



**“Estudio del Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (*Passiflora edulis*), Considerando
Distintos Métodos de Extracción en Santo Domingo de los Tsáchilas”**

Jessica Fernanda, Alvear Zapata y Katerine Alexandra, Menéndez López

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo

Trabajo de Titulación, previo a la Obtención del Título de Ingeniería Agropecuaria.

PhD. Sungey Naynee, Sánchez Llaguno

Santo Domingo – Ecuador

Agosto del 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "ESTUDIO DEL ACEITE DE DOS VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), CONSIDERANDO DISTINTOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS" fue realizado por las señoritas **Alvear Zapata Jessica Fernanda** y **Menéndez López Katerine Alexandra** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto del 2020

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D.

C.C. 1205348673



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO DE TITULACION Srtas. Jessica Alvear y
Katerine Menendez.docx (D78006464)

Submitted: 2020-08-20 20:18 (-05:00)

Submitted By: janeira1@espe.edu.ec

Significance: 7 %

Sources included in the report:

Torres, M. (10 de Septiembre de 2011). Clasificación y descripción botánica de la maracuyá. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3362>

Instances where selected sources appear: 1

Firma

A handwritten signature in blue ink, reading 'Sungey Sánchez de Neira', written over a horizontal dashed line.

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D.

C.C. 1205348673



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Alvear Zapata Jessica Fernanda y Menéndez López Katerine Alexandra**, con cédulas de ciudadanía n°2300255144 y 1726073909, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“ESTUDIO DEL ACEITE DE DOS VARIETADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), CONSIDERANDO DISTINTOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto del 2020

Alvear Zapata Jessica Fernanda

C.C.2300255144

Menéndez López Katerine Alexandra

C.C. 1726073909



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras **Alvear Zapata Jessica Fernanda** y **Menéndez López Katerine Alexandra**, con cédulas de ciudadanía n°2300255144 y 1726073909, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “ESTUDIO DEL ACEITE DE DOS VARIEDADES DE MARACUYÀ (*Passiflora edulis*), CONSIDERANDO DISTINTOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto del 2020

Alvear Zapata Jessica Fernanda

C.C.2300255144

Menéndez López Katerine Alexandra

C.C. 1726073909

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por guiarme en el trayecto de mi carrera y ayudarme a culminar mis estudios, a mis padres Mariana y Fernando por todo el cariño que me han brindado y por haberme apoyado e incentivado a seguir adelante aun cuando el camino fue difícil, a mi hermano Ángel por ser quien me impulso a cumplir siempre las metas que me he propuesto, a mis tíos Amable y Marina por ser parte fundamental de mi formación personal, a mi querido Jonathan por brindarme su comprensión y haber caminado conmigo por el sendero del conocimiento, a mis maestros por haberme regalado un poquito de su gran sabiduría.

Dedico este trabajo a todos los miembros de mi familia que estuvieron presentes en cada etapa de mi formación y me apoyaron hasta llegar al cumplimiento de mi más anhelado sueño, además quiero agregar a quienes sin ser parte de mi familia se han convertido en seres muy queridos y allegados a mí, con cariño para ustedes Llara, Richard y Silvia.

Jessy

Esta investigación está dedicada primero a Dios por haberme dado la sabiduría y guiarme por el camino correcto para culminar unos de mis sueños más anhelados.

A mis padres Amy y Gary por apoyarme infinitamente en cada una de mis decisiones mostrándome siempre, el lado correcto y real de las cosas, es un privilegio ser su hija.

A mi hermana María José por ser mi confidente y mi soporte en todo momento, te admiro demasiado.

A Wilmer por apoyarme siempre en silencio, pero muy de cerca, lo quiero mucho Donwi.

A mi madrina Aida por estar siempre a pesar de la distancia, gracias y mi padrino Marcelo esta meta va directa al cielo, mi papito del alma.

A mis primos Karen, Xavier y Alex por ser parte de este sueño y no dejarme rendir jamás. Los quiero mucho, ustedes son mis hermanos.

A toda mi familia por tenerme presente siempre en sus oraciones.

A todos mis amigos pues con ustedes los momentos vividos son los mejores recuerdos que llevo en mi corazón de mi vida universitaria.

Gracias infinitas esta meta es de todos, los amo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE, por haberme colmado de conocimiento teórico y práctico que hoy en día representa la experiencia más importante para el impulso de mi carrera en la vida práctica.

A mis queridos docentes Sungey Sánchez y Juan Neira por su paciencia para enseñarme y por el impulso que me han brindado para concluir mis estudios.

A mí querido docente y amigo Dr. Gelacio Gómez por sus grandes consejos, y apoyo moral brindado durante el periodo académico.

A mí estimado Ing., Freddy Enríquez por su gran labor como docente.

A mis queridas compañeras y amigas Paola, Katy, María Gabriela, Dayanara y Mónica por ser parte de las experiencias vividas durante el transcurso de nuestra vida estudiantil.

Jessy

A la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE, por otorgarme el privilegio de cultivar mis conocimientos con sus excelentes docentes que forman parte de esta noble institución.

A nuestra directora de tesis Ph.D. Sungey Sánchez, por todos sus conocimientos, tiempo, paciencia y apoyo incondicional en el transcurso de esta investigación, gracias infinitas.

Al Ph.D. Juan Neira por su ayuda constante en el desarrollo de cada fase de investigación.

Al Ing. Fredy Enríquez por estar presente en el desarrollo de esta investigación, guiándonos siempre con paciencia y profesionalismo.

A la Ing. Katty Medina por su paciencia infinita y apoyo en el laboratorio.

A la Ec. Mercedes Montero por sus consejos siendo valiosos y acertados en todo momento.

A Carlos por estar presente en los buenos y malos momentos y contribución directa en este proyecto.

A mis amigas Pao, Mary Gaby, Jessy, Dayito, Moni, Cris, por estar presentes en todo momento apoyarnos siempre siendo y siendo leales y, siendo cómplices de muchas aventuras, siempre tendrán un lugar en mi corazón.

A Bryan, Jordy, Kevin, Roberto, Stalin, Fabricio, Danny por las ocurrencias y la sinceridad que los caracteriza, son los mejores.

Agradezco a cada uno de ustedes por cada consejo, palabra de aliento y mensajes llenos de cariño, para poder cumplir esta meta.

Kathy

INDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....	1
CERTIFICACIÓN.....	2
ANALISIS URKUND.....	3
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	8
INDICE DE CONTENIDO.....	10
INDICE DE TABLAS.....	14
INDICE DE FIGURAS.....	17
RESUMEN.....	18
SUMMARY.....	19
CAPITULO I.....	20
Introducción.....	20
Objetivos.....	22
<i>Objetivo General</i>	22
<i>Objetivos Específicos</i>	22
Hipótesis.....	23
<i>Hipótesis para el Factor A (Variedades)</i>	23
<i>Hipótesis para el Factor B (Acondicionamiento de la semilla)</i>	23
<i>Hipótesis para el Factor C (Solvente)</i>	23
CAPITULO II.....	24
Revisión de Literatura.....	24
Maracuyá.....	24
<i>Origen y Botánica</i>	24
<i>Clasificación Taxonómica</i>	25
Descripción Botánica.....	25
<i>Hojas</i>	25
<i>Zarcillos</i>	25
<i>Tallo</i>	26
<i>Raíces</i>	26
<i>Flores</i>	26
<i>Apertura de Flores</i>	27
Polinización.....	28
<i>Agentes Polinizadores</i>	28
Variedades.....	28
Composición Química.....	28

Usos.....	29
Efectos Secundarios al Consumir Maracuyá	30
<i>Partes Tóxicas</i>	30
<i>Compuestos Tóxicos</i>	30
<i>Efectos Tóxicos</i>	30
<i>Síndrome Látex – Fruta</i>	30
<i>Presencia de Cianuro</i>	31
Generalidades de Aceites Vegetales.....	31
<i>Composición Química de Aceites Vegetales</i>	31
Métodos para Extraer Aceites Vegetales.....	32
<i>Extracción de Aceites por Prensado</i>	32
<i>Extracción con Solventes</i>	32
Refinación de Aceites Vegetales	33
<i>Desgomado</i>	33
<i>Neutralización</i>	33
<i>Lavado con Agua</i>	33
<i>Desodorización</i>	33
<i>Winterización</i>	33
<i>Análisis Fisicoquímico de Aceites</i>	34
<i>Pruebas Físicas</i>	34
<i>Pruebas Químicas</i>	34
<i>Prueba toxicológica</i>	35
Consideraciones Generales	35
<i>Olor</i>	35
<i>Precio</i>	35
<i>Empaquetado</i>	35
<i>Consistencia</i>	36
CAPITULO III.....	37
Materiales y Métodos.....	37
Ubicación del Área De Investigación	37
<i>Ubicación Política</i>	37
<i>Ubicación Ecológica</i>	37
<i>Ubicación Geográfica</i>	38
Materiales.....	39
<i>Extracción de Aceite</i>	39

