

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

#### TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS AGROINDUSTRIALES

**TEMA:** “Evaluación físico – química del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015 – 2016.”

**AUTORES:** Arias Alvarez July Nataly

Guamán Iler Pedro Pablo

**DIRECTORA DE TESIS:** Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Latacunga – Ecuador

2015 – 2016

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, July Nataly Arias Alvarez y Pedro Pablo Guamán Iler, declaramos bajo juramento que el presente trabajo es de nuestra autoría.

La Universidad Técnica de Cotopaxi puede hacer uso de los derechos correspondientes a éste trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Por lo cual hacemos constar la investigación de grado titulado

“EVALUACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (INIAP 450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL), DOS SOLVENTES (ÉTER DE PETRÓLEO Y HEXANO) POR MEDIO DE EXTRACCIÓN SOXHLET, CON DOS ESTADOS DE CHOCHO (AMARGO Y DESAMARGADO) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015 – 2016.”

Atentamente

.....  
Guamán Iler Pedro Pablo  
C.I.: 050249780-3  
Email: [pedro.guaman3@utc.edu.ec](mailto:pedro.guaman3@utc.edu.ec)  
Teléfono: 0987250697

.....  
Arias Alvarez July Nataly  
C.I.: 050344587-6  
Email: [july.arias6@utc.edu.ec](mailto:july.arias6@utc.edu.ec)  
Teléfono: 0987029898

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Directora de Tesis con el tema: “EVALUACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CHOCHO (INIAP 450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL), DOS SOLVENTES (ÉTER DE PETRÓLEO Y HEXANO) POR MEDIO DE EXTRACCIÓN SOXHLET, CON DOS ESTADOS DE CHOCHO (AMARGO Y DESAMARGADO) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015 – 2016.”, presentado por los postulantes July Nataly Arias Alvarez y Pedro Pablo Guamán Iler, como requisito previo a la obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales, de acuerdo con el reglamento de títulos y grado, considero que el documento mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Atentamente

.....  
Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

**DIRECTORA DE TESIS**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de miembros de tribunal de grado aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi – Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y recursos Naturales, por cuanto, los postulantes July Nataly Arias Alvarez y Pedro Pablo Guamán Iler con el tema de tesis: “EVALUACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (INIAP 450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL), DOS SOLVENTES (ÉTER DE PETRÓLEO Y HEXANO) POR MEDIO DE EXTRACCIÓN SOXHLET, CON DOS ESTADOS DE CHOCHO (AMARGO Y DESAMARGADO) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015 – 2016.”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Atentamente

Ing. Edwin Marcelo Rosales Amores .....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal Mg. ....

**MIEMBRO OPOSITOR**

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg. ....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo Lic. Viviana de las Mercedes Alajo Tarco con C.I. 050329513-0 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: “EVALUACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (INIAP 450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL), DOS SOLVENTES (ÉTER DE PETRÓLEO Y HEXANO) POR MEDIO DE EXTRACCIÓN SOXHLET, CON DOS ESTADOS DE CHOCHO (AMARGO Y DESAMARGADO) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015 – 2016.” Cuyos autores son July Nataly Arias Alvarez y Pedro Pablo Guamán Iler y directora de tesis Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

Latacunga, 24 de febrero de 2016

Docente

.....  
Lic. Viviana de las Mercedes Alajo Tarco

C.I.: 050329513-0

DOCENTE C.C.I. U.T.C.

## **AGRADECIMIENTO**

La presente investigación está dirigida en agradecimiento a nuestros queridos padres que con amor y sacrificio han luchado por estar con nosotros en las buenas y en las malas siempre apoyándonos y también por regalarnos la herencia más valiosa que es una carrera profesional.

A nuestra hija Sammy que con su amor incondicional e inocencia supo motivarnos a culminar con éxito nuestra vida estudiantil.

A nuestros queridos maestros que con paciencia y entusiasmo han sabido impartir sus conocimientos durante nuestra etapa estudiantil.

A nuestra directora de tesis por apoyarnos incondicionalmente, guiar e incentivar a no darnos por vencidos frente a obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de la investigación.

A los señores miembros del tribunal por brindarnos su conocimiento para terminar con éxito la investigación realizada.

A la Dirección de Investigación, en especial al proyecto de GRANOS ANDINOS, quienes apoyaron y ayudaron para la realización de ésta investigación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi porque de sus aulas nos llevamos los más gratos recuerdos y experiencias que nos han servido para madurar y crecer como personas.

July y Pedro

## **DEDICATORIA**

Para nosotros es motivo de gran orgullo dedicar el trabajo de la presente investigación a Dios por habernos dado la sabiduría y fortaleza para poder culminar con éxitos esta etapa estudiantil.

A nuestros padres por habernos brindado el amor, la confianza, el apoyo y la comprensión necesaria para culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestra hija Sammy por darnos la fortaleza e incentivo necesario para luchar y ver victoriosos al momento de culminar exitosos nuestra vida estudiantil y comenzar nuestra vida profesional.

Y a todos aquellos familiares y amigos que nos brindaron su apoyo incondicional y buenos deseos.

July y Pedro

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objeto de aprovechar la producción de chocho (*Lupinus mutabilis*), y obtener un producto derivado de éste, para lo cual se obtuvo aceite de chocho, dicha extracción se llevó a cabo en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se obtuvo este producto para darle un valor agregado y una nueva alternativa de consumo de éste grano; aplicando los diferentes factores en estudio se determinó mediante análisis físico – químico el mejor tratamiento, correspondiente al tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) variedad de chocho Ecotipo local, solventes éter de petróleo y estado de chocho amargo el cual presentó rangos idóneos de calidad de un aceite comestible como es pH (7,195), índice de acidez (0,2000%), densidad (0,8650 g/ml) y temperatura (24,45°C). Se efectuó un análisis físico - químico del mejor tratamiento, los resultados son los siguientes: viscosidad (53,5 cst), índice de refracción (1,470 a 20°C), índice de saponificación (188,06 mg KOH/g), índice de éster (187,96 mg KOH/g), índice de yodo (94,39  $gI_2/100\ g$ ), índice de peróxido (0,00 meq  $O_2/Kg$ ); análisis microbiológicos: recuento de mohos (<10 UFC), recuento de levaduras (<10 UFC); perfil de ácidos grasos, entre los más importantes tenemos: oléico (45,06 %P/P) y linoléico (24,50 %P/P); también se realizó un análisis de costos en el que el precio de venta al público del mejor tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ), el cual fue de \$ 100,22 dólares americanos por los 85,50 ml extraídos, cuyo precio no es viable para el consumidor, porque el solvente es costoso, posee un punto bajo de ebullición y no se contó con un ambiente controlado para la extracción, lo que provocó que el solvente se volatilice durante el transcurso del ensayo, así generando pérdidas económicas.

## ABSTRACT

This research is conducted in order to take advantage of the production lupine (*Lupinus mutabilis*), and get a derivative of this product, for which oil lupine was obtained, it said extraction is conducted in academic laboratories of the Career of Agroindustrial engineering at the Technical University of Cotopaxi. This product was obtained to give added value and a new choice of consumption of the grain; Applying the various factors under study it was determined by physical analysis - chemical treatment t5 (a2b1c1) for the variety of lupine local ecotype, solvents petroleum ether and state of bitter lupine is the best treatment which provided suitable ranges quality an edible oil such as pH (7,195), acid index (0.2000%), density (0.8650 g / ml) and temperature (24,45 °C); viscosity (53.5 cst), refracción index (1.470 to 20 ° C), saponification (188.06 mg KOH / g) Index: a physical – chemical analysis of the best treatment results are the following: ester (187.96 mg KOH / g), iodine (94.39 IG2 / 100 g), peroxide (0.00 meq O2 / Kg); microbiological analysis: mold count (<10 CFU), yeast counts (<10 CFU); fatty acid profile, the most important are: oleico acid (45.06% w / w) and linoleico acid (24.50% w / w); a cost analysis where the retail price of t5 best treatment (a2b1c1), which was \$ US \$ 100.22 by 85.50 ml extracted was also performed, which price is not viable for consumers because the solvent is expensive, it has low boiling point and was not available for extracting a controlled environment, which caused the solvent to evaporate during the course of the trial, causing economic losses.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS .....	IV
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	X
ÍNDICE DE CUADROS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	4
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1. Antecedentes .....	4
1.2. Marco teórico .....	7
1.2.1. Aceites comestibles .....	7
1.2.1.1. Grasas y aceites comestibles .....	7
1.2.1.2. Grasas y aceites vírgenes .....	7
1.2.1.3. Grasas y aceites prensados en frío.....	7
1.2.1.4. Grasas y aceites refinados.....	8
1.2.1.5. Grasas y aceites compuestos.....	8
1.2.2. Características físicas y químicas de las grasas y aceites .....	8
1.2.2.1. pH.....	9
1.2.2.2. Índice de acidez.....	9
1.2.2.3. Densidad .....	10
1.2.2.4. Temperatura .....	10

1.2.2.5.	Índice de yodo .....	10
1.2.2.6.	Índice de saponificación .....	10
1.2.2.7.	Índice de refracción .....	11
1.2.2.8.	Viscosidad.....	11
1.2.2.9.	Índice de peróxidos .....	11
1.2.2.10.	Recuento de mohos y levaduras .....	12
1.2.3.	Perfil de ácidos grasos .....	12
1.2.4.	Análisis sensorial.....	12
1.2.5.	Procesos de extracción de aceites.....	13
1.2.5.1.	Extracción con solvente.....	13
1.2.5.2.	Proceso combinado.....	17
1.2.5.3.	Extracción con agua .....	17
1.2.6.	Disolventes para la extracción de aceites .....	17
1.2.6.1.	Solventes.....	17
1.2.7.	Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	19
1.2.7.1.	Origen y distribución.....	19
1.2.7.2.	Clasificación taxonómica.....	20
1.2.7.3.	Condiciones edafoclimáticas .....	20
1.2.7.4.	Valor nutritivo .....	21
1.2.7.5.	Características botánicas.....	22
1.2.7.6.	Cosecha y poscosecha .....	25
1.2.7.7.	Desamargado del grano de chocho.....	27
1.2.7.8.	Variedades.....	28
1.2.7.9.	Productos derivados.....	31
1.3.	Glosario de términos.....	32
CAPÍTULO II.....		37
2.	Materiales y métodos.....	37
2.1.	Recursos y ubicación del ensayo.....	37
2.1.1.	Recursos humanos .....	37
2.1.2.	Ubicación del ensayo.....	38
2.1.2.1.	Ubicación geográfica.....	38
2.1.2.2.	Características climáticas.....	38

2.2	Materia prima, materiales y equipos .....	39
2.2.1.	Materia prima .....	39
2.2.2.	Instrumentos de trabajo.....	39
2.2.3.	Materiales de laboratorio .....	39
2.2.4.	Reactivos.....	40
2.2.5.	Equipos de laboratorio .....	40
2.2.6.	Equipos y materiales de oficina .....	41
2.3.	Investigación .....	41
2.3.1.	Investigación documental .....	42
2.3.2.	Investigación explicativa o casual.....	42
2.3.3.	Investigación descriptiva .....	42
2.3.4.	Investigación correlacional.....	42
2.3.5.	Investigación experimental .....	43
2.4.	Técnicas.....	43
2.4.1.	Encuesta .....	43
2.5.	Métodos .....	44
2.5.1.	Método científico .....	44
2.5.2.	Método deductivo .....	44
2.5.3.	Método inductivo .....	45
2.5.4.	Método analítico .....	45
2.5.5.	Método descriptivo .....	45
2.5.6.	Método experimental .....	46
2.6.	Diseño experimental .....	46
2.7.	Factores de estudio.....	46
2.8.	Tratamientos de estudio .....	47
2.9.	Análisis estadístico.....	48
2.10.	Análisis funcional.....	48
2.11.	Características del ensayo .....	49
2.11.1.	Unidad de estudio .....	49
2.11.1.1.	Unidad de estudio para análisis cuantitativo.....	49
2.11.1.2.	Población .....	49
2.11.1.4.	Muestra .....	49

2.11.3.	Variables e indicadores.....	50
2.12.	Metodología de extracción de aceite de chocho .....	51
2.12.1.	Descripción del proceso de la extracción del aceite de chocho. ....	51
2.12.2.	Obtención de la materia prima .....	51
2.12.3.	Recepción de materia prima .....	51
2.12.4.	Pesado .....	52
2.12.5.	Tratamiento de la semilla para la extracción .....	52
2.12.6.	Desamargado .....	53
2.12.6.1.	Hidratación.....	53
2.12.6.2.	Cocción .....	53
2.12.6.3.	Lavado .....	54
2.12.6.4.	Deshidratado .....	54
2.12.7.	Molienda.....	54
2.12.8.	Pesado .....	54
2.12.9.	Extracción del aceite de chocho con dos solventes por destilación con equipo soxhlet .....	55
2.12.9.1.	Preparación de la muestra .....	55
2.12.9.2.	Preparación del equipo de extracción.....	55
2.12.9.3.	Extracción del aceite de chocho .....	56
2.12.9.4.	Separación del solvente .....	56
2.13.	Diagramas de flujo .....	57
2.13.1.	Diagrama de flujo para la extracción de aceite de chocho .....	57
2.13.2.	Diagrama de flujo del proceso de desamargado del chocho .....	58
2.14.	BALANCE DE MATERIALES .....	59
2.14.1.	Balance de materiales del mejor tratamiento .....	59
2.14.1.1.	Balance de materiales de la molienda del mejor tratamiento .....	59
2.14.1.2.	Balance de materiales de la extracción de aceite del mejor tratamiento.....	60
CAPÍTULO III .....		62
3.	Discusión y análisis de resultados .....	62
3.1.	Análisis de Varianza (ADEVA).....	63
3.1.1.	Variable pH .....	63

3.1.2.	Variable acidez.....	71
3.1.3.	Variable densidad .....	79
3.1.4.	Variable temperatura .....	87
3.2.	Determinación de la aceptabilidad del aceite de chocho evaluando análisis organoléptico.....	94
3.2.1.	Variable color.....	94
3.2.2.	Variable textura.....	98
3.2.3.	Variable olor .....	101
3.2.4.	Variable aceptabilidad .....	104
3.3.	Resumen de los mejores tratamientos por cada factor. ....	107
3.4.	Rendimiento .....	109
3.5.	Análisis físico – químico del mejor tratamiento .....	110
3.6.	Análisis microbiológico del mejor tratamiento.....	112
3.7.	Análisis de perfil de ácidos grasos del mejor tratamiento .....	113
3.8.	Balance económico.....	114
3.8.1.	Balance económico del mejor tratamiento.....	114
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES .....	119
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
	Bibliografía.....	120
	Referencia bibliográfica .....	121
	Libros .....	121
	Revistas .....	122
	Tesis .....	124
	Bibliografías de internet.....	125

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> DISEÑOS BÁSICOS DE APARATOS PARA REALIZAR UNA EXTRACCIÓN CONTINUA.....	15
<b>CUADRO 2.</b> CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CHOCHO ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	20
<b>CUADRO 3.</b> FACTORES DE ESTUDIO .....	46
<b>CUADRO 4.</b> TRATAMIENTOS.....	47
<b>CUADRO 5.</b> CUADRO DE ADEVA PARA ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO.....	48
<b>CUADRO 6.</b> OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES O DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	50
<b>CUADRO 7.</b> DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS QUE HAN SIDO SOMETIDOS AL DESAMARGADO .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> PUNTO DE EBULLICIÓN DE SOLVENTES (°C).....	19
<b>TABLA 2.</b> CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CHOCHO ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	20
<b>TABLA 3.</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CHOCHO ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) AMARGO Y DESAMARGADO .....	21
<b>TABLA 4.</b> COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL CHOCHO ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) (% DE ÁCIDOS GRASOS TOTALES) .....	22
<b>TABLA 5.</b> CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	29
<b>TABLA 6.</b> CALIDAD DEL GRANO DE CHOCHO ( <i>Lupinus mutabilis</i> )....	30
<b>TABLA 7.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE pH.....	63
<b>TABLA 8.</b> PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DEL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO.....	64

<b>TABLA 9.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH CON RELACIÓN AL FACTOR SOLVENTES .....	65
<b>TABLA 10.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE pH PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO .....	66
<b>TABLA 11.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES.....	66
<b>TABLA 12.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO .....	67
<b>TABLA 13.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	68
<b>TABLA 14.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE pH PARA LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	69
<b>TABLA 15.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE ACIDEZ .....	71
<b>TABLA 16.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DEL EL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO.....	72
<b>TABLA 17.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES. ....	73
<b>TABLA 18.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE ACIDEZ PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO .....	74
<b>TABLA 19.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES.....	74
<b>TABLA 20.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO .....	75
<b>TABLA 21.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	76

<b>TABLA 22.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE ACIDEZ PARA LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	77
<b>TABLA 23.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE DENSIDAD.....	79
<b>TABLA 24.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DEL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO .....	81
<b>TABLA 25.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES. ....	81
<b>TABLA 26.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE DENSIDAD PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO.....	82
<b>TABLA 27.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES.....	83
<b>TABLA 28.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO .....	83
<b>TABLA 29.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	84
<b>TABLA 30.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	85
<b>TABLA 31.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE TEMPERATURA .....	87
<b>TABLA 32.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DEL EL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO .....	88
<b>TABLA 33.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES.....	89

<b>TABLA 34.</b>	PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE TEMPERATURA PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO .....	89
<b>TABLA 35.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES.....	90
<b>TABLA 36.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO ....	91
<b>TABLA 37.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	91
<b>TABLA 38.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO .....	92
<b>TABLA 39.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE COLOR .....	95
<b>TABLA 40.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE COLOR .....	96
<b>TABLA 41.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA.....	98
<b>TABLA 42.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEXTURA.....	99
<b>TABLA 43.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR .....	101
<b>TABLA 44.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE OLOR .....	102
<b>TABLA 45.</b>	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE ACEPTABILIDAD .....	104
<b>TABLA 46.</b>	PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACEPTABILIDAD .....	105
<b>TABLA 47.</b>	MEJORES TRATAMIENTOS POR CADA FACTOR .....	107
<b>TABLA 48.</b>	RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR CADA TRATAMIENTO.....	109
<b>TABLA 49.</b>	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DEL MEJOR TRATAMIENTO REALIZADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE	

	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.....	110
<b>TABLA 50.</b>	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	111
<b>TABLA 51.</b>	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	112
<b>TABLA 52.</b>	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL MEJOR TRATAMIENTO .....	113
<b>TABLA 53.</b>	COSTOS DE LOS MATERIALES Y SOLVENTE UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO $t_5$ ( $a_2b_1c_1$ ) CORRESPONDIENTE A LA VARIEDAD ECOTIPO LOCAL, SOLVENTE ÉTER DE PETRÓLEO Y ESTADO DE CHOCHO AMARGO. ....	114
<b>TABLA 54.</b>	GASTOS VARIOS PARA EL TRATAMIENTO $t_5$ ( $a_2b_1c_1$ ) VARIEDAD ECOTIPO LOCAL, SOLVENTE ÉTER DE PETRÓLEO Y ESTADO DE CHOCHO AMARGO.....	115
<b>TABLA 55.</b>	DATOS DE LA VARIABLE pH OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.....	143
<b>TABLA 56.</b>	DATOS DE LA VARIABLE ACIDEZ OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.....	144
<b>TABLA 57.</b>	DATOS DE LA VARIABLE TEMPERATURA OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.....	145
<b>TABLA 58.</b>	DATOS DE LA VARIABLE DENSIDAD OBTENIDOS EN EL LABORATORIO .....	146
<b>TABLA 59.</b>	DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE COLOR.....	147
<b>TABLA 60.</b>	PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE COLOR ...	148
<b>TABLA 61.</b>	DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE TEXTURA.....	149
<b>TABLA 62.</b>	PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE TEXTURA.....	150
<b>TABLA 63.</b>	DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE OLOR .....	151
<b>TABLA 64.</b>	PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE OLOR.....	152

<b>TABLA 65.</b>	DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE ACEPTABILIDAD .....	153
<b>TABLA 66.</b>	PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE ACEPTABILIDAD .....	154

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1.</b>	COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE pH DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE .....	70
<b>GRÁFICO 2.</b>	COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE ACIDEZ DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE .....	78
<b>GRÁFICO 3.</b>	COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DENSIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS .....	86
<b>GRÁFICO 4.</b>	COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE TEMPERATURA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE .....	93
<b>GRÁFICO 5.</b>	PROMEDIOS PARA LA VARIABLE COLOR .....	97
<b>GRÁFICO 6.</b>	PROMEDIOS PARA LA VARIABLE TEXTURA .....	100
<b>GRÁFICO 7.</b>	PROMEDIOS PARA LA VARIABLE OLOR .....	103
<b>GRÁFICO 8.</b>	PROMEDIOS PARA LA VARIABLE ACEPTABILIDAD.....	106
<b>GRÁFICO 9.</b>	MEJORES TRATAMIENTOS POR CADA FACTOR.....	108

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b>	Encuesta a los catadores semi entrenados de noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.....	127
<b>ANEXO 2.</b>	Norma INEN 0035 (1973): Grasas y Aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa.....	128
<b>ANEXO 3.</b>	Norma INEN 0038 (1973): Grasas y Aceites comestibles. Determinación de la acidez.....	135
<b>ANEXO 4.</b>	Certificado de análisis de laboratorio del tratamiento t5 (a2b1c1) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo.....	140
<b>ANEXO 5.</b>	Informe de resultados de laboratorio del tratamiento t5 (a2b1c1) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo.....	141

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFÍA 1.</b>	Obtención de la materia prima.....	156
<b>FOTOGRAFÍA 2.</b>	Pesaje de las muestras de estudio.....	156
<b>FOTOGRAFÍA 3.</b>	Proceso de desamargado del chocho.....	157
<b>FOTOGRAFÍA 4.</b>	Pesaje del chocho desamargado.....	157
<b>FOTOGRAFÍA 5.</b>	Deshidratación del chocho desamargado.....	158
<b>FOTOGRAFÍA 6.</b>	Pesaje del chocho deshidratado.....	158
<b>FOTOGRAFÍA 7.</b>	Chocho molido.....	158
<b>FOTOGRAFÍA 8.</b>	Pesaje de las muestras y colocación en los cartuchos de celulosa.....	159
<b>FOTOGRAFÍA 9.</b>	Ensamble del equipo soxhlet.....	159
<b>FOTOGRAFÍA 10.</b>	Aceite de chocho mezclado con el solvente.....	159
<b>FOTOGRAFÍA 11.</b>	Aceite de chocho y harina desengrasada.....	160

<b>FOTOGRAFÍA 12.</b> Eliminación del solvente restante en el aceite mediante baño María .....	160
<b>FOTOGRAFÍA 13.</b> Aceite de chocho .....	160
<b>FOTOGRAFÍA 14.</b> Pruebas de densidad del aceite de chocho .....	161
<b>FOTOGRAFÍA 15.</b> Pruebas de acidez del aceite de chocho .....	161
<b>FOTOGRAFÍA 16.</b> Pruebas de pH del aceite de chocho .....	162
<b>FOTOGRAFÍA 17.</b> Cataciones efectuadas a los estudiantes de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial .....	162

## INTRODUCCIÓN

El chocho, un grano andino de alto contenido nutricional, componente de los agroecosistemas de producción sostenible en el Ecuador. La producción de chocho en el Ecuador es consideradamente alta, teniendo un potencial de cultivo de 70000 hectáreas. Según datos del último censo agropecuario del año 2000 se registraron 6000 hectáreas sembradas, y los datos del INIAP (2011) nos manifiesta que hay actualmente 8000 hectáreas sembradas, aunque; el INIAP, al realizar la zonificación del cultivo en la región Sierra, entre los años 1986 - 1995 la provincia de Cotopaxi se ha caracterizado como la provincia con mayor producción de chocho con un 48 % siendo las ciudades principales Latacunga, Salcedo, Sigchos y Mulaló con una superficie potencial elevada para el cultivo de chocho.

En la actualidad el chocho es un alimento de gran popularidad en la dieta de los ecuatorianos, pero solo se lo consume desamargándolo, sin haberle dado un proceso industrial, encontrándose una gama muy limitada de productos procesados del chocho.

En el mercado nacional, se pueden observar aceites de grasas saturadas como son los de palma que son perjudiciales para la salud humana provocando niveles elevados de colesterol y triglicéridos, mientras tanto el chocho posee en su composición química de ácidos grasos esenciales que lo hacen una buena materia prima para extraer de éste su aceite, realizar pruebas y verificar su idoneidad para el consumo humano.

La presente investigación pretendió aprovechar las propiedades físicas, químicas, nutricionales y principalmente el contenido graso del chocho (*Lupinus mutabilis*)

que es del 19%, en la obtención de un producto derivado de éste, que fue el aceite de chocho, el cual presenta diversos beneficios en la salud humana y en la importancia metabólica por el contenido de ácidos grasos esenciales como son el linoléico (omega 6) con un 37,1% y linolénico (omega 3) con un 2,9%, que el chocho contiene, según la publicación realizada por el INIAP en el año 2006.

En el Capítulo I de la investigación se encuentra la fundamentación teórica: los antecedentes, el marco teórico y el glosario de términos, en el que consta la parte teórica de la investigación a lo que se refiere los análisis físico – químicos, solventes, extracción por destilación soxhlet, las variedades de chocho a utilizar, y el desamargado del chocho, cuya documentación se ha recopilado para sustentar la investigación.

En el Capítulo II se describió el lugar donde se realizó la investigación los recursos empleados para la ejecución del proyecto de investigación, como materiales, equipo, además de describir las técnicas, metodologías, procedimiento y el diseño experimental empleado en el mismo.

En el Capítulo III se analizaron y discutieron los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, donde se determinó el mejor tratamiento mediante los análisis físico – químicos que se realizaron en laboratorio, los datos se analizaron mediante un análisis estadístico, planteando un análisis de varianza para los factores en estudio, donde se detalló además la aplicación de la prueba de Tukey. En este capítulo podemos encontrar los análisis físico – químicos y microbiológicos que se realizó al mejor tratamiento.

Para el desarrollo de la investigación se planteó el objetivo general: “Evaluar las características físico – química del aceite de chocho (*lupinus mutabilis*) a partir de

dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015 – 2016”. Para poder culminar la investigación se desarrolló los siguientes objetivos específicos:

- Establecer el mejor tratamiento de aceite de chocho por análisis físico – químico.
- Determinar la aceptabilidad del aceite de chocho mediante análisis organoléptico de los tratamientos.
- Realizar análisis físico – químico, microbiológico y perfil de ácidos grasos del mejor tratamiento.
- Determinar el rendimiento de acuerdo a los solventes utilizados para la extracción de aceite de chocho.
- Efectuar el análisis de costos del mejor tratamiento.

Para la realización de la presente investigación se planteó las siguientes hipótesis:

Ho.- Las dos variedades de chocho, los dos solventes, y los dos estados de chocho, no influyen significativamente en las características físico – químicas, microbiológicos y perfil de ácidos grasos del aceite de chocho.

H1.- Las dos variedades de chocho, los dos solventes y los dos estados de chocho, influyen significativamente en las características físico – químicas, microbiológicos y perfil de ácidos grasos del aceite de chocho.

# CAPITULO I

## 1. Fundamentación teórica

### *1.1. Antecedentes*

Luego de revisar varias investigaciones relacionadas con el tema en estudio se han citado los siguientes resultados destacados:

- Según Alajo Myriam y Corrales Mercy, en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2000 con el tema de investigación “Extracción y purificación del aceite de ajonjolí” menciona que: en su proyecto de investigación los métodos de extracción fueron por prensado, con hexano y etanol; obteniendo como resultado que con el etanol no se puede extraer aceite ya que es un tipo de solvente polar en el cual las grasas no son solubles, en cuanto se refiere a otros tipos de extracción como el prensado y con hexano, se puede extraer aceite con características favorables para el consumo obteniendo mayor rendimiento de aceite por el método de extracción con hexano.
- Según Cueva Roger, Reyes de la Vega Fabián, Ruiz Lorena, Zambrano Zoila, en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el año 1999 con el tema de investigación “Obtención de Aceite a partir de la semilla de zambo (*Cucúrbita pepo L.*)” menciona que: para la obtención de aceite por

presión no necesitamos de aparatos muy costosos, la construcción de una prensa de tornillo facilitará la extracción, la cantidad de aceite obtenido dependerá directamente de la presión ejercida (800 Kg/cm<sup>2</sup>).

- Según Navarrete Mario, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en el año 2010 con el tema de investigación “Extracción, Refinación, y Caracterización Físico - Química y Nutraceutica del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)” manifiesta que: se extrajo el aceite de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), tanto amargo como desamargado, y se determinaron parámetros físicos, químicos y nutraceuticos para usarlo en alimentación. Como materia prima se utilizó grano Andino 450 y hexano como solvente para la extracción, obteniéndose el mejor rendimiento de aceite (25.65%), a partir de harina de chocho desamargado en ocho horas. Los parámetros físicos y químicos indican que tiene un comportamiento similar a otros aceites de semillas con los que se comparó, aunque se encontraron algunas diferencias debido, tal vez, a su composición química; en cuanto a las características físico químicas, cumple con los estándares técnicos para grasas y aceites comestibles. Por último se determinó el tiempo de vida útil obteniendo que el aceite extraído se puede mantener por 4.5 meses en ambiente fresco y seco.
- Según Villacrés Elena, Peralta Esther, y otros autores en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en el año 2010, con el tema de investigación “Evaluación del Rendimiento, Características Físico-Químicas y Nutraceuticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)” menciona que: se evaluó el rendimiento de extracción del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), variedad Andino 450 y sus características físico-químicas y nutraceuticas. Se utilizó hexano como solvente para la extracción. Un rendimiento de 25,65 % (p/p), se obtuvo a partir del grano triturado a un tamaño de partícula de 20 mesh, con un

tiempo de reflujo de 8 horas. Se determinó que las características físicas del aceite de chocho son similares a la de los aceites de oliva, soya y girasol. El aceite de chocho presenta un valioso aporte nutricional, como fuente de ácidos grasos esenciales: linoléico n-6 (28,17%) y ácido linolénico n-3, (2,54 %) y  $\gamma$ -Tocoferol (1172,8 ppm). Las características físicas del aceite de chocho son similares a los aceites de soya, girasol y oliva, sin embargo el perfil de ácidos grasos es semejante al aceite de soya, lo cual permite recomendar su consumo especialmente como aceite para ensaladas.

