48. <http://www.monografias.com/trabajos31/fritura-alimentos/fritura-alimentos.shtml>

49. [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2430/02.JANS\\_antecedentes\\_bibliograficos.pdf;jsessionid=6E5EBB49E7DC2AA85BE56428C2DED236.tdx2?sequence=3](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2430/02.JANS_antecedentes_bibliograficos.pdf;jsessionid=6E5EBB49E7DC2AA85BE56428C2DED236.tdx2?sequence=3)

50. [http://www.infomedula.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=567%3Aparaplejicos-investiga-las-propiedades-neurotroficas-del-acido-oleico&catid=35%3Ahospital&lang=es](http://www.infomedula.org/index.php?option=com_content&view=article&id=567%3Aparaplejicos-investiga-las-propiedades-neurotroficas-del-acido-oleico&catid=35%3Ahospital&lang=es)

# Anexos

## **Anexo A**

# **DATOS DE EXTRACCIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ACEITE DE UNGURAHUA.**

**Tabla A1.** Contenido de grasa en el fruto de ungurahua

Tratamientos		R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	1	2,4498	2,5335	2,4718	2,4850
$a_0b_0c_1$	2	2,8070	2,8762	2,9759	2,8863
$a_0b_0c_2$	3	3,1273	3,0131	3,2692	3,1365
$a_0b_1c_0$	4	3,1296	3,1444	2,9983	3,0908
$a_0b_1c_1$	5	3,3266	3,3308	3,2992	3,3189
$a_0b_1c_2$	6	3,4038	3,5244	3,4046	3,4443
$a_1b_0c_0$	7	2,2737	2,3501	2,3748	2,3329
$a_1b_0c_1$	8	2,6575	2,4756	2,5072	2,5468
$a_1b_0c_2$	9	2,8070	2,7762	2,8903	2,8245
$a_1b_1c_0$	10	2,2634	2,4623	2,4692	2,3983
$a_1b_1c_1$	11	2,8142	2,5270	2,6172	2,6528
$a_1b_1c_2$	12	3,1155	2,8576	3,0219	2,9983

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla A2.** Índice de peróxido (meq. oxígeno/kg aceite) del aceite de ungurahua sin Refinar

Tratamiento	R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	6,8	6,9	7,2	6,967
$a_0b_0c_1$	6,9	7	7,1	7
$a_0b_0c_2$	6,8	6,8	6,9	6,833
$a_0b_1c_0$	6,8	7	7,1	6,967
$a_0b_1c_1$	7	6,9	7,2	7,033
$a_0b_1c_2$	7,1	7	7,5	7,2
$a_1b_0c_0$	6,9	7	6,8	6,9
$a_1b_0c_1$	7	7,3	6,9	7,067
$a_1b_0c_2$	7,6	7,2	7,3	7,367
$a_1b_1c_0$	7,5	7	7	7,167
$a_1b_1c_1$	6,9	7,4	7,1	7,133
$a_1b_1c_2$	7,3	7,6	7	7,3
<b>Promedio</b>	7,050	7,092	7,092	7,078
<b>Des. est.</b>	0,275	0,235	0,193	0,160

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla A3.** Índice de Acidez (% ácido oleico) en el aceite de unguahua sin Refinar

Tratamiento	R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	1,054	1,069	1,39	1,171
$a_0b_0c_1$	1,065	1,074	0,778	0,972
$a_0b_0c_2$	0,74	1,068	1,085	0,964
$a_0b_1c_0$	1,065	0,885	1,12	1,023
$a_0b_1c_1$	1,098	1,087	1,087	1,091
$a_0b_1c_2$	1,385	0,95	1,036	1,124
$a_1b_0c_0$	1,087	1,074	1,358	1,173
$a_1b_0c_1$	1,098	1,12	1,085	1,101
$a_1b_0c_2$	1,05	0,623	1,087	0,920
$a_1b_1c_0$	1,036	1,006	1,087	1,043
$a_1b_1c_1$	0,996	1,081	0,78	0,952
$a_1b_1c_2$	1,078	1,125	0,87	1,024
<b>Promedio</b>	1,063	1,014	1,064	1,047
<b>Desv. Estn</b>	0,140	0,141	0,190	0,086

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla A4.** Índice de refracción del aceite de unguahua sin Refinar