<i>Determinación de Solubilidad</i>	39
<i>Determinación de pH</i>	39
<i>Determinación de la Densidad</i>	40
<i>Determinación de Absorbancia</i>	40
<i>Determinación de Humedad</i>	40
<i>Determinación de Ceniza</i>	41
<i>Determinación de Impurezas por centrifugación.</i>	41
<i>Determinación de Índice de Acidez</i>	41
<i>Determinación del Índice de Peróxido</i>	42
<i>Determinación del Índice de Saponificación</i>	42
<i>Determinación de Cianuro del aceite</i>	43
Métodos	44
<i>Obtención de los Frutos de Maracuyá</i>	44
<i>Método de Extracción de Aceite</i>	44
<i>Análisis Físico Químico del Aceite de Maracuyá</i>	44
<i>Balance de materiales agronómicos</i>	44
<i>Diseño Experimental</i>	46
<i>Factores del experimento</i>	46
<i>Tratamientos</i>	46
<i>Tipo de diseño. Se empleó un esquema trifactorial (2X2X2)</i>	47
<i>Repeticiones. El experimento se conformó de tres repeticiones por</i>	47
<i>Análisis Estadístico</i>	47
<i>Esquema de análisis de varianza</i>	47
<i>Análisis funcional. Para establecer diferencia de los resultados de</i>	47
CAPITULO IV	53
Resultados.....	53
Rendimiento de Aceite obtenido para Pruebas Físicoquímicas y toxicológica.	53
Análisis de Varianza para las Variables de Estudio.	54
<i>Análisis de Varianza para la Variable pH</i>	54
<i>Análisis de Varianza para la Variable Densidad</i>	55
<i>Análisis de Varianza para la Variable Absorbancia</i>	56
<i>Análisis de Varianza para la variable Humedad</i>	57
<i>Análisis de Varianza para la Variable Ceniza</i>	58
<i>Análisis de Varianza para la Variable Impurezas por Centrifugación</i>	59
<i>Análisis de Varianza para la Variable Índice de Acidez</i>	60

<i>Análisis de Varianza para la Variable Índice de Peróxido</i>	61
<i>Análisis de Varianza para la Variable Índice de Saponificación</i>	62
<i>Análisis de Varianza para la Variable Contenido de Cianuro</i>	63
Resultado Cuantitativo de la Variable Solubilidad.....	64
Prueba de Significancia de Tukey $p < 0.05$ para los Factores en Estudio.....	65
<i>Prueba de Significancia de Tukey del Factor A</i>	65
<i>Prueba de Significancia de Tukey del Factor B</i>	68
<i>Prueba de Significancia de Tukey del Factor C</i>	71
Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*B	74
Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*C.....	77
Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción B*C.....	80
<i>Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*B*C</i>	83
Balace de Materiales Agronómicos.....	91
Comparación entre tratamientos representativos.	92
Comparación entre tratamientos representativos.	93
CAPITULO V	94
Discusión	94
Con Respecto al Factor A (Variedad)	94
Con Respecto al Factor B (Acondicionamiento)	96
Con Respecto al Factor C (Solvente)	96
Con Respecto a la Interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento)	97
Con Respecto a la Interacción A*C (Variedad*Solvente)	98
Con Respecto a la Interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente)	99
Con Respecto a la Interacción A*B*C (Variedad*Acondicionamiento*Solvente)	100
Con respecto al balace de materiales agronómicos.....	100
CAPITULO VI	101
Conclusiones y Recomendaciones	101
Conclusiones.....	101
Recomendaciones.....	105
CAPITULO VII.....	106
Bibliografía.....	106

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Composición Nutricional en 100 gramos de Pulpa con Semillas.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 2 Recursos Necesarios para la Extracción del Aceite de Maracuyá.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3 Recursos Necesarios para la Determinación de Solubilidad en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4 Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5 Recursos necesarios para la Determinación de la Densidad en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 6 Recursos Necesarios para la Determinación de Absorbancia en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7 Recursos necesarios para la Determinación de Humedad en el Aceite Crudo de</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 8 Recursos necesarios para la Determinación de Ceniza en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 9 Recursos Necesarios para la Determinación de Impurezas por Centrifugación en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 10 Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Acidez en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 11 Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Peróxido en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 12 Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Saponificación en el Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 13 Recursos Necesarios para la Determinación de Cianuro en el Aceite Crudo de</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 14 Factores y Niveles por Probar en la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).</i>	<i>46</i>

<i>Tabla 15 Tratamientos a Comparar en la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).</i>	46
<i>Tabla 16 Esquema del Análisis de Varianza para la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).</i>	47
<i>Tabla 17 Análisis de Varianza del Rendimiento del Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	53
<i>Tabla 18 Análisis de Varianza para la Variable pH.</i>	54
<i>Tabla 19 Análisis de Varianza para la Variable Densidad</i>	55
<i>Tabla 20 Análisis de Varianza para la Variable Absorbancia.</i>	56
<i>Tabla 21 Análisis de Varianza para la Variable Humedad</i>	57
<i>Tabla 22 Análisis de Varianza para la Variable Ceniza</i>	58
<i>Tabla 23 Análisis de Varianza para la Variable Impurezas por Centrifugación</i>	59
<i>Tabla 24 Análisis de Varianza para la Variable Índice de Acidez</i>	60
<i>Tabla 25 Análisis de Varianza para la Variable Índice de Peróxido</i>	61
<i>Tabla 26 Análisis de Varianza para la Variable Índice de Saponificación</i>	62
<i>Tabla 27 Análisis de Varianza para la Variable Contenido de Cianuro</i>	63
<i>Tabla 28 Resultados de la Variable Cuantitativa de la Solubilidad del Aceite Crudo de Maracuyá.</i>	64
<i>Tabla 29 Prueba de Tukey para el Factor A (Variedad)</i>	65
<i>Tabla 30 Prueba de Tukey para el Factor B (Acondicionamiento)</i>	68
<i>Tabla 31 Prueba de Tukey para el Factor C (Solvente)</i>	71
<i>Tabla 32 Prueba de Tukey para la Interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento)</i>	74
<i>Tabla 33 Prueba de Tukey para la Interacción A*C (Variedad*Solvente)</i>	77
<i>Tabla 34 Prueba de Tukey para la Interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente)</i>	80
<i>Tabla 35 Prueba de Tukey para la Interacción A*B*C</i>	83
<i>Tabla 36 Matriz de Correlación de Componentes Principales.</i>	87
<i>Tabla 37 Matriz de Componente.</i>	89

<i>Tabla 38 Balance de Materiales.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 39 Comparación entre los tratamientos representativos.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 40 Rendimiento del aceite en distintos métodos de extracción.....</i>	<i>93</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Flor Hermafrodita</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2 Tipos de Flores</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3 Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4 Diagrama de Flujo de la Obtención de Aceite de Maracuyá (Amarilla y Morada).45</i>	
<i>Figura 5 Resumen de los resultados de las variables para el Factor A (Variedad), para la prueba de significancia de Tukey.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6 Resumen de los Resultados de las Variables para el Factor B (Acondicionamiento), para la Prueba de Significancia de Tukey.</i>	<i>68</i>
<i>Figura 7 Resumen de los Resultados de las Variables para el Factor C (Solvente), para la Prueba de Significancia de Tukey.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 8 Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento), para la prueba de significancia de Tukey.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 9 Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*C (Variedad*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 10 Resumen de los resultados de las variables para de la interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 11 Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*B*C (Variedad*Acondicionamiento*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 12 Dendograma para los factores en estudio.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 13 Gráfico de Sedimentación del Análisis de Componentes Principales.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 14 Gráfico del Análisis de Componentes Principales.</i>	<i>89</i>