- Según Pilco Gabriela, en la Universidad Técnica de Ambato en el año 2015, con tema de investigación “Optimización del proceso de extracción de aceite de unguahua (*Oenocarpus bataua*) en función del rendimiento.” menciona que: 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 así 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 %

## ***1.2. Marco teórico***

### ***1.2.1. Aceites comestibles***

#### ***1.2.1.1. Grasas y aceites comestibles***

Según NTE INEN 0007 (2012)

**Son productos alimenticios aptos para el consumo humano, constituidos por glicéridos de ácidos grasos, de origen vegetal o animal, obtenidos mediante un proceso industrial. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en las grasas o aceites. Las grasas son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos a temperatura ambiente. A una grasa también se la conoce con el nombre de manteca. (p 2)**

#### ***1.2.1.2. Grasas y aceites vírgenes***

Como menciona NTE INEN 0007 (2012) “Son las grasas y aceites vegetales comestibles obtenidos, sin modificar la naturaleza del aceite, por procedimientos mecánicos, por ejemplo, extrusión y prensado, y por aplicación únicamente de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente” (p 2)

#### ***1.2.1.3. Grasas y aceites prensados en frío***

Según lo indica NTE INEN 0007 (2012) “Son las grasas y aceites vegetales

comestibles obtenidos, sin modificar el aceite, mediante procedimientos mecánicos, por ejemplo, extrusión o prensado, sin la aplicación de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente” (p 2)

#### ***1.2.1.4. Grasas y aceites refinados***

Como dice NTE INEN 0007(2012) “Son las grasas y aceites vegetales o animales sometidos a procesos físicos y químicos con el fin de liberarlos de olores, sabores, colores y contaminantes desagradables” (p 2)

#### ***1.2.1.5. Grasas y aceites compuestos***

Según enuncia NTE INEN 0007(2012) “Son las grasas y aceites vegetales o animales formados por dos o más grasas y aceites comestibles diferentes” (p 2)

### ***1.2.2. Características físicas y químicas de las grasas y aceites***

Según MORENO (2003) “Para controlar la calidad del producto es necesario identificar las características fisicoquímicas de las materias primas y verificar si cumplen las especificaciones requeridas, esto lo conocemos como control de calidad de las mismas. Las características más influyentes en las grasas y que deben ser medidas antes de utilizarlas en los procesos son: índice de saponificación, color, valor de yodo, índice de refracción” (p 16)

### ***1.2.2.1. pH***

Los aceites vegetales son productos que son extraídos de semillas oleaginosas, las cuales al ser sometidas a un proceso de extracción de aceite, éstas le confieren al aceite un pH ácido, ya que las grasas estas compuestas por ácidos grasos, y por esto siempre dan un pH ácido como lo menciona MUJICA et. al. (2010)

### ***1.2.2.2. Índice de acidez***

Según NTE INEN 0038 (1973) “Es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa o aceite” (p 1)

Según NTE INEN 0038 (1973) “Acidez es en una grasa o aceite, el contenido de ácidos grasos libres, expresado convencionalmente como gramos de ácido oleico, laúrico o erúxico por cada 100 gramos de sustancia” (p 1)

La acidez libre (como ácido oleico) presente en el aceite de soya, muestra un rango máximo de 0,2 como lo menciona NTE INEN 33 (2012)

Según PEARSON (1988) citado por NAVARRETE (2010) “El índice de acidez representa la cantidad de ácidos libres en la grasa y es un factor de mala calidad, que indica una hidrólisis previa, por mal almacenamiento de las materias primas y acción de las lipasas o por fabricación defectuosa” (p 84)

### ***1.2.2.3. Densidad***

Según lo indica TIPLER Y MOSCA (2006) “Una propiedad importante de una sustancia es el cociente entre su masa y su volumen, llamada densidad: densidad= (masa/volumen)” (366)

### ***1.2.2.4. Temperatura***

Un aceite comestible debe presentar estabilidad de temperatura para lo cual debe permanecer a temperatura ambiente no mayor a 25 °C según NTE INEN 0473 (1980)

### ***1.2.2.5. Índice de yodo***

MORENO (2003) menciona que “Algunas grasas se rancian muy fácilmente, debido a que presentan insaturaciones. El índice de yodo es un análisis de laboratorio cuyo resultado indica el grado de insaturación de la grasa. Cuanto más grande es el índice de yodo la grasa es líquida, insaturada (o técnicamente se diría que tiene mayor cantidad de enlaces dobles) y algunas veces se rancia más fácilmente” (p 16)

### ***1.2.2.6. Índice de saponificación***

Como lo menciona MORENO (2003) “Este dato es muy importante y nos sirve para determinar la cantidad de soda que requerimos para producir un jabón.

Químicamente se define como el peso en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) que se necesita para saponificar completamente un gramo de grasa” (p 16)

#### ***1.2.2.7. Índice de refracción***

Según lo indica MORENO (2003) “La propiedad que tiene ciertas sustancias de desviar la luz se llama índice de refracción y la podemos observar en un aparato especial de laboratorio llamado refractómetro. Esta propiedad nos permite determinar la calidad de la grasa, comparando el valor obtenido con el que se requiere” (p 16)

#### ***1.2.2.8. Viscosidad***

Según lo menciona RAMÍREZ (2006) “La viscosidad “v” denominada viscosidad cinemática, que relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado. Las unidades más utilizadas de ésta viscosidad son los centistokes (cst)” (p 21)

#### ***1.2.2.9. Índice de peróxidos***

Como menciona NTE INEN 277 (1978) “Es el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, determinado de acuerdo con esta norma” (p 1)

#### ***1.2.2.10. Recuento de mohos y levaduras***

Según NTE INEN1 529-10:98 (1998) “Es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C” (p 1)

#### ***1.2.3. Perfil de ácidos grasos***

Como lo menciona PEARSON (1988) citado por NAVARRETE (2010) “El perfil de ácidos grasos se lo realiza mediante la cromatografía de gas, esta técnica hace factible la medición rápida y segura de la composición de ácidos grasos en aceites y grasas después de la conversión de los ésteres triglicéridos en los ésteres metílicos más volátiles” (p 85)

Según lo indica KUKLINSKI (2003) citado por NAVARRETE (2010) “El registro permite obtener un cromatograma de los diferentes componentes de la muestra. Cada ácido graso tiene un parámetro característico, que es el tiempo de retención entre ( $t_r$ ). El  $t_r$  depende de la estructura característica de cada ácido graso como el grado de insaturación y la longitud de la cadena” (P 85)

#### ***1.2.4. Análisis sensorial***

Como indican SANCHO et al. (1999)

**La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o**

**rechazar los alientos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de las personas como del entorno. De ahí la dificultad de que con determinaciones de valor tan subjetivo, se puede llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario. (p 23)**

### ***1.2.5. Procesos de extracción de aceites***

Como menciona LAMARQUE et al. (2008) “Se puede definir a la extracción como la separación de una sustancia del seno de una mezcla, por la acción de un solvente o disolvente que la disuelve selectivamente. Se denomina, en cambio, lavado cuando lo que se extrae es la impureza, permaneciendo el compuesto deseado en su fase original” (p 42)

Como lo menciona VALDERRAMA et al. (1994) “Los procesos de prensado y de extracción por solvente pueden ser combinados para optimizar el rendimiento. Así se puede usar prensado solo, extracción con solvente sola, o bien prensado seguido por una extracción con solvente. El proceso de extracción con agua, también usado en el pasado ha sido desechado en algunos países por los considerables gastos de energía de este proceso” (p 92)

#### ***1.2.5.1. Extracción con solvente***

Como lo menciona VALDERRAMA et al. (1994) “Este es un procedimiento muy eficaz para la extracción de aceites vegetales y puede reducir el contenido de aceite de las semillas oleaginosas hasta menos de 1%. La extracción por prensado deja un residuo aproximado de aceite de 6%. La extracción por solvente es

especialmente ventajosa en el tratamiento de semillas con un contenido bajo en aceite. A la extracción debe proceder la limpieza y trituración de la semilla” (p 93)

Según VALDERRAMA et al. (1994) “La extracción por solvente es una típica operación de transferencia de masa, donde el solvente penetra en el sólido y el aceite contenido en él se hace miscible con el solvente” (p 93)

Como lo mencionan VALDERRAMA et al. (1994) “Después de la extracción se debe separar el disolvente del aceite, ya sea por separación mecánica o mediante destilación. El aceite obtenido de esta manera, es de inferior calidad al obtenido por presión en frío, y debe ser refinado” (p 93)

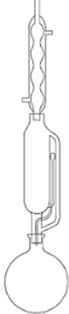
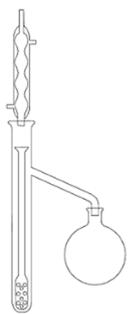
#### *A. Extracción continua*

Como lo indica VEGA (2004) “Se realiza con disolventes a una temperatura moderada. El disolvente es recuperado y la torta se considera cocida después de una hora de exposición a 100 °C” (p 17)

Según lo menciona LAMARQUE et al. (2008) “Para efectuar una extracción eficiente y “agotar” el material que se está extrayendo, muchas veces se requieren volúmenes muy grandes del solvente de extracción, por lo que el costo y el manipuleo en tales cantidades, hacen impráctica la operación” (p 51 - 52)

Existen tres diseños básicos de aparatos para realizar una extracción continua:

**CUADRO 1. DISEÑOS BÁSICOS DE APARATOS PARA REALIZAR UNA EXTRACCIÓN CONTINUA.**

Aparato de Soxhlet para extracción sólido – líquido.	Aparato para extracción líquido – líquido con un disolvente menos denso que la solución que contiene la sustancia a extraer.	Aparato para extracción líquido – líquido con un disolvente más denso que la solución que contiene la sustancia a extraer.
		

**Fuente:** LAMARQUE et al. (2008)

***a. Método SOXHLET***

Según lo menciona LAMARQUE et al. (2008) “Es un método de extracción continuo que se utiliza para materiales sólidos. Consiste en colocar el material a extraer, previamente molido y pesado, en un cartucho de celulosa que se introduce en la cámara de extracción, conectada por una parte a un balón de destilación y por otra parte a un refrigerante” (p 51)

Según lo indican LAMARQUE et al. (2008) “El disolvente contenido en el balón se calienta a ebullición, el vapor asciende por el tubo lateral y se condensa en el refrigerante, cayendo sobre el material. Cuando alcanza el nivel conveniente sifona por el tubo regresando al balón. El proceso se repite hasta conseguir el agotamiento deseado de material” (p 51)

### *b. Preparación de la muestra.*

Según NÚÑEZ (2008) “La operación comienza por la separación de la muestra. Cada sistema de trabajo tiene su manera de preparar la muestra. Con frecuencia debe ser dividida en fragmentos de mayor o menor tamaño” (p 2)

### *c. Cartuchos*

Como lo indica NÚÑEZ (2008) en su investigación:

**Consiste en un recipiente cilíndrico con base semiesférica para que se apoye perfectamente en la base del equipo extractor y sea además más resistente. Los materiales más utilizados son el algodón prensado y la porcelana porosa. Los primeros son más económicos pero menos durables. Los de porcelana, además, se pueden lavar periódicamente con mezcla sulfocrómica. (p 2)**

### *d. Tapón del cartucho*

Como lo menciona NÚÑEZ (2008) “Se debe colocar un tapón por las dudas la muestra tiende a flotar e irse al cartucho. El más utilizado es el hecho con una torunda de algodón envuelta o no en gasa. Dado que las paredes del cartucho suelen ser ásperas hay que conseguir que el tapón llegue al fondo por medio de los dedos o de una espátula” (p 2 - 3)

## ***B. Extracción discontinua***

VEGA (2004) indica que “Su utiliza una temperatura de 75 °C y la torta que se obtiene es blanca” (p 17)

### ***1.2.5.2. Proceso combinado***

Como lo indican VALDERRAMA et al. (1994) “Cuando se trabaja con grandes volúmenes de semilla, la torta remanente del prensado queda con un 7 a 10 % de aceite, lo cual hace indispensable su extracción mediante algún solvente” (p 93)

### ***1.2.5.3. Extracción con agua***

Como lo mencionan VALDERRAMA et al. (1994)

**Este fue un método usado antiguamente, pero luego abandonado porque el agua desalojaba el aceite de las células, pero como no se mezclan con el mismo, no podía mojar las paredes de ellas y la expulsión resultaba incompleta. Un procedimiento más eficiente puede ser el uso de agua caliente como medio de extracción. Primero, los granos son molidos finamente, enseguida ellos son tratados con agua caliente, pasando el aceite a la fase acuosa (con buen control de la temperatura y el pH). (p 93)**

## ***1.2.6. Disolventes para la extracción de aceites***

### ***1.2.6.1. Solventes***

Como menciona MARCANO y HASEGAWA (2002) “Los solventes para extracción pueden ser soluciones diluidas de ácidos o de bases, cuando se desea aprovechar la basicidad o la acidez de las moléculas, como por ejemplo en el caso de alcaloides. Más frecuentemente, se usa la extracción con solventes orgánicos de punto bajo de ebullición (alcohol, acetato de etilo) y de baja reactividad” (p 61)

Como nombra MARÍN (1869) “Siempre que nos sea posible debemos emplear los disolventes neutros, porque los alcalinos, lo mismo que los ácidos, alteran considerablemente las materias orgánicas” (p 42)

Según BAILEY (1984) “Los disolventes más empleados en los Estados Unidos para la extracción de aceites y grasas son las fracciones ligeras parafinicas del petróleo obtenidas del gas natural. Los productos más corrientes son fracciones entre puntos de ebullición muy próximos y se distinguen según la longitud de la cadena de sus componentes principales” (p 458)

Según BAILEY (1984) “Una clasificación A.S.T.M. de fracciones industriales, según puntos de ebullición en cuatro tipos de nafta, es la siguiente: tipo pentano, 30 a 35°C; tipo hexano, 63,3 a 69,5°C; tipo heptano, 87,8 a 97,7°C; tipo octano, 100 a 140 °C” (p 458)

Según BAILEY (1984) “La nafta tipo hexano es una de las más empleadas y la que generalmente se prefiere en la extracción de las semillas oleaginosas, aunque la fracción tipo heptano se considera adecuada para su empleo en las instalaciones más modernas” (p 458)

Según NÚÑEZ (2008) “En el extremo inferior se encuentra el diclometato (cloruro de metilo) que se utiliza para la extracción de grasas y resinas de manera selectiva. Este solvente tiene un punto de ebullición de 40 °C muy cercano a la temperatura ambiente particularmente en los climas cálidos” (p 3)

**TABLA 1. PUNTO DE EBULLICIÓN DE SOLVENTES (°C)**

Éter	35
Diclorometano	40
Éter de petróleo	35 – 50
Cloroformo	62
Metanol	65
Etanol – benceno	65
Hexano	69
Etanol tolueno	73
Acetato de etilo	77
Etanol	78
Benceno	80
Ciclohexano	81
Ácido Fórmico	101
Dioxano	102
Tolueno	111

Fuente: NÚÑEZ, Carlos (2008)

### ***1.2.7. Chocho (*Lupinus mutabilis*)***

#### ***1.2.7.1. Origen y distribución***

Según JACOBSEN Y SHERWOOD (2002) “El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es originario de la zona andina de Sudamérica. Es la única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una leguminosa (Blanco, 1982). Su distribución comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque actualmente es de importancia sólo en Ecuador, Perú y Bolivia.” (p 14)

### 1.2.7.2. Clasificación taxonómica

CUADRO 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)

<b>División</b>	Espermatofita
<b>Sub – división</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Sub – clase</b>	Arquiclamideas
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Leguminosas
<b>Sub – familia</b>	Papilionoideas
<b>Tribu</b>	Genisteas
<b>Genero</b>	<i>Lupinus</i>
<b>Especie</b>	<i>mutabilis</i>
<b>Nombre Científico</b>	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
<b>Nombres Comunes</b>	Chocho, tahuri, tarwi

Fuente: Rivadeneira (1999).

### 1.2.7.3. Condiciones edafoclimáticas

TABLA 2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)

<b>Zona del cultivo</b>	Provincias de la Sierra
<b>Altitud</b>	2800 a 3500 m.s.n.m.
<b>Precipitación</b>	300 mm en el ciclo
<b>Temperatura</b>	7 a 14 °C
<b>Suelo</b>	Franco arenoso o arenoso, con buen drenaje
<b>pH</b>	5,5 a 7,0
<b>Variedades</b>	INIAP 450 Andino INIAP 451 Guaranguito
<b>Ciclo del cultivo</b>	180 a 240 días

Fuente: INIAP, 2012.

#### 1.2.7.4. Valor nutritivo

Como indica GROSS (1988) citado por JACOBSEN y MUJICA (2006) “Las semillas son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24%” (p 460)

**TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)  
AMARGO Y DESAMARGADO**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>GRANO AMARGO</b>	<b>GRANO DESAMARGADO</b>
Humedad	%	9,90	73,63
Materia seca	%	90,10	26,37
Proteína	%	41,20	51,06
Grasa	%	17,54	20,37
Cenizas	%	3,98	2,36
Fibra	%	6,24	7,47
ELN	%	30,88	18,73
Alcaloides	%	3,11	0,08
Calcio	%	0,12	0,42
Fósforo	%	0,60	0,43
Magnesio	%	0,24	0,17
Sodio	%	0,015	0,042
Potasio	%	1,13	0,018
Hierro	ppm	73	120
Magnesio	ppm	37	26
Zinc	ppm	34	50
Cobre	ppm	11	10

**Fuente:** Villacrés, Caicedo, Peralta (1998)

Según VILLACRÉS et al. “La calidad del aceite de chocho se sitúa entre el aceite de maní y el de soya por su composición de ácidos grasos. El principal ácido graso

es el oleico, seguido por el linoleico, ácido graso esencial (Tabla 3). En general , los índices de evaluación indican un aceite de buena calidad” (p 12)

**TABLA 4.** COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) (% DE ÁCIDOS GRASOS TOTALES)

Ácidos	%
Oleico (Omega 9)	40,4
Linoleico (Omega 6)	37,1
Linolénico (Omega 3)	2,9
Palmítico	13,4
Palmitoléico	0,2
Esteárico	5,7
Mirístico	0,6
Araquídico	0,2
Behénico	0,2
Erústico	0,0
Cociente Polisat/Satur	2,0

Fuente: Jacobsen y Mujica (2006)

#### 1.2.7.5. Características botánicas

##### A. Raíz

Como indica LOJA (2012) “Es bastante profunda, se hunde o penetra en la tierra verticalmente como una prolongación del tronco, presenta un eje central verticalmente como una prolongación del tronco, presenta un eje central más grueso que las ramificaciones, sujeta una gran cantidad de raicillas y pelos radicales de gran crecimiento que es capaz de alcanzar hasta más de 1m. de profundidad” (p 11)

### ***B. Tallo***

Como lo indican VELASCO Y GROSS, citado por BASANTES “Se caracteriza por su vigorosidad y tamaño, ya que su altura fluctúa de 0.50 a 2.50 m. Con un promedio de 1.80 m. El tallo es labrescente con abundante ramificación, formando ramas primarias, secundarias y terciarias, llegando a tener hasta 58 ramas fructíferas con cilindro central hueco” (p 11)

### ***C. Hoja***

Como lo menciona LOJA (2012) “Es de forma mediana, plana, digitalizada que su aspecto es semejante al de una mano compuesta de ocho a once foliolos que es las hojuelas de una hoja compuesta que varía entre ovalados y lanceolados en forma de punta de lanza su color puede variar de amarillo verdoso y a verde oscuro, dependiendo del contenido de antocianina” (p 11)

### ***D. Flores***

Como indica CAICEDO et al. (2001).

**La pigmentación de la corola de las flores puede variar entre blanco, crema, amarillo, púrpura, azul – púrpura, rosado y se debe a las antocianinas y flavonas que tenga la planta. La corola está formada por cinco pétalos que son: un estandarte, dos quillas y dos alas. La quilla envuelve al pistilo y a los diez estambres monodelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestos alternadamente. El estilo es encorvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente. (p 03)**

### ***E. Inflorescencia***

Según CAICEDO et al. (2001). “La inflorescencia es de racimo terminal, flores dispuestas en verticilos. Es mayor en longitud en el eje principal y disminuye progresivamente en las laterales. En una inflorescencia se puede contar más de 60 flores, aunque no todas ellas llagan a formar frutos. La vaina es alargada de 5 a 12 cm., según el número de semillas. Las vainas pueden contener hasta 9 semillas” (p 03)

### ***F. Vainas***

Según lo menciona GROSS (1982) citado por BASANTES (2008). “Son alargadas de 5 a 12 cm, según en número de semillas. Las vainas pueden contener hasta 9 semillas. El número promedio de semillas por vainas es de 2 a 3. A mayor inflorescencia, menor es el número de semillas por vaina” (p 12)

### ***G. Semillas***

Como lo indican CAICEDO et al. (2001) “Se ha encontrado amplia variabilidad genética en cuanto al color de la semilla, el mismo que va desde el blanco puro hasta el negro, pasando por colores intermedios como el amarillo , bayo, pardo, gris, etc. Con una amplia gama de pigmentaciones secundarias en el tegumento de la semilla” (p 3)

### **1.2.7.6. Cosecha y poscosecha**

#### **A. Cosecha**

Según manifiesta CAICEDO et al. (2001) “El estado de cosecha en chocho se determina cuando las hojas se amarillan y la planta se defolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia que resisten la presión de las uñas. En un campo de cultivo se puede realizar hasta dos cosechas” (p 5)

##### **a. Para semilla**

Se deben cortar con una hoz únicamente los ejes centrales cuando ya estén secos, ya que los granos tienen mayor tamaño y uniformidad como lo manifiesta CAICEDO et al. (2001)

##### **b. Para grano comercial**

La cosecha se realiza con hoz y solamente de las ramas laterales que han alcanzado su madurez y poseen 15 a 18 % de humedad como lo manifiesta CAICEDO et al. (2001)

## ***B. La trilla***

Según NAVARRETE (2010) “La trilla se puede realizar manualmente golpeando las vainas con palos o varas sobre mantos o eras. También se puede hacer utilizando trilladoras estacionarias de leguminosas o cereales” (p 36)

## ***C. Poscosecha***

### ***a. Secado del grano amargo***

Como indica CAICEDO et al. (2001) “El secado se realiza considerando el destino final del producto (semilla comercial). Si el grano es para semilla se recomienda secar en la sombra. Si el grano es comercial, se puede hacerlo mediante dos métodos que están en función de volúmenes: el natural y el artificial” (p 5)

### ***b. Clasificación***

Como manifiestan CAICEDO et al. (2001) “La selección en el sistema manual permite dejar grano limpio y de alta calidad pero también arroja gran cantidad de grano de baja categoría y que puede ser aprovechable; no se considera en este tratamiento el clasificado por tamaño el cual trae problemas en la fase de hidratación” (p 7)

### ***c. Limpieza del grano***

Como lo expresa NAVARRETE (2010) “Para eliminar impurezas se utiliza un tamiz de 4 mm. De diámetro y un tamiz de 8 mm. para separar el grano de primera calidad de los granos más finos, que quedarían como subproducto de segunda calidad” (p 36)

### ***d. Almacenamiento***

Como lo menciona PERALTA et al. (2010) que para el almacenamiento se debe “Utilizar bodegas con ventilación (secas) y libre de insectos. El grano debe tener una humedad inferior al 13%” (p 30)

#### ***1.2.7.7. Desamargado del grano de chocho***

Como lo indica LOJA y ORELLANA (2012) “Para poder aprovechar el lupino en la alimentación humana y animal es necesario extraer las sustancias amargas o alcaloides que son compuestos nitrogenados, como bases frente a los ácidos, los cuales forman sales; en su gran mayoría de origen natural vegetal, la cantidad que contiene es de (2.6% a 4.2%) en el grano de *Lupinus mutabilis*” (p 22)

#### ***A. Hidratación***

El agua debe ser de muy buenas condiciones, el agua es sometida a un proceso térmico hasta llegar a los 40 °C y posteriormente se coloca el chocho en los tanques de hidratación por 14 horas como lo indica LOJA y ORELLANA (2012)

## ***B. Cocción***

Como lo indica LOJA y ORELLANA (2012) “El chocho hidratado se coloca en recipientes (ollas) para su cocción por el tiempo de 40 minutos, con una buena manipulación del producto, a temperaturas, equipos y materiales apropiados” (p 24)

## ***C. Desamargado***

Como lo menciona CRUZ (1987) citado por NAVARRETE (2010) “Consiste en remojar por tres días o más el grano de chocho cocido, de preferencia agua corrida. No existen parámetros para determinar el punto ideal del grano sin alcaloides. La experiencia y palatabilidad ayuda a determinar el estado ideal para la comercialización y consumo” (p 37)

### ***1.2.7.8. Variedades***

#### ***A. INIAP 450 Andino (*Lupinus mutabilis Sweet*)***

Según CAICEDO et al. (2010) “La variedad INIAP 450 Andino (*Lupinus mutabilis Sweet*) es de hábito de crecimiento herbáceo, precoz, con cierta susceptibilidad a plagas y enfermedades foliares y radiculares. El rendimiento de ésta variedad es superior en un 183% al rendimiento promedio de ecotipos locales (1350 a 1500 kg/ha). El grano de calidad, tiene un diámetro mayor a 8 mm, es de color crema y redondo”

*a. Origen de la variedad*

Como indica RIVADENEIRA (1999) citado por BASANTES (2008)

**Esta variedad fue obtenida de una población de germoplasma introducida de Perú. El mejoramiento se realizó por selección y las primeras evaluaciones se realizaron en surcos triples y en 1993 se consideró como promisorio y fue introducida al Banco de Germoplasma del INIAP con la identificación de ECU-2659. Desde entonces se ha evaluado en varios ambientes y en 1999 se decidió entregar como variedad mejorada INIAP - 450 ANDINO. (p 09)**

*b. Características importantes de la variedad*

**TABLA 5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Tipo de crecimiento	Herbáceo
Tipo de Raíz	Pivotante
Color de planta juvenil	Verde intenso
Forma de hojas	Digitadas
Color de Hojas	Verde
Forma del tallo principal	No prominente
Largo de Inflorescencia Central (cm)	28
Color de las alas	Púrpura
Color de la quilla	Crema
Color de la banda marginal del estandarte	Amarillo
Número de vainas en el eje central	10 a 14
Forma de la vaina	Oblonga
Largo de la vaina (cm)	11
Color de vaina a la floración	Verde
Color de la vaina a la cosecha	Café / crema
Número de granos por vaina a la cosecha	6 a 8

Fuente: CAICEDO et al. INIAP 2010

**TABLA 6. CALIDAD DEL GRANO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)**

Color de grano seco	Blanco – crema
Forma de grano	Oval aplanado
Tamaño de grano (mm)	8
Alcaloides (% de Lupanina)	3,92
Grano de primera (%)*	83,1
Proteína (%)	45,02
Fibra Cruda (%)	10,31
Grasa (%)	19,07
Calcio (%)	0,14
Energía (cal g <sup>-1</sup> )	5668
Azúcares totales (%)	6,45
Almidón total (%)	2,99

Fuente. CAICEDO et al. INIAP 2010

## ***B. Ecotipo local (*Lupinus mutabilis*)***

### ***a. Manejo de cultivo***

#### ***i. Zonificación***

Como lo indica CAICEDO et al. (2000) citado por JACOBSEN y SHERWOOD (2002) “En Ecuador el cultivo de chocho está ubicado en una franja altitudinal que va desde 2.500 msnm, paralela al área cerealera, hasta 3.400 y hasta 3.600 con riesgos de heladas y granizadas. Por lo general el chocho es una planta de clima moderado; la planta adulta es resistente a heladas, pero la planta joven es muy susceptible a las mismas” (p 34)

## ***ii. Preparación del suelo***

Como lo mencionan LOJA Y ORELLANA (2012) “Cuando existe una apropiada humedad, el tarwi se desarrolla mejor en suelos francos a francos arenosos; bien drenado, rico en materia orgánica que requiere un balance adecuado de nutrientes. Para preparación del suelo es necesario labrar la tierra con máquinas, o con la técnica más conocida y ancestral llamada (Yunta) que ejecuta el arado, el cruce y el surcado” (p 13)

## ***iii. Siembra***

Según lo indican LOJA Y ORELLANA (2012) “La siembra del chocho se realiza en los meses de diciembre a febrero en la sierra norte y central del Ecuador y la cosecha se obtiene entre los meses de junio a septiembre; se da clima seco, para facilitar la recolección del grano” (p 14)

### ***1.2.7.9. Productos derivados***

#### ***A. Leche vegetal de chocho***

Según lo mencionan LOJA y ORELLANA (2012) “La leche del chocho es el producto semejante en apariencia y composición química a la leche de vaca, además presenta un nivel similar de proteína y menos calorías que el producto de origen animal, no tiene colesterol, lactosa y casi ningún factor alérgico, esto beneficia para las personas con dietas restrictivas en el consumo de grasa” (p 26)

## ***B. Harina***

Como lo manifiestan LOJA Y ORELLANA (2012) “Se obtiene harina a partir del grano, el cual está constituido o fortificada por el 50 % de proteínas, el sabor es agradable, sabe a almendras; en la panificación se utiliza hasta el 15 % por la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto final” (p 27)

## ***C. Aceite***

Según LOJA Y ORELLANA (2012) “La calidad del aceite del chocho se sitúa entre el aceite de maní y el de soya por su composición de ácidos grasos, el principal es el oleico, seguido por linoleico, ácido graso esencial en general; los índices de evolución indica que es un aceite de buena calidad y no contiene ácidos grasos saturados; además el aceite es color claro, lo cual lo hace aceptable para el uso” (p 27)

### ***1.3. Glosario de términos***

**Aceite.-** Sustancia líquida y grasa que se consigue a partir del tratamiento de diferentes semillas y frutos, como ocurre con la soja, las almendras, el coco o el maíz.