<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>
<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub></b>	1,4665	1,4685	1,4665	1,4672
<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub></b>	1,4665	1,4684	1,4665	1,4671
<b>a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub></b>	1,4656	1,4687	1,4680	1,4674
<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub></b>	1,4678	1,4687	1,4675	1,4680
<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub></b>	1,4658	1,4666	1,4660	1,4661
<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub></b>	1,4623	1,4685	1,4655	1,4654
<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub></b>	1,4698	1,4679	1,4664	1,4680
<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub></b>	1,4678	1,4684	1,4665	1,4676
<b>a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub></b>	1,4658	1,4675	1,4665	1,4666
<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub></b>	1,4665	1,4678	1,4671	1,4671
<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub></b>	1,4678	1,4674	1,4672	1,4675
<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub></b>	1,4678	1,4675	1,4675	1,4676
<b>Promedio</b>	1,467	1,468	1,467	1,467
<b>Desv. Est.</b>	0,002	0,001	0,001	0,001

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014



**Tabla A5.** Valores del análisis sensorial del aceite de unguahua sin refinar, refinado y aceite de oliva (Replica 1)

	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar
<b>catadores</b>	olor	Olor	olor	color	Color	Color	sabor	sabor	sabor	sabor astringente	sabor astringente	sabor astringente	rancidez	rancidez	rancidez
<b>replica 1</b>															
<b>1</b>	0,5	4,7	0,5	0,5	9,3	5,5	9	4,6	0,5	0,5	4,5	8,9	0,5	0,5	0,5
<b>2</b>	0,5	8,5	0	2,3	9,3	0,4	0,2	1,5	7,4	0	8	2	0	0	0,4
<b>3</b>	4	5	1,5	2,4	9,2	0,5	9,8	5,3	1,2	0	2,3	9	0	0	0
<b>4</b>	0,5	7,9	0,1	4,7	8,8	0,7	4,3	8,1	2,4	7,7	5	4,5	0,7	0,5	4,7
<b>5</b>	0,8	7,5	4,8	0,8	8,8	4,2	2,2	3	7	0,4	0,5	0,3	0	0,4	0,2
<b>6</b>	9	3,1	9	3,3	8,8	0,1	0	9,1	0,1	0,6	2,9	0,2	4,3	0,1	9
<b>7</b>	0,6	9,2	0,4	5,2	9,2	0,4	0,8	7,4	5	5	5	0,6	5,6	0	0
<b>8</b>	0,4	7,5	3	5	9,4	0,5	2,2	8	5	2,2	0	8	0	0	5
<b>9</b>	0,5	0	0	0,6	5,5	0,5	6	2	0	0,6	0	7	0,5	0	0,5
<b>10</b>	0	0	4,5	0	6	10	0	1	7	0	7	4	0	5,5	0
<b>11</b>	10	0	0	5	10	2,5	7,5	3,1	4,9	0	0,5	7,8	0	9,9	0
<b>12</b>	0,6	0,6	0,6	0,5	9	0,7	0,4	3,7	8,6	0,4	0	5,5	0,9	0,5	0,9
<b>13</b>	0	0	0,5	0,9	9	0	8	0,5	3	0	8	5	0,5	0	0
<b>14</b>	2	0	8,5	5,3	7,8	9,7	1,1	4,8	6,4	2,5	8	3,3	0	7,2	0
<b>15</b>	0,5	0,7	0	4,5	9	0	3,5	0,5	8	0,4	0,5	8	0	0	0,5

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla A 6.** Valores del análisis sensorial del aceite de unguurahua sin refinar, refinado y aceite de oliva (Replica 2)