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo el estudio de las características fisicoquímicas y toxicológicas del aceite de dos variedades de maracuyá obtenido a partir del método de extracción por solvente, considerando el acondicionamiento de la semilla con el fin de inferir su posible incidencia para consumo humano. El estudio se realizó en los laboratorios de bromatología de la universidad de las fuerzas armadas "ESPE" ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, parroquia Luz de América. El diseño experimental aplicado fue un esquema trifactorial (variedades: amarilla y morada; Presentación: semilla deshidratada entera y pulverizada, solventes: éter etílico y éter de petróleo;) en un D.B.C.A. conformado por 8 tratamientos con tres repeticiones, obteniendo 12 frascos con 150mL de aceite cada uno, se analizaron las propiedades físicas (rendimiento, solubilidad, pH, densidad, humedad, ceniza, impurezas y absorbancia), propiedades químicas (índice de acidez, índice de peróxido e índice de saponificación), propiedades toxicológicas (contenido de cianuro). Los resultados manifestaron con la prueba de tukey ($P > 0,05$), como mejores tratamientos al V2A2S1 y V2A2S2 de acuerdo a rendimiento de 13,56 y 21,50% , pH 1,55 y 2,7, densidad de 0,88 y 0,90g/cm³, impurezas de 1,50 y 0,03%, absorbancia de 1,64 y 0,18 U.A. (270nm), índice de acidez 3,8 y 14,7mg de KOH/g, índice de saponificación 452,54 y 686,29, índice de peróxido 2,49 y 5,7meqO²/kg, y contenido de cianuro de 0,56 y 0,43%, de esta manera la caracterización del aceite estuvo dentro de los rangos óptimos según las normas, es importante poner en consideración su método de extracción para sus fines industriales

Palabras clave: *Aceite de maracuyá, Oleaginosas, Metodos de extracción, Cianuro*

SUMMARY

This research aimed to study the physicochemical and toxicological characteristics of the oil of two varieties of passion fruit obtained from the solvent extraction method, considering the conditioning of the seed in order to infer its possible incidence for human consumption. The study was carried out in the food science laboratories of the university of the armed forces "ESPE" located in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Luz de América parish. The experimental design applied was a trifactorial scheme (varieties: yellow and purple; Presentation: whole and pulverized dehydrated seed, solvents: ethyl ether and petroleum ether;) in a D.B.C.A. consisting of 8 treatments with three repetitions, obtaining 12 bottles with 150mL of oil each, the physical properties (yield, solubility, pH, density, humidity, ash, impurities and absorbance), chemical properties (acid index, peroxide and saponification index), toxicological properties (cyanide content). The results manifested with the tukey test ($P > 0.05$), as better treatments to V2A2S1 and V2A2S2 according to yield of 13.56 and 21.50%, pH 1.55 and 2.7, density of 0,88 and 0.90g / cm³, impurities of 1.50 and 0.03%, absorbance of 1.64 and 0.18 AU (270nm), acid number 3.8 and 14.7mg KOH / g, saponification number 452.54 and 686.29, peroxide number 2.49 and 5.7meqO₂ / kg, and cyanide content of 0,56 and 0.43%, in this way the characterization of the oil was within the optimal ranges according to the standards, it is important to consider its extraction method for industrial purposes.

Keywords: *Passion fruit oil, Oleaginous, Extraction methods, Cyanide*

CAPITULO I

Introducción

En Ecuador esta fruta es cultivada principalmente por pequeños productores, pues el 80% de los casi 6 800 agricultores que se dedican a esta actividad está en ese rango. Aunque Brasil es el mayor productor de la fruta, Ecuador lidera la exportación de Latinoamérica, debido a que el 'gigante de la región' destina la mayor parte de su producción al consumo local (Tapia , 2015).

La mayor superficie cultivada de maracuyá se encuentra localizada en la franja costera del país que corresponde a las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas (Lucas, 2013).

La parchita o maracuyá (*Passiflora edulis*) es un rubro frutícola que ha experimentado un creciente aumento del área cultivada, por lo que se hace necesario el desarrollo de actividades agroeconómicas que posean ventajas y constituyan una fuente de materia prima para la agroindustria local (Cañizares & Jaramillo, 2015).

El procesamiento de la maracuyá origina cantidades apreciables de semillas como subproductos agrícolas durante su procesamiento agroindustrial, los cuales son utilizados únicamente para elaboración de abonos orgánicos, en alimentación para animales o sencillamente enviados a un relleno sanitario (Pantoja, Hurtado, & Martinez, 2016).

Las semillas de maracuyá contienen un alto porcentaje de aceite vegetal, que oscila entre un 16.7–33.5%, dependiendo de la técnica de extracción, el tipo de solvente, las condiciones de operación y las zonas geográficas donde se cultiva esta fruta. Los aceites de maracuyá están compuestos de alto valor nutricional como ácidos grasos, principalmente linoleico, oleico y palmítico, además el aceite de maracuyá cuenta con características antioxidantes y es considerado como una fuente promisoría para posibles aplicaciones en la industria alimentaria (Pantoja, Hurtado, & Martinez, 2016).

Según (Pantoja, Hurtado, & Martínez, 2016); el contenido de extracto etéreo de las semillas de maracuyá pueden ser una fuente promisorio del 27.6% de aceite, 55.5% de fibra y 15.2% proteína, se estima que los residuos del procesamiento de maracuyá alcanzan entre un 61-86% de la cantidad de frutas procesadas, los cuales pueden ser aprovechados para la obtención de productos de interés en la industria, generando un valor agregado y mitigando la contaminación ambiental, que estos pueden generar cuando no son manejados adecuadamente.

El problema más importante que se presenta en la extracción del aceite de maracuyá es el contenido de cianuro en su composición. Una de las causas principales es la variedad de la fruta utilizada durante la extracción del aceite. El maracuyá morado ha demostrado contener glucósidos cianogénicos, que al combinarse con algunas enzimas, pueden resultar en cianuro, una sustancia altamente tóxica, la toxicidad potencial de los glucósidos cianogénicos surge de la degradación enzimática para producir ácido cianhídrico, que puede dar lugar a una intoxicación aguda por cianuro y también se ha visto implicada en la etiología de varias enfermedades crónicas (Cressey, Saunders, & Goodman, 2013).

Los métodos de extracción incorrectos también pueden provocar un excesivo contenido de cianuro que rebasa los límites establecidos por las normas de calidad. Obteniendo como consecuencia daños perjudiciales en la salud humana.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar el aceite de dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*), considerando distintos métodos de extracción en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Objetivos Específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas y toxicológicas del aceite obtenido utilizando dos variedades de maracuyá.
- Evaluar distintos acondicionamientos de la semilla en el proceso de extracción de aceite de maracuyá.
- Determinar la influencia del tipo de solvente utilizado para la extracción de aceite.
- Demostrar mediante un balance de materiales el rendimiento a fin de optimizar el proceso de extracción.

Hipótesis

Hipótesis para el Factor A (Variedades)

- **Ho:** No existe diferencia en la calidad del aceite extraído de dos variedades de maracuyá.
- **Ha:** Existe diferencia en la calidad del aceite extraído de dos variedades de maracuyá.

Hipótesis para el Factor B (Acondicionamiento de la semilla)

- **Ho:** Los distintos acondicionamientos de la semilla en el proceso de extracción de aceite de maracuyá no afectan sus características físico-químicas.
- **Ha:** Los distintos acondicionamientos de la semilla en el proceso de extracción de aceite de maracuyá afectan sus características físico-químicas.

Hipótesis para el Factor C (Solvente)

- **Ho:** El tipo de solvente utilizado para la extracción de aceite no influye en el rendimiento del aceite.
- **Ha:** El tipo de solvente utilizado para la extracción de aceite influye en el rendimiento del aceite.

CAPITULO II

Revisión de Literatura

Maracuyá

Origen y Botánica

Esta planta es originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia, pasando luego a Hawai en 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-Africa, India, Taiwan, Hawai, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).

Una de las posibles explicaciones del origen del nombre maracuyá es que los indígenas de Brasil llamaron la fruta "maraú-ya", que proviene de fruto "marahu", que a su vez viene de "ma-râ-ú" que significa "cosa que se come de sorbo", por lo que la unión de las dos palabras significa "fruto que se come de un sorbo"; al conocerla los colonizadores, la palabra se degeneró llegando a la que hoy conocemos; maracujá (en portugués) o maracuyá (en español) (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).