**Ácido.-** Sustancia que en disolución acuosa incrementa la concentración de iones de hidrógeno y es capaz de formar sales por reacción con algunos metales y con las bases.

**Alcalino.-** Término que describe el balance pH de una sustancia. Las sustancias alcalinas, ya sea en estado líquido o sólido, tienen niveles de pH superiores al promedio, lo cual las torna en lo opuesto a los ácidos.

**Alcaloides.-** Son aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados, generalmente, a partir de aminoácidos, que tienen en común su hidrosolubilidad a pH ácido y su solubilidad en solventes orgánicos a pH alcalino. Los alcaloides verdaderos derivan de un aminoácido, son por lo tanto nitrogenados. Todos los que presentan el grupo funcional amina o imina son básicos.

**Amargo.-** Que tiene el sabor característico de la hiel, de la quinina y otros alcaloides; cuando es especialmente intenso produce una sensación desagradable y duradera.

**Antocianina.-** Son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials.

**Caracterización.-** Determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

**Chocho.-** Semilla del altramuz, de forma redonda y plana y color anaranjado, que se conserva remojado en agua y se come a modo de golosina.

**Condensación.-** Cambio de estado de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización.

**Desamargado.-** Eliminación de sustancias alcaloides o amargas de un producto.

**Destilación.-** Es la operación de separar, mediante vaporización y condensación en los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión.

**Ebullición.-** Proceso físico en el que la materia pasa a estado gaseoso. Se realiza cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión.

**Ecotipo.-** Subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.

**Evaporación.-** Es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

**Evaluación.-** Es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas.

**Extracción.-** Es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con distinto grado de solubilidad y que están en contacto a través de una interface.

**Flavonas.-** Derivado flavonoide incoloro y cristalino, componente del bioflavonoide, que aumenta la resistencia capilar.

**Fluido.-** Es todo cuerpo que tiene la propiedad de fluir, y carece de rigidez y elasticidad, y en consecuencia cede inmediatamente a cualquier fuerza tendente a alterar su forma y adoptando así la forma del recipiente que lo contiene.

**Genotipo.-** Es toda la información de características genéticas que tenemos los seres humanos y además también lo tienen organismos particulares: animales, vegetales, y demás.

**Germoplasma.-** Es el conjunto de genes que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de las células reproductoras que se fusionan para formar un individuo nuevo.

**Grasa.-** Sustancia orgánica, untuosa y generalmente sólida a temperatura ambiente, que se encuentra en el tejido adiposo y en otras partes del cuerpo de los

animales, así como en los vegetales, especialmente en las semillas de ciertas plantas; está constituida por una mezcla de ácidos grasos y ésteres de glicerina.

**Hexano.-** Es un hidrocarburo alifático saturado (alcano) de cadena lineal. Su fórmula química es  $C_6H_{14}$ . Se obtiene a partir del petróleo por destilación fraccionada.

**INIAP.-** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

**Investigación.-** Se refiere al acto de llevar a cabo estrategias para descubrir algo. También permite hacer mención al conjunto de actividades de índole intelectual y experimental de carácter sistemático, con la intención de incrementar los conocimientos sobre un determinado asunto.

**Leguminosa.-** Es un grupo de plantas cultivadas pertenecientes a la familia del mismo nombre, que se usan preferentemente para alimentación de los animales y del hombre.

**MAGAP.-** Ministerio de Agricultura, Ganaderías, Acuicultura y Pesca.

**Muestra.-** Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.

**Nafta.-** Hidrocarburo líquido, incoloro, volátil y muy inflamable que se obtiene de la destilación del petróleo crudo o de la hulla y se emplea como disolvente industrial.

**Neutro.-** Sustancia que no presenta ninguna característica entre dos opuestas.

**Oliva.-** Fruto del olivo, comestible, de pequeño tamaño, forma ovalada, color verde o negro y con un hueso o carozo grande y duro en su interior que encierra la semilla; de la aceituna se extrae aceite.

**Pubescente.-** Cualquier órgano vegetal (hoja, fruto) o conjunto que presenta su superficie vellosa, cubierta de pelos finos y suaves.

**Retorta.-** Vasija de forma cónica con el cuello largo y encorvado hacia abajo que se utiliza en ciertas operaciones químicas, especialmente para destilar.

**Solvente.-** Es la sustancia que forma parte en mayor cantidad de una solución.

**Soya.-** Planta herbácea cubierta de vello, de tallo recto y erguido, hojas grandes y compuestas de tres folíolos, flores pequeñas, agrupadas en racimo, de color blanco o púrpura y fruto en legumbre corta que encierra las semillas.

**Temperatura.-** Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura).

**Tratamiento.-** Manera de trabajar determinadas materias para su conservación, transformación o modificación.

**Trilla.-** Es la operación que se hace con los cereales, tras la siega o cosecha, para separar el grano de la paja.

## CAPÍTULO II

### 2. Materiales y métodos

En este capítulo se detalla la ubicación del ensayo, los diferentes materiales, métodos, técnicas, diseño experimental que han sido utilizados para la “Evaluación físico – química del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015 – 2016.”

#### *2.1. Recursos y ubicación del ensayo*

##### *2.1.1. Recursos humanos*

Autores: July Nataly Arias Alvarez

Pedro Pablo Guamán Iler

Directora de Tesis: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

### ***2.1.2. Ubicación del ensayo***

El lugar donde se realizó el ensayo fue en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### ***2.1.2.1. Ubicación geográfica***

- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Latacunga
- Parroquia: Eloy Alfaro
- Barrio: Salache bajo

##### ***a) Coordenadas geográficas***

- Latitud: 0° 59'56.55 S
- Longitud: 78° 37'25.10 W

#### ***2.1.2.2. Características climáticas***

- Altitud: 2757 m.s.n.m.
- Humedad relativa: 70%
- Clima: mesotérmico con invierno seco
- Temperatura promedio anual: 13.5 grados centígrados
- Heliofania mensual: 120 horas
- Velocidad del viento: 2.5 m/s

- Viento dominante: SE
- Pluviocidad: 550 mm anuales

## ***2.2 Materia prima, materiales y equipos***

### ***2.2.1. Materia prima***

- Chocho (*Lupinus mutabilis*) INIAP 450 Andino
- Chocho (*Lupinus mutabilis*) Ecotipo Local

### ***2.2.2. Instrumentos de trabajo***

- Molino manual
- 2 Ollas grandes

### ***2.2.3. Materiales de laboratorio***

- 8 envases de vidrio de 15 ml
- pipeta de 5 ml
- pera de succión
- bureta de 25 ml
- soporte universal
- 2 pinzas
- Tubos de ensayo
- Cronómetro

- Tanque de gas
- Tina grande
- pHmetro o tiras de ph
- Termómetro
- Cartuchos de celulosa
- 8 vasos de precipitación de 50 ml
- 4 vasos de precipitación de 250 ml
- mascarillas
- guantes
- fundas con cierre hermético
- embudo de vidrio

#### ***2.2.4. Reactivos***

- Hexano
- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio al 0,1 N
- fenofaleina
- Etanol

#### ***2.2.5. Equipos de laboratorio***

- Equipo Soxhlet
- Deshidratador
- Cocina industrial
- Balanza analítica
- Baño María

### ***2.2.6. Equipos y materiales de oficina***

- Laptop
- Internet
- Impresora
- Flash memory
- Cámara digital
- Paquetes estadísticos y graficadores (Infoestat - Excel)
- Hojas de papel bond
- Esferos
- Tinta de impresora
- Micro SD de 4 GB
- Cd con portada
- Fotocopias b/n
- Fotocopias color
- Empastados
- Anillados

## ***2.3. Investigación***

El enfoque de la investigación es cuantitativa porque nos ayudó a registrar pesos iniciales, pesos finales, tiempos de extracción, tiempos de desamargado, temperaturas, rendimientos, costos de producción y demás variables cuantificables que se presentaron en la investigación.

Los tipos de investigación en los que se basó el estudio fueron: documental, explicativa o casual, descriptiva, correlacional y experimental.

### ***2.3.1. Investigación documental***

En la presente investigación se utilizó en la combinación de las variables para obtener diversos tratamientos, y en la descripción de los procesos de extracción de aceite de chocho.

### ***2.3.2. Investigación explicativa o casual***

La investigación explicativa se la utilizó para comprobar las hipótesis con el análisis del mejor tratamiento obtenido de aceite de chocho a partir de dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado).

### ***2.3.3. Investigación descriptiva***

La investigación descriptiva se utilizó para describir los procesos de obtención del aceite de chocho utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado); al igual que la evaluación de sus características físico – químicas del producto.

### ***2.3.4. Investigación correlacional***

La investigación correlacional se utilizó al instante de elaborar las distintas combinaciones o tratamientos entre las dos variedades de chocho (INIAP 450

Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado).

### ***2.3.5. Investigación experimental***

La investigación experimental en la presente investigación se la utilizó cuando se observó las diferencias existentes entre las variables utilizadas para la extracción del aceite de chocho, en donde se aplicó las dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado); que sirvieron para la obtención del producto y posteriormente utilizamos el producto para comprobar la aceptabilidad en el consumidor.

## ***2.4. Técnicas***

La técnica que se empleó durante el proceso de esta investigación fue la siguiente:

### ***2.4.1. Encuesta***

Las encuestas se fundamentaron con preguntas de análisis sensorial y se aplicaron a 20 catadores semi-entrenados de noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, esta técnica ayudó a determinar el mejor tratamiento para la extracción de aceite de chocho por medio de las respectivas cataciones, posteriormente se analizaron e interpretaron los datos obtenidos, determinando las características más idóneas y aceptables de este aceite para el consumo humano.

## ***2.5. Métodos***

Los métodos que se utilizaron para la investigación de la obtención de aceite de chocho son los siguientes:

### ***2.5.1. Método científico***

Este método se utilizó para buscar el camino, la vía de conocimiento, no de cualquier conocimiento en general, sino de conocimientos ubicados dentro del rigor de la ciencia y la tecnología, en la investigación éste método ayudó para la elaboración del marco teórico, para la aplicación de procesos de extracción, tratado de la materia prima y análisis de los resultados, para basar dichos resultados en Normas Estandarizadas Ecuatorianas.

### ***2.5.2. Método deductivo***

Este método se utilizó con el objeto de partir de aspectos generales para llegar explicaciones particulares de cada uno de los procesos con el fin de obtener resultados positivos en la obtención de aceite de chocho en base al estudio de las variedades de chocho, los solventes para extracción por método soxhlet y estados de chocho, así como también se utilizó para observar todos los objetivos y resultados positivos obtenidos durante la investigación en lo que se refiere al proceso de extracción del aceite de chocho.

### **2.5.3. Método inductivo**

En la presente investigación, éste método se utilizó para encontrar el mejor proceso para la extracción de aceite de chocho que fue realizado en base a dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado), que nos permitió analizar casos particulares para sintetizar conclusiones de carácter general y también comprobamos las hipótesis donde obtuvimos conclusiones confiables y viables con la obtención del aceite de chocho de buena calidad y apta para el consumo humano.

### **2.5.4. Método analítico**

Éste método es un proceso cognoscitivo, que consistió en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual, en las que constaron las variables de estudio: dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado); que posteriormente fueron utilizadas para formar las combinaciones para los tratamientos a estudio.

### **2.5.5. Método descriptivo**

En la presente investigación, el método descriptivo ayudó a describir las características físico – químicas, perfil de ácidos grasos y microbiológicas del mejor tratamiento de aceite de chocho investigado, así como también todo el procedimiento extractivo del aceite de chocho.

### **2.5.6. Método experimental**

En la presente investigación, este método se utilizó para el desarrollo del ensayo en donde se empleó las dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado), para la extracción de aceite de chocho en las que se observó las diferencias existentes al utilizar estas variables en distintas combinaciones las que sirvieron de camino para encontrar el mejor tratamiento.

### **2.6. Diseño experimental**

El desarrollo de la metodología experimental consistió en manipular varias variables, describiendo por que causa se produce un acontecimiento particular. Para la presente investigación se aplicó un Diseño Factorial A\*B\*C para los análisis físico - químicos de los tratamientos durante el proceso.

### **2.7. Factores de estudio**

Los factores en estudio para la extracción del aceite de chocho son los siguientes:

**CUADRO 3. FACTORES DE ESTUDIO**

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
FACTOR A	Variedades de chocho	a1	INIAP 450 Andino
		a2	Ecotipo Local

**Fuente:** Los Autores

**CUADRO 3. FACTORES DE ESTUDIO (Continuación.....)**

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
FACTOR B	Solventes para destilación Soxhlet	b1	Éter de petróleo
		b2	Hexano
FACTOR C	Estados de chocho	c1	Amargo
		c2	Desamargado

**Fuente:** Los Autores

### **2.8. Tratamientos de estudio**

Los tratamientos resultantes de las combinaciones de los factores variedades de chocho, solventes para destilación soxhlet y tipo de chocho se muestran en el siguiente cuadro:

**CUADRO 4. TRATAMIENTOS**

<b>Réplicas</b>	<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
I	t1	a1b1c1	INIAP 450 Andino; éter de petróleo; Chocho amargo.
	t2	a1b1c2	INIAP 450 Andino; éter de petróleo; Chocho desamargado.
	t3	a1b2c1	INIAP 450 Andino; hexano; Chocho amargo.
	t4	a1b2c2	INIAP 450 Andino; hexano; Chocho desamargado.
	t5	a2b1c1	Ecotipo local; éter de petróleo; Chocho amargo.
	t6	a2b1c2	Ecotipo local; éter de petróleo; Chocho desamargado.
	t7	a2b2c1	Ecotipo local; hexano; Chocho amargo.
	t8	a2b2c2	Ecotipo local; hexano; Chocho desamargado.

**Fuente:** Los Autores

## 2.9. Análisis estadístico

El esquema del ADEVA para la extracción de aceite de chocho es el siguiente:

**CUADRO 5.** CUADRO DE ADEVA PARA ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

<b>DISEÑO FACTORIAL A*B*C</b>	
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Variedades de chocho	1
Solventes	1
Estados de chocho	1
Variedades*Solvente	1
Variedades*Estados de chocho	1
Solvente*Estados de chocho	1
Variedades*Solvente*Estados de chocho	1
Replicas	2
Error	14
Total	23

**Fuente:** Los Autores

## 2.10. Análisis funcional

En la presente investigación se utilizó el programa InfoStat/L para determinar la significancia del ensayo, ya que con este programa estadístico obtuvimos los resultados del Diseño Factorial A\*B\*C para los análisis físico - químicos de los tratamientos durante el proceso. Con los datos obtenidos en el laboratorio, pudimos observar si se acepta o se rechaza las diferentes hipótesis planteadas. Para los tratamientos con significancia se utilizó la prueba de Tukey.

## ***2.11. Características del ensayo***

### ***2.11.1. Unidad de estudio***

#### ***2.11.1.1. Unidad de estudio para análisis cuantitativo***

La unidad de estudio de la investigación es el aceite de chocho, el cual se someterá a análisis cuantitativos como son el pH, acidez, densidad y temperatura para determinar el mejor tratamiento, posteriormente para determinar la aceptabilidad se aplicó análisis organolépticos de color, olor, textura y aceptabilidad.

#### ***2.11.1.2. Población***

La población que se tomó en cuenta para el desarrollo de la investigación es 4000 gramos de chocho, los cuales, 2000 gramos pertenecen a la variedad ecotipo local y los otros 2000 gramos pertenecen a la variedad INIAP 450 Andino.

#### ***2.11.1.4. Muestra***

En la presente investigación para calcular el tamaño de la muestra de una población descrita anteriormente se dividió los 4000 gramos para los 8 tratamientos en estudio y se obtuvo una muestra de 500 gramos por cada tratamiento para cada interacción entre variedades de chocho, solventes y estados de chocho.

### 2.11.3. Variables e indicadores

El cuadro de las variables que se utilizó para la extracción de aceite de chocho es el siguiente:

**CUADRO 6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES O DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

<b>Variables Independientes</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicadores</b>	
Dos variedades de chocho <ul style="list-style-type: none"> <li>• INIAP 450 Andino</li> <li>• Ecotipo local</li> </ul> Dos solventes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter de petróleo</li> <li>• Hexano</li> </ul> Dos estados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amargo</li> <li>• Desamargado</li> </ul>	Aceite de chocho	Análisis físico-químico y organoléptico de los tratamientos	Físico-químicas: pH Acidez Temperatura Densidad
			Sensoriales: Color Olor Textura Aceptabilidad
		Características físico – químicas, microbiológicas y perfil de ácidos grasos del mejor tratamiento	Físicas: Índice de refracción
			Químicas: Índice de saponificación Índice de éster Índice de yodo Índice de peróxido
			Microbiológicas: Recuento de mohos y levaduras
			Perfil de ácidos grasos Linoléico Linolénico
		Rendimiento	% de rendimiento
		Costos	Costos del mejor tratamiento

Fuente: Los Autores

## ***2.12. Metodología de extracción de aceite de chocho***

### ***2.12.1. Descripción del proceso de la extracción del aceite de chocho.***

En la presente investigación se determinó diferentes aspectos, los cuales se los detalla de acuerdo al diagrama de flujo utilizado para la obtención del aceite de chocho:

### ***2.12.2. Obtención de la materia prima***

Las variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) INIAP 450 Andino y Ecotipo local se obtuvieron de dos distintos lugares que son: el banco de semillas de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de una comerciante de granos del barrio Cristo Rey de la parroquia Once de Noviembre de la provincia de Cotopaxi respectivamente; para la utilización en el desarrollo del ensayo de la investigación.

### ***2.12.3. Recepción de materia prima***

Mediante esta etapa se logró clasificar y separar la materia prima de calidad de cualquier tipo de impurezas tales como piedras, tierra, ramas y se eliminó granos defectuosos, por medio de la observación y el tacto.

#### 2.12.4. Pesado

En este paso se pesaron 4 muestras de 500 g. de la variedad INIAP 450 Andino y 4 muestras de la variedad Ecotipo Local para la extracción de aceite, por medio de una balanza analítica, lo cual nos ayudó a tener una medida exacta de cada muestra.

#### 2.12.5. Tratamiento de la semilla para la extracción

Las semillas fueron divididas en dos grupos, uno de ellos fue sometido a un proceso de desamargado y el otro no. Se explica los grupos a continuación:

**CUADRO 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS QUE HAN SIDO SOMETIDOS AL DESAMARGADO**

VARIEDADES	ESTADOS DE CHOCHO	PROCESO DE DESAMARGADO
INIAP 450 Andino	Amargo	No aplica
	Desamargado	Si aplica
Ecotipo local	Amargo	No aplica
	Desamargado	Si aplica

**Fuente:** Los Autores

Los grupos que están marcados en el proceso de desamargado con el término “Si aplica” fueron sometidos posteriormente al proceso de desamargado, mientras que los que llevan el término “No aplica” no fueron sometidos a dicho proceso.

### ***2.12.6. Desamargado***

A las muestras que fueron pesadas anteriormente se aplicó las siguientes etapas con la finalidad de eliminar de su composición los alcaloides presentes en la semilla, el cual les otorga el sabor amargo característico del chocho:

#### ***2.12.6.1. Hidratación***

En esta etapa tiene como finalidad elevar el contenido de humedad para facilitar la eliminación de los alcaloides, para lo cual cada muestra se separó con mallas plásticas facilitando la hidratación sin que se mezcle una muestra con otra; el agua potable destinada para la hidratación fue calentada en una cocina industrial a 40 °C utilizando un termómetro de alcohol de hasta 100 °C y cuando alcanzó dicha temperatura, se colocó las muestras en un recipiente que las contenga que fueron dos ollas de aluminio hasta que las cubra totalmente, se las dejó reposar por un periodo de tiempo de 14 horas, manteniendo la temperatura anteriormente mencionada.

#### ***2.12.6.2. Cocción***

Posteriormente se realizó la cocción en una cocina industrial, elevando la temperatura del agua a 95°C – 100°C que es la temperatura de ebullición en la Región Sierra, este proceso se lo realizó en un lapso de tiempo de 40 minutos, se controló la temperatura con un termómetro de alcohol de hasta 100 °C, con la finalidad de ablandar el grano y facilitar la eliminación de los alcaloides.

### ***2.12.6.3. Lavado***

Este proceso se llevó a cabo durante 112 horas (4 días y 16 horas) en agua corrida para eliminar los alcaloides que se encontraron presentes en el grano, debido a que no existían parámetros con los que se pudo determinar el punto ideal del grano desamargado, la palatabilidad ayudó a determinar el estado ideal de consumo.

### ***2.12.6.4. Deshidratado***

El chocho que se sometió al proceso de desamargado tuvo una humedad elevada por lo cual se colocó la muestra de los granos en un deshidratador a una temperatura de 60 °C por un lapso de tiempo de 7 horas para bajar la humedad del grano.

### ***2.12.7. Molienda***

Una vez que las muestras de chocho sometidas al desamargado fueron deshidratadas, se procedió a la molienda; de igual manera el chocho que no fue desamargado, se procedió a la molienda. Se lleva a molienda los granos deshidratados para reducir su tamaño y facilitar la extracción en el equipo soxhlet.

### ***2.12.8. Pesado***

Después de haber molido las 8 muestras de chocho, se pesó nuevamente para conocer y registrar su nuevo peso.

### ***2.12.9. Extracción del aceite de chocho con dos solventes por destilación con equipo soxhlet***

#### ***2.12.9.1. Preparación de la muestra***

Se pesó muestras pequeñas de 23 gramos cada una, se colocaron en los cartuchos de celulosa, posteriormente se introdujo las muestras hasta antes del sistema de sifón y finalmente se colocó otro cartucho de celulosa como tapón en la parte superior; y en el contenedor de solvente se colocó 200 ml de solvente según el tratamiento a aplicar; cabe recalcar que se repitió el procedimiento hasta completar el peso total de muestra de cada tratamiento y por cada extracción de 23 gramos se utilizó 200 ml de solvente, por lo que se obtuvo 85,5 gramos de aceite del mejor tratamiento que fue el  $t_5(a_2b_1c_1)$ .

#### ***2.12.9.2. Preparación del equipo de extracción***

Se armó todas las piezas que forman el equipo de soxhlet como son el condensador, el sistema de refrigeración, la cámara de extracción, el contenedor de solvente, y la fuente de calor; para posteriormente proceder con la extracción de aceite.

Se realizó pruebas para controlar la temperatura de la fuente de calor mediante el calentamiento de agua en los balones los cuales quedaron regulados a 45°C para la extracción con el solvente (éter de petróleo) y a 69°C para la extracción con el solvente (hexano).

### ***2.12.9.3. Extracción del aceite de chocho***

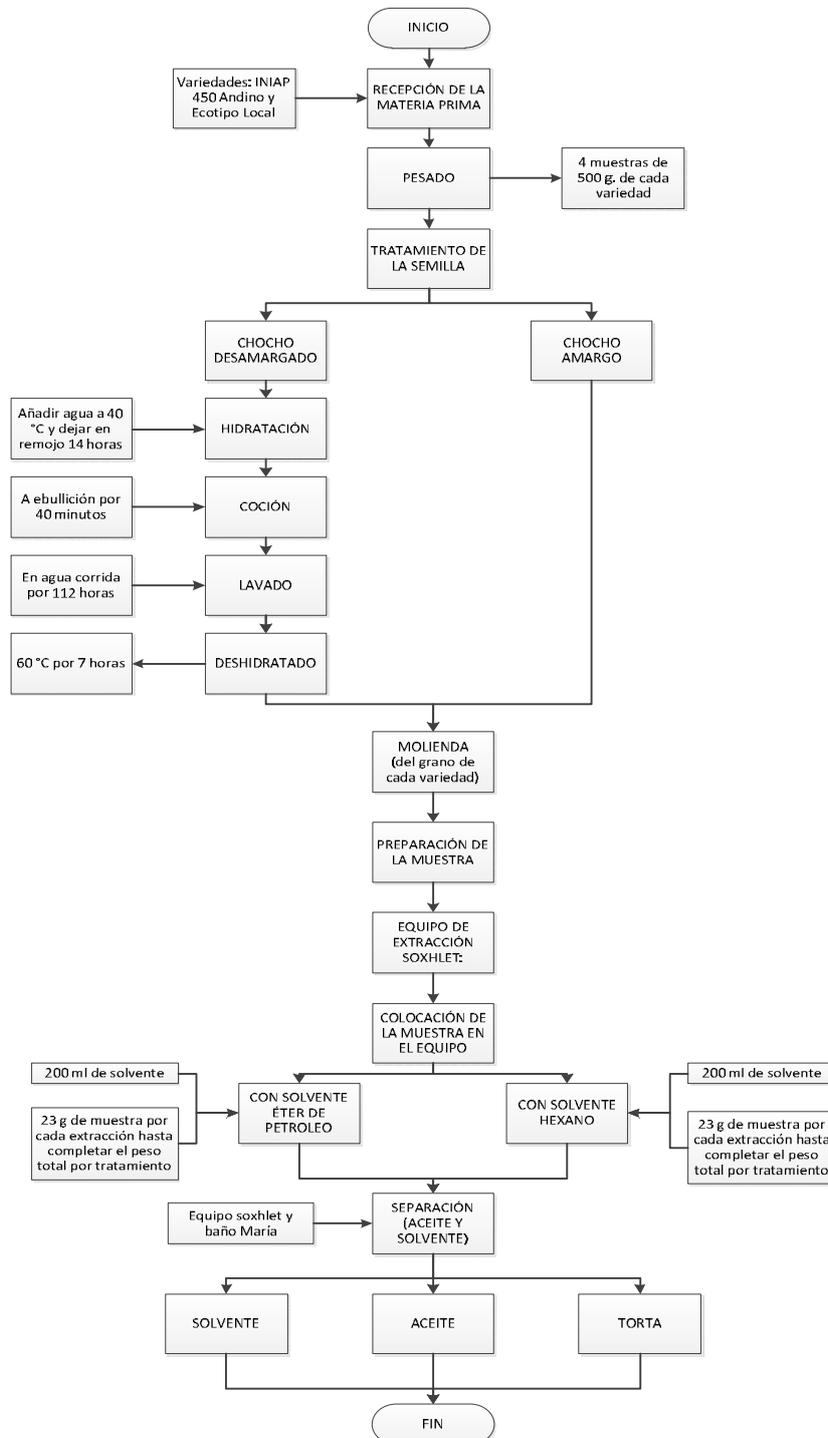
Se verificó que esté correctamente ensamblado, y que el refrigerante circule de manera óptima para controlar que el solvente no se evapore por las altas temperaturas; se procedió a encender la fuente de calor controlada hasta que el solvente alcance la temperatura de ebullición (éter de petróleo a 45°C y hexano a 69°C), controlar que esta temperatura sea permanente durante ocho horas para obtener como producto final aceite de chocho.

### ***2.12.9.4. Separación del solvente***

Éste proceso ayudó a separar el solvente del aceite y algunos defectos que contenga éste como son el olor y sabor característico que puede otorgar el solvente al aceite; se lo realizó mediante el equipo soxhlet. La mezcla entre el aceite y el solvente continuó su curso hasta que se cumplió su tiempo de extracción y posteriormente cuando ya se discontinuó la extracción, se procedió a extraer el solvente, se dejó evaporar el solvente al punto de llenarse en el cartucho de celulosa y así se recuperó el solvente, se continuó este proceso hasta que ya no evapore ni una sola gota más del solvente, luego se colocó las muestras en baño maría por 24 horas para eliminar el resto de solvente, para el éter de petróleo se utilizó temperatura de 50°C y para el hexano temperatura de 69°C, debido a que estas temperaturas de ebullición son ya establecidas para estos solventes como se indica en la Tabla 1.