	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahu a refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahu a refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahu a refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahu a refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar
<b>catadores</b>	olor	olor	olor	color	color	color	sabor	sabor	sabor	astringente	astringente	astringente	rancidez	rancidez	rancidez
<b>1</b>	0,3	9,5	0,5	0,3	9,7	0,8	0,2	9,8	5,6	0,2	0	9,6	0,2	0	0
<b>2</b>	0	0	9	9	9,1	0,5	0,4	5,3	0,5	0,4	7	0,5	0,4	0	0
<b>3</b>	6,5	5	2,6	4,5	9,5	2,5	5,5	9,5	1,2	1,5	0	5,5	0	9,4	0
<b>4</b>	0,7	3	0,6	3,3	7,4	2,5	0,9	5,6	2,9	2,8	2,3	2,5	0	0	0
<b>5</b>	4,3	3,4	4,1	5,4	9,2	2,3	0,1	7,6	5,5	6,5	4,6	8,2	4,4	2,5	0
<b>6</b>	0	0	0	0,5	9,3	5,5	1,1	3,6	3	2,5	0	0	0	2,4	0,8
<b>7</b>	0,2	1,3	0,4	2,2	6,8	1,6	1,3	6,2	7,1	0,6	1,8	6,1	0,4	2,9	1
<b>8</b>	0,8	7	0	5	5,5	0,9	0,4	1,6	7	0	1	9	0	0	2,8
<b>9</b>	6	0,5	0,5	8,6	9,5	7	9,5	2,4	3,5	1,5	7,8	3,5	0	5,5	0,6
<b>10</b>	0	9,5	1	0	9,5	0,7	5,5	9,2	9	9	4	7	0	0	0
<b>11</b>	4	5,7	0	5	9	2,8	2,5	8,5	4,5	0	3,9	6	3,5	0	4,5
<b>12</b>	0	1,5	4,5	3,5	8,8	1,5	0,5	6,6	2,4	0	1,5	0	0,6	0	0,7
<b>13</b>	1,5	3	5,5	1,5	7	1,3	4,5	5	4	2,5	4,5	3	0,5	6,5	0,8
<b>14</b>	9,7	9,5	0,4	2,4	9	0	1,5	8	3,1	7	6	2	1	0,5	1,5
<b>15</b>	0,7	4	2	0,2	4,9	1,5	1,1	5,1	6,7	0,4	2,1	8	0	0	1,1
<b>Promedio</b>	2,2	3,9	2,2	3,1	8,4	2,2	2,5	3,8	2,5	1,1	1,7	1,6	0,8	1,8	1,2
<b>Des. Est.</b>	3,08	3,50	2,82	2,48	1,40	2,73	3,06	3,19	2,62	1,86	2,14	2,51	1,51	3,02	2,06

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla A7** Valores del análisis sensorial del aceite de unguirahua sin refinar, refinado y aceite de oliva (promedio)

	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar	Ungurahua refinado	Oliva extra virgen	Ungurahua sin refinar
<b>catadores</b>	olor	olor	olor	color	color	color	sabor	sabor	sabor	sabor astringente	sabor astringente	sabor astringente	rancidez	rancidez	rancidez
<b>1</b>	0,4	7,1	0,5	0,4	9,5	3,15	4,6	7,2	5,05	0,35	2,25	5,25	0,35	0,25	0,25
<b>2</b>	0,25	4,25	4,5	5,65	9,2	0,45	0,3	3,4	0,45	0,2	0	0,25	0,2	0	0,2
<b>3</b>	5,25	5	2,05	3,45	9,35	1,5	7,65	9,4	1,2	0,75	1,15	2,75	0	4,7	0
<b>4</b>	0,6	5,45	0,35	4	8,1	1,6	2,6	2,85	3,65	5,25	3,65	3,5	0,35	0,25	2,35
<b>5</b>	2,55	5,45	4,45	3,1	9	3,25	1,15	3	4,25	3,45	2,55	4,25	2,2	1,45	0,1
<b>6</b>	4,5	1,55	4,5	1,9	9,05	2,8	0,55	6,35	1,55	1,55	1,45	0,1	2,15	1,25	4,9
<b>7</b>	0,4	5,25	0,4	3,7	8	1	1,05	0,95	0,7	0,3	3,4	0,85	3	1,45	0,5
<b>8</b>	0,6	7,25	1,5	5	7,45	0,7	1,3	2,3	2	1,1	0,5	0	0	0	3,9
<b>9</b>	3,25	0,25	0,25	4,6	7,5	3,75	4,75	1,2	1,75	1,05	3,9	1,75	0,25	2,75	0,55
<b>10</b>	0	4,75	2,75	0	7,75	5,35	2,75	5,1	4,5	0	0	0	0	2,75	0
<b>11</b>	7	2,85	0	5	9,5	2,65	5	2,8	4,7	0	2,2	0,9	1,75	4,95	2,25
<b>12</b>	0,3	1,05	2,55	2	8,9	1,1	0,45	0,65	0,5	0,2	0,75	0,25	0,75	0,25	0,8
<b>13</b>	0,75	1,5	3	1,2	8	0,65	2,25	2,75	2	1,25	2,25	1,5	0,5	3,25	0,4
<b>14</b>	5,85	4,75	4,45	3,85	8,4	4,85	2,8	6,4	4,75	1,25	0	1,65	0,5	3,85	0,75
<b>15</b>	0,6	2,35	1	2,35	6,95	0,75	0,8	2,8	0,85	0,4	1,3	0,4	0	0	0,8
<b>Suma</b>	32,30	58,80	32,25	46,20	126,65	33,55	38,00	57,15	37,90	17,10	25,35	23,40	12,00	27,15	17,75
<b>Promedio</b>	2,15	3,92	2,15	3,08	8,44	2,24	2,53	3,81	2,53	1,14	1,69	1,56	0,80	1,81	1,18
<b>Desviación estándar</b>	2,40	2,19	1,73	1,72	0,83	1,59	2,13	2,53	1,74	1,43	1,33	1,66	0,98	1,77	1,50