El maracuyá pertenece a la misma familia (*Passifloraceae*) de la Curuba (*P. Mollisima*), de la badea (*P. Quadrangularis*), y de la granadilla (*P. Ligularis*), a las que se parece en su hábito de vegetativo y flor. En el mundo existe un sinnúmero de nombres para esta planta como parcha o parchita en Puerto Rico, Venezuela y algunas regiones de Colombia; ceibey en Cuba, lilikoi en Hawaii; couzou, gredille, barbadine y fruit de la passion en Francia; Passion Fruit en países de habla inglesa; Maracuja y Passionsfrucht en alemán (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).

Clasificación Taxonómica

- **División:** Espermatofita
- **Subdivisión:** Angiosperma
- **Clase:** Dicotiledónea
- **Subclase:** Arquiclamídea
- **Orden:** Periales
- **Suborden:** Flacourtiinae
- **Familia:** Passifloraceae
- **Género:** Passiflora
- **Serie:** Incarnatae
- **Especie:** Edulis
- **Variedad:** Purpúerea y Flavicarpa

Descripción Botánica

Hojas

Son simples, alternas, comúnmente trilobuladas odigitadas, con márgenes finamente dentados, mide de 7 a 20 cm de largo y son de color verde profundo, brillantes en el haz y pálidas en el envés (Torres, 2011).

Zarcillos

Son redondos y en forma de espiral, alcanzan longitudes de 0.30 – 0.40 m, se originan en las axilas de las hojas junto a las flores; se fijan al tacto con cualquier superficie y son las responsables de que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador (Torres, 2011).

Tallo

El maracuyá es una planta trepadora, la base del tallo es leñosa, y a medida que se acerca al ápice va perdiendo esa consistencia. Es circular, aunque en otras especies como *P. alata* y *P. quadrangularis* es cuadrado (Torres, 2011).

Raíces

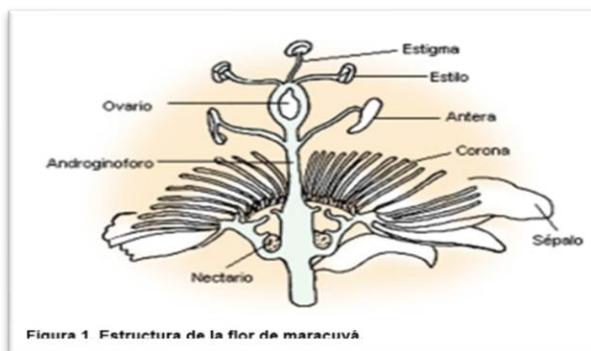
El sistema radicular es totalmente ramificado, sin raíz pivotante, superficial, distribuido en un 90% en los primeros 0.15 – 0.45 m de profundidad, por lo que es importante no realizar labores culturales que remuevan el suelo. El 68% del total de raíces se encuentran a una distancia de 0.60 m del tronco, factor a considerar al momento de la fertilización y riego (Torres, 2011).

Flores

Las flores son hermafroditas (perfectas), con un androginóforo bien desarrollado (Fig. 1). Nacen solitarias en las axilas, sostenidas por 3 grandes brácteas verdes que se asemejan a hojas. Las flores consisten en 3 sépalos de color blanco verdoso, 5 pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos que irradian hacia fuera, cuya base es de un color púrpura; estos filamentos tienen la función de atraer a los insectos polinizadores. Sobre el androginóforo se encuentra el órgano masculino llamado androceo, formado por 5 estambres con anteras grandes, que contienen los granos de polen que son amarillos y muy pesados, lo que dificulta la polinización por el viento, ya que la estructura femenina (gineceo) se ubica arriba de los estambres, además las anteras maduran antes que los estigmas, a eso se le llama dicogamia protándrica; el polen tiene una fertilidad del 70% (Torres, 2011).

Figura 1

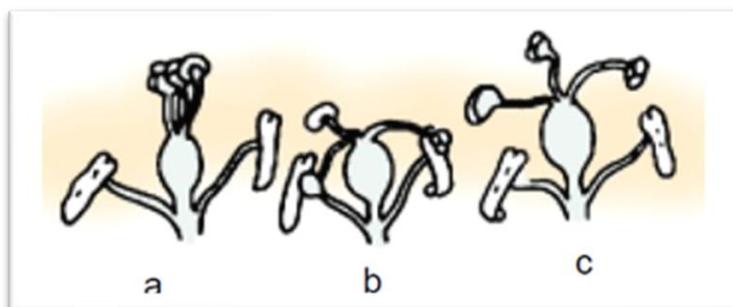
Flor Hermafrodita



El gineceo está formado por un ovario tricarpelar, unilocular y multiovulado, con estigma tripartido sostenido por un estilo, la curvatura de este estilo al momento de la antésis da origen a tres tipos de flores: flor con estilo sin curvatura (S.C.), flor con estilo parcialmente curvo (P.C.) y flor con estilo totalmente curvo (T.C.) (Torres, 2011).

Figura 2

Tipos de Flores



Apertura de Flores

Las flores del maracujá amarillo se abren entre las 12:30 p.m. y las 3:00 p.m., permaneciendo abiertas hasta las 8:00 p.m. Una vez cerradas no se vuelven a abrir. El tiempo de apertura de las flores es muy importante para programar la aplicación de pesticidas y riegos (Torres, 2011).

Polinización

Agentes Polinizadores

El maracuyá amarillo es autoestéril, por lo que depende de la polinización cruzada para la polinización, el aporte del viento es mínimo, debido a que los granos de polen son grandes y pesados; la polinización es realizada en un mayor porcentaje por insectos, específicamente por los abejorros (*Xilocopa* sp), quienes presentan la mayor eficiencia, debido a su gran tamaño. Las abejas (*Apis mellifera*) también contribuyen a la polinización, pero con menor influencia por el reducido tamaño con respecto a la flor. El cuadro 1 se presenta la influencia de ambos insectos en la polinización del maracuyá (FAO, 2012).

Variedades

Existen dos variedades o formas de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá): Maracuyá Amarillo (*Passiflora edulis* variedad *flavicarpa*) que presenta frutos vistosos de color amarillo con diversas formas. Esta variedad crece y se desarrolla muy bien en zonas bajas (Alvarado, 2012).

Es una planta más rústica y vigorosa que el Maracuyá púrpura. Maracuyá rojo o morado (*Passiflora edulis* variedad púrpura *Sims*) que presenta frutos pequeños de color rojo. Esta variedad crece y se desarrolla en zonas templadas (Alvarado, 2012).

Composición Química

La composición típica de la fruta de Maracuyá es la siguiente: cáscara 50-60%, el jugo 30-40%, semillas 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia (Cruz & Melendez, 2004).

Tabla 1

Composición Nutricional en 100 gramos de Pulpa con Semillas.

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	90
Agua	75.1g
Carbohidratos	21,2g
Grasas	0,7g
Proteínas	2,2g
Cenizas	0,8g
Calcio	13mg
Fosforo	64mg
Hierro	1,6mg
Tiamina	0,01mg
Riboflavina	0,13mg
Niacina	1,5mg
Ac. ascorbico	30mg

Nota: (IICA, 2000)

Usos

El fruto se consume como fruta fresca o en jugo. Se utiliza para preparar refrescos, néctares, yogures, mermeladas, licores, helados, enlatados. Se recomienda para bajar la presión arterial, como tranquilizante y como fuente de vitamina C. La semilla de maracuyá se suministra entera a las gallinas y a los cerdos se les da molida como fuente de grasa y proteína (Docsity, 2013).

El aceite de la semilla de maracuyá se utiliza en la preparación de ciertos productos cosméticos, debido a que este presenta una rica composición de ácidos grasos, ayudando a la restauración de la capa lipídica de la piel y volviéndola emoliente a través de la formación de

una película, dejando la piel sedosa. Se utiliza la manteca de la semilla en quemaduras, para aplacar dolores y también como hidratante, debido a su alta capacidad de absorción de agua, lo que posibilita la recuperación de la humedad natural de la piel. Actúa sobre el tejido cutáneo formando una película protectora que impide la evaporación de agua en la piel (Cruz & Melendez, 2004).

Efectos Secundarios al Consumir Maracuyá

Partes Tóxicas

Las hojas y las semillas inmaduras contienen ácido cianhídrico, mientras que las plantas contienen pasiflorina, las hojas contienen una sustancia amorfa llamada maracuyina, la cual en ratones es sedantes en pequeñas dosis y letal en dosis mayores, la raíz de *P. quadrangularis* es considerada narcótica y venenosa (Salinas, 2012).

Compuestos Tóxicos

Passiflorina y maracuyina.