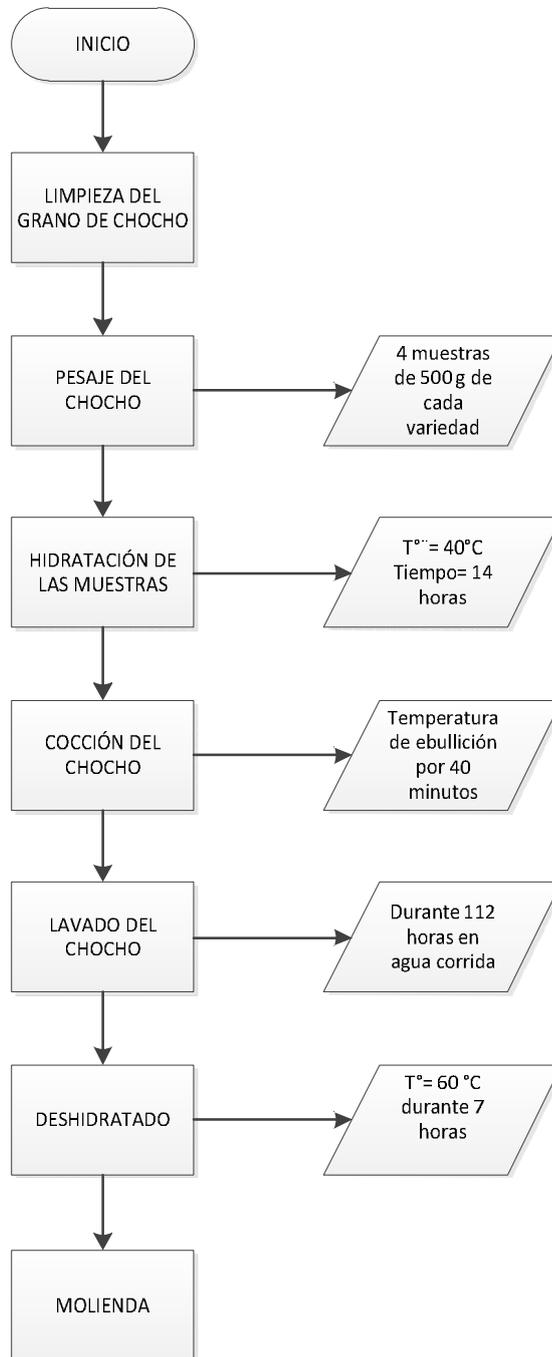
## 2.13. Diagramas de flujo

### 2.13.1. Diagrama de flujo para la extracción de aceite de chocho



Fuente: Los Autores

### 2.13.2. Diagrama de flujo del proceso de desamargado del chocho



Fuente: Los Autores

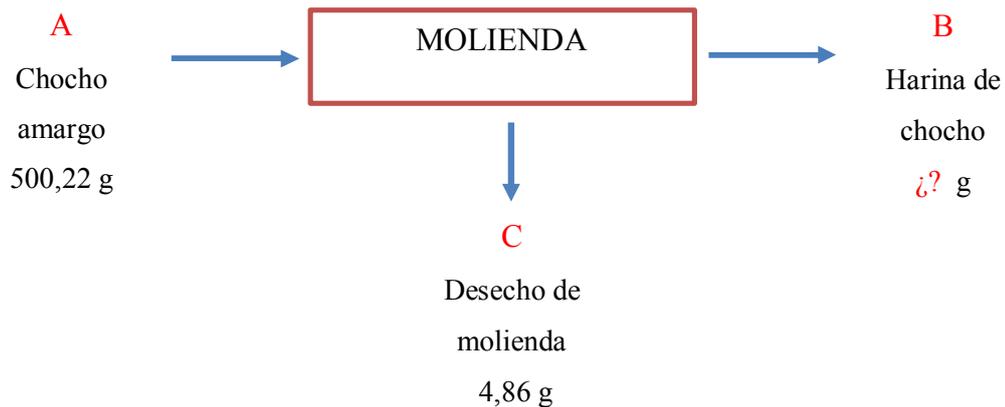
## 2.14. BALANCE DE MATERIALES

### 2.14.1. Balance de materiales del mejor tratamiento

Luego de realizar análisis físico – químico se determinó el mejor tratamiento.

Tratamiento t5 (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que corresponde a la variedad de chocho Ecotipo local, el solvente éter de petróleo y chocho amargo.

#### 2.14.1.1. Balance de materiales de la molienda del mejor tratamiento



#### Balance total

$$A = B + C$$

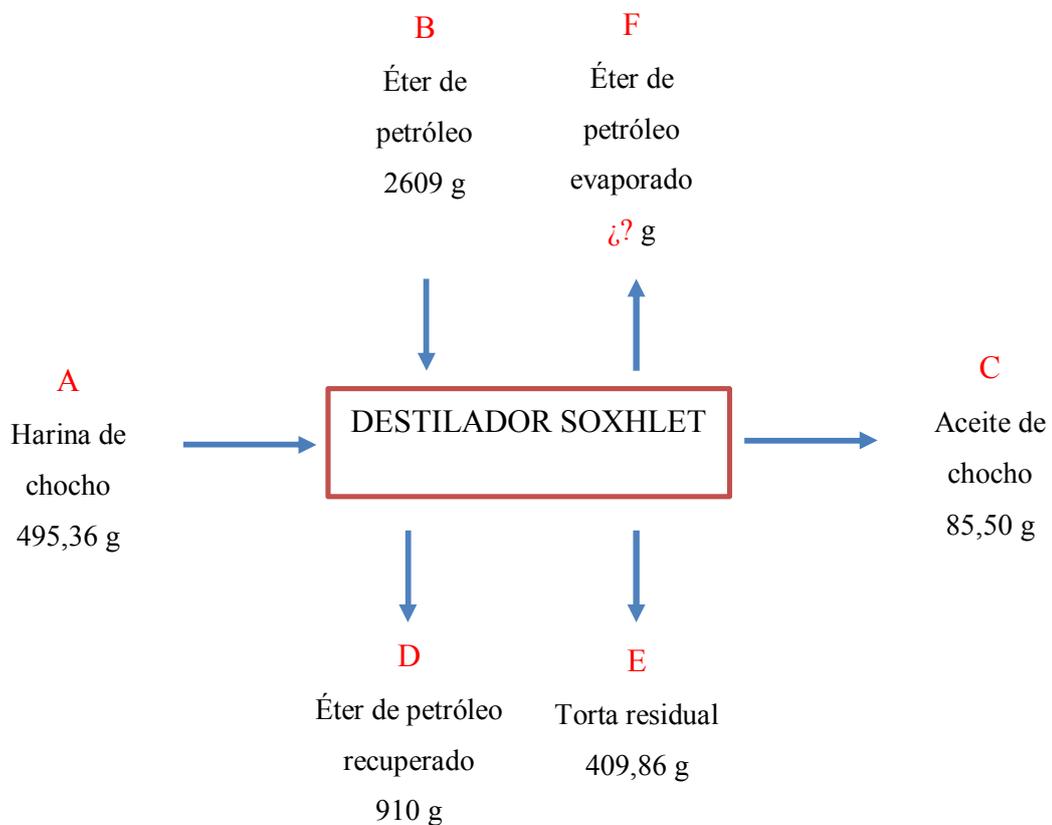
$$500,22 \text{ g} = 4,96 + B$$

$$B = 500,22 \text{ g} - 4,96 \text{ g}$$

$$C = 495,36 \text{ g}$$

Mediante el balance de materiales de la molienda del mejor tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local), solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) se puede observar que como materia prima inicial se pesó 500,22 g de chocho amargo de la variedad Ecotipo local que sometido a molienda se obtuvo una muestra de 495,36 g y un desecho de 4,96 g.

**2.14.1.2. Balance de materiales de la extracción de aceite del mejor tratamiento.**



**Balance total**

$$A + B = C + D + E + F$$

$$495,36 \text{ g} + 2609 \text{ g} = 85,50 \text{ g} + 910 \text{ g} + 409,86 \text{ g} + F$$

$$F = 495,36 \text{ g} + 2609 \text{ g} - 85,50 \text{ g} - 910 \text{ g} - 409,86 \text{ g}$$

$$F = 1699 \text{ g}$$

Mediante el balance de materiales de la extracción de aceite del mejor tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local), solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_1$  (amargo), se puede observar que como muestra de harina de chocho se tiene 495,36 g, también se ocupó 2609 g de éter de petróleo, se obtuvo 85,5 g de aceite de chocho, se logró recuperar 910 g de éter de petróleo mientras que se evaporó una gran parte que consta de 1699 g de éter de petróleo.

## CAPÍTULO III

### 3. Discusión y análisis de resultados

En éste capítulo se analizó y discutió los resultados obtenidos en la investigación: “Evaluación físico – química del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho (amargo y desamargado) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015 – 2016.”, los cuales fueron obtenidos mediante la realización de los análisis físicos – químicos que determinaron el mejor tratamiento y el análisis organoléptico aplicado a 20 estudiantes semi-entrenadas de noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial ayudó a determinar la aceptabilidad del aceite de chocho extraído. Los datos que obtuvimos en los análisis físicos – químicos se los interpretó mediante el programa estadístico InfoStat/L aplicando un diseño factorial A\*B\*C con tres repeticiones el mismo que nos ayudó a determinar el mejor tratamiento. Al mejor tratamiento se le realizó análisis físico – químicos, perfil de ácidos grasos en el laboratorio LABOLAB – Análisis de alimentos, aguas y afines, los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, con lo cual se desarrollaron las conclusiones y recomendaciones.

### 3.1. Análisis de Varianza (ADEVA)

Las tablas que se presentan a continuación son de análisis de varianza ADEVA y de prueba de significación – Tukey al 5% para las variables pH, acidez, densidad y temperatura.

#### 3.1.1. Variable pH

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre el pH del producto.

**TABLA 7. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE pH**

F.V.	SC	GI	CM	F	F crítico	Probabilidad
VCH	0,2646	1	0,2646	68,7273	4,6001	<0,0001**
S	1,1616	1	1,1616	301,7143	4,6001	<0,0001**
ECH	28,5798	1	28,5798	7423,3344	4,6001	<0,0001**
VCH*S	0,1053	1	0,1053	27,3604	4,6001	<0,0001**
VCH*ECH	0,7561	1	0,7561	196,4026	4,6001	<0,0001**
S*ECH	10,2966	1	10,2966	2674,4416	4,6001	<0,0001**
VCH *S*ECH	0,0693	1	0,0693	18,0097	4,6001	0,0008*
Réplicas	0,0001	2	0,0001	0,0130	3,7388	0,9871ns
Error	0,0539	14	0,0038			
Total	41,2875	23				
C.V. (%)	0,8939					

VCH: Variedad de chocho

S: Solventes

ECH: Estados de chocho

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

ns No significativo

Fuente: Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 7, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del

95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  con respecto a las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho utilizados para la extracción del aceite y las interacciones permitiendo de esta manera observar diferencias altamente significativas entre los tratamientos con relación al pH, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, en las réplicas no es significativo; es decir se acepta la  $H_0$  y se rechaza la hipótesis  $H_1$  ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 0,8939 % van a salir diferentes y el 99,1061% de las observaciones serán confiables los tratamientos de acuerdo al pH, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que los investigadores tienen sobre el ensayo en el laboratorio.

En conclusión, se menciona que las variedades de chocho, los solventes utilizados para la extracción y los estados de chocho si influyen en el proceso de extracción del aceite presentando diferencias entre los tratamientos; porque existe significancia en las variables de estudio y las interacciones, debido a que el F crítico es menor al F de tablas, además las réplicas no son significativas porque el F crítico es mayor al F de tablas.

**TABLA 8. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DEL FACTOR  
VARIEDADES DE CHOCHO**

<b>VARIETADES DE CHOCHO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
a <sub>2</sub>	6,8363	A
a <sub>1</sub>	7,0463	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 8, para el factor variedad de chochos  $a_2$  (Ecotipo local) tuvo un pH de 6,8363 que se ubica en el grupo homogéneo A, y el  $a_1$  (INIAP 450 Andino) con un pH de 7,0463 indica que existe diferencia significativa en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se manifiesta que la variedad de chocho Ecotipo local es óptima para la extracción de aceite, en cuanto al factor pH, en relación al INIAP 450 Andino, debido a que la variedad Ecotipo local posee un menor contenido de humedad que la otra variedad en estudio lo cual favoreció a disminuir el pH en el aceite extraído.

**TABLA 9. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH CON RELACIÓN AL FACTOR SOLVENTES**

<b>SOLVENTES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
$b_2$	6,7213	A
$b_1$	7,1613	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos de la tabla 9, para el factor solventes  $b_2$  (Hexano) tuvo un pH de 6,7213, perteneciendo al grupo homogéneo A; y el  $b_1$  (éter de petróleo) dando un valor de 7,1613 indica que existe diferencia significativa en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se menciona que el mejor solvente en relación al pH fue el hexano para la extracción de aceite con respecto al éter de petróleo; porque bien sabemos que el hexano en su composición está formado por carbonos e hidrógenos en cambio el éter de petróleo es un solvente que en su composición está formado por

un átomo de oxígeno, por lo que cabe recalcar que influye en esta variable la cantidad de humedad presente en la variedad y el estado de chocho.

**TABLA 10.** PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE pH PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO

ESTADOS DE CHOCHO	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
c <sub>2</sub>	5,8500	A
c <sub>1</sub>	8,0325	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 10, para el factor estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) el pH disminuyó, dando un valor de 5,8500 y ubicándose en el grupo homogéneo A, lo cual tiene una diferencia estadística en el c<sub>1</sub> (amargo) con un valor de 8,0325.

En conclusión, se menciona que el chocho desamargado ayudó a disminuir el pH en la extracción del aceite de chocho, debido a que el chocho desamargado contiene menor humedad porque fue sometido a un proceso de deshidratación en relación del chocho amargo que contiene mayor humedad.

**TABLA 11.** PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES

VCH * S	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	6,6825	A
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	6,7600	A
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	6,9900	B
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7,3325	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 11, para la intersección entre los factores Variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local) y Solventes  $b_2$  (Hexano) con un valor de 6,6825 y la variedad de chocho  $a_1$  (INIAP 450 Andino) y Solventes  $b_2$  (Hexano) con un valor de 6,7600, influyen en la disminución del pH ya que permite una mejor extracción de aceite y ubicándose en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que las variedades de chocho INIAP 450 Andino y Ecotipo local, además el solvente hexano ayudan a disminuir el pH debido a que la variedad posee menor humedad.

**TABLA 12.** PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO

VCH * ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$a_1c_2$	5,7775	A
$a_2c_2$	5,9225	B
$a_2c_1$	7,7500	C
$a_1c_1$	8,3150	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 12 para la intersección entre los factores variedad de chocho  $a_1$  (INIAP 450 Andino) y el estado de chocho  $c_2$  (desamargado) influyeron en la disminución del pH en el proceso de extracción del aceite, dando un valor de 5,7775 y ubicándose en el grupo homogéneo A; también presentó una diferencia significativa la interacción con los factores  $a_2$  (Ecotipo Local) y  $c_2$  (desamargado) con un valor de 5,9225 ubicándose en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se dice que el chocho desamargado de la variedad INIAP 450 Andino, ayuda a disminuir el pH debido a que la variedad y el estado de chocho contienen menor humedad lo que ayudó a que el pH disminuya.

**TABLA 13.** PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO

<b>S* ECH</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	4,9750	A
b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	6,7250	B
b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	7,5975	C
b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	8,4675	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 13 para la intersección entre los factores solventes b<sub>2</sub> (hexano) y los estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) tiene un pH de 4,9750 influyeron en la disminución del pH en el proceso de extracción de aceite y se ubicó en el grupo homogéneo A, también se presenta que la intersección b<sub>1</sub> (éter de petróleo) y c<sub>2</sub> (desamargado) tienen un pH de 6,7250 ubicándose en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se menciona que el uso del hexano y el chocho desamargado presentan un pH menor en relación a los demás tratamientos debido a la menor humedad que tiene el chocho desamargado y además la composición del hexano ayuda a que el pH disminuya.

**TABLA 14.** PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE pH PARA LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO

VCH*S *ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	4,8900	A
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	5,0600	A
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	6,6650	B
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	6,7850	B
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	7,1950	C
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	8,0000	D
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	8,3050	E
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	8,6300	F

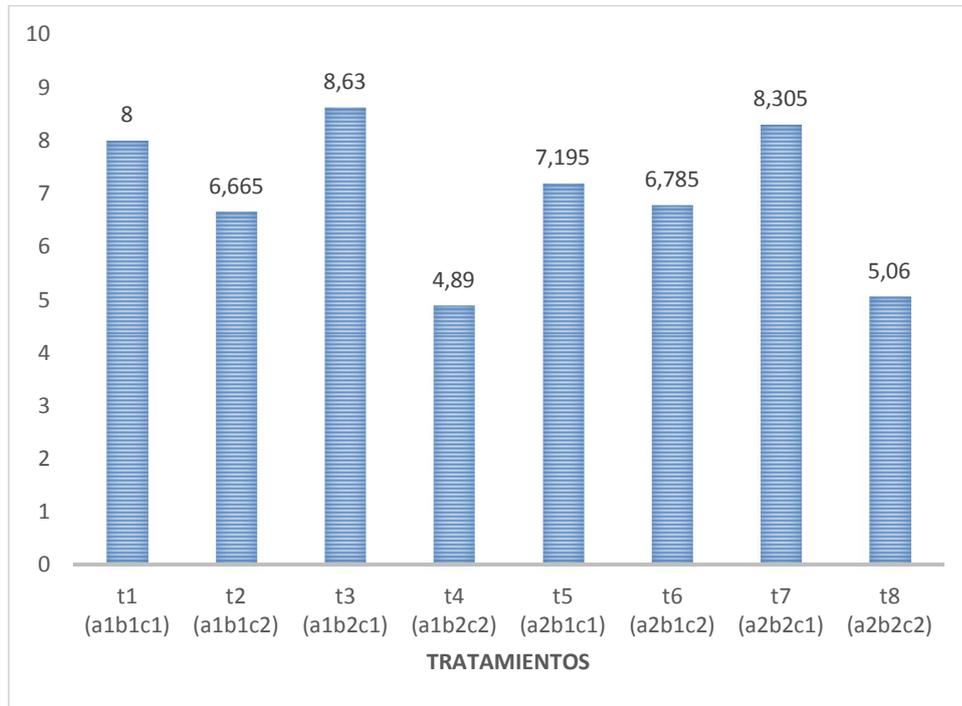
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14 para la intersección variedad de chocho a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino), solventes b<sub>2</sub> (hexano) y estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) presenta un pH de 4,8900 y se ubica en el grupo homogéneo A; por otro lado para la intersección variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo Local), solventes b<sub>2</sub> (hexano) y estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) presenta un pH de 5,0600 también comparte el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que la variedad de chocho INIAP 450 Andino, hexano como solvente y el chocho desamargado correspondientes al tratamiento t<sub>4</sub> y la variedad de chocho Ecotipo local, hexano como solvente y el chocho desamargado correspondientes al tratamiento t<sub>8</sub> son los mejores tratamientos porque el hexano en su composición está formado por carbonos e hidrógenos, por lo que cabe recalcar que influye en esta variable la cantidad de humedad presente en la variedad y el estado de chocho.

**GRÁFICO 1. COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE pH DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 1, podemos mencionar que el tratamiento que presenta mejor pH es el t<sub>4</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>) que corresponde a la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el solvente hexano y el estado de chocho desamargado con un valor de 4,89 y que la variedad de chocho (Ecotipo Local, hexano como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>8</sub> presentando un valor de 5,06 siendo los tratamientos que muestra características idóneas de un aceite comestible, ya que normalmente el pH de los aceites vegetales es ácido.

En conclusión, se dice que la variedad de chocho (INIAP 450 Andino, hexano como solvente y el chocho desamargado correspondientes a los tratamiento t<sub>4</sub> y que la variedad de chocho (Ecotipo Local, hexano como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>8</sub> como mejores tratamientos porque el hexano en su composición está formado por carbonos e hidrógenos, por lo que

cabe recalcar que influye en esta variable la cantidad de humedad presente en la variedad y el estado de chocho.

### 3.1.2. Variable acidez

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre la acidez del producto.

**TABLA 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE ACIDEZ**

F.V.	SC	GI	CM	F	F crítico	Probabilidad
VCH	0,0063	1	0,0063	63,7545	4,6001	<0,0001**
S	0,0551	1	0,0551	554,3413	4,6001	<0,0001**
ECH	0,2262	1	0,2262	2275,5868	4,6001	<0,0001**
VCH*S	0,0007	1	0,0007	7,0838	4,6001	0,0186*
VCH*ECH	0,0084	1	0,0084	84,8802	4,6001	<0,0001**
S*ECH	0,0301	1	0,0301	302,8443	4,6001	<0,0001**
VCH *S*ECH	0,0012	1	0,0012	12,1138	4,6001	0,0037*
Réplicas	0,0004	2	0,0002	2,0539	3,7388	0,1651ns
Error	0,0014	14	0,0001			
Total	0,3299	23				
C.V. (%)	3,1197					

VCH: Variedad de chocho      S: Solventes      ECH: Estados de chocho

\*\* Altamente Significativo      \* Significativo      ns No significativo

Fuente: Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 15, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  con respecto a las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho utilizados para la extracción del aceite permitiendo de esta manera observar diferencias entre los

tratamientos con relación a la acidez, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la  $H_0$  y se rechaza la hipótesis  $H_1$  ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 3,1197 % van a salir diferentes y el 96,8803 % de las observaciones serán confiables los tratamientos de acuerdo a la acidez, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que los investigadores tienen sobre el ensayo en el laboratorio.

En conclusión, se menciona que las variedades de chocho, los solventes utilizados para la extracción y los estados de chocho si influyen en el proceso de extracción del aceite presentando diferencias entre los tratamientos; porque existe significancia en las variables de estudio y las interacciones, debido a que el F crítico es menor al F de tablas, además las réplicas no son significativas porque el F crítico es mayor al F de tablas.

**TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DEL EL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO**

<b>VARIEDADES DE CHOCHO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
a <sub>2</sub>	0,3033	A
a <sub>1</sub>	0,3358	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16, para el factor variedad de chochos a<sub>2</sub> (Ecotipo local) tuvo una acidez de 0,3033 que se ubica en el grupo homogéneo A, y el a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino) con un pH de 0,3358 indica que existe diferencia significativa en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se manifiesta que el la variedad de chocho Ecotipo local es óptimo para la extracción de aceite, en relación a la variedad de chocho INIAP 450 Andino, porque esta variedad es más resistente a plagas y enfermedades, lo cual evita la ruptura de las moléculas de glicerina y los ácidos grasos en el aceite de chocho por lo que existe menor presencia de ácidos grasos.

**TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES.**

<b>SOLVENTES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
b <sub>1</sub>	0,2717	A
b <sub>2</sub>	0,3675	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 17 para el factor solventes b<sub>1</sub> (éter de petróleo) tuvo una acidez de 0,2717, perteneciendo al grupo homogéneo A; también presentó diferencia significativa en el b<sub>2</sub> (Hexano), dando un valor de 0,3675 perteneciendo al grupo homogéneo B.

En conclusión, se menciona el mejor solvente en relación a la acidez fue el éter de petróleo para la extracción de aceite con respecto al hexano, porque la baja temperatura de ebullición del solvente, facilitó la extracción de aceite y la separación del solvente del aceite.

**TABLA 18. PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE ACIDEZ PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO**

ESTADOS DE CHOCHO	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
c <sub>1</sub>	0,2225	A
c <sub>2</sub>	0,4167	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 18 para el factor estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) la acidez disminuyó, dando un valor de 0,225 y ubicándose en el grupo homogéneo A, lo cual tiene una diferencia estadística en el factor estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) con un valor de 0,4167, perteneciendo al grupo homogéneo B.

En conclusión, se menciona que el chocho amargo ayuda a reducir la acidez en la extracción del aceite; porque el chocho amargo no ha sido sometido a altas temperaturas por lo que los ácidos grasos presentes en la materia grasa del chocho no han sufrido rupturas que es lo que provoca la acidez alta en los aceites.

**TABLA 19. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES**

VCH * S	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,2500	A
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,2933	B
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,3567	C
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,3783	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 19 para la intersección entre los factores Variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local) y solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) influyeron en la disminución de la acidez con un valor de 0,2500, ya que permitió una mejor extracción de aceite y ubicándose en el grupo homogéneo A; y también para la intersección entre los factores Variedad de chocho  $a_1$  (INIAP 450 Andino) y solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) con un valor de 0,2933 presentando diferencias significativas y perteneciendo al grupo homogéneo B.

En conclusión, se dice que la variedad de chocho Ecotipo local y el solvente éter de petróleo ayudaron en el proceso de extracción del aceite; porque esta variedad es resistente a plagas y enfermedades y con el solvente aplicado no se ha sido sometido a altas temperaturas por lo que los ácidos grasos presentes en la materia grasa del chocho no han sufrido rupturas que es lo que provoca la acidez alta en los aceites.

**TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO**

VCH * ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$a_1c_1$	0,2200	A
$a_2c_1$	0,2250	A
$a_2c_2$	0,3817	B
$a_1c_2$	0,4517	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 20 para la intersección entre los factores variedad de chocho  $a_1$  (INIAP 450 Andino) y los estados de chocho  $c_1$  (amargo) influyeron en la disminución de la acidez en el proceso de extracción del aceite, dando un valor de 0,2200; y también para la intersección entre los

factores Variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo Local) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) con un valor de 0,2250 perteneciendo al grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que el chocho amargo de la variedad INIAP 450 Andino, presentó mejores resultados en el proceso de extracción del aceite, porque esta variedad es más resistente a plagas y enfermedades y también no ha sido sometida a altas temperaturas, lo cual evita la ruptura de las moléculas de glicerina y los ácidos grasos en el aceite de chocho por lo que existe menor presencia de ácidos grasos.

**TABLA 21.** PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACIDEZ DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO

S* ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$b_1c_1$	0,2100	A
$b_2c_1$	0,2350	B
$b_1c_2$	0,3333	C
$b_2c_2$	0,5000	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 21, para la intersección entre los factores solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) tiene una acidez de 0,2100 influenciado por el tipo de solvente y estado de chocho utilizados para la extracción de aceite y se ubicó en el grupo homogéneo A; también se presentó diferencia significativa entre la interacción con los factores  $b_1$  (éter de petróleo) y  $c_1$  (amargo) con un valor de 0,2350 ubicándose en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se menciona que el uso del éter de petróleo y el chocho amargo presentan una acidez menor en relación a los demás tratamientos, porque para la extracción de aceite de chocho el solvente necesitó un punto de ebullición extremadamente bajo y el chocho amargo no sufrió la aplicación de altas temperaturas de cocción.

**TABLA 22. PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE ACIDEZ PARA LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO**

VCH*S *ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0,2000	A
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0,2200	A
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0,2200	A
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0,2500	B
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0,3000	C
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0,3667	D
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0,4633	E
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0,5367	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

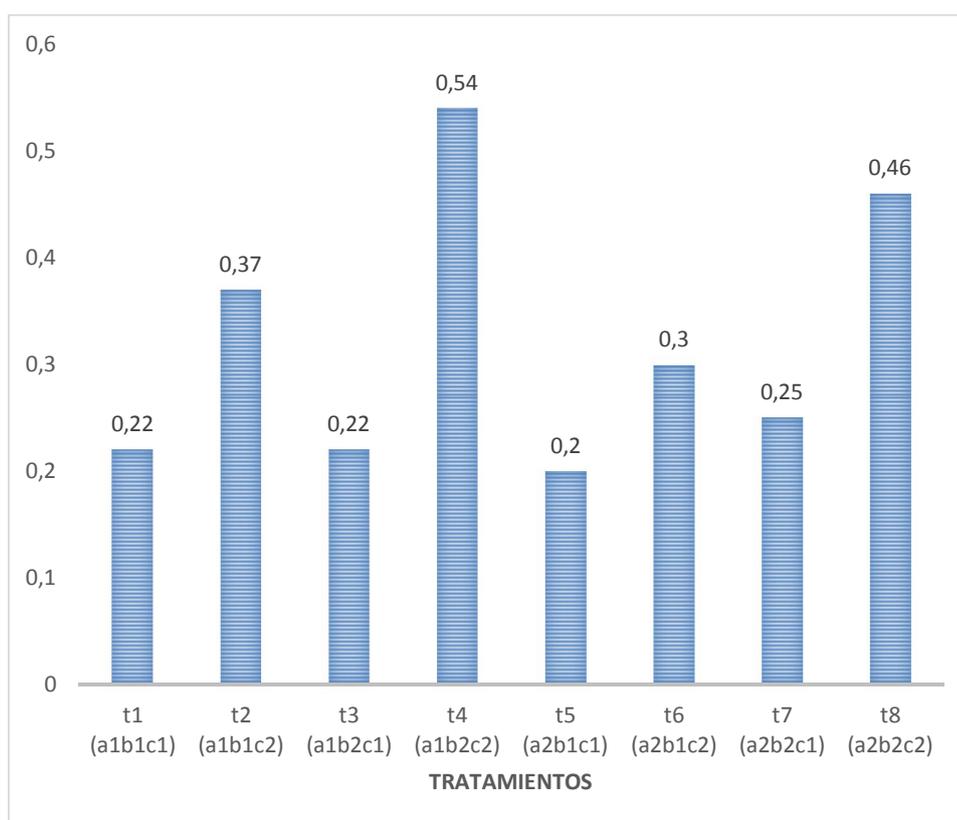
**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 22 para la intersección variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo local), Solventes, b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) y estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) presenta una acidez de 0,200; la intersección variedad de chocho a<sub>1</sub> (INIAP 450 ANdino), Solventes, b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) y estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) presenta una acidez de 0,220 y se ubicaron en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>5</sub> siendo el mejor tratamiento con una acidez más baja necesario para caracterizar un buen aceite; porque el chocho amargo no fue sometido a altas temperaturas de cocción, la variedad Ecotipo Local es resistente a plagas y enfermedades y el solvente éter de

petróleo tienen un punto de ebullición muy bajo para la extracción; por lo que evita la ruptura de las moléculas de glicerina y los ácidos grasos en el aceite de chocho por lo que existe menor presencia de ácidos grasos.

**GRÁFICO 2. COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE ACIDEZ DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 2, se observa que el mejor tratamiento es el t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que corresponde a la variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo con un valor de 0,2, además la variedad de chocho INIAP 450 Andino, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo perteneciente al tratamiento t<sub>1</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) con un valor de 0,22 son los tratamiento que menor acidez presentaron en el proceso de extracción del aceite.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) siendo el mejor tratamiento con una acidez más baja necesario para caracterizar un buen aceite; porque el chocho amargo no fue sometido a altas temperaturas de cocción, la variedad Ecotipo Local es resistente a plagas y enfermedades y el solvente éter de petróleo tienen un punto de ebullición muy bajo para la extracción; por lo que evita la ruptura de las moléculas de glicerina y los ácidos grasos en el aceite de chocho por lo que existe menor presencia de ácidos grasos.

### 3.1.3. Variable densidad

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre la densidad del producto.