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

## **ANEXO B**

# **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS TABLAS DE ANOVA Y PRUEBAS DE TUKEY**

**Tabla B1. Prueba de Tukey para las partes del fruto unguurahua en la extracción de aceite de unguurahua**

<b>Partes del fruto de unguurahua</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedios</b>	<b>Grupos homogéneos</b>
<b>Fruto de unguurahua entero</b>	18	80,4494	A
<b>Pulpa y cascara de unguurahua</b>	18	69,0217	B

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B2. Prueba de Tukey para la temperatura en la extracción de aceite con hexano**

<b>Temperatura de extracción de aceite</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedios</b>	<b>Grupos homogéneos</b>
<b>50°C</b>	18	78,4406	A
<b>25 °C</b>	18	71,0306	B

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B3. Prueba de Tukey para la relación solvente: fruto de unguurahua en la extracción de aceite con hexano**

<b>Relación fruto de unguurahua : hexano)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedios</b>	<b>Grupos homogéneos</b>
<b>1:8</b>	12	81,5167	A
<b>1:6</b>	12	74,9525	B
<b>1:4</b>	12	67,7375	C

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B4. Orden de los diferentes tratamientos**

	<b>Tratamientos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedios</b>	<b>Grupos homogéneos</b>
<b>a0b1c2</b>	6	3	90,5433	A
<b>a0b1c1</b>	5	3	87,2467	AB
<b>a0b0c2</b>	3	3	82,4533	ABC
<b>a0b1c0</b>	4	3	81,25	BC
<b>a1b1c2</b>	12	3	78,82	BC
<b>a0b0c1</b>	2	3	75,8767	CD
<b>a1b0c2</b>	9	3	74,25	CDE
<b>a1b1c1</b>	11	3	69,7367	DEF
<b>a1b0c1</b>	8	3	66,95	DEF
<b>a0b0c0</b>	1	3	65,3267	EF
<b>a1b1c0</b>	10	3	63,0467	F
<b>a1b0c0</b>	7	3	61,3267	F

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B5. Análisis de varianza en la característica organoléptica de olor en aceites**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Razón de varianza</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Tratamientos</b>	62,5402	2	31,2701	3,12	0,0490*
<b>Catadores</b>	110,296	14	7,8783	0,76	0.7118
<b>Replicas</b>	1,27211	1	1,27211	0,12	0,7279
<b>Error</b>	750,669	72	10,426		
<b>Total</b>	924,778	89			

\* diferencia significativa

Elaborado por: gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B6. Prueba de Tukey en olor de los diferentes aceites**

Partes del fruto de ungurahua	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
Aceite de oliva extra virgen	30	3,92	A
Aceite de ungurahua sin refinar	30	2,1533	B
Aceite de ungurahua refinado	30	2,15	B

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B7. Análisis de varianza en la característica organoléptica de color en aceites**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
Tratamientos	679,993	2	339,996	60,27	0,0000*
Catadores	44,5307	14	3,18076	0,56	0,8841
Replicas	0,016	1	0,16	0,00	0,9577
Error	406,165	72	5,64118		
Total	1130,7	89			

\* Diferencia significativa

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B8. Prueba de Tukey en color de los diferentes aceites**

Partes del fruto de ungurahua	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
Aceite de oliva extra virgen	30	8,4433	A
Aceite de ungurahua sin refinar	30	3,23667	B
Aceite de ungurahua refinado	30	3,08	B

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B9. Análisis de varianza en la característica organoléptica de sabor en aceites**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
Tratamientos	75,176	2	31,588	4,01	0,02*
Catadores	49,126	14	3,509	0,37	0,97
Replicas	0,016	1	0,016	0,00	0,96
Error	675,198	72	9,3775		
Total	799,516	89			