Efectos Tóxicos

La pulpa es comestible y muy agradable al paladar, pero en grandes cantidades es indigesta y somnifera, efecto atribuido a la Passiflora que posee propiedades letárgicas. También pueden causar náuseas, vómitos, taquicardia, estupor, sedación, lentitud mental, en algunos casos hay aparición de urticaria, rinorrea, asma y vasculitis en La raíz fresca de *P. quadrangularis* es narcótica y venenosa (Salinas, 2012).

Síndrome Látex – Fruta

Aproximadamente la mitad de los pacientes alérgicos a látex muestran alergia asociada a determinados alimentos como castaña, kiwi, aguacate y plátano (aunque hay más implicados como papaya, nuez, higo, fruta de la pasión, mango, patata, tomate, etc.) (Saicex, 2004).

Estos alimentos tienen un alérgeno en común con el látex, que es una quitinasa, una proteína de defensa, que tiene reactividad cruzada con el alérgeno mayor del látex que es la heveína (Saicex, 2004).

En la mayoría de los casos, suele aparecer primero la alergia al látex y luego la alergia alimentaria, aunque hay casos en los que ocurre, al contrario, este síndrome es un ejemplo de reactividad cruzada entre los alérgenos de diferentes sustancias no relacionadas taxonómicamente (Saicex, 2004).

Presencia de Cianuro

El maracuyá morado puede contener glucósidos cianogénicos, que al combinarse con algunas enzimas, pueden resultar en cianuro, una sustancia altamente tóxica al consumirse en grandes cantidades, los glucósidos cianogénicos se encuentran en una amplia gama de especies de plantas, la toxicidad potencial de los glicósidos cianogénicos surge de la degradación enzimática para producir ácido cianhídrico, que puede dar lugar a una intoxicación aguda por cianuro y también se ha visto implicada en la etiología de varias enfermedades crónicas (Cressey, Saunders, & Goodman, 2013).

Generalidades de Aceites Vegetales

Los aceites y las grasas, cualquiera que sea su origen (vegetal o animal), son sustancias líquidas o sólidas, más o menos coloreada, untuosas, inflamables, fusibles, más livianas e insolubles en agua y en alcohol, constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Este último elemento no se encuentra en los aceites y grasas minerales. Los aceites y las grasas vegetales se encuentran en mayores proporciones en las semillas y en los frutos. Algunos se extraen de las raíces, aunque esto se hace en casos muy especiales (Cruz & Melendez, 2004).

Composición Química de Aceites Vegetales

Los aceites vegetales están constituidos por glicéridos terciarios, en los que la glicerina se combina con diversos ácidos grasos de peso molecular elevado, las características de cada aceite vegetal dependen de las proporciones en que cada glicérido entra en su composición. Los glicéridos que más abundan en los aceites vegetales son la estearina, la palmitina y la oleína. Los dos primeros son sólidos, mientras que el tercero es líquido a la temperatura

ordinaria. En las grasas vegetales (aceites sólidos), predominan la estearina y la palmitina (Cruz & Melendez, 2004).

En los aceites, el glicérido predominante es la oleína. Los procesos productivos para la obtención de aceites vegetales en la actualidad constan de dos grandes etapas las cuales se conocen como Extracción y Refinación (Cruz & Melendez, 2004).

Métodos para Extraer Aceites Vegetales

El aceite contenido en las semillas oleaginosas no se separa de estas mientras se encuentran frescas. Generalmente las semillas se estacionan en lugares apropiados durante cierto período de tiempo que depende de su grado de humedad (Infantes, 2014).

La semilla seca se debe conservar sin que se alteren sus propiedades, por el contrario, en una semilla húmeda, si no se seca convenientemente se pueden desarrollar mohos y sabores desagradables que, al pasar al aceite lo harían muchas veces de difícil refinación (Infantes, 2014).

El aceite contenido en las semillas oleaginosas se puede extraer por dos procedimientos bien diferenciados:

- a) por prensado, y b) con disolventes.

Extracción de Aceites por Prensado

Para separar el aceite de las semillas pueden emplearse prensas mecánicas o hidráulicas, que a su vez pueden ser continuas o discontinuas (Infantes, 2014).

Extracción con Solventes

El proceso de extracción de aceites con solventes permite el agotamiento casi total de la semilla (Infantes, 2014).

Este proceso consiste en tratar las semillas con un solvente volátil que generalmente es el n-hexano, el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este, luego a través de un proceso de destilación se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su reutilización (Infantes, 2014).

Refinación de Aceites Vegetales

Los aceites obtenidos por los métodos antes mencionados deben someterse, pues, a ciertos tratamientos de purificación y refinación, con los cuales se eliminan todas aquellas características que afectan su calidad.

Según Lucas, 2013 los tratamientos generales de refinación que se aplican comúnmente a los aceites vegetales son:

Desgomado

Este proceso consiste en retirar del aceite principalmente los fosfáticos (gomas) y como consecuencia se logrará disminuir los sedimentos, color y acidez en el aceite procesado en esta etapa.

Neutralización

El objetivo principal es la reducción de ácidos grasos y el color. Un objetivo más moderno es la reducción del contenido de fosfátidos o fósforo (p) hasta llegar lo más cerca posible a cero.

Lavado con Agua

El objetivo del lavado con agua es eliminar cualquier vestigio de jabones y fosfátidos residuales que permanecen en el aceite después del centrifugado primario.

Desodorización

Este proceso se lleva a cabo utilizando altas temperaturas en el cual se reducirán las cantidades de ácidos libres, se retirarán los compuestos causantes del sabor y olor; tales como aldehídos, alcoholes, pigmentos colorantes y se tendrá la destrucción de los peróxidos.

Winterización

Se aplicarán bajas temperaturas al aceite para separar los glicéridos saturados que precipiten con el cambio de temperatura.

Análisis Fisicoquímico de Aceites

Según Cruz & Melendez, (2004) los análisis fisicoquímicos de los aceites llevan varios parámetros descritos a continuación:

Pruebas Físicas

- **Solubilidad**

Se basará en la presencia o ausencia en la sustancia de ciertos grupos funcionales y en la posibilidad de interacción de estos grupos con las moléculas de solvente.

- **pH**

Se define como el valor dado por un potenciómetro capaz de reproducir valores de pH de 0.02 unidades usando dos electrodos indicadores sensibles a la actividad del ión hidrógeno como el electrodo de vidrio y un electrodo de referencia adecuado.

- **Densidad**

La densidad se define como la masa de una sustancia por unidad de volumen.

- **Absorbancia**

Proporciona indicaciones sobre la calidad de un aceite y su estado de conservación.

- **Humedad**

El contenido de humedad frecuentemente es un índice de calidad y estabilidad, así como también es una medida de la importancia para su manejo, almacenamiento y transporte.

- **Cenizas**

Este procedimiento está dado con el fin de determinar el porcentaje del material en prueba que es volatilizado y sometido bajo las condiciones especificadas. El procedimiento especificado es no destructivo para la sustancia bajo prueba.

- **Impurezas**

Determina la cantidad de sedimentos dentro de las muestras.

Pruebas Químicas

- **Índice de acidez (I.A)**

Es la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio, necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de muestra.

- **Índice de peróxido (I.P)**

Es el número que expresa en meq. De oxígeno activo, la cantidad de peróxido contenido en 1000 gramos de muestra.

- **Índice de saponificación (I.S)**

Es la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio requerida, para llevar a cabo la hidrólisis alcalina de los ácidos contenidos en un gramo de grasa o aceite.

Prueba toxicológica

- **Cianuro**

Es la cantidad en ppm permitidos en un aceite para determinar su toxicidad o no por su degradación enzimática.

Consideraciones Generales

Calle & Cobos, 2005 mencionan que los aceites esenciales de buena calidad se pueden distinguir de la siguiente manera:

Olor

El aceite debe emanar un olor igual a la planta que lo produce, caso contrario se lo considera adulterado, lo que proviene de una destilación secundaria o peor aún de una mezcla de químicos.

Precio

El precio diferenciado para cada uno de los aceites esenciales naturales en el mercado va de la mano con el tipo de extracción que se le practique.

Empaquetado

Se aconseja guardarlos en frascos de vidrios, de colores opacos y bien cerrados, para preservar que no se vea afectado por la acción del aire y/o humedad.

Consistencia

Los aceites son claros, no se sienten pesados y suelen evaporarse fácilmente.