**TABLA 23. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE DENSIDAD**

F.V.	SC	GI	CM	F	F crítico	Probabilidad
VCH	0,0003	1	0,0003	3,7059	4,6001	0,0748ns
S	0,0234	1	0,0234	257,3529	4,6001	<0,0001**
ECH	0,0018	1	0,0018	20,1765	4,6001	0,0005*
VCH*S	0,0000	1	0,0000	0,0000	4,6001	>0,9999ns
VCH*ECH	0,0038	1	0,0038	41,1765	4,6001	<0,0001**
S*ECH	0,0002	1	0,0002	1,6471	4,6001	0,2202ns
VCH*S*ECH	0,0009	1	0,0009	10,2941	4,6001	0,0063*
Réplicas	0,0020	2	0,0010	11,1176	3,7388	0,0013*
Error	0,0013	14	0,0001			
Total	0,0338	23				
C.V. (%)	1,0545					
VCH: Variedad de chocho		S: Solventes		ECH: Estados de chocho		
** Altamente Significativo		* Significativo		ns No significativo		
Fuente: Los Autores						

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que el factor: solventes y la intersección variedad del chocho – estados de chocho son altamente significativos, además el factor estados de chocho; las interacciones: variedad del chocho - solventes - estados de chocho, y las repeticiones son significativos, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , utilizados para la extracción del aceite permitiendo de esta manera observar diferencias entre los tratamientos con relación a la densidad, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para la variedad estados de chocho y las interacciones variedad de chocho – solventes, solventes – estados de chocho, no es significativo; es decir se acepta la  $H_0$  y se rechaza la hipótesis  $H_1$  ya que no presentan diferencias entre la variable y las interacciones. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 1,0545 % van a salir diferentes y el 98,9455 % de las observaciones serán confiables los tratamientos de acuerdo a la densidad, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que los investigadores tienen sobre el ensayo en el laboratorio.

En conclusión, se menciona que los solventes utilizados para la extracción y los estados de chocho si influyen en el proceso de extracción del aceite además de las interacciones variedad de chocho – estados de chocho y variedad de chocho – solventes – estados de chocho; porque existe significancia en las variables de estudio y las interacciones, debido a que el F crítico es menor al F de tablas, además la variable variedades de chocho, las interacciones variedades de chocho – solvente, solvente – estados de chocho no son significativas porque el F crítico es mayor al F de tablas.

**TABLA 24. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DEL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO**

<b>VARIEDADES DE CHOCHO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
a <sub>1</sub>	0,9013	A
a <sub>2</sub>	0,9088	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 24, para el factor variedad de chochos a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino) tuvo una densidad de 0,9013, y el factor variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo local) tuvo una densidad de 0,9088 que se ubican en el grupo homogéneo A, indicando que no existe diferencia significativa.

En conclusión, se manifiesta que las variedades de chocho INIAP 450 Andino y Ecotipo local fueron óptimos para la extracción de aceite porque presentaron una densidad baja por ende una flotabilidad y ligereza alta, característica muy importante de los aceites comestibles que deben presentar una densidad menor a 1.

**TABLA 25. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES.**

<b>SOLVENTES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
b <sub>1</sub>	0,8738	A
b <sub>2</sub>	0,9363	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante a los resultados obtenidos en la tabla 25 para el factor solventes b<sub>1</sub> (éter de petróleo) tuvo una densidad de 0,8738, perteneciendo al grupo

homogéneo A; también indica diferencia significativa en el  $b_2$  (Hexano), dando un valor de 0,9363.

En conclusión, se menciona que el mejor solvente en relación a la densidad fue el éter de petróleo para la extracción de aceite con respecto al hexano, porque gracias a sus características apolar y neutralidad, se disolvió la materia grasa de la muestra por lo que se consiguió un aceite más puro y ligero.

**TABLA 26.** PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE DENSIDAD PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO

<b>ESTADOS DE CHOCHO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
$c_1$	0,8963	A
$c_2$	0,9138	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 26, para el factor estados de chocho  $c_1$  (amargo) la densidad disminuyó, dando un valor de 0,8963 y ubicándose en el grupo homogéneo A, lo cual tiene una diferencia estadística en el  $c_2$  (desamargado) con un valor de 0,9138.

En conclusión, se menciona que el chocho amargo ayudó a reducir la densidad en la extracción del aceite, porque el chocho amargo no ha sufrido ningún tipo de transformación al igual que la materia grasa que se encuentra en su interior y el aceite obtenido es totalmente puro.

**TABLA 27. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES**

VCH * S	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,8700	A
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,8775	A
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,9325	B
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,9400	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 27, para las intersecciones entre los factores Variedad de chocho a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino) y Solventes b<sub>1</sub> (Éter de petróleo); Variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo local) y Solventes b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) influyen en la disminución de la densidad. Ya que permiten una mejor extracción de aceite y ubicándose en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que las variedades de chocho INIAP 450 Andino, Ecotipo local y el solvente éter de petróleo ayudan en el proceso de extracción del aceite, porque las dos variedades presentaron una densidad baja por ende una flotabilidad y ligereza alta y el solvente gracias a sus características apolar y neutralidad disolvió la materia grasa de la muestra en su totalidad por lo que se consiguió un aceite más puro y ligero.

**TABLA 28. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO**

VCH * ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0,8875	A
a <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0,8975	AB
a <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0,9050	B
a <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0,9300	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 28 para la intersección entre los factores variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) influyeron en la disminución de la densidad en el proceso de extracción del aceite, dando un valor de 0,8875 y ubicándose en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que el chocho amargo de la variedad Ecotipo local, presenta mejores resultados en el proceso de extracción del aceite, porque el chocho amargo no ha sufrido ningún tipo de transformación al igual que la materia grasa que se encuentra en su interior y el aceite obtenido es totalmente puro y la variedad Ecotipo Local porque presentaron una densidad baja por ende una flotabilidad y ligereza alta, característica muy importante de los aceites comestibles que deben presentar una densidad menor a 1.

**TABLA 29. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO**

<b>S* ECH</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
$b_1c_1$	0,8675	A
$b_1c_2$	0,8800	A
$b_2c_1$	0,9250	B
$b_2c_2$	0,9475	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 29 para las intercesiones entre los factores solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) tiene una densidad de 0,8675 y los factores solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_2$  (desamargado) tiene una densidad de 0,8800, influenciado por el tipo de solvente utilizado para la extracción de aceite y se ubicaron en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se menciona que el uso del Éter de petróleo y los estados de chocho amargo y desamargado presentaron una densidad menor en relación a los demás tratamientos, porque el solvente gracias a sus características apolar y neutralidad disolvió la materia grasa de la muestra en su totalidad por lo que se consiguió un aceite más puro y ligero; y los estados de chocho (amargo y desamargado) dan respuestas parecidas y ayudan a tener una densidad baja en el aceite resultante de la extracción.

**TABLA 30.** PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO

VCH*S *ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0,8650	A
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0,8700	A
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0,8700	A
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0,8900	AB
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0,9100	C
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0,9250	D
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0,9400	D
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0,9700	E

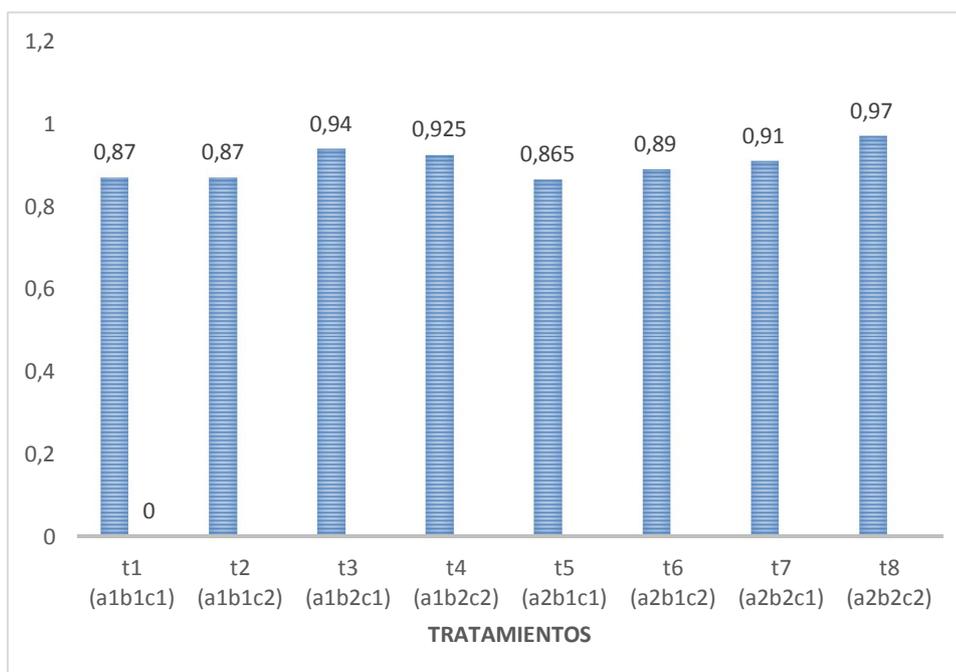
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30 para las intersecciones variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo local), Solventes b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) y estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) presenta una densidad de 0,8650; variedad de chocho a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino), Solventes b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) y estados de chocho c<sub>2</sub> (desamargado) presenta una densidad de 0,8700; variedad de chocho a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino), Solventes b<sub>1</sub> (Éter de petróleo) y estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) presenta una densidad de 0,8700 y se ubican en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo local, éter de petróleo como solvente, y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>5</sub>, el mejor tratamiento con una densidad más baja necesario para una buena extracción del aceite, porque la variedad es de mejor calidad, el solvente gracias a sus características apolar y neutralidad disolvió la materia grasa de la muestra en su totalidad por lo que se consiguió un aceite más puro y ligero; y el estado de chocho (amargo), no sometido a transformaciones favoreció a obtener un aceite con más baja densidad.

**GRÁFICO 3. COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DENSIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**



Fuente: Los Autores

En el gráfico 3, se observa que el mejor tratamiento es el t<sub>5</sub> (a2b1c1) que corresponde a la variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo con un valor de 0,865; siendo el tratamiento que menor densidad presentó en el proceso de extracción del aceite.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo local, éter de petróleo como solvente, y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>5</sub>, el mejor tratamiento con una densidad más baja necesario para una buena extracción del aceite, porque la variedad es de mejor calidad, el solvente gracias a sus características apolar y neutralidad disolvió la materia grasa de la muestra en su totalidad por lo que se consiguió un aceite más puro y ligero; y el estado de chocho (amargo), no sometido a transformaciones favoreció a obtener un aceite con más baja densidad.

### 3.1.4. Variable temperatura

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre la temperatura del producto.

**TABLA 31. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE TEMPERATURA**

F.V.	SC	GI	CM	F	F crítico	Probabilidad
VCH	9,1884	1	9,1884	1998,2621	4,6001	<0,0001**
S	5,8509	1	5,8509	1473,0583	4,6001	<0,0001**
ECH	6,7734	1	6,7734	1272,4369	4,6001	<0,0001**
VCH*S	10,3359	1	10,3359	2247,8155	4,6001	<0,0001**
VCH*ECH	0,0459	1	0,0459	9,9903	4,6001	0,0069*
S*ECH	12,3984	1	12,3984	2696,3592	4,6001	<0,0001**
VCH *S*ECH	0,1584	1	0,1584	34,4563	4,6001	<0,0001**
Réplicas	0,1806	2	0,0903	19,6408	3,7388	0,0001*
Error	0,0644	14	0,0046			
Total	44,9966	23				
C.V. (%)	0,2573					
VCH: Variedad de chocho		S: Solventes		ECH: Estados de chocho		
** Altamente Significativo		* Significativo		ns No significativo		
Fuente: Los Autores						

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 31, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores, las interacciones y las réplicas son significativos, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  con respecto a las variedades de chocho, los solventes y estados de chocho utilizados para la extracción del aceite permitiendo de esta manera observar diferencias entre los tratamientos con relación a la temperatura para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 0,2573 % van a salir diferentes y el 99,7427% de las observaciones serán confiables los tratamientos de acuerdo a la temperatura, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que los investigadores tienen sobre el ensayo en el laboratorio.

En conclusión, se menciona que las variedades de chocho, los solventes utilizados para la extracción y los estados de chocho si influyen en el proceso de extracción del aceite presentando diferencias entre los tratamientos.

**TABLA 32. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DEL EL FACTOR VARIEDADES DE CHOCHO**

<b>VARIEDADES DE CHOCHO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
a <sub>2</sub>	25,7375	A
a <sub>1</sub>	26,9750	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 32, para el factor variedad de chochos a<sub>2</sub> (Ecotipo local) tuvo una temperatura de 25,7375 que se ubica en el grupo homogéneo A, y el a<sub>1</sub> (INIAP 450 Andino) con una temperatura de 26,9750 indica que existe diferencia significativa en el grupo homogéneo B.

En conclusión, se manifiesta que la variedad de chocho Ecotipo Local es óptimo para la extracción de aceite, en relación al INIAP 450 Andino, porque presenta una temperatura más baja ya que ésta variedad presta estabilidad en la extracción de aceite de chocho.

**TABLA 33. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA CON RELACIÓN A LOS SOLVENTES.**

SOLVENTES	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b <sub>2</sub>	25,8625	A
b <sub>1</sub>	26,8500	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 33 para el factor solventes b<sub>2</sub> (Hexano) tuvo una temperatura de 25,8625, perteneciendo al grupo homogéneo A; también indica diferencia significativa en el b<sub>1</sub> (éter de petróleo), dando un valor de 26,8500.

En conclusión, se menciona el mejor solvente en relación a la temperatura fue el hexano para la extracción de aceite con respecto al éter de petróleo, porque el hexano favorece a la estabilidad del aceite en la extracción debido a la utilización de puntos bajos de ebullición.

**TABLA 34. PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLE TEMPERATURA PARA EL FACTOR ESTADOS DE CHOCHO**

ESTADOS DE CHOCHO	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
c <sub>1</sub>	25,8250	A
c <sub>2</sub>	26,8875	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

Mediante los resultados obtenidos en la tabla 34, para el factor estados de chocho  $c_1$  (amargo) la temperatura disminuyó, dando un valor de 25,8250 y ubicándose en el grupo homogéneo A, lo cual tiene una diferencia estadística en el  $c_2$  (desamargado) con un valor de 26,8875.

En conclusión, se menciona que el chocho amargo ayuda a disminuir la temperatura en la extracción del aceite, porque al no ser sometido a temperaturas altas el chocho sigue manteniendo su temperatura corporal baja por lo que al final de la extracción el chocho le transfiere esta baja temperatura al aceite extraído.

**TABLA 35. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDAD DE CHOCHO Y SOLVENTES**

VCH * S	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$a_2b_1$	25,5750	A
$a_1b_2$	25,8250	B
$a_2b_2$	25,9000	B
$a_1b_1$	28,1250	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 35 para la intersección entre los factores Variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo local) y Solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) influye en la disminución de la temperatura con un valor de 25,5750. Ya que permite una mejor extracción de aceite y ubicándose en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que la variedad de chocho Ecotipo local y el solvente éter de petróleo ayudan en el proceso de extracción del aceite, porque la variedad ayuda a mantener una temperatura baja en el aceite extraído y el solvente usa temperaturas bajas de ebullición para la extracción que favorece a que el aceite tenga una temperatura ambiente baja.

**TABLA 36. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO Y ESTADOS DE CHOCHO**

VCH * ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	25,2500	A
a <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	26,2250	B
a <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	26,4000	C
a <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	27,5500	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 36 para la intersección entre los factores variedad de chocho a<sub>2</sub> (Ecotipo Local) y estados de chocho c<sub>1</sub> (amargo) influyeron en la disminución de la temperatura en el proceso de extracción del aceite, dando un valor de 25,2500 y ubicándose en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que el chocho amargo de la variedad Ecotipo Local, presenta mejores resultados en el proceso de extracción del aceite por presentar temperaturas más bajas, porque la variedad presenta una temperatura más baja ya que ésta variedad presta estabilidad en la extracción de aceite de chocho y el estado de chocho porque al no ser sometido a temperaturas altas el chocho sigue manteniendo su temperatura corporal baja por lo que al final de la extracción el chocho le transfiere esta baja temperatura al aceite extraído.

**TABLA 37. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO**

S* ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	25,6000	A
b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	25,6750	A
b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	26,0500	B
b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	28,1000	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 37, para la intersección entre los factores solventes  $b_1$  (Éter de petróleo) y estados de chocho  $c_1$  (amargo) tiene una temperatura de 25,6000 influenciado por el tipo de solvente utilizado para la extracción de aceite y se ubicó en el grupo homogéneo A al igual que la intersección entre los factores solventes  $b_2$  (Hexano) y estados de chocho  $c_2$  (desamargado) que tiene una temperatura un poco menor de 25,6750 que también se ubica en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se menciona que el uso del éter de petróleo y el chocho amargo presentan una temperatura menor en relación a los demás tratamientos, porque el solvente al necesitar temperaturas bajas de ebullición para la extracción ayuda a mantener una temperatura baja del aceite obtenido, y el chocho amargo por su condición natural sin aplicación de temperaturas para su cocción también mantiene temperaturas bajas en su condición corporal.

**TABLA 38. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEMPERATURA DE LA INTERSECCIÓN ENTRE VARIEDADES DE CHOCHO, SOLVENTES Y ESTADOS DE CHOCHO**

VCH*S *ECH	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$a_2b_1c_1$	24,4500	A
$a_1b_2c_2$	25,6000	B
$a_2b_2c_2$	25,7500	B
$a_1b_2c_1$	26,0500	C
$a_2b_2c_1$	26,0500	C
$a_2b_1c_2$	26,7500	D
$a_1b_1c_1$	26,7000	D
$a_1b_1c_2$	29,5000	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

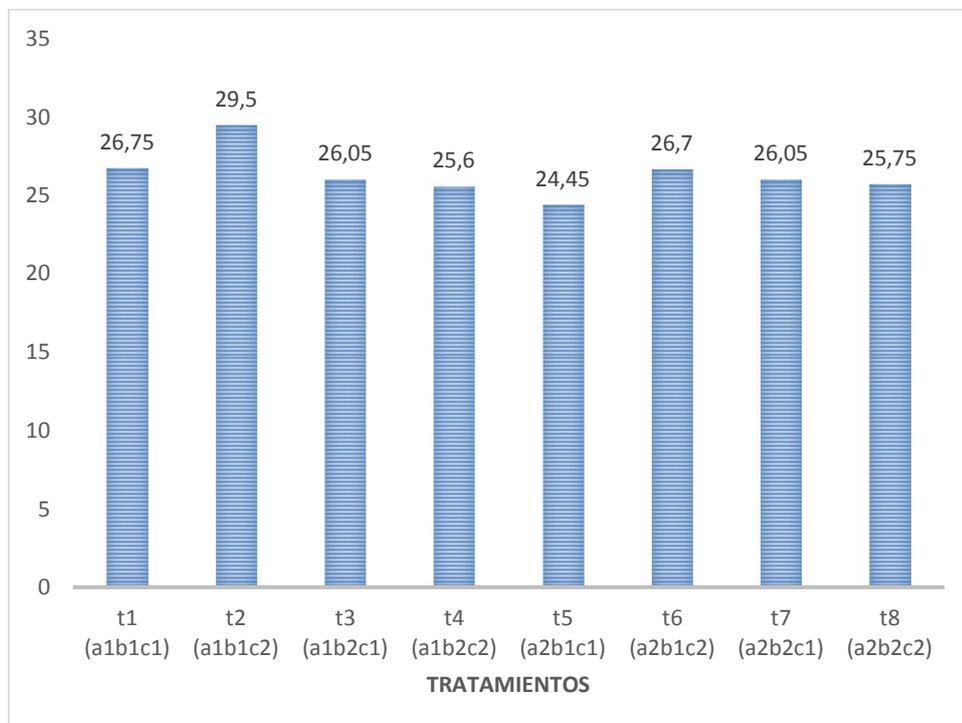
**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 38 para la intersección variedad de chocho  $a_2$  (Ecotipo Local), Solventes  $b_1$  (éter de petróleo) y estados de chocho

c<sub>1</sub> (amargo) presenta una temperatura de 24,4500 y se ubica en el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo Local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento t<sub>5</sub> siendo el mejor tratamiento porque la variedad presenta una temperatura más baja ya que ésta variedad presta estabilidad en la extracción de aceite de chocho, el solvente al necesitar temperaturas bajas de ebullición para la extracción ayuda a mantener una temperatura baja del aceite obtenido, y el chocho amargo por su condición natural sin aplicación de temperaturas para su cocción también mantiene temperaturas bajas en su condición corporal.

**GRÁFICO 4. COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE TEMPERATURA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACEITE**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 4, se observa que el mejor tratamiento es el  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) que corresponde a la variedad de chocho Ecotipo Local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo con un valor de 24,45 siendo el tratamiento que menor temperatura presentó en el proceso de extracción del aceite, porque una óptima temperatura del aceite es a temperatura ambiente no mayor a 25°C.

En conclusión, se dice que la variedad Ecotipo Local, éter de petróleo como solvente y el chocho amargo correspondiente al tratamiento  $t_5$  siendo el mejor tratamiento porque la variedad presenta una temperatura más baja ya que ésta variedad presta estabilidad en la extracción de aceite de chocho, el solvente al necesitar temperaturas bajas de ebullición para la extracción ayuda a mantener una temperatura baja del aceite obtenido, y el chocho amargo por su condición natural sin aplicación de temperaturas para su cocción también mantiene temperaturas bajas en su condición corporal.

### ***3.2. Determinación de la aceptabilidad del aceite de chocho evaluando análisis organoléptico***

#### ***3.2.1. Variable color***

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre el color del producto.

**TABLA 39. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE COLOR**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F crítico</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Tratamientos</b>	69,3164	7	9,9023	138,8561	2,0791	<0,0001**
<b>Catadores</b>	2,2096	19	0,1163	1,6308	1,6652	0,0574ns
<b>Error</b>	9,4847	133	0,0713			
<b>Total</b>	81,0107	159				
<b>C.V. (%)</b>	7,2298					

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

ns No significativo

**Fuente:** Los Autores

A través los datos obtenidos en la tabla 39, en el análisis de varianza del color se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 90%, en donde se analiza que los tratamientos son significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presentan diferencias entre los tratamientos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, con relación a la variable color. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 7,2298 % van a ser diferentes y el 92,7712 % de todas observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al color, por lo cual se pudo verificar la exactitud con que fue realizado la fase de experimentación y la aceptación de su porcentaje en función del desarrollo la investigación.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho si influyen en la variable color según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial.

**TABLA 40. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE COLOR**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
t <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	2,7145	A
t <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	3,1080	B
t <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	3,4520	C
t <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	3,4585	C
t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	3,4965	C
t <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	4,1770	D
t <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	4,2275	D
t <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	4,9155	E

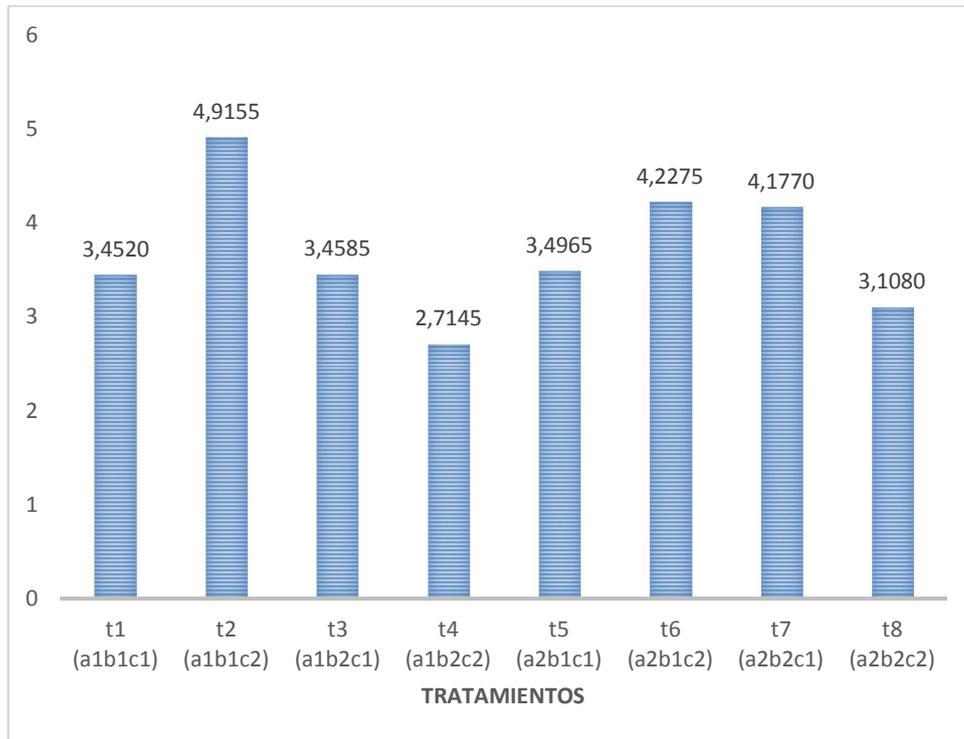
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a la tabla 40 podemos mencionar que el mejor tratamiento para el atributo color de acuerdo a la valoración de la encuesta es el t<sub>4</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el hexano como solvente y el estado de chocho desamargado el mismo que presentó un color medianamente pálido con un valor de 2,7145 perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el hexano como solvente y el estado de chocho desamargado influyen significativamente en la variable color según los catadores semi entrenados de noveno ciclo de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**GRÁFICO 5. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE COLOR**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 5. Se observa el mejor tratamiento  $t_4$  ( $a_1b_2c_2$ ) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el hexano como solvente y el estado de chocho desamargado el cual corresponde al mejor ensayo de aceite que se encuentran en un color medianamente pálido con un valor de 2,7145 de acuerdo a las encuestas realizadas a los catadores.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el hexano como solvente y el estado de chocho desamargado influyen significativamente en la variable color según los catadores.

### 3.2.2. Variable textura

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre la textura del producto.

**TABLA 41. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F crítico</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Tratamientos</b>	35,6311	7	5,0902	55,8859	2,0791	<0,0001**
<b>Catadores</b>	1,4504	19	0,0763	0,8381	1,6652	0,6585ns
<b>Error</b>	12,1138	133	0,0911			
<b>Total</b>	49,1054	159				
<b>C.V. (%)</b>	10,3846					

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

ns No significativo

**Fuente:** Los Autores

A través los datos obtenidos en la tabla 41 en el análisis de varianza de la textura se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 90%, en donde se analiza que los tratamientos son significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presentan diferencias entre los tratamientos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, con relación a la variable textura. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 10,3846 % van a ser diferentes y el 89,6154 % de todas observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la textura, por lo cual se pudo verificar la exactitud con que fue realizado la fase de experimentación y la aceptación de su porcentaje en función del desarrollo la investigación.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho si influyen en la variable textura según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial.

**TABLA 42. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TEXTURA**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÉNEOS</b>
t <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	2,1250	A
t <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	2,5995	B
t <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	2,7625	B
t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	2,7875	B
t <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	2,8500	B
t <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	2,8750	B
t <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	3,5750	C
t <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	3,6750	C

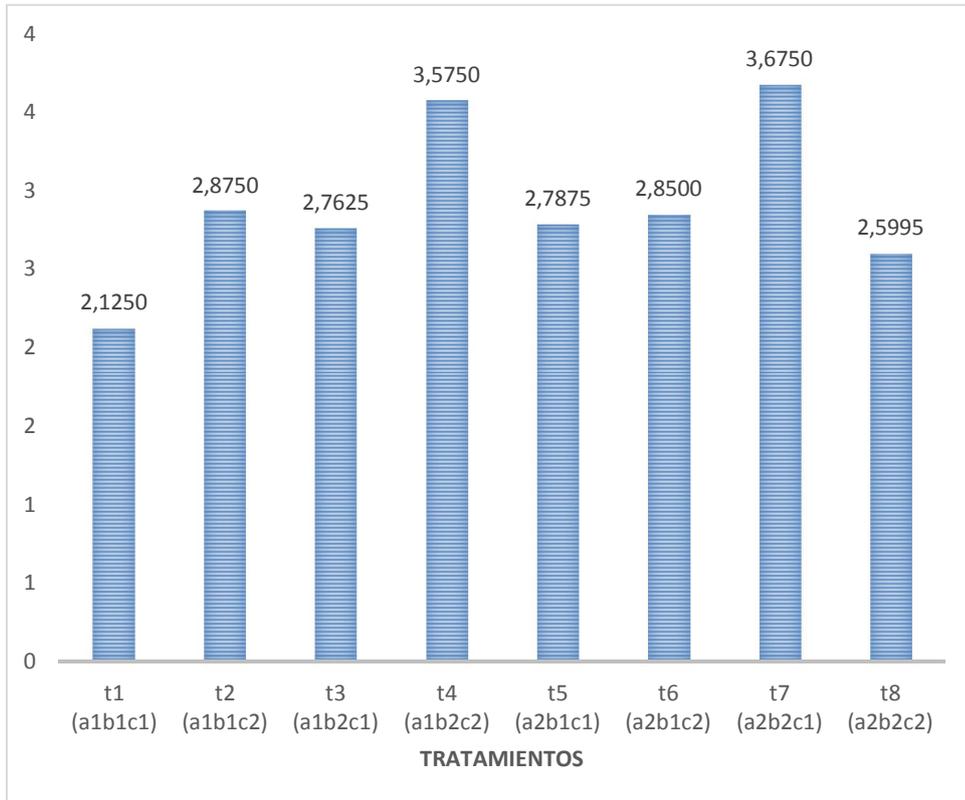
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a la tabla 42 podemos mencionar que el mejor tratamiento para el atributo textura de acuerdo a la valoración de la encuesta es el t<sub>1</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo el mismo que presentó una textura medianamente líquido con un valor de 2,1250 perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo influyen significativamente en la variable textura según los catadores.