\* diferencia significativa

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B10. Prueba de Tukey en sabor de los tratamientos**

Partes del fruto de unguurahua	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
Aceite de oliva extra virgen	30	5,22	A
Aceite de unguurahua sin refinar	30	4,36	AB
Aceite de unguurahua refinado	30	3,0	B

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B11. Análisis de varianza en la característica organoléptica de rancidez en aceites**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
Tratamientos	15,5976	2	7,79878	1,42	0,2485
Catadores	57,2529	14	4,08949	0,74	0,7232
Replicas	0,256	1	0,256	0,05	0,8297
Error	395,56	72	5,49389		
Total	468,666	89			

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014



**Tabla B12. Análisis de varianza en la característica organoléptica de astringencia en aceites**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
<b>Tratamientos</b>	250,532	2	125,266	17,06	0,00*
<b>Catadores</b>	103,972	14	7,426558	1,01	0,45
<b>Replicas</b>	1,14469	1	1,14469	0,16	,069
<b>Error</b>	528,584	72	7,34144		
<b>Total</b>	884,232	89			

\*diferencia significativa

Elaborado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

**Tabla B13. Prueba de Tukey en astringencia de los tratamientos**

Partes del fruto de unguahua	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
<b>Aceite de unguahua sin refinar</b>	30	5,985	A
<b>Aceite de oliva extra virgen</b>	30	3,51667	B
<b>Aceite de unguahua refinado</b>	30	1,93	B

Realizado por: Gabriela E. Pilco S., 2014

## **ANEXO C**

# **HOJA DE CATACIONES**

Universidad técnica de Ambato  
Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos  
Unidad operativa de investigación en tecnología de alimentos  
Hoja de evaluación sensorial de aceites

Nombre  
Fecha  
Muestra

**ATRIBUTOS POSITIVOS**

Leve

Intenso

**Olor**

Frutal

\_\_\_\_\_

Manzana

\_\_\_\_\_

Otras frutas  
¿Cuál?

\_\_\_\_\_

**Color**

Amarillo

\_\_\_\_\_

**Sabor**

Amargo

\_\_\_\_\_

Picante

\_\_\_\_\_

Dulce

\_\_\_\_\_

Astringente

\_\_\_\_\_

**DEFECTOS**

**Sabor**

Avinado / vinagre

\_\_\_\_\_

Moho / Humedad

\_\_\_\_\_

**Olor**

Rancio

\_\_\_\_\_

Observaciones

.....  
.....  
.....

## **ANEXO D**

# **IMÁGENES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN, REFINACIÓN Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ACEITE DE UNGURAHUA**

**Foto 1. Plantas y frutos de ungurahua en la Ciudad de Puyo**



Palmera de ungurahua



Palmera con fruto de ungurahua



Racimo de frutos de ungurahua



Fruto de ungurahua

**Foto 2. Diagrama extracción de aceite de ungurahua**



Cosecha



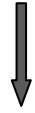
selección



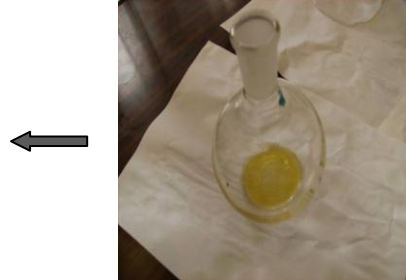
separación



trituration



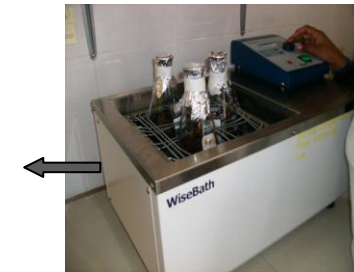
**Aceite de ungurahua  
María**



filtración del aceite



recuperación del Hexano



extracción por baño

**Foto 3. Refinación del aceite de unguurahua**



Desgomado



centriguacion



Blanqueo



**Aceite Refinado**



**desacidificación y desodorización**



**Foto 4. Vida útil del aceite de unguahua**

Aceite de unguahua del mejor tratamiento



Almacenamiento del aceite a temperatura ambiente



Indice de peróxidos durante el almacenamiento





Foto 5. Imágenes de la evaluación sensorial de los aceites de oliva, soya e unguurahua.



Foto 6. Certificado de haber obtenido el Primer Lugar en las Jornadas Científicas Estudiantiles de la UTA.