CAPITULO III

Materiales y Métodos

Ubicación del Área De Investigación

Ubicación Política

- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: Luz de América
- Sector: km 35 Vía Quevedo

Ubicación Ecológica

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical
- Altitud: 224 msnm
- Temperatura media: 24.6 ° C
- Precipitación: 2860 mm año-1
- Humedad relativa: 85%
- Heliofanía: 680 horas luz año-1
- Suelos: Francos Arenoso

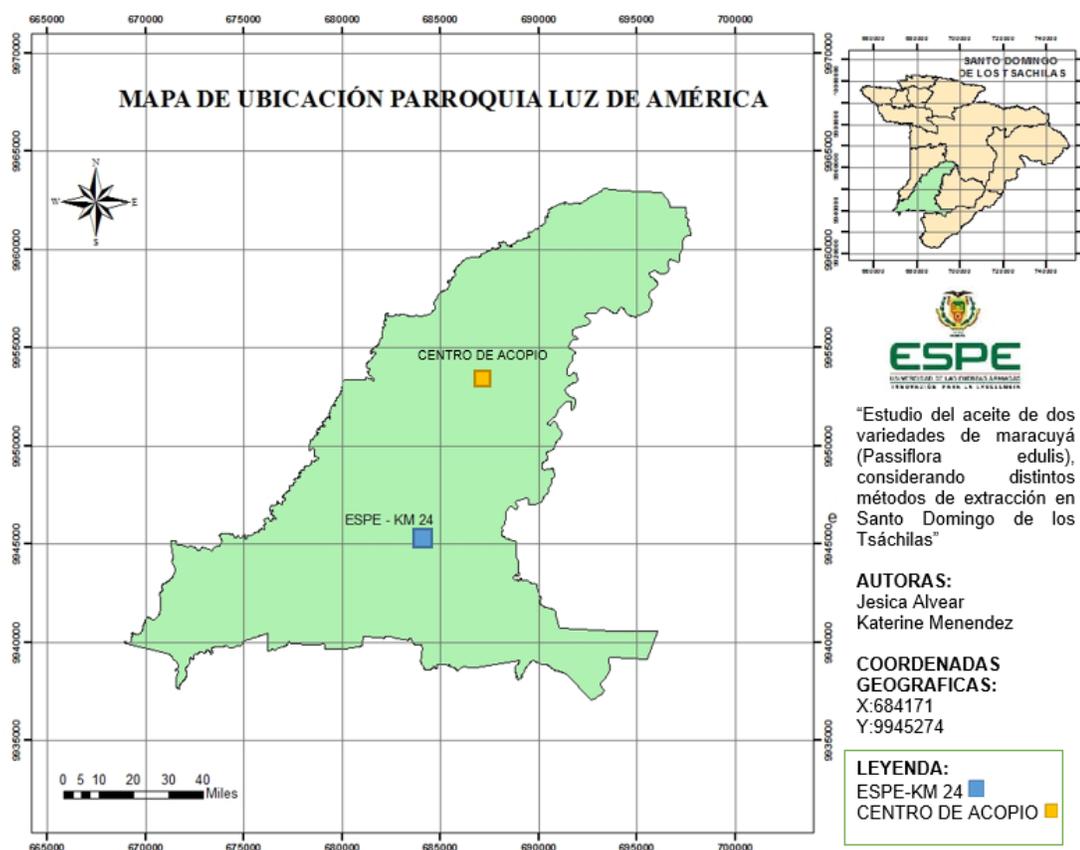
Fuente: Estación Agro meteorológica "Puerto Ila" Vía Quevedo Km 34.

Ubicación Geográfica

Este estudio se realizó en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, las pruebas bioquímicas y bromatológicas, se realizaron en los laboratorios de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Santo Domingo en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cantón Santo Domingo.

Figura 3

Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación



- Latitud: 684171
- Longitud: 9945274
- Altitud: 270 msnm

Materiales

Extracción de Aceite

Tabla 2

Recursos Necesarios para la Extracción del Aceite de Maracuyá.

Material	Equipos	Reactivos
Papel filtro	Extractor Soxhlet 45/50 con	Éter de Petróleo 40-60 °C
Recipientes metálicos para cocción	Matraz redondo de 500 ml Malla calentadora Estufa Balanza analítica	Éter Di etílico 80-100 °C

Determinación de Solubilidad

Tabla 3

Recursos Necesarios para la Determinación de Solubilidad en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Muestra
Agitador	Tubo de ensayo de 10ml	Aceite crudo de maracuyá

Determinación de pH

Tabla 4

Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Muestra
Potenciómetro	Vaso de precipitación de 200ml	Aceite crudo de maracuyá

Determinación de la Densidad

Tabla 5

Recursos necesarios para la Determinación de la Densidad en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Muestra
Cocineta	Picnómetros de 10ml	Aceite crudo de
	Termómetro	maracuyá

Determinación de Absorbancia

Tabla 6

Recursos Necesarios para la Determinación de Absorbancia en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Espectrofotómetro	Cuarzo	Éter etílico	Aceite crudo de
Termo Espectronico		Éter de petróleo	maracuyá
Genesys 10 Uv/ vis			

Determinación de Humedad

Tabla 7

Recursos necesarios para la Determinación de Humedad en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Determinador de humedad	Pinza	Água destilada	Aceite crudo de
METTLER TOLEDO			maracuyá

Determinación de Ceniza

Tabla 8

Recursos necesarios para la Determinación de Ceniza en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Mufla	Crisoles	Água destilada	Aceite crudo de
Estufa	Desecador		maracuyá

Determinación de Impurezas por centrifugación.

Tabla 9

Recursos Necesarios para la Determinación de Impurezas por Centrifugación en el Aceite Crudo de Maracuyá

Equipos	Insumos	Muestra
Centrifuga	Tubo de ensayo 10ml	Aceite crudo de maracuyá

Determinación de Índice de Acidez

Tabla 10

Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Acidez en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Potenciómetro	Vaso de	NaOH 0,1N	Aceite crudo de
Agitador	precipitación de	Agua Destilada	maracuyá
Plancha Térmica Magnética	200ml		
Equipo de titulación			

Determinación del Índice de Peróxido

Tabla 11

Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Peróxido en el Aceite Crudo de Maracuyá

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Agitador	Vaso de precipitación	Ácido acético glacial	Aceite crudo de
Plancha Térmica Magnética	Matraz Erlenmeyer	Cloroformo	maracuyá
Equipo de titulación	250ml	Yoduro de potasio	
		Tiosulfato Sódico	
		Solución de Almidón 0,1N	

Determinación del Índice de Saponificación

Tabla 12

Recursos Necesarios para la Determinación de Índice de Saponificación en el Aceite Crudo de Maracuyá.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Agitador	Vaso de precipitación	HCl	Aceite crudo de
Plancha Térmica Magnética	Matraz Erlenmeyer		maracuyá
Equipo de titulación	250ml		

Determinación de Cianuro del aceite

Tabla 13

Recursos Necesarios para la Determinación de Cianuro en el Aceite Crudo de

Maracuyá

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Agitador	Matraz Erlenmeyer	Nitrato de	Aceite crudo de
Plancha Térmica	250ml	cadmio	maracuyá
Magnética		Nitrato de Plata	
Equipo de titulación			

Métodos

Obtención de los Frutos de Maracuyá

Para la obtención de aceite de maracuyá se recolecto frutos procedentes de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, identificando dos variedades. Se utilizaron 2 kg de maracuyá amarilla y 2 kg de maracuyá morada los cuales fueron distribuidos en 250 g para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Método de Extracción de Aceite

Se utilizó el método de extracción por solvente manipulando un Extractor de Soxhlet 45/50 con matraz redondo de 500 mL en donde se condiciono por corrida un total de muestra máxima de 24 g, los cuales fueron contenidos en papel filtro para la extracción.

Se aplicaron dos tratamientos para el acondicionamiento de la semilla previo a la extracción los cuales radican en: entera y pulverizada, conjuntamente, se utilizaron dos tipos de solventes para la extracción: Éter de Petróleo grado reactivo ($T_b = 40 - 60\text{ }^\circ\text{C}$) y Éter Di etílico grado reactivo ($T_b = 80 - 100\text{ }^\circ\text{C}$) los cuales se utilizan normalmente para extracciones de aceites en la agroindustria.