**GRÁFICO 6. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE TEXTURA**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 6. Se observa el mejor tratamiento  $t_1$  ( $a_1b_1c_1$ ) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo el cual corresponde a el mejor ensayo de aceite que se encuentran en una textura medianamente líquido con un valor de 2,1250 de acuerdo a las encuestas realizadas a los catadores.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo influyen significativamente en la variable textura según los catadores.

### 3.2.3. Variable olor

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre el olor del producto.

**TABLA 43. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F crítico</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Tratamientos</b>	279,9875	7	39,9982	690,8782	2,0791	<0,0001**
<b>Catadores</b>	0,6625	19	0,0349	0,6023	1,6652	0,8994ns
<b>Error</b>	7,7000	133	0,0579			
<b>Total</b>	288,3500	159				
<b>C.V. (%)</b>	9,5766					

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

ns No significativo

**Fuente:** Los Autores

A través los datos obtenidos en la tabla 43, en el análisis de varianza del olor se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 90%, en donde se analiza que los tratamientos son significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presentan diferencias entre los tratamientos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, con relación a la variable olor. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 9,5766 % van a ser diferentes y el 90,4234 % de todas observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al olor, por lo cual se pudo verificar la exactitud con que fue realizado la fase de experimentación y la aceptación de su porcentaje en función del desarrollo la investigación.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho si influyen en la variable olor según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial.

**TABLA 44. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE OLOR**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	1,0125	A
t <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	1,2500	B
t <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	1,4750	B
t <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	1,8250	C
t <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	2,0000	C
t <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	4,1375	D
t <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	4,1375	D
t <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	4,2625	D

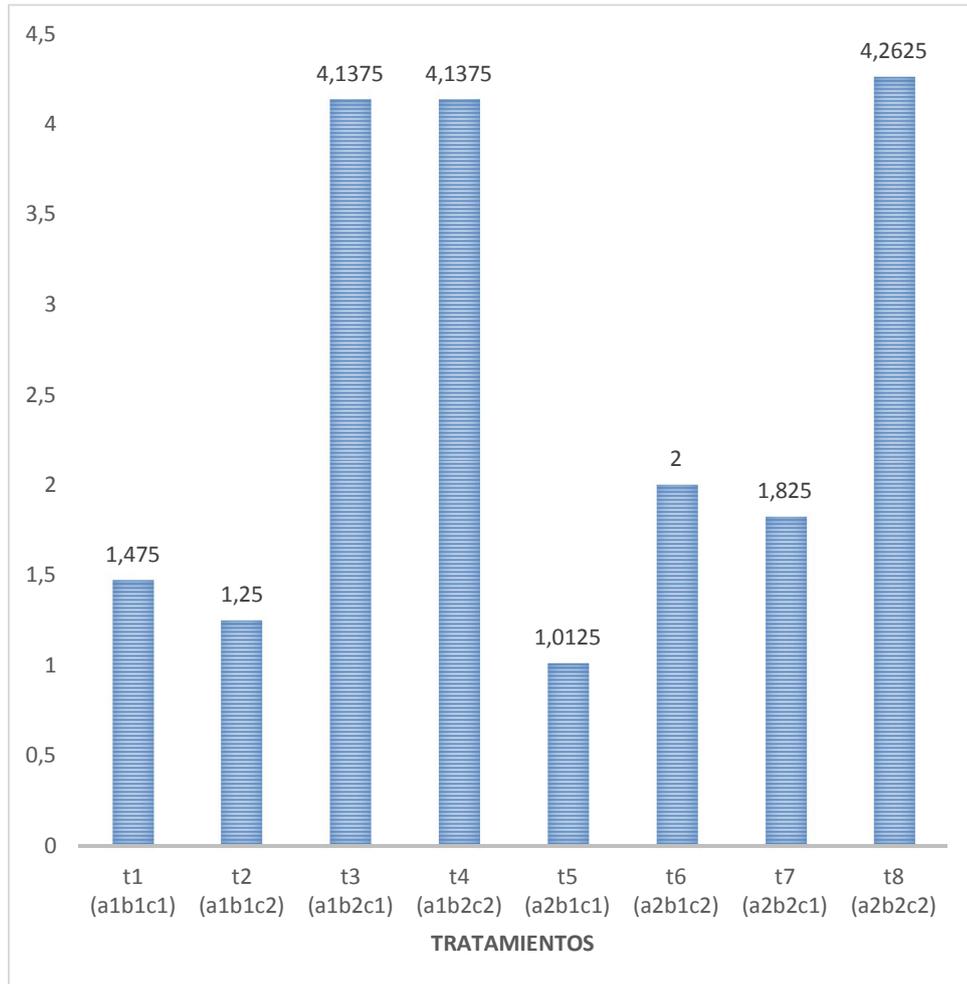
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a la tabla 44 podemos mencionar que el mejor tratamiento para el atributo olor de acuerdo a la valoración de la encuesta es el t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo el mismo que presentó un olor muy ligero perteneciente a la variedad de chocho, dando un olor que les gusto a los catadores con un valor de 1,0125 perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo influyen significativamente en la variable olor según los catadores.

**GRÁFICO 7. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE OLOR**



Fuente: Los Autores

En el gráfico 7. Se observa el mejor tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo el cual corresponde al mejor ensayo de aceite que se encuentran en un olor muy ligero con un valor de 1,0125 de acuerdo a las encuestas realizadas a los catadores.

En conclusión se puede mencionar que la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo influyen significativamente en la variable olor según los catadores.

### 3.2.4. Variable aceptabilidad

Análisis de varianza en la evaluación físico química de aceite de chocho con dos variedades, dos solventes y dos estados de chocho sobre la aceptabilidad del producto.

**TABLA 45. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE ACEPTABILIDAD**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F crítico</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Tratamientos</b>	226,4234	7	32,3462	419,1367	2,0791	<0,0001**
<b>Catadores</b>	1,5484	19	0,0815	1,0560	1,6652	0,4035ns
<b>Error</b>	10,2641	133	0,0772			
<b>Total</b>	238,2359	159				
<b>C.V. (%)</b>	7,2450					

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

ns No significativo

**Fuente:** Los Autores

A través de los datos obtenidos en la tabla 45, en el análisis de varianza de la aceptabilidad se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 90%, en donde se analiza que los tratamientos son significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presentan diferencias entre los tratamientos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, con relación a la variable aceptabilidad. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 7,2450 % van a ser diferentes y el 92,7550 % de todas observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la aceptabilidad, por lo cual se pudo verificar la exactitud con que fue realizado la fase de experimentación y la aceptación de su porcentaje en función del desarrollo la investigación.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las variedades de chocho, los solventes y los estados de chocho si influyen en la variable aceptabilidad según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial.

**TABLA 46. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ACEPTABILIDAD**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	4,9625	A
t <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	4,8250	A
t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	4,7625	A
t <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	4,7125	A
t <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	4,2000	B
t <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	2,9750	C
t <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	2,7000	D
t <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	1,5375	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

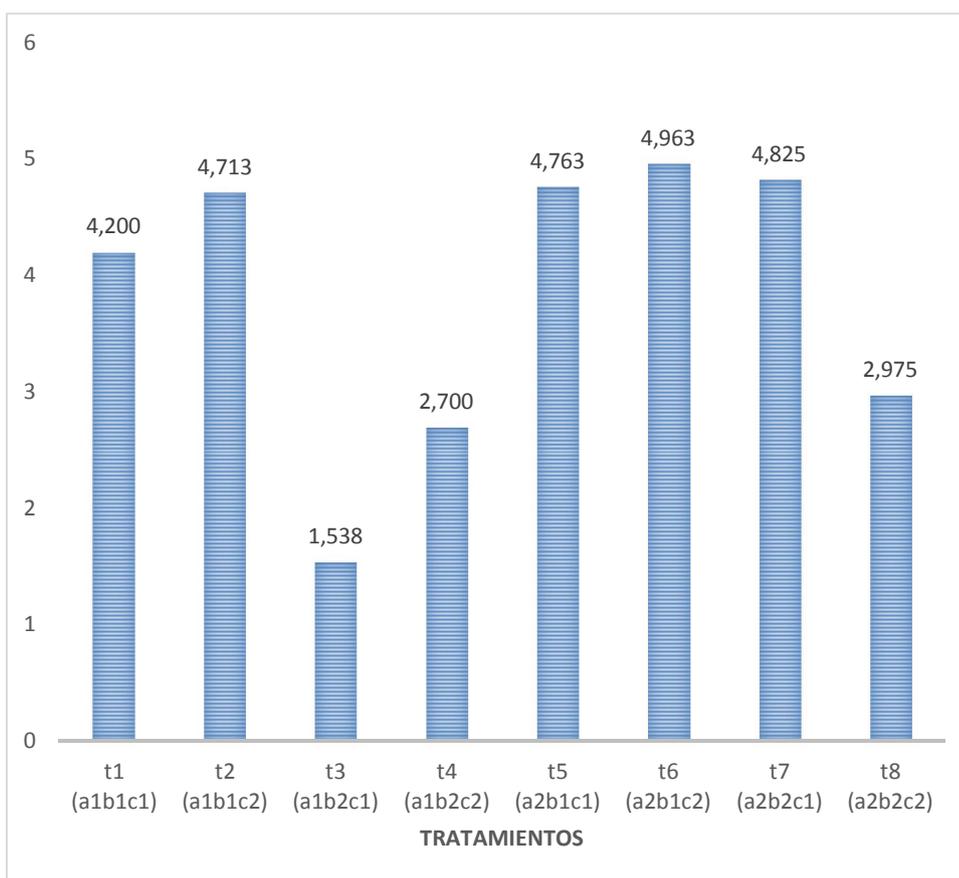
**Fuente:** Los Autores

De acuerdo a la tabla 46 podemos mencionar que los mejores tratamientos para el atributo aceptabilidad de acuerdo a la valoración de la encuesta son los tratamientos t<sub>6</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho desamargado con un valor de 4,9625; t<sub>7</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el hexano como solvente y el estado de chocho amargo con un valor de 4,8250; t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho amargo con un valor de 4,7625; y t<sub>2</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente y el estado de chocho desamargado con un valor de 4,7125 los

mismos que presentaron una aceptabilidad me gusta levemente dando una aceptabilidad que les gusto a los catadores, perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las dos variedades de chocho, los dos solventes y los dos estados de chocho si influyen en la variable aceptabilidad según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial.

**GRÁFICO 8. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE ACEPTABILIDAD**



**Fuente:** Los Autores

En el gráfico 8. Se observa los mejores tratamientos tratamientos t<sub>6</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho

Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente e influenció el estado de chocho desamargado; t<sub>7</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el hexano como solvente e influenció el estado de chocho amargo; t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho Ecotipo local, el éter de petróleo como solvente e influenció el estado de chocho amargo; y t<sub>2</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) que pertenece a la formulación para la extracción de aceite, la variedad de chocho INIAP 450 Andino, el éter de petróleo como solvente e influenció el estado de chocho desamargado, los cuales corresponden a los mejores ensayos de aceite que se encuentran en una aceptabilidad me gusta levemente de acuerdo a las encuestas realizadas a los catadores.

En conclusión se menciona que para la extracción de aceite de chocho, las dos variedades de chocho, los dos solventes y los dos estados de chocho si influyen en la variable aceptabilidad según los catadores semientrenados de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.3. Resumen de los mejores tratamientos por cada factor.

Detalle de los mejores tratamientos en relación a cada una de las variables con sus respectivos rangos.

**TABLA 47. MEJORES TRATAMIENTOS POR CADA FACTOR**

Variables	Tratamientos							
	t1 (a1b1c1)	t2 (a1b1c2)	t3 (a1b2c1)	t4 (a1b2c2)	t5 (a2b1c1)	t6 (a2b1c2)	t7 (a2b2c1)	t8 (a2b2c2)
pH	8	6,665	8,63	4,89	7,195	6,785	8,305	5,06
Acidez	0,22	0,3667	0,22	0,5367	0,2	0,3	0,25	0,4633
Densidad	0,87	0,87	0,94	0,925	0,865	0,89	0,91	0,97

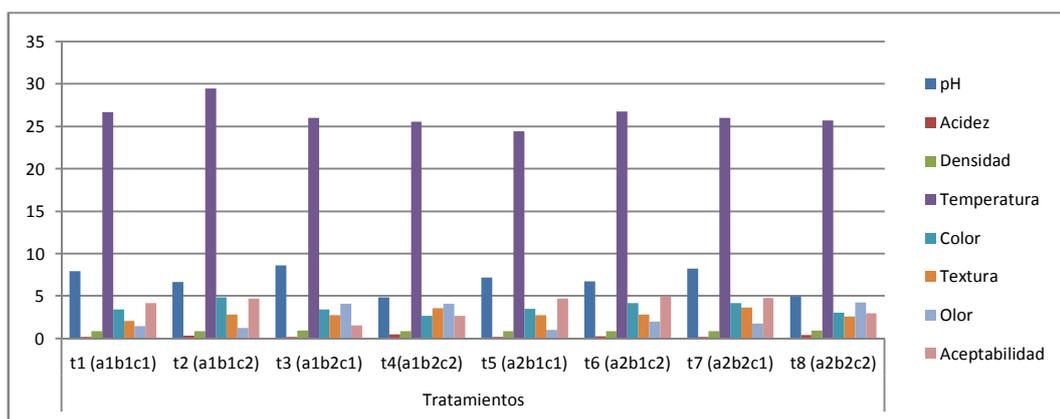
**TABLA 47. MEJORES TRATAMIENTOS POR CADA FACTOR**

(Continuación...)

Variables	Tratamientos							
	t1 (a1b1c1)	t2 (a1b1c2)	t3 (a1b2c1)	t4 (a1b2c2)	t5 (a2b1c1)	t6 (a2b1c2)	t7 (a2b2c1)	t8 (a2b2c2)
Temperatura	26,7	29,5	26,05	25,6	24,45	26,75	26,05	25,75
Color	3,452	4,9155	3,4585	2,7145	3,4965	4,2275	4,177	3,108
Textura	2,125	2,875	2,7625	3,575	2,7875	2,85	3,675	2,5995
Olor	1,475	1,25	4,1375	4,1375	1,0125	2	1,825	4,2625
Aceptabilidad	4,2	4,7125	1,5375	2,7	4,7625	4,9625	4,825	2,975

Fuente: Los Autores

**GRÁFICO 9. MEJORES TRATAMIENTOS POR CADA FACTOR**



Fuente: Los Autores

- Análisis y discusión**

Mediante los datos presentados en la tabla 47 y el gráfico 9 se puede observar que el tratamiento que presenta mejores características según los factores pH (7,195), acidez (0,2), densidad (0,865), temperatura (24,45), color (3,49), textura (2,78), olor (1,01) y aceptabilidad (4,76); es el tratamiento t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo; dichos datos fueron obtenidos mediante análisis estadístico.

**t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>):** variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo.

### 3.4. Rendimiento

La tabla que se presenta a continuación muestra los rendimientos obtenidos en el proceso de extracción del aceite de chocho y corresponden a la cantidad de aceite obtenidos de cada tratamiento en estudio.

**TABLA 48.** RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR CADA TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (g)	PESO DE TORTA (g)	PESO DE ACEITE (g)	RENDIMIENTO (%)
t <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	499,18	422,21	76,97	15,42
t <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	335,7	263,09	72,61	21,63
t <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	498,16	416,51	81,65	16,39
t <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	329,76	273,13	56,63	17,17
t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	499,64	417,30	82,34	16,48
t <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> )	334,33	265,86	68,47	20,48
t <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> )	334,22	282,78	51,44	15,39
t <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> )	495,36	409,86	85,45	17,26

**Fuente:** Los Autores

- **Análisis y discusión**

Mediante los datos presentados en la tabla 48, se puede afirmar que los tratamientos en los que se presenta el factor estado de chocho desamargado que son t<sub>2</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>), t<sub>4</sub>(a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>), t<sub>7</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>), t<sub>8</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>), son los que presentan mayor

rendimiento en cuanto se puede decir a los tratamientos en el que se presenta el factor estado de chocho amargo.

- **Conclusión**

Se puede observar que el tratamiento  $t_2$  ( $a_1b_1c_2$ ) que pertenece a la formulación variedad de chocho INIAP 450 Andino, éter de petróleo como solvente y estado de chocho desamargado fue el que presentó mayor rendimiento al momento de extraer el aceite de chocho.

### 3.5. Análisis físico – químico del mejor tratamiento

**TABLA 49.** RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DEL MEJOR TRATAMIENTO REALIZADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

ANÁLISIS	MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO $t_5(a_2b_1c_1)$	UNIDADES
Viscosidad	Viscosímetro	53,5	Cst

Fuente: Los Autores

- **Análisis y discusión**

En la tabla 49 se puede observar que para el tratamiento  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo, la viscosidad es de 53,5 cst que es la resistencia que tiene el aceite de chocho a fluir.

- **Conclusión**

Mediante los datos presentados en la tabla 49 se puede decir que el aceite de chocho posee una viscosidad normal de 53,5 cst a 24, 50 °C, en relación a otros aceites vegetales comestibles ya que contiene un mayor grado de insaturación.

**TABLA 50. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO.**

<b>ANÁLISIS</b>	<b>MÉTODO UTILIZADO</b>	<b>RESULTADO <math>t_5(a_2b_1c_1)</math></b>	<b>UNIDADES</b>
Índice de refracción (20°C)	INEN 42	1,470	-----
Índice de saponificación	AOAC 920.160	188,06	(mg KOH/g)
Índice de ésteres	NMX-K 395-1973	187,93	(mg KOH/g)
Índice de yodo	Hanus	94,39	(g <sub>l</sub> /100g)
Índice de peróxido	AOAC 965.33	0,00	(meq KOH/g)

**Fuente:** Análisis de Alimentos, Aguas y Afines LABOLAB

- **Análisis y discusión**

En la tabla 50 se observa que para el tratamiento  $t_5(a_2b_1c_1)$  variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo, el índice de refracción es de 1,470 el cual indica que no hay mayor cantidad de ácidos grasos libres; el índice de saponificación es 188,06 mg KOH/g; además el índice de ésteres es 187,93 mg KOH/g indica el proceso de envejecimiento del aceite; también el índice de yodo es de 94,39 g<sub>l</sub>/100g que indica el grado de insaturación del aceite y el índice de peróxidos es de 0,00 meq KOH/g mediante el cual indica el grado de oxidación del aceite.

- **Conclusión**

Mediante los resultados presentados en la tabla 50, se puede decir que los análisis físico – químicos realizados al mejor tratamiento de aceite de chocho obtenido son idóneos y se encuentran dentro de los rangos aceptables según las normas establecidas, en donde se verifica que el aceite presenta una buena estabilidad en cuanto a su composición ya que no existe gran cantidad de ácidos grasos presentes en el aceite, un alto grado de insaturación, un lento proceso de envejecimiento y un grado de oxidación bajo.

### 3.6. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

**TABLA 51.** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL MEJOR TRATAMIENTO

ANÁLISIS	MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO $t_5(a_2b_1c_1)$	UNIDADES
Mohos	PE-02-5,4-MB	<10	UFC/g
Levaduras	AOAC 997.02. Ed 19,2012	<10	UFC/g

**Fuente:** Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL

- **Análisis y discusión**

Mediante los resultados presentados en la tabla 51 de los análisis microbiológicos realizados al mejor tratamiento  $t_5(a_2b_1c_1)$  variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo, se puede mencionar que presentó un recuento de mohos de <10 UFC/g y levaduras de <10 UFC/g, los cuales muestran que no existe contaminación significativa en el aceite obtenido.

- **Conclusión**

Mediante los resultados presentados en la tabla 51, se puede decir que los análisis microbiológicos realizados al mejor tratamiento de aceite de chocho demostraron que el recuento de mohos y levaduras es mínimo, lo que indica que el aceite no es una fuente importante de contaminación y que el aceite muestra una inocuidad alimentaria muy aceptable.

### 3.7. Análisis de perfil de ácidos grasos del mejor tratamiento

**TABLA 52.** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL MEJOR TRATAMIENTO

PARÁMETRO	MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO t <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> )	UNIDAD
Ácido Láurico	AOAC 41.1 Modificado / Cromatografía de gases con Detector Selectivo de Masas (MSD)	0,14	% P / P
Ácido Mirístico		0,25	% P / P
Ácido Palmítico		15,38	% P / P
Ácido Esteárico		8,85	% P / P
Ácido Oléico		45,06	% P / P
Ácido Linoléico		24,50	% P / P
Ácido Araquídico		0,67	% P / P
Ácido a-o-g-Linoleico		2,80	% P / P
Ácido Behémico		0,72	% P / P
Ácido lignocérico		0,14	% P / P

Fuente: Análisis de Alimentos, Aguas y Afines LABOLAB

- **Análisis y discusión**

Mediante los resultados presentados en la tabla 52 de los análisis de perfil de ácidos grasos realizados al mejor tratamiento t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo podemos decir que presenta ácido oléico con 45,06 %P/P, seguido de ácido linoléico con un

24,50 %P/P, a continuación ácido palmítico con 15,38%P/P y ácido esteárico con 8,85%P/P; los cuales son los datos más altos que presenta el aceite del mejor tratamiento t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>).

- **Conclusión**

Mediante los resultados presentados en la tabla 52, se puede decir que los análisis de perfil de ácidos grasos realizados al mejor tratamiento de aceite de chocho demostraron que existe en su composición un mayor contenido de ácidos grasos insaturados y ácidos grasos esenciales los cuales son muy importantes y característicos de un aceite de calidad.

### ***3.8. Balance económico***

#### ***3.8.1. Balance económico del mejor tratamiento***

El mejor tratamiento t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) correspondiente a la variedad Ecotipo local, solvente éter de petróleo y estado de chocho amargo

**TABLA 53. COSTOS DE LOS MATERIALES Y SOLVENTE UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO t<sub>5</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>) CORRESPONDIENTE A LA VARIEDAD ECOTIPO LOCAL, SOLVENTE ÉTER DE PETRÓLEO Y ESTADO DE CHOCHO AMARGO.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Valor Total (\$)</b>
Chocho (Ecotipo Local)	0,5	Kg.	1,00	0,50
Éter de petróleo	2,609	Kg.	26,21	68,15
Fundas con cierre	2	Fundas	0,06	0,12

**TABLA 53. COSTOS DE LOS MATERIALES Y SOLVENTE UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) CORRESPONDIENTE A LA VARIEDAD ECOTIPO LOCAL, SOLVENTE ÉTER DE PETRÓLEO Y ESTADO DE CHOCHO AMARGO. (Continuación...)**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Valor Total (\$)</b>
Envases de vidrio	1	Envase	0,60	0,60
Etiquetas	1	Unidad	0,05	0,05
<b>TOTAL</b>			<b>27,92</b>	<b>69,42</b>

**Fuente:** Los Autores

**TABLA 54. GASTOS VARIOS PARA EL TRATAMIENTO  $t_5$  ( $a_2b_1c_1$ ) VARIEDAD ECOTIPO LOCAL, SOLVENTE ÉTER DE PETRÓLEO Y ESTADO DE CHOCHO AMARGO.**

<b>Gastos</b>	<b>Costos (\$)</b>
5 % energía eléctrica	3,471
5% de materiales o equipos	3,471
10 % de mano de obra	6,942
<b>TOTAL</b>	<b>10,7601</b>

**Fuente:** Los Autores

Valor por cada 85,50 gramos de aceite de chocho extraído.

Costo Unitario= Costo Total + Gasto Total

$CU = CT + GT$

$CU = 69,42 + 10,76$

$CU = \$ 80,18$

Utilidad del 25 %

80,18 ----- 100%

X----- 25%

X= \$ 20,04

Precio de venta al público = Costo Unitario + Utilidad

PVP = CU + Utilidad

PVP = 80,18 + 20,04

PVP= \$ 100,22 USD cada 85,50 gramos de aceite de chocho

En el mercado ecuatoriano se encuentra a la venta una gran variedad de aceites comestibles entre los cuales nos centramos en el aceite de oliva “ARBOLITO” que su presentación de 250 ml de producto se encuentra a un precio de \$ 5,00 USD, en el que se hace una relación que los 85,50 ml de éste aceite cuestan \$ 1,71 USD y los 85,50 g de aceite obtenido del mejor tratamiento  $t_5(a_2b_1c_1)$  variedad de chocho Ecotipo local, éter de petróleo como solvente y estado de chocho amargo cuestan \$ 100,22 USD; ésta comparación da una gran diferencia en precios en el que el aceite de chocho obtenido es extremadamente costoso que el aceite de oliva “ARBOLITO”, todo esto se da porque el solvente utilizado para la extracción es costoso, posee un punto de ebullición muy bajo por lo que a temperatura ambiente se volatiliza rápidamente, también lastimosamente no se cuenta con ambientes controlados para dicha extracción por lo que el solvente se pierde en el proceso.

## CONCLUSIONES

- Esta investigación concluyó con la obtención del aceite de chocho utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) y con dos estados de chocho (amargo y desamargado), obteniendo un aceite de calidad.
- Al desarrollar la investigación utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) y con dos estados de chocho (amargo y desamargado), se determinaron las características físico – químicas como son la acidez (0,20 %), pH (7,19), densidad (0,865 g/ml) y temperatura (24,45°C), y utilizando el programa estadístico InfoStat/L hemos podido llegar a la conclusión que el mejor tratamiento para la obtención de aceite de chocho con mejores características físico – químicas es el tratamiento t5 (a2b1c1) variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo en los factores de estudio (variedad del chocho, solventes y estados de chocho) que nos permitieron obtener un producto con muy buenas características y de muy buena calidad.
- Al desarrollar la investigación utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) y con dos estados de chocho (amargo y desamargado), se determinaron las características organolépticas como son el color (3,49), textura (2,79), olor (1,013) y aceptabilidad (4,76), y utilizando el programa estadístico InfoStat/L hemos podido llegar a la conclusión que el mejor tratamiento para la obtención de aceite de chocho con mejores características físico – químicas es el tratamiento t5 (a2b1c1) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo en los factores de estudio (Variedad del chocho, Solventes y estados de chocho) que obtuvo las

mejores características organolépticas y la mejor aceptabilidad frente al panel de 20 catadores semi-entrenados.

- Mediante la realización de los análisis físico - químico del mejor tratamiento t5 (a2b1c1) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo, los resultados son los siguientes: viscosidad (53,5 cst), índice de refracción (1,470 a 20°C), índice de saponificación (188,06 mg KOH/g), índice de éster (187,96 mg KOH/g), índice de yodo (94,39 gI<sub>2</sub>/100 g), índice de peróxido (0,00 meq O<sub>2</sub>/Kg); análisis microbiológicos: recuento de mohos (<10 UFC), recuento de levaduras (<10 UFC); perfil de ácidos grasos, entre los más importantes tenemos: oléico (45,06 %P/P) y linoléico (24,50 %P/P); el aceite de chocho presentó rangos idóneos de calidad de un aceite comestible
- Al desarrollar la investigación utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) y con dos estados de chocho (amargo y desamargado), se determinó el rendimiento (21, 63%) hemos podido llegar a la conclusión que el mejor tratamiento para la obtención de aceite de chocho con mejor rendimiento es el tratamiento t2 (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo en los factores de estudio (Variedad del chocho, Solventes y estados de chocho)
- El costo de producción del aceite de chocho del mejor tratamiento correspondiente a t5 (a2b1c1) Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo es de 100,22 USD por cada 85,50 ml de producto, este costo es debido a la pérdida excesiva de solvente en el transcurso de la investigación, al no contar con un ambiente controlado el solvente debido a su bajo punto de ebullición se volatilizó generando pérdidas económicas dando como resultado un producto no viable para su industrialización y posterior venta.

## RECOMENDACIONES

- Las temperaturas de ebullición y el manejo de solventes fueron los principales problemas durante el desarrollo de nuestra investigación por lo que para futuras investigaciones recomendamos manipular en ambientes controlados para evitar la evaporación y pérdida de los solventes.
- Manipular con mayor cuidado y asepsia las muestras antes de enviar a realizar los respectivos análisis para que no exista contaminación cruzada.
- Para próximas investigaciones se sugiere analizar el agua de desamargado de chocho para determinar que porcentaje de alcaloides se eliminan y que tipo de alcaloides son los que se encuentran en el chocho.
- Debido a que el precio del aceite extraído es muy elevado se sugiere realizar investigaciones a escala industrial de la extracción del aceite de chocho ya que esta investigación fue de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### *Bibliografía*

LA HORA. *El chocho, un potencial desaparecido*. Sección economía. [en línea] Fecha de publicación: domingo 21 de agosto de 2011. Fecha de consulta: 12 de abril de 2015. Disponible en: [http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101192087/-1/El\\_chocho,\\_un\\_potencial\\_desperdiciado.html#.VZyQm8mgthA](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101192087/-1/El_chocho,_un_potencial_desperdiciado.html#.VZyQm8mgthA)

Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano. *El chocho es una alternativa para una mejor alimentación de los ecuatorianos*. [en línea] Fecha de publicación: 03 de enero de 2013. Fecha de consulta: 16 de abril de 2015. Disponible en: <http://www.conocimiento.gob.ec/el-chocho-es-una-alternativa-para-una-mejor-alimentacion-de-los-ecuatorianos/>

MORENO, María. *Introducción a la Metodología de la Investigación Educativa*. 1era Edición. Editorial Progreso, 1987. 127 p. ISBN: 978-9684364875

BERNAL, Cesar. *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidad y ciencias sociales*. Hernández, Felipe (Editor). Segunda edición – México: Pearson Educación, 2006. 304 p. ISBN: 970-26-0645-4

VILLALBA, Carlos. *Metodología de la Investigación Científica*. Tercera Edición – Quito: Sur Editores, 2006. 187 p. ISBN: 9978-43-056-3

## ***Referencia bibliográfica***

### ***Libros***

BAILEY, Alton. *Aceites y grasas industriales*. Segunda Edición. España: Editorial Reverté S.A., 1984. 744 p. ISBN: 84-291-7901-1

JACOBSEN, Sven y SHERWOOD, Stephen. Cultivos de granos andinos en Ecuador. Pavon, Janeth y Rosero, Elizabeth (ed. lit.); Jiménez, José (Diagr.). Quito: Avaya – Yala, 2002. 89 p. ISBN: 9978-22-258-8

LAMARQUE, Alicia; ZYGADLO, Julio; LABUCKAS, Diana; LÓPEZ, Liza; TORRES, Mariela; MAESTRI, Damián. *Fundamentos teóricos – prácticos de Química Orgánica*. Lamarque, Alicia y Maestri, Damián (Coordinadores). 1era Edición – Córdoba: Encuentro Grupo Editor, 2008. 128 p. ISBN: 978-987-1432-09-7

LUQUE DE CASTRO, M. D.; VALCÁRCEL, M.; TENA, M. T. *Extracción con fluidos supercríticos en el proceso analítico*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A., 1993. 459 p. ISBN: 84-291-7987-9

RAMIREZ, Juan. *Introducción a la reología de los alimentos*. Volumen 6. Cali: Universidad del Valle. Cali, 2006. 46 p.

SANCHO, J.,BOTA, E. y DE CASTRO, J. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Primera edición. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. 321 p. ISBN: 84-8338-052-8

TIPLER, Paul y MOSCA, Gene. *Física para la ciencia y tecnología*. Quinta edición. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 2006. 600p. ISBN: 74-291-4410-2

VEGA, Alberto. *Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces*. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2004. 86 p. ISBN: 958-698-160-6

### ***Revistas***

CAICEDO, Carlos y PERALTA, Eduardo. Chocho, Frejol y Arveja, Leguminosas de Grano Comestible, con un Gran Mercado Potencial en Ecuador. INIAP, 1999, . Quito INIAP

CAICEDO, Carlos y PERALTA, Eduardo. El cultivo de chocho *Lupinus mutabilis sweet*: Fitonutrición, Enfermedades y Plagas en Ecuador. INIAP. 2001, 103. Quito: INIAP

CAICEDO, Carlos y PERALTA, Eduardo. Zonificación Potencial, Sistemas de Producción y Procesamiento Artesanal del Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) en Ecuador. INIAP, 2000, 89. Quito INIAP

CAICEDO, Carlos, PERALTA, Eduardo, VILLACRÉS, Elena, RIVERA, Marco. Poscosecha y Mercado de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) en Ecuador. INIAP, 2001, 105. Quito INIAP

CARRIÓN, Rolando. Centro de Investigación de Tarwi. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2000. 1. Lima. ISSN: 1560-9146

JACOBSEN, Sven y MUJICA, Angel. “El tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) y sus parientes silvestres”. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2006. p. 458 – 482.

MARCANO, Deanna y Hasegawa, Masahisa. *Fitoquímica Orgánica*. Consejo de desarrollo Científico y Humanístico

MARÍN, Francisco. Apuntes de Farmacia Químico – Orgánica, tomados de la cátedra que de ésta asignatura explica en la facultad de Madrid. Madrid: Imprenta de El Imparcial, 1869. 416 p.

MUJICA, Viky, DELGADO, Mariam, RAMIREZ, Maryore, VELÁSQUEZ, Ingrid, PÉREZ, Cathy, RODRÍGUEZ, María. Formulación de un producto cosmético con propiedades anti arrugas a partir del aceite de semilla de merey. Caracas: 2010. ISSN: 0798-4065

NÚÑEZ, Carlos. Extracciones con Equipo Soxhlet. Informe inédito. Argentina, 2008. 5 p.

PERALTA, E., N. MAZÓN, Á. MURILLO, M. RIVERA, D. RODRÍGUEZ, L. LOMAS, C. MONAR. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP, 2012, 69. Quito INIAP

VALDERRAMA, José, MERY, Alejandro, ARAVENA, Felipe. “Industrialización de la higuera o planta de ricino parte II: extracción de aceite”. *Centro de información tecnológica*. Edición: Talleres de la Soc. Editorial el Norte. 1994, vol5, 3, p. 91-97.

VILLACRÉS, E., NAVARRETE, M., LUCERO, O., ESPÍN, S., PERALTA, E. “Evaluación del rendimiento, Características Físico – Químicas y Nutraceúticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)”. *Revista Tecnológica ESPOL*. 2010, Vol. 23, Núm. 2. p. 57 – 62.

### ***Tesis***

ALAJO, Myriam y CARRALES, Mercy. “Extracción y purificación del aceite de ajonjolí”. Director: Manuel Fernández. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, 2000.

BASANTES, Fabián. “Influencia de los Tratamientos Químico y Biológico sobre la Germinación, Producción y Vigoren semillas de arveja (*Pisum sativum l*) y chocho (*Lupinus mutabilis SWEET*) INIAP PICHINCHA”. Director: Lauriano Martínez. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agronómica, 2008.

CUEVA, Roger; REYES DE LA VEGA, Fabián; RUIZ, Lorena; ZAMBRANO, Zoila. “Obtención de aceite a partir de la semilla de zambo (*Cucúrbita pepo L.*)”. Director: Manuel Fernández. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, 1999.

LOJA ILLESCAS, Nelly y ORELLANA ROMERO, Susana. “Propuesta gastronómica de aplicación gastronómica del chocho”. Director: Marlene Jaramillo Granda. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de Hospitalidad, 2012.

NAVARRETE PARRA, Mario. “Extracción, Refinación y Caracterización Físico – Química y Nutracéutica del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)”. Director: Lucero Olga. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, 2010.

### ***Bibliografías de internet***

LA HORA. *El chocho, un potencial desperdiciado*. [en línea]. Quito. [ref. de 21 de agosto de 2011]. Disponible en web: <  
[http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101192087/-1/El\\_chocho,\\_un\\_potencial\\_desperdiciado.html#.VYkCB8mgthB](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101192087/-1/El_chocho,_un_potencial_desperdiciado.html#.VYkCB8mgthB)>

MINISTERIO COORDINADOR DE CONOCIMIENTO Y TALENTO HUMANO. *El chocho es una alternativa para una mejor alimentación de los ecuatorianos*. [en línea]. Quito. [ref. de 03 de enero de 2013]. Disponible en web: <http://www.conocimiento.gob.ec/el-chocho-es-una-alternativa-para-una-mejor-alimentacion-de-los-ecuatorianos/>

# ANEXOS

**ANEXO 1.** Encuesta a los catadores semi entrenados de noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.



Ingeniería  
Agroindustrial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales  
Ingeniería Agroindustrial  
Planilla de evaluación sensorial

**Instrucciones**

Sírvase degustar las siguientes muestras de “ACEITE DE CHOCHO” en sus atributos de color, olor, textura y aceptabilidad. Evalúe según la escala de valoración presentada. Marque con una X aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

**Objetivo**

Determinar el mejor tratamiento de las muestras de aceite de chocho extraídas, por medio de cataciones aplicadas a los estudiantes de noveno ciclo de la carrera de ingeniería agroindustrial.

PUNTAJES	CATEGORÍAS	TRATAMIENTOS							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
COLOR	1. Muy pálido								
	2. Pálido								
	3. Moderadamente pálido								
	4. Ni pálido ni oscuro								
	5. Moderadamente oscuro								
	6. Oscuro								
	7. Muy oscuro								
TEXTURA	1. Muy líquido								
	2. Líquido								
	3. Medianamente líquido								
	4. Ni líquido ni espeso								
	5. Moderadamente espeso								
	6. Espeso								
	7. Muy espeso								
OLOR	1. Muy ligero								
	2. Ligero								
	3. Medianamente ligero								
	4. Ni ligero ni fuerte								
	5. Moderadamente fuerte								
	6. Fuerte								
	7. Muy fuerte								
ACEPTABILIDAD	1. Me disgusta mucho								
	2. Me disgusta moderadamente								
	3. Me disgusta levemente								
	4. No me gusta ni me disgusta								
	5. Me gusta levemente								
	6. Me gusta moderadamente								
	7. Me gusta mucho								

**ANEXO 2.** Norma INEN 0035 (1973): Grasas y Aceites comestibles.  
Determinación de la densidad relativa.

CDU 665.3



AL 02.07-301

Norma Ecuatoriana	GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA	INEN 35 1973-08
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método del picnómetro para determinar la densidad relativa a 25/25°C de las grasas y aceites vegetales o animales.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p>2.1 <i>Densidad relativa a 25/25°C</i>, (<math>d_{25}</math>). Es la relación entre la masa de un volumen dado de una sustancia a 25°C y la masa de un volumen igual de agua a 25°C.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 La temperatura ambiente del lugar donde se calibre el picnómetro o se realice la determinación, deberá ser menor de 25°C.</p> <p>3.2 Durante la calibración del picnómetro y durante la determinación de la densidad relativa, el picnómetro no deberá entrar en contacto directo con las manos del operador.</p> <p>3.3 Inmediatamente después de cada determinación, el picnómetro deberá vaciarse y sumergirse durante varias horas en una solución crómica preparada de la manera siguiente:</p> <p>3.3.1 Disolver 45 g de dicromato de sodio en 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada y agregar, con mucho cuidado, 1000 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado.</p> <p>3.3.2 La solución crómica no debe contener dicromato de sodio suspendido o sin disolver.</p> <p>3.4 Luego de la inmersión en la solución crómica, el picnómetro deberá enjuagarse cinco veces en corriente de agua y dos veces en agua destilada, para asegurar una total eliminación del cromato. A continuación, deberá lavarse varias veces con alcohol etílico, luego con éter etílico, y secarse completamente para eliminar los vapores de éter.</p> <p>3.5 El picnómetro deberá calibrarse, dependiendo del uso, con intervalos de tiempo suficientes para asegurar exactitud en la determinación. En casos de litigio o discrepancia, el picnómetro deberá calibrarse inmediatamente antes de la determinación.</p> <p>3.6 Cada determinación deberá efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 – Ave. Colón 1663– Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

#### 4. INSTRUMENTAL

- 4.1 *Picnómetro tipo Gay-Lussac, de 50 cm<sup>3</sup>*. Para productos líquidos a 25°C puede usarse un picnómetro que tenga termómetro incorporado.
- 4.2 *Baño de agua*, con regulador de temperatura, ajustado a  $25^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .
- 4.3 *Estufa*, con regulador de temperatura.
- 4.4 *Termómetro*, con divisiones de  $0,1^{\circ}$  ó  $0,2^{\circ}\text{C}$ .
- 4.5 *Balanza analítica*, sensible a 0,1 mg.

#### 5. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 5.1 Sí la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.
- 5.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, colocar el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C; mantenerlo allí hasta que la muestra alcance tal temperatura, y proceder de acuerdo con lo indicado en 5.1. Si luego de calentar y agitar, la muestra no presenta un aspecto claro y sin sedimento, filtrarla dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento.
- 5.3 Si la muestra es sólida o semisólida, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.2, pero calentándola (y filtrándola si es necesario) a una temperatura comprendida entre 40° y 60°C (la suficiente para fundir la muestra completamente).

#### 6. PROCEDIMIENTO

- 6.1 Calibración del picnómetro
- 6.1.1 Lavar el picnómetro (ver 4.1) de acuerdo con lo indicado en 3.3 y 3.4; llenarlo completamente con agua destilada recién hervida y enfriada hasta 20°C, y tapanlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire. A continuación, sumergirlo en el baño de agua a  $25^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  y mantenerlo allí durante 30 min.
- 6.1.2 Remover cuidadosamente cualquier porción de agua que haya exudado el capilar; sacar el picnómetro del baño y secarlo con algún papel absorbente adecuado (si el capilar tiene cubierta, se la coloca después de esta operación). Enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 min y pesarlo con aproximación a 0,1 mg; registrar el resultado como  $m_1$ .

(Continúa)

**6.1.3** Vaciar el picnómetro y enjuagarlo varias veces con alcohol etílico y luego con éter etílico; dejarlo secar completamente y, junto con todas sus partes, pesarlo con aproximación a 0,1 mg; registrar el resultado como  $m$ .

**6.2 Determinación para aceites o grasas líquidas a 25 °C.**

**6.2.1** Llenar completamente el picnómetro (limpio y seco) con la muestra preparada (ver 5.2) y llevada a 23°C y taparlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire. A continuación, sumergirlo en el baño de agua a 25°C ± 0,2°C y mantenerlo allí durante 30 min.

**6.2.2** Remover cuidadosamente cualquier porción de muestra que haya exudado el capilar; sacar el picnómetro del baño y secarlo con algún papel absorbente adecuado (si el capilar tiene cubierta, se la coloca después de esta operación). Enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 min y pesarlo con aproximación a 0,1 mg; registrar el resultado como  $m_2$ .

**6.3 Determinación para grasas sólidas o semisólidas a 25°C**

**6.3.1** Calentar el picnómetro de Gay-Lussac (limpio y seco) en estufa a 40° - 50°C durante 15 min y llenarlo (evitando humedecer el cuello del picnómetro) hasta aproximadamente la mitad con la muestra preparada y fundida de acuerdo con 5.3, (es conveniente realizar esta operación dentro de la estufa). Sacarlo de la estufa, dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante 30 min y pesarlo con aproximación a 0,1 mg junto con su tapa (y la cubierta del capilar si la hubiere); registrar el resultado como  $m_3$ .

**6.3.2** Llenar completamente el picnómetro (lleno de muestra hasta la mitad) con agua destilada recién hervida y enfiada hasta 20°C, y taparlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire. A continuación, sumergirlo en el baño de agua a 25 ± 0,2°C y mantenerlo allí durante 30 min.

**6.3.3** Remover cuidadosamente cualquier porción de agua que haya exudado el capilar; sacar el picnómetro del baño y secarlo con algún papel absorbente adecuado (si el capilar tiene cubierta, colocarla después de esta operación). Enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 min y pesarlo con aproximación a 0,1 mg; registrar el resultado como  $m_4$ .

**7. CALCULOS**

**7.1** Para los aceites y grasas líquidas a 25 °C, la densidad relativa a 25/25°C se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$d_{25} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

(Continúa)

siendo:

$d_{25}$  = densidad relativa a 25/25°C.

$m$  = masa del picnómetro vacío, en g.

$m_1$  = masa del picnómetro con agua destilada, en g.

$m_2$  = masa del picnómetro con muestra, en g.

7.2 Para las grasas sólidas o semisólidas a 25°C, la densidad relativa a 25/25 °C se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$d_{25} = \frac{m_3 - m}{(m_1 - m) - (m_4 - m_3)}$$

siendo:

$d_{25}$  = densidad relativa a 25/25°C.

$m$  = masa del picnómetro vacío, en g.

$m_1$  = masa del picnómetro con agua destilada, en g.

$m_3$  = masa del picnómetro con muestra (hasta la mitad), en g.

$m_4$  = masa del picnómetro con muestra y agua destilada, en g.

7.3 Cuando se conoce la densidad relativa a  $t/25^\circ\text{C}$  de un aceite o grasa vegetal, la densidad relativa a 25/25°C se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$d_{25} = d_t + 0,00064 (t - 25)$$

siendo:

$d_{25}$  = densidad relativa a 25/25°C.

$d_t$  = densidad relativa a  $t/25^\circ\text{C}$ .

$t$  = temperatura de referencia de la sustancia, en °C.

0,00064 = corrección promedia para 1°C

## 8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,0005; en caso contrario debe repetirse la determinación.

(Continúa)

### 9. INFORME DE RESULTADOS

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

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

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

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación

### Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

- INEN 35 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa.*
- INEN 36 *Grasas y aceites comestibles. Preparación de la solución Wijs.*
- INEN 37 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de yodo.*
- INEN 38 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez.*
- INEN 39 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la pérdida por calentamiento.*
- INEN 40 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de saponificación.*
- INEN 41 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la materia insaponificable.*
- INEN 42 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción.*
- INEN 43 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del título.*
- INEN 44 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de adulteraciones.*
- INEN 45 *Grasas y aceites comestibles. Ensayo de rancidez.*

### Z.3 BASES DE ESTUDIO

Designación ASTM D 1963-61. *Standard method of test for specific gravity of drying oils, varnishes, resins, and related materials at 25/25C.* American Society for Testing and Materials, Filadelfia, 1970.

Método AOAC de Análisis, AOAC 28. *Oils and fats.* Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1970.

Norma Colombiana INDITECNOR 336. *Grasas y aceites. Método de determinación de la densidad.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá, 1970.

Recomendación ISO R 661. *Crude vegetable oils and fats. Preparation of contract sample for analysis.* International Organization for Standardization, Suiza, 1963.

Norma Chilena INDITECNOR 23-42. *Cuerpos grasos. Método para determinar el peso específico relativo.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización, Santiago, 1956.

Norma Argentina IRAM 5504. *Aceites vegetales. Método de determinación del peso específico relativo.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, 1955.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN 035      **TÍTULO:** GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES. DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA.      **Código:** AL 02.07-301

<b>ORIGINAL:</b>	<b>REVISIÓN:</b>
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización por Acuerdo No      de publicado en el Registro Oficial No      De
	Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de      a

Subcomité Técnico: CT 7:1\* **Productos grasos comestibles**  
Fecha de iniciación      Fecha de aprobación: 1971-07-30  
Integrantes del Subcomité Técnico: CT 7:1

<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>
Sr. Manuel Cabeza de Vaca Dr. Raúl Castillo	INDUSTRIAS ALES C.A. INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE "LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ"
Dr. Fidel Egas	ASOCIACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA AFRICANA
Sr. Pablo Lozada Ing. Wellintong Marcial	INSTITUTO DE COMERCIO EXTERIOR E INTEGRACION
Dr. José E. Muñoz	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Ing. José Puga V.	COLEGIO DE QUIMICOS DE PICHINCHA
Dr. Ecuador Santacruz	ING. JOSE PUGA V. Y ASOCIADOS
	ASOCIACION DE PRODUCTORES ACEITES Y GRASAS
Ing. Wilson Vásquez	MINISTERIO DE LA PRODUCCION
Ing. Eduardo Sánchez	MINISTERIO DE LA PRODUCCION
Ing. Tajano Vasco	MINISTERIO DE LA PRODUCCION
Dra. Leono Orozco L.	INEN

**Otros trámites:** ♦<sup>4</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de      1973-11-20

Oficializada como: **OBLIGATORIA**      Por Acuerdo Ministerial No. 1037 del 1973-12-10  
Registro Oficial No. 461 del 1973-12-27

\* Actualmente (AL 02.07)

**ANEXO 3.** Norma INEN 0038 (1973): Grasas y Aceites comestibles.  
Determinación de la acidez.

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

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Ave. Colón 1663- Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5.4 *Solución indicadora de fenolftaleína.* Disolver 1 g de fenolftaleína en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico al 95 % (V/V).

5.5 *Solución indicadora de azul alcalino 6B.* Disolver 2 g de azul de alcalino 6B en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico al 95 % (V/V).

## 6. PREPARACION DE LA MUESTRA

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

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

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

## 7. PROCEDIMIENTO

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

7.2 Transferir 300 cm<sup>3</sup> de la mezcla (1:1) de alcohol - éter a un matraz Erlenmeyer; añadir 1 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína (o de azul alcalino 6B, si la muestra es de color oscuro) y agregar, agitando enérgicamente, solución 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta que aparezca un color rosado que persista durante aproximadamente 30 segundos (o hasta que haya cambio del color rojo al azul, si el indicador es azul alcalino 6B). Esta cantidad de muestra neutralizada es suficiente para realizar los dos ensayos de la determinación.

7.3 Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> pesar, con aproximación a 0,01 g, una cantidad de muestra preparada comprendida entre 5 g y 10 g si el producto es crudo, o entre 50 g y 60 g si el producto es refinado.

7.4 Agregar 100 cm<sup>3</sup> (o más si la solución no queda perfectamente clara) de la mezcla (1:1) de alcohol - éter neutralizada de acuerdo con 7.2, y titular los ácidos grasos libres con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta alcanzar el punto final correspondiente al indicador (coloración rosada persistente durante aproximadamente 30 segundos si es fenolftaleína, o viraje del rojo al azul si es azul alcalino 6B). La solución debe agitarse enérgicamente durante la titulación. El volumen de solución 0,1 N empleado en la titulación debe ser menor de 20 cm<sup>3</sup>; en caso contrario debe usarse la solución 0,5 N de hidróxido de sodio o de potasio.

(Continúa)

## 8. CALCULOS

8.1 La acidez se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

siendo:

$A$  = acidez del producto, en porcentaje de masa.

$M$  = masa molecular del ácido usado para expresar el resultado (ver 8.2).

$V$  = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleado en la titulación, en  $\text{cm}^3$ .

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

$m$  = masa de la muestra analizada, en g.

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

Acido láurico	200
Acido palmítico	256
Acido oleico	282
Acido erúxico	338

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

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

siendo:

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

$V$  = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleado en la titulación, en  $\text{cm}^3$ .

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

$m$  = masa de la muestra analizada, en g.

## 9. ERRORES DE METODO

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

(Continúa)

## 10. INFORME DE RESULTADOS

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

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

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

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

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

*(Continúa)*

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación

### Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

- INEN 35 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa.*
- INEN 36 *Grasas y aceites comestibles. Preparación de la solución Wijs.*
- INEN 37 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de yodo.*
- INEN 38 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez.*
- INEN 39 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la pérdida por calentamiento.*
- INEN 40 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de saponificación.*
- INEN 41 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la materia insaponificable.*
- INEN 42 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción.*
- INEN 43 *Grasas y aceites comestibles. Determinación del título.*
- INEN 44 *Grasas y aceites comestibles. Determinación de adulteraciones.*
- INEN 45 *Grasas y aceites comestibles. Ensayo de rancidez.*

### Z.3 BASES DE ESTUDIO

Designación ASTM D 1980-67, *Standard method of test for acid value of fatty acids and polymerized fatty acids.* American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1970.

Método AOAC de Análisis AOAC 28. *Oils and fats. Free fatty acids in crude and refined oils.* Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1970.

Recomendación COPANT R 188. *Aceites y grasas vegetales. Método de determinación de la acidez.* Comisión Panamericana de Normas Técnicas, Buenos Aires, 1969.

Norma Colombiana. ICONTEC 218. *Grasas y aceites. Método de determinación de la acidez.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá. 1969.

Recomendación ISO R 660. *Crude vegetable oils and fats. Determination of acidity.* International Organization for Standardization, Suiza, 1968.

Norma Chilena INDITECNOR 23-45. *Cuerpos grasos. Método para determinar el contenido de ácidos grasos libres.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización, Santiago, 1956.

Norma Argentina IRAM 5512. *Aceites vegetales. Método de determinación de la acidez.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, 1955.

**ANEXO 4.** Certificado de análisis de laboratorio del tratamiento t5 (a2b1c1)  
Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo

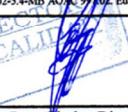


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:16-034</b>						R01-5.10 06
Solicitud N°: 16-034						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 29 enero 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 29 ene - 03 febrero 2016			
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:		C.I./RUC: 0502497803				
Representante: Pedro Pablo Guamán Iler		Tlf: 0987250697				
Dirección: Latacunga		Email: pedro.guaman3@utc.edu.ec				
Ciudad: Latacunga						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Aceite de chocho		Peso: 3ml				
Marca comercial:		Tipo de envase: plástico				
Lote: n/a		No de muestras: una				
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab: n/a				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 29 enero 2016				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Aceite de chocho	3416163	T5	Mohos	PE-02-5.4-MB AOAC 971.02 Ed 19, 2012	UFC/g	<10
			Levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 971.02 Ed 19, 2012	UFC/g	<10
Conds. Ambientales: 18.0 °C; 49%HR						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						GR

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**ANEXO 5.** Informe de resultados de laboratorio del tratamiento t5 (a2b1c1)  
 Variedad de chocho Ecotipo local con solvente éter de petróleo y chocho amargo

**LABOLAB**  
 ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
 INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 160358  
 Hoja 1 de 2

**NOMBRE DEL CLIENTE:** July Arias  
**DIRECCIÓN:** Latacunga  
**FECHA DE RECEPCION:** 28 de enero del 2016  
**MUESTRA:** Aceite de chocho  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color ámbar  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**FECHA ELABORACION:** 23 de enero del 2016  
**FECHA VENCIMIENTO:** ---  
**LOTE:** ---  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 28 de enero – 3 de febrero del 2016  
**REFERENCIA:** 160358  
**MUESTREO:** Por cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 24°C 27%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Índice de saponificación (mg KOH/g)	AOAC 920.160	188.06
Índice de yodo (g <sub>I</sub> /100g)	Hanus	94.39
Índice de refracción (20°C)	INEN 42	1.470
Índice de peróxido ( meq O <sub>2</sub> /Kg)	AOAC 965.33	0.00
Índice de esteres (mg KOH/g)	NMX-K 395-1973	187.93

*Cecilia Luzziaga*  
 Dra. Cecilia Luzziaga  
 GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.  
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.



**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
 Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412  
 e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliauzziaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 160358  
Hoja 2 de 2

**NOMBRE DEL CLIENTE:** July Arias  
**DIRECCIÓN:** Latacunga  
**FECHA DE RECEPCION:** 28 de enero del 2016  
**MUESTRA:** Aceite de chocho  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color ámbar  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**FECHA ELABORACION:** 23 de enero del 2016  
**FECHA VENCIMIENTO:** ---  
**LOTE:** ---  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 28 de enero – 3 de febrero del 2016  
**REFERENCIA:** 160358  
**MUESTREO:** Por cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 24°C 27%HR

PARAMETRO	MÉTODO	RESULTADO	UNIDAD
Ácido Butírico (C4:0)		----	% P / P
Ácido Caprónico (C6:0)		----	% P / P
Ácido Caprílico (C8:0)		----	% P / P
Ácido Cáprico (C10:0)		----	% P / P
Ácido Láurico (C12:0)		0.14	% P / P
Ácido Mirístico (C14:0)		0.25	% P / P
Ácido Pentanoico (C15:0)		----	% P / P
Ácido Palmítico (C16:0)		15.38	% P / P
Ácido Palmitoléico (C16:1)	AOAC 41.1 Modificado/ Cromatografía de gases con Detector Selectivo de Masas (MSD)	----	% P / P
Ácido Esteárico (C18:0)		8.85	% P / P
Ácido Elaídico (C18:1n9trans)		----	% P / P
Ácido Petroselénico (C18:6cis)		----	% P / P
Ácido Oléico (C18:1n9cis)		45.06	% P / P
Ácido Linoléico (C18:2n6cis)		24.50	% P / P
Ácido Araquídico (C20:0)		0.67	% P / P
Ácido a-o-g-Linoleico (C18:3n3)		2.80	% P / P
Ácido Behémico (C22:0)		0.72	% P / P
Ácido Erúico (C22:1n9)		----	% P / P
Ácido Araquidónico (C20:4n6)		----	% P / P
Ácido Lignocérico (C24:0)		0.14	% P / P
Ácido Nervónico (C24:1n9)		----	% P / P
DHA (C22:6n3)		----	% P / P

  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412  
e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliaLuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

## ANEXOS DE TABLAS

**TABLA 55. DATOS DE LA VARIABLE PH OBTENIDOS EN EL LABORATORIO**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
t1	7,990	8,010	8,000
t2	6,690	6,640	6,665
t3	8,490	8,770	8,630
t4	4,950	4,830	4,890
t5	7,190	7,200	7,195
t6	6,820	6,750	6,785
t7	8,320	8,290	8,305
t8	5,100	5,020	5,060
Suma	55,550	55,510	55,530
Promedio	12,344	12,336	12,340

Fuente: Los Autores

**TABLA 56. DATOS DE LA VARIABLE ACIDEZ OBTENIDOS EN EL LABORATORIO**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
t1	0,23	0,21	0,22
t2	0,38	0,35	0,37
t3	0,22	0,22	0,22
t4	0,55	0,52	0,54
t5	0,20	0,2	0,2
t6	0,30	0,3	0,3
t7	0,26	0,24	0,25
t8	0,46	0,48	0,45
Suma	2,60	2,52	2,55
Promedio	0,58	0,56	0,57

Fuente: Los Autores

**TABLA 57. DATOS DE LA VARIABLE TEMPERATURA OBTENIDOS EN EL LABORATORIO**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
t1	26,70	26,80	26,75
t2	29,30	29,70	29,50
t3	26,00	26,10	26,05
t4	25,50	25,70	25,60
t5	24,30	24,60	24,45
t6	26,50	26,90	26,70
t7	26,00	26,10	26,05
t8	25,70	25,80	25,75
Suma	210,00	211,70	210,85
Promedio	46,67	47,04	46,86

Fuente: Los Autores

**TABLA 58. DATOS DE LA VARIABLE DENSIDAD OBTENIDOS EN EL LABORATORIO**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
t1	0,860	0,880	0,870
t2	0,850	0,890	0,870
t3	0,950	0,930	0,940
t4	0,910	0,940	0,925
t5	0,850	0,880	0,865
t6	0,870	0,910	0,890
t7	0,900	0,920	0,910
t8	0,960	0,980	0,970
Suma	7,150	7,330	7,240
Promedio	1,589	1,629	1,609