Análisis Físico Químico del Aceite de Maracuyá

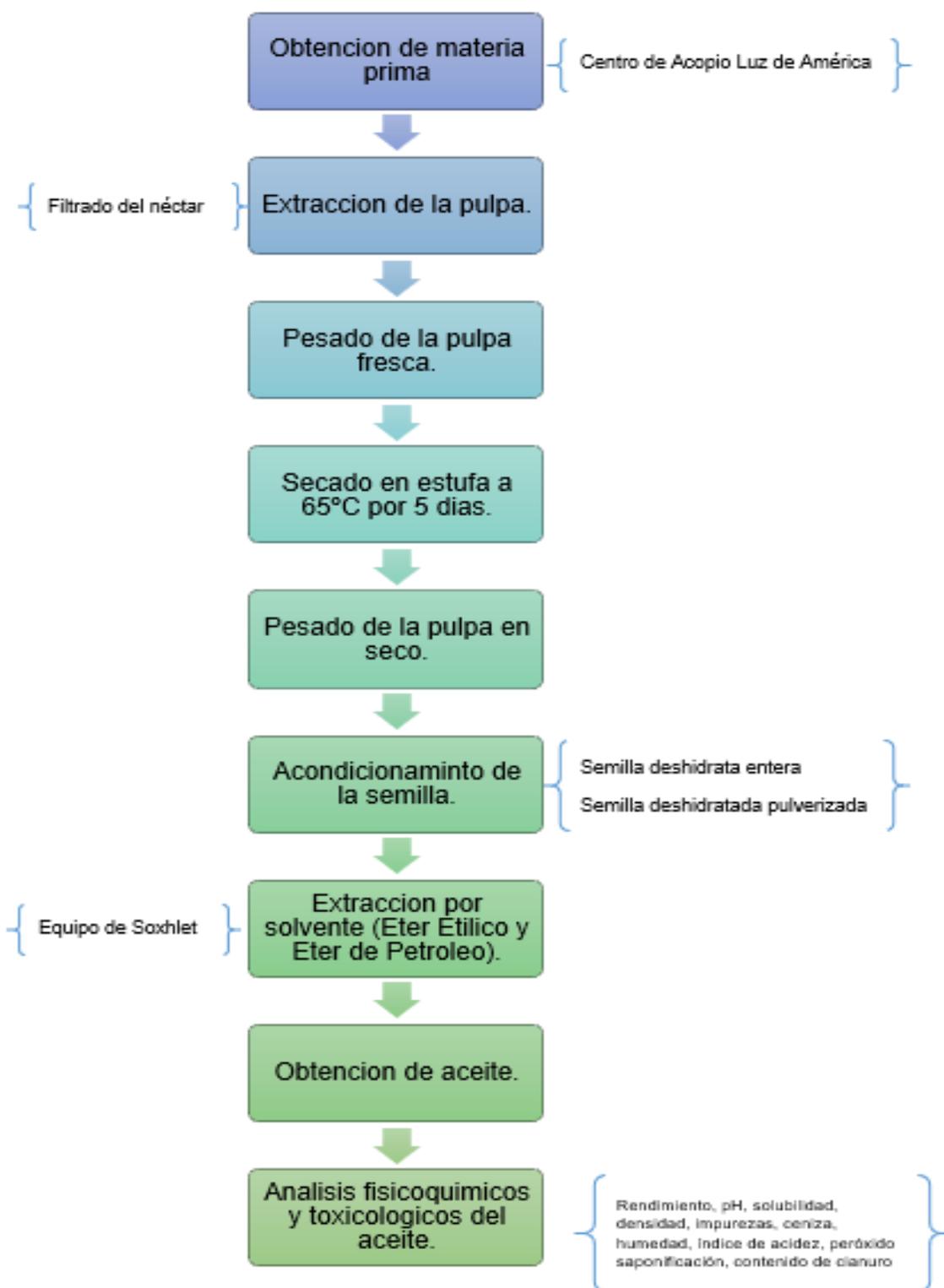
Se procedió a determinar las propiedades del aceite obtenido según las normas INEN, se evaluó Acidez, cenizas, rendimiento, contenido de humedad, índice de peróxido, índice de saponificación entre otros, sumado a esto se realizó un análisis toxicológico de las muestras sobre el contenido de cianuro del aceite obtenido.

Balance de materiales agronómicos

Se realizó un balance entre cada etapa del procesamiento para la obtención del aceite de cada variedad de maracuyá, tomando como referencia el diagrama de flujo del proceso.

Figura 4

Diagrama de Flujo de la Obtención de Aceite de Maracuyá (Amarilla y Morada).



Diseño Experimental

Factores del experimento.

Tabla 14

Factores y Niveles por Probar en la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).

Factores	Niveles
Variedades de maracuyá (V)	V1= Amarilla (<i>P. edulis flavicarpa</i>) V2= Morada (<i>P. edulis Sims.</i>)
Acondicionamiento de la semilla (A)	A1= Deshidratada Entera A2= Deshidratada Pulverizada
Tipos de solvente (S)	S1= Éter Di Etilico S2= Éter De Petróleo

Tratamientos

Tabla 15

Tratamientos a Comparar en la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).

Tratamiento	Factores	Descripción
T1	V1A1S1	Maracuyá Amarilla + Deshidratada Entera + Éter di etílico
T2	V1A1S2	Maracuyá Amarilla + Deshidratada Entera + Éter de petróleo
T3	V1A2S1	Maracuyá Amarilla + Deshidratada Pulverizada + Éter di etílico
T4	V1A2S2	Maracuyá Amarilla + Deshidratada Pulverizada + Éter de petróleo
T5	V2A1S1	Maracuyá Morada + Deshidratada Entera + Éter di etílico
T6	V2A1S2	Maracuyá Morada + Deshidratada Entera + Éter de petróleo
T7	V2A2S1	Maracuyá Morada + Deshidratada Pulverizada + Éter di etílico
T8	V2A2S2	Maracuyá Morada + Deshidratada Pulverizada + Éter de petróleo

Tipo de diseño. Se empleó un esquema trifactorial (2X2X2) conducido en un DCA con tres repeticiones por tratamiento.

Repeticiones. El experimento se conformó de tres repeticiones por tratamiento con un total de 24 unidades experimentales.

Análisis Estadístico

Esquema de análisis de varianza

Tabla 16

Esquema del Análisis de Varianza para la Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite de Dos Variedades de Maracuyá (Passiflora edulis).

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Variedad	V-1	1
Acondicionamiento de la semilla	A-1	1
Tipo de solvente	S-1	1
Variedad x Acondicionamiento de la semilla	(V-1)(A-1)	1
Variedad x Tipo de solvente	(V-1)(S-1)	1
Acondicionamiento x Solvente	(A-1)(S-1)	1
Variedad x acondicionamiento x Solvente	(V-1)(A-1)(S-1)	1
Replicas	R-1	2
Error Experimental		14
Total		23

Análisis funcional. Para establecer diferencia de los resultados de las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de significancia de Tukey ($p < 0,05$), para identificar grupos independientes a fin de tomar una decisión.

Variables a Medir

Rendimiento

Se evaluó la cantidad de aceite obtenido en ml por cada kg de fruta

Pruebas Físicoquímicas del Aceite

- **Solubilidad**

Dentro de este parámetro se tomó en consideración la normativa para determinar solubilidad en los lípidos, describiendo su metodología:

Se tomó 2ml de aceite en dos tubos de ensayo por tratamiento, a cada uno se le añadió 2ml de agua y éter respectivamente, se agito y se dejó reposar, por 5 minutos, luego se observó si el aceite se disolvió o no.

- **pH**

Para determinar este parámetro, se realizó el procedimiento, detallado en la Norma Técnica (NTE INEN 0389, 1986) que se describe a continuación:

Previo a realizar las lecturas se verifico la validez del potenciómetro en un vaso de precipitación, con solución buffer con pH 4 a 30°C, para evaluar el pH de las muestras se tomó 5ml de la muestra agregando 1ml de agua hervida y enfriada, homogenizando la muestra, en un vaso de 25ml realizando tres lecturas con el potenciómetro a cada muestra.

- **Densidad**

Para determinar la densidad se aplicó la siguiente metodología establecida por la Norma Técnica (NTE INEN 0035, 1973) descrita a continuación:

Se tomó como referencia picnómetros de 10ml, los cuales se pesaron vacíos y secos, luego se les añadió agua hervida y enfriada a 18°C, evitando la formación de burbujas, se sumergió el picnómetro en agua a 25°C por 30min, luego de esto se lo enfrió a temperatura ambiente por 30min y se lo peso, luego de esto se lavó con éter, y alcohol los picnómetros hasta secarlos nuevamente y realizar el mismo procedimiento con las muestras de cada tratamiento.