Fuente: Los Autores

**TABLA 59. DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE COLOR**

CATADORES	COLOR																							
	RÉPLICA 1								RÉPLICA 2								RÉPLICA 3							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	5	5	7	5	4	5	6	6	4	4	6	5	4	6	6	7	5	5	7	5	4	6	6	6
2	5	4	7	5	4	4	6	5	4	4	7	5	4	5	6	5	5	4	7	5	4	5	6	5
3	4	5	6	4	3	5	5	6	4	5	6	5	4	4	6	5	4	5	6	4	4	5	6	6
4	4	5	7	5	4	4	5	6	5	5	6	4	3	5	7	6	5	5	7	5	4	5	5	6
5	5	4	6	5	4	5	6	5	5	4	7	4	3	4	5	6	5	4	7	5	4	5	6	6
6	5	5	7	4	3	5	6	7	5	4	7	5	5	4	5	5	5	5	7	5	4	5	6	6
7	4	4	7	5	3	4	5	5	4	5	6	4	3	5	6	5	4	5	7	5	3	5	6	5
8	5	4	6	4	3	5	5	6	5	5	7	5	4	5	5	6	5	5	6	4	4	5	5	6
9	5	5	7	5	3	5	6	5	5	5	6	5	3	4	5	6	5	5	7	5	3	5	6	6
10	4	5	6	5	4	4	7	5	5	5	7	5	4	4	6	6	5	5	7	5	4	4	7	6
11	5	6	7	4	3	5	6	6	4	4	6	5	4	5	5	5	4	5	6	4	4	5	6	7
12	4	4	6	5	3	5	5	5	6	4	7	5	4	5	6	6	5	4	7	5	3	5	6	6
13	5	4	7	4	4	4	6	6	5	4	7	4	3	5	6	6	5	4	7	4	4	5	6	6
14	4	5	7	4	5	6	6	5	5	6	7	5	3	4	6	5	4	6	7	5	4	5	6	5
15	5	5	7	5	4	5	5	5	5	4	6	4	3	4	5	5	5	5	7	5	4	5	5	5
16	6	5	7	5	3	5	6	6	5	5	6	4	4	5	6	6	6	5	7	5	4	5	6	6
17	4	4	6	4	4	4	5	6	4	5	7	5	4	4	6	5	4	5	6	5	3	4	6	6
18	5	4	7	5	4	5	6	6	5	4	6	5	4	5	6	5	5	4	7	4	4	5	6	6
19	4	5	6	4	4	4	5	5	5	5	7	5	4	5	6	6	5	5	7	5	4	5	6	6
20	5	4	6	5	3	4	5	5	4	5	7	5	4	5	5	5	5	5	7	5	3	5	5	5
Σ	93	92	132	92	72	93	112	111	94	92	131	94	74	93	114	111	93	92	130	91	71	94	112	112
XM	4,7	4,6	6,6	4,6	3,6	4,7	5,6	5,6	4,7	4,6	6,6	4,7	3,7	4,7	5,7	5,55	4,6	4,6	6,5	4,5	3,6	4,7	5,6	5,6

Fuente: Los Autores

1. Muy pálido
2. Pálido
3. Moderadamente pálido
4. Ni pálido ni oscuro
5. Moderadamente oscuro
6. Oscuro
7. Muy oscuro

**TABLA 60. PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE COLOR**

CATADORES	COLOR							
	PROMEDIOS							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	3,38	4,88	3,75	3,00	4,13	4,50	4,75	2,83
2	3,00	5,25	3,75	3,00	3,38	4,50	3,75	2,83
3	3,75	4,50	3,25	2,63	3,38	4,13	4,13	2,67
4	3,75	4,88	3,38	2,63	3,38	4,25	4,50	3,17
5	3,00	4,88	3,38	2,63	3,50	4,13	4,13	3,33
6	3,38	5,25	3,38	3,00	3,38	4,13	4,50	3,33
7	3,38	4,88	3,38	2,25	3,38	4,13	3,75	2,67
8	3,38	4,75	3,25	2,63	3,75	3,75	4,50	3,33
9	3,75	4,88	3,75	2,25	3,38	4,13	4,13	3,33
10	3,75	4,88	3,75	3,00	3,00	4,88	4,13	3,17
11	3,75	4,75	3,25	2,63	3,75	4,13	4,50	2,67
12	3,00	4,88	3,75	2,50	3,75	4,13	4,13	3,67
13	3,00	5,25	3,00	2,63	3,38	4,50	4,50	3,33
14	4,13	5,25	3,38	3,00	3,75	4,50	3,75	3,00
15	3,38	4,88	3,38	2,63	3,38	3,75	3,75	3,33
16	3,75	4,88	3,38	2,63	3,75	4,50	4,50	3,50
17	3,38	4,75	3,38	2,75	3,00	4,13	4,13	2,67
18	3,00	4,88	3,50	3,00	3,75	4,50	4,13	3,33
19	3,75	4,88	3,38	3,00	3,38	4,13	4,13	3,17
20	3,38	4,88	3,75	2,50	3,38	3,75	3,75	2,83
SUMA	69,00	98,25	69,13	54,25	69,88	84,50	83,50	62,17
PROMEDIO	3,45	4,91	3,46	2,71	3,49	4,23	4,18	3,11

Fuente: Los Autores

**TABLA 61. DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE TEXTURA**

CATADORES	TEXTURA																											
	RÉPLICA 1								RÉPLICA 1								RÉPLICA 1											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
1	4	3	4	4	5	4	4	5	3	2	5	3	5	2	3	6	4	2	5	4	6	3	4	6				
2	4	2	5	3	4	3	3	5	4	2	4	4	5	3	3	6	4	3	3	4	5	3	3	5				
3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	4	2	4	4	4	4	4	5				
4	3	3	4	4	5	4	4	5	3	3	3	4	6	4	3	4	4	2	4	5	5	4	4	5				
5	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	3	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5				
6	3	2	4	3	5	4	3	4	3	3	3	4	4	4	5	4	3	4	5	3	4	4	5	5				
7	3	3	4	3	5	4	4	5	4	3	4	4	3	4	3	5	5	2	4	4	5	5	4	4				
8	3	2	4	4	5	3	3	5	5	3	4	3	4	4	4	6	4	3	5	5	5	4	4	5				
9	4	3	5	3	4	5	4	4	4	2	3	4	5	5	4	5	5	2	4	3	5	4	4	5				
10	3	4	3	4	5	4	5	4	3	3	4	4	5	3	4	5	4	2	4	4	5	4	4	6				
11	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	5	3	4	5				
12	4	2	4	4	5	4	4	5	4	3	3	5	6	3	5	4	5	3	3	4	6	4	3	6				
13	5	3	3	4	5	3	5	4	3	3	4	3	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4	5				
14	5	2	4	3	5	3	3	5	5	2	3	4	5	2	5	5	5	4	5	3	5	4	3	6				
15	3	2	3	3	4	4	3	5	4	2	3	3	4	5	3	5	4	4	4	4	6	3	4	5				
16	3	2	4	4	5	3	4	5	4	3	3	2	5	4	2	5	3	3	4	3	4	4	5	4				
17	4	3	3	4	4	4	3	6	3	2	5	4	6	4	3	5	4	3	5	3	5	4	4	5				
18	3	4	4	3	6	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5				
19	4	3	3	3	5	4	4	4	4	4	3	3	5	3	3	5	4	4	4	4	5	4	5	5				
20	3	3	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4	5	4	4	5				
Σ	73	54	74	71	93	73	74	92	74	56	73	73	93	73	74	100	82	60	83	77	100	77	80	102				
XM	3,7	2,7	3,7	3,6	4,7	3,7	3,7	4,6	3,7	2,8	3,7	3,7	4,7	3,7	3,7	5,0	4,1	3,0	4,2	3,9	5,0	3,9	4,0	5,1				

Fuente: Los Autores

1. Muy líquido
2. Líquido
3. Medianamente líquido
4. Ni líquido ni espeso
5. Moderadamente espeso
6. Espeso
7. Muy espeso

**TABLA 62. PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE TEXTURA**

TEXTURA								
	PROMEDIOS							
CATADORES	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
1	1,75	3,50	2,75	4,00	2,25	2,75	4,25	2,33
2	1,75	3,00	2,75	3,50	2,25	2,25	4,00	2,67
3	1,75	2,75	2,75	3,00	2,75	3,00	3,50	2,67
4	2,00	2,75	3,25	4,00	3,00	2,75	3,50	2,33
5	2,50	2,50	3,25	3,25	2,50	2,75	3,25	2,33
6	2,25	3,00	2,50	3,25	3,00	3,25	3,25	2,00
7	2,00	3,00	2,75	3,25	3,25	2,75	3,50	3,00
8	2,00	3,25	3,00	3,50	2,75	2,75	4,00	3,00
9	1,75	3,00	2,50	3,50	3,50	3,00	3,50	3,00
10	2,25	2,75	3,00	3,75	2,75	3,25	3,75	2,33
11	2,25	2,75	2,75	3,50	2,50	2,75	3,50	2,67
12	2,00	2,50	3,25	4,25	2,75	3,00	3,75	3,00
13	2,25	2,75	2,75	3,50	3,00	3,25	3,50	2,33
14	2,00	3,00	2,50	3,75	2,25	2,75	4,00	3,33
15	2,00	2,50	2,50	3,50	3,00	2,50	3,75	2,67
16	2,00	2,75	2,25	3,50	2,75	2,75	3,50	2,33
17	2,00	3,25	2,75	3,75	3,00	2,50	4,00	2,33
18	2,75	3,00	2,50	3,75	2,75	3,00	3,50	2,67
19	2,75	2,50	2,50	3,75	2,75	3,00	3,50	2,67
20	2,50	3,00	3,00	3,25	3,00	3,00	4,00	2,33
SUMA	42,5	57,5	55,3	71,5	55,8	57,0	73,5	52,0
PROMEDIO	4,16	5,58	5,39	6,95	5,46	5,56	7,14	5,08

Fuente: Los Autores

**TABLA 63. DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE OLOR**

CATADORES	OLOR																							
	RÉPLICA 1								RÉPLICA 2								RÉPLICA 3							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	2	2	6	5	1	3	3	6	2	2	5	6	1	3	2	5	1	2	5	6	1	3	3	5
2	2	1	5	6	1	2	2	6	2	1	6	5	2	3	3	5	2	2	6	6	2	2	3	6
3	2	1	5	5	1	2	2	5	2	1	5	6	2	3	3	6	2	2	5	6	2	3	2	5
4	2	2	5	5	1	3	2	6	2	2	6	5	2	2	3	5	3	1	5	5	1	2	3	5
5	2	2	6	6	2	3	3	5	1	2	6	6	2	3	3	6	2	2	6	6	2	3	2	5
6	1	2	6	5	1	3	2	6	2	2	6	6	1	2	2	5	2	2	6	5	1	3	3	6
7	3	1	5	6	1	3	3	7	1	2	5	6	1	3	2	5	2	1	5	6	1	2	2	6
8	2	2	6	6	1	3	2	6	2	2	6	6	1	2	3	5	1	3	4	5	1	4	2	6
9	2	1	5	5	1	3	3	6	3	1	5	6	1	3	3	5	2	2	5	5	2	3	2	5
10	2	1	6	6	2	2	2	6	2	2	6	5	1	3	2	6	3	1	5	6	1	3	3	6
11	2	1	6	6	2	2	3	7	2	2	6	5	1	2	3	6	2	2	6	5	2	2	3	5
12	1	2	6	5	1	2	2	5	1	2	6	5	1	2	2	6	2	2	5	6	2	3	2	6
13	2	1	6	6	1	2	3	6	2	1	5	6	1	2	3	6	2	3	6	5	2	3	3	6
14	3	2	6	6	2	2	2	6	1	2	5	5	1	2	2	6	3	2	5	6	1	3	2	6
15	2	2	5	5	2	3	3	6	2	1	6	5	1	3	3	5	2	1	6	6	1	4	3	5
16	2	2	6	6	1	3	2	6	2	1	5	5	1	2	2	6	3	1	6	5	1	3	2	6
17	2	2	6	4	1	2	2	6	2	2	5	5	1	3	3	5	2	1	6	6	1	4	3	6
18	2	2	6	5	2	3	2	6	2	2	6	6	2	2	2	5	2	2	5	6	1	3	1	6
19	2	2	5	5	1	2	2	6	2	1	6	6	2	3	3	6	1	1	5	6	1	4	2	5
20	2	1	5	6	1	3	2	6	2	2	5	5	2	2	3	6	2	2	6	5	2	2	1	6
Σ	40	32	112	109	26	51	47	119	37	33	111	110	27	50	52	110	41	35	108	112	28	59	47	112
XM	2	1,6	5,6	5,5	1,3	2,6	2,4	5,95	1,9	1,7	5,6	5,5	1,4	2,5	2,6	5,5	2,1	1,8	5,4	5,6	1,4	2,95	2,4	5,6

Fuente: Los Autores

1. Muy ligero
2. Ligero
3. Medianamente ligero
4. Ni ligero ni fuerte
5. Moderadamente fuerte
6. Fuerte
7. Muy fuerte

**TABLA 64. PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE OLOR**

OLOR								
	PROMEDIOS							
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	1,25	1,50	4,00	4,25	0,75	2,25	2,00	4,00
2	1,50	1,00	4,25	4,25	1,25	1,75	2,00	4,25
3	1,50	1,00	3,75	4,25	1,25	2,00	1,75	4,00
4	1,75	1,25	4,00	3,75	1,00	1,75	2,00	4,00
5	1,25	1,50	4,50	4,50	1,50	2,25	2,00	4,00
6	1,25	1,50	4,50	4,00	0,75	2,00	1,75	4,25
7	1,50	1,00	3,75	4,50	0,75	2,00	1,75	4,50
8	1,25	1,75	4,00	4,25	0,75	2,25	1,75	4,25
9	1,75	1,00	3,75	4,00	1,00	2,25	2,00	4,00
10	1,75	1,00	4,25	4,25	1,00	2,00	1,75	4,50
11	1,50	1,25	4,50	4,00	1,25	1,50	2,25	4,50
12	1,00	1,50	4,25	4,00	1,00	1,75	1,50	4,25
13	1,50	1,25	4,25	4,25	1,00	1,75	2,25	4,50
14	1,75	1,50	4,00	4,25	1,00	1,75	1,50	4,50
15	1,50	1,00	4,25	4,00	1,00	2,50	2,25	4,00
16	1,75	1,00	4,25	4,00	0,75	2,00	1,50	4,50
17	1,50	1,25	4,25	3,75	0,75	2,25	2,00	4,25
18	1,50	1,50	4,25	4,25	1,25	2,00	1,25	4,25
19	1,25	1,00	4,00	4,25	1,00	2,25	1,75	4,25
20	1,50	1,25	4,00	4,00	1,25	1,75	1,50	4,50
SUMA	29,50	25,00	82,75	82,75	20,25	40,00	36,50	85,25
PROMEDIO	1,475	1,250	4,138	4,138	1,013	2,000	1,825	4,263

Fuente: Los Autores

**TABLA 65. DATOS TABULADOS DE LA VARIABLE ACEPTABILIDAD**

CATADORES	ACEPTABILIDAD																							
	RÉPLICA 1								RÉPLICA 2								RÉPLICA 3							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	5	7	2	3	6	7	7	5	6	6	2	4	7	7	6	3	6	7	3	5	6	7	6	5
2	6	6	2	4	7	7	6	3	5	6	1	3	6	7	6	4	6	6	2	4	7	7	6	3
3	5	6	2	3	5	7	6	4	5	5	1	3	5	7	6	5	4	5	2	4	7	6	7	4
4	6	6	3	3	6	7	7	3	6	6	3	4	6	7	6	4	5	6	2	3	6	7	6	4
5	5	6	3	4	7	7	6	3	6	5	2	4	7	6	7	3	5	7	3	4	7	6	7	5
6	6	6	2	4	6	6	7	3	5	6	2	3	6	6	7	4	5	7	2	4	6	7	6	5
7	6	7	3	3	7	7	7	3	6	6	2	4	7	7	7	4	6	7	1	5	6	6	7	5
8	6	5	2	4	6	6	6	3	5	6	2	4	7	6	6	5	6	7	2	5	6	6	7	4
9	6	6	3	3	6	7	7	3	6	5	1	3	6	7	7	5	5	6	1	5	5	6	7	5
10	6	6	2	3	7	6	6	4	6	6	2	4	7	7	6	4	5	7	1	4	7	7	6	4
11	5	6	2	3	5	7	7	3	6	6	2	4	6	7	7	3	6	6	2	3	6	7	6	5
12	6	7	2	3	6	7	6	3	5	7	2	3	6	7	7	5	5	6	3	4	6	6	7	4
13	5	6	3	4	6	7	6	4	5	6	3	4	7	6	7	3	4	7	3	3	7	7	6	4
14	6	7	2	4	6	6	7	3	6	6	2	2	7	7	6	5	6	7	2	3	6	6	6	4
15	6	6	2	4	7	7	5	3	6	7	2	3	6	7	7	5	5	7	3	3	7	7	7	5
16	6	7	2	3	5	5	7	4	6	7	2	4	7	5	7	4	5	6	2	4	6	7	6	5
17	5	7	1	4	6	7	6	3	7	7	2	3	7	7	6	5	6	6	2	3	7	7	5	4
18	6	6	2	4	7	6	6	3	6	7	2	3	7	6	7	3	5	7	2	3	6	7	7	5
19	6	6	2	4	6	7	7	3	6	6	2	3	6	7	5	5	6	5	1	4	7	7	7	3
20	6	6	1	4	7	6	6	3	6	7	2	4	6	7	7	5	6	7	2	3	7	6	6	5
Σ	114	125	43	71	124	132	128	66	115	123	39	69	129	133	130	84	107	129	41	76	128	132	128	88
XM	5,7	6,3	2	3,6	6,2	6,6	6,4	3,3	5,8	6,2	2	3	6,5	6,7	6,5	4	5,4	6,5	2	4	6,4	6,6	6,4	4

Fuente: Los Autores

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta moderadamente
3. Me disgusta levemente
4. No me gusta ni me desagrada
5. Me gusta levemente
6. Me gusta moderadamente
7. Me gusta mucho

**TABLA 66. PROMEDIOS TABULADOS DE LA VARIABLE  
ACEPTABILIDAD**

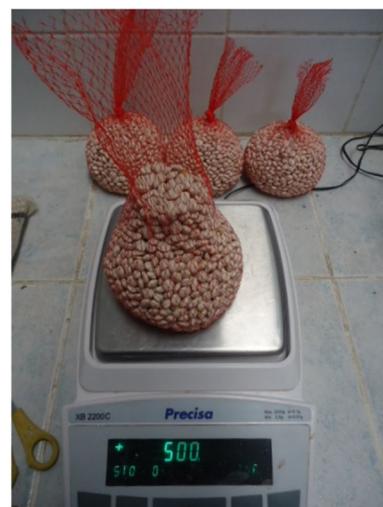
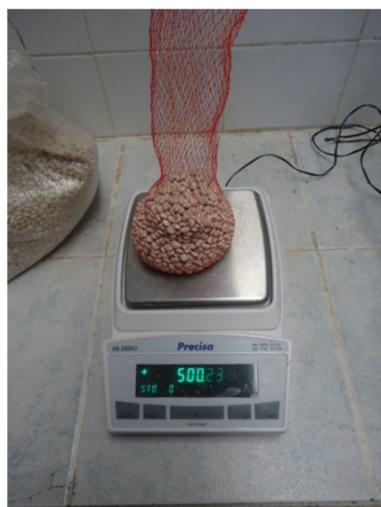
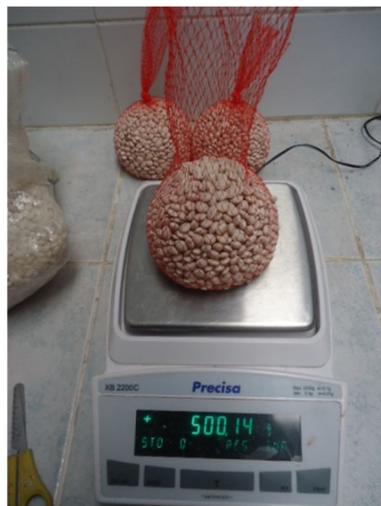
ACEPTABILIDAD								
	PROMEDIOS							
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	4,25	5,00	1,75	3,00	4,75	5,25	4,75	3,25
2	4,25	4,50	1,25	2,75	5,00	5,25	4,50	2,50
3	3,50	4,00	1,25	2,50	4,25	5,00	4,75	3,25
4	4,25	4,50	2,00	2,50	4,50	5,25	4,75	2,75
5	4,00	4,50	2,00	3,00	5,25	4,75	5,00	2,75
6	4,00	4,75	1,50	2,75	4,50	4,75	5,00	3,00
7	4,50	5,00	1,50	3,00	5,00	5,00	5,25	3,00
8	4,25	4,50	1,50	3,25	4,75	4,50	4,75	3,00
9	4,25	4,25	1,25	2,75	4,25	5,00	5,25	3,25
10	4,25	4,75	1,25	2,75	5,25	5,00	4,50	3,00
11	4,25	4,50	1,50	2,50	4,25	5,25	5,00	2,75
12	4,00	5,00	1,75	2,50	4,50	5,00	5,00	3,00
13	3,50	4,75	2,25	2,75	5,00	5,00	4,75	2,75
14	4,50	5,00	1,50	2,25	4,75	4,75	4,75	3,00
15	4,25	5,00	1,75	2,50	5,00	5,25	4,75	3,25
16	4,25	5,00	1,50	2,75	4,50	4,25	5,00	3,25
17	4,50	5,00	1,25	2,50	5,00	5,25	4,25	3,00
18	4,25	5,00	1,50	2,50	5,00	4,75	5,00	2,75
19	4,50	4,25	1,25	2,75	4,75	5,25	4,75	2,75
20	4,50	5,00	1,25	2,75	5,00	4,75	4,75	3,25
SUMA	84,00	94,25	30,75	54,00	95,25	99,25	96,50	59,50
PROMEDIO	4,20	4,71	1,54	2,70	4,76	4,96	4,83	2,98

Fuente: Los Autores

# ANEXOS DE FOTOGRAFÍAS



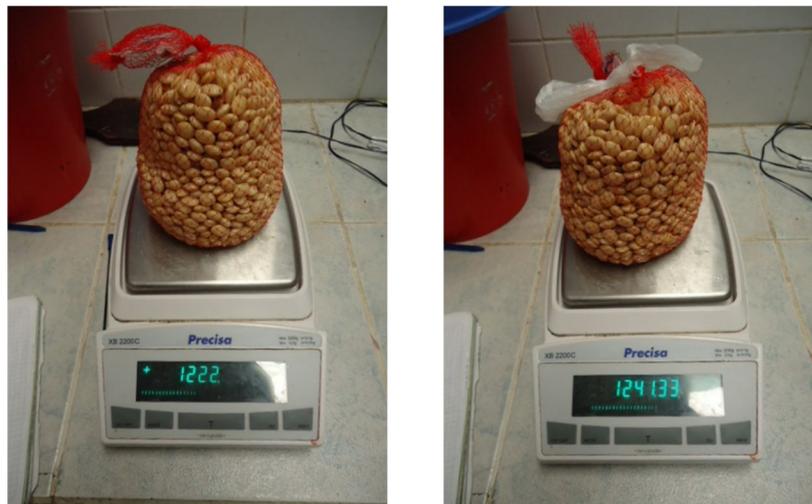
**FOTOGRAFÍA 1.** Obtención de la materia prima



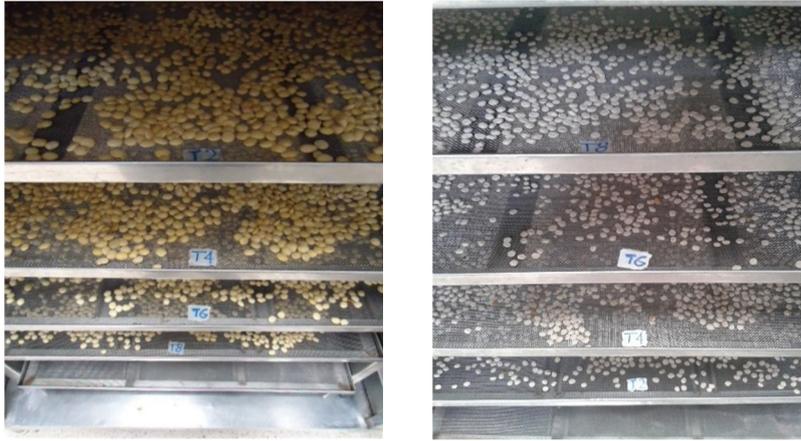
**FOTOGRAFÍA 2.** Pesaje de las muestras de estudio



**FOTOGRAFÍA 3.** Proceso de desamargado del chocho



**FOTOGRAFÍA 4.** Pesaje del chocho desamargado



**FOTOGRAFÍA 5.** Deshidratación del chocho desamargado



**FOTOGRAFÍA 6.** Pesaje del chocho deshidratado



**FOTOGRAFÍA 7.** Chocho molido



**FOTOGRAFÍA 8.** Pesaje de las muestras y colocación en los cartuchos de celulosa



**FOTOGRAFÍA 9.** Ensamble del equipo soxhlet



**FOTOGRAFÍA 10.** Aceite de chocho mezclado con el solvente



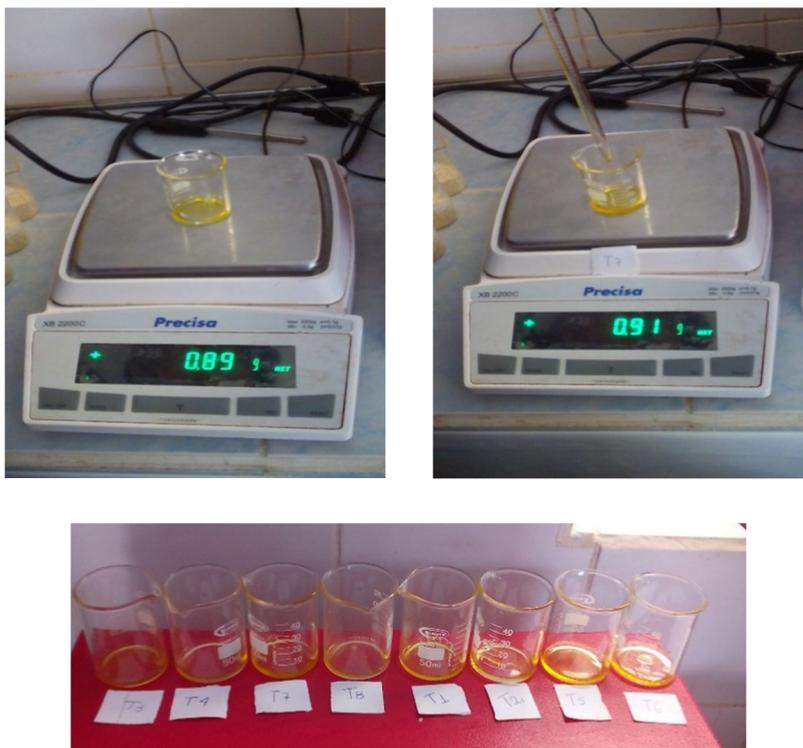
**FOTOGRAFÍA 11.** Aceite de chocho y harina desengrasada



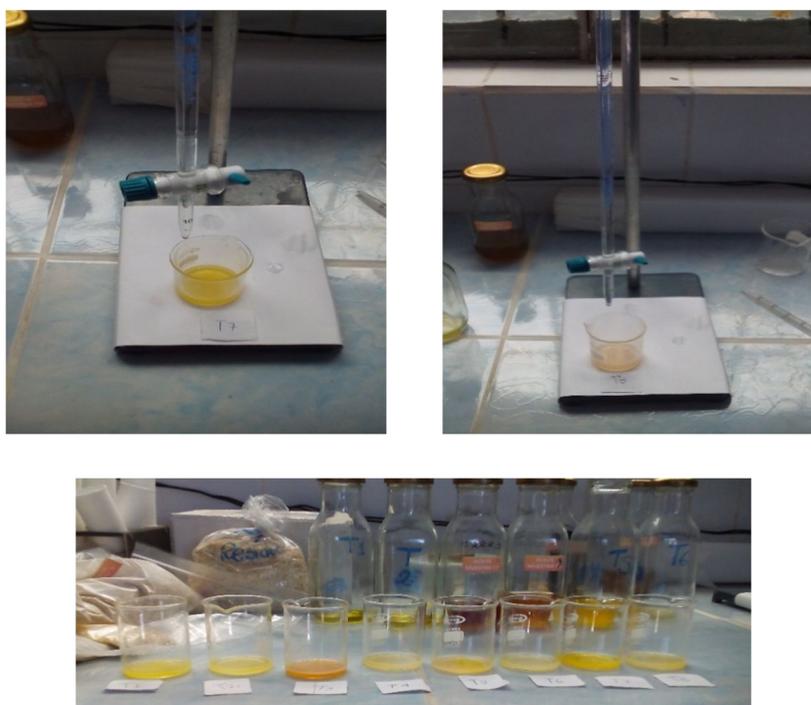
**FOTOGRAFÍA 12.** Eliminación del solvente restante en el aceite mediante baño María



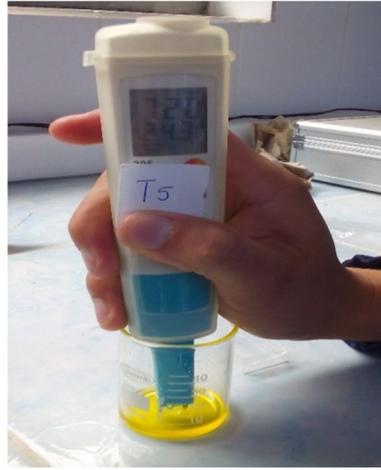
**FOTOGRAFÍA 13.** Aceite de chocho



**FOTOGRAFÍA 14.** Pruebas de densidad del aceite de chocho



**FOTOGRAFÍA 15.** Pruebas de acidez del aceite de chocho



**FOTOGRAFÍA 16.** Pruebas de pH del aceite de chocho



**FOTOGRAFÍA 17.** Cataciones efectuadas a los estudiantes de noveno ciclo de la carrera de ingeniería Agroindustrial