Luego de los datos obtenidos se reemplazó en la fórmula detallada a continuación:

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

Donde:

- d_{25} = Densidad relativa
- m = masa del picnómetro vacío, en g
- m_1 = masa del picnómetro con agua destilada, en g
- m_3 = masa del picnómetro con la muestra (hasta la mitad), en g
- m_4 = masa del picnómetro con muestra y agua destilada, en g

- **Determinación de Absorbancia**

Para determinar este parámetro se utilizó un equipo Espectrofotómetro Termo Espectronico Genesys 10 Uv/vis

- **Determinación de Humedad**

Para la determinación de este parámetro se utilizó un determinador halógeno de humedad METTLER TOLEDO, para esto procedimiento se tomó 5gr de la muestra y se dejó que el equipo de la lectura final.

Para este procedimiento se utilizó las muestras enteras y con el aceite obtenido para tener la valoración de todas ellas.

- **Cenizas**

Para esta variable se utilizó la metodología de la Norma Técnica (NTE INEN 348, 1978) detallada a continuación:

Antes de iniciar con la metodología, se pesó los crisoles que se utilizaron, luego se pesó 3g de muestra de cada tratamiento, se llevó a un mechero para incinerar la muestra, luego se llevó a la mufla por 4 horas a 600°C, luego de transcurrido el tiempo se llevó al desecador por 45min, y se pesó para obtener el porcentaje final, se utilizó la humedad obtenida en el determinador halógeno de humedad.

Se utilizó la siguiente formula:

$$\%C = 100 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Donde:

- % C = Porcentaje de cenizas.
- m_1 = masa de la capsula vacía, en g
- m_2 = masa de la capsula con la muestra, en g
- m_3 = masa de la capsula con las cenizas, en g
- **Determinación de Impurezas por centrifugación.**

Se llenó los tubos con 5ml de la muestra, se llevó a la centrifuga por 5min (3000rpm), luego se determinó el contenido de impurezas con una regla de tres relacionando el volumen de la muestra empleada y el volumen sedimentado en el tubo.

- **Índice de acidez**

De acuerdo con la Norma Técnica (NTE INEN 0038, 1973) describe la siguiente metodología.

Para esta metodología se realizó con matraz de 250ml, se tomó el peso vacío del matraz, luego se pesó 50gr de la muestra, mas 100ml de Alcohol Neutro y 3 gotas de Fenolftaleína, esta muestra se tituló con Hidróxido de Sodio al 0.1N, hasta que tomo un color rosa pálido que persistió por 30segundos, determinando por medio de la formula el índice de acidez para las muestras.

$$IA = \frac{56,1 V * N}{m}$$

Donde:

- I.A = índice de acidez de la muestra
- V = Volumen de la solución de NaOH 0.1 N usados en la valoración.
- N= normalidad de la solución de NaOH 0.1 N
- m = masa de la muestra analizada.

- **Índice de peróxido**

Para esta variable se utilizó la metodología de la Norma Técnica (NTE INEN 277, 1978) describiendo el procedimiento a continuación:

Antes de iniciar con el proceso se tomó el peso del matraz vacío, se adiciono 2,5 g de la muestra, mas 15ml de una solución de Ácido acético glacial y cloroformo, y 0,25ml de yoduro de potasio esto se dejó reposar por un minuto y se adiciono 15ml de agua, luego se procedió a titular con Tiosulfato Sódico, hasta que el color amarillo desapareció de la muestra, se le agrego 0,25ml de Solución de Almidón haciendo que la muestra tome un color verde limón en el caso del aceite.

De igual forma se realizó un blanco como lectura inicial para poder aplicar la formula correspondiente.

$$I = \frac{(v N)}{m} 1000$$

Donde:

- I = Índice de peróxido en meq. de O₂ por kilogramo del producto
- v = Volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm³(corregido del blanco).
- N = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.
- m = Masa de la muestra analizada en g

- **Índice de saponificación**

Para este parámetro se utilizó la Norma Técnica (NTE INEN 040, 1973) detallada a continuación:

Se tomó el peso del matraz vacío, luego se pesó 2gr de la muestra, mas 25ml de KOH al 0,5N, se llevó a baño maría por 30min a 60°C, agitando continuamente, se dejó enfriar, por último, se agregó 2 gotas de fenolftaleína como indicador y se tituló con HCl al 0,5N.

De igual forma se realizó un blanco, para poder aplicar la formula.

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

Donde:

- I.= índice de saponificación del producto en mg/g.
- V_2 = Volumen de solución de ácido clorhídrico o sulfúrico empleado en la titulación de la muestra, en cm^3 .
- V_1 = Volumen de solución de ácido clorhídrico o sulfúrico empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm^3 .
- N = normalización de la solución de ácido clorhídrico o sulfúrico
- m = masa de la muestra analizada, en g.

• **Determinación de Cianuro del Aceite**

Para determinar este parámetro se utilizó la prueba de cianuro libre descrita por Nava, Elorza, Uribe, & Pérez, (2007), que detalla la siguiente metodología:

Antes de empezar el procedimiento se tomó peso de un matraz Erlenmeyer de 250 vacío, se agregó 2.5ml de la muestra, adicionando 10ml de Nitrato de Cadmio, esto se deja filtrar por unos minutos con ayuda de un papel filtro, por último, se tituló con Nitrato de Plata, hasta llegar a un color característico (Amarillo escarlata).

CAPITULO IV

Resultados

Rendimiento de Aceite obtenido para Pruebas Fisicoquímicas y toxicológica.

Tabla 17

Análisis de Varianza del Rendimiento del Aceite Crudo de Maracuyá.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	127,56	1	127,56	29176,12	<0,0001
B: Presentación	6,67	1	6,67	1525,06	<0,0001
C: Solvente	20,33	1	20,33	4650,48	<0,0001
D: replicas	0,01	2	000,40	0,92	0,4207
AB	9,39	1	9,39	2147,18	<0,0001
AC	52,42	1	52,42	11990,26	<0,0001
BC	62,44	1	62,44	14280,80	<0,0001
ABC	0,05	1	0,05	10,91	0,0052
Error	0,06	14	000,44		
Total	278,92	23			
Coeficiente de variación	0,43				

De acuerdo con la tabla 17 se puede apreciar que existió diferencia significativa en el Facto A, B y C y de igual forma en las interacciones. Mientras que en las réplicas no existió diferencia significativa.

Análisis de Varianza para las Variables de Estudio.

Análisis de Varianza para la Variable pH

Tabla 18

Análisis de Varianza para la Variable pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	0,03375	1	0,03375	0,46	0,5085
B: Presentación	0,00735	1	0,00735	0,10	0,7562
C: Solvente	5,33927	1	5,33927	72,85	0,0000
D: replicas	0,00703333	2	0,00351667	0,05	0,9533
AB	0,5766	1	0,5766	7,87	0,0140
AC	0,00735	1	0,00735	0,10	0,7562
BC	0,0280167	1	0,0280167	0,38	0,5463
ABC	0,589067	1	0,589067	8,04	0,0132
Error	1,0261	14	0,0732929		
Total	7,61453	23			
Coeficiente de variación	11,59				

En la tabla 18 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor C (Solvente), interacción A*B e interacción A*B*C. Mientras que en: factor A y B, réplicas de interacción A*C e interacción B*C no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Densidad

Tabla 19

Análisis de Varianza para la Variable Densidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	0,0024	1	0,0024	1,82	0,1983
B: Presentación	0,00281667	1	0,00281667	2,14	0,1656
C: Solvente	0,000416667	1	0,000416667	0,32	0,5826
D: Replicas	0,0123083	2	0,00615417	4,68	0,0278
AB	0,000416667	1	0,000416667	0,32	0,5826
AC	0,0000166667	1	0,0000166667	0,01	0,9120
BC	0,00166667	1	0,00166667	1,27	0,2794
ABC	0,0000666667	1	0,0000666667	0,05	0,8252
Error	0,018425	14	0,00131607		
Total	0,0385333	23			
Coeficiente de variación	4,02				

En la tabla 19 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: las réplicas. Mientras que en el: factor A, factor B y factor C, e interacción A*B, interacción A* C, interacción B* C e interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Absorbancia

Tabla 20

Análisis de Varianza para la Variable Absorbancia

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	0,116762	1	0,116762	4,24	0,0585
B: Presentación	0,00459267	1	0,00459267	0,17	0,6891
C: Solvente	8,53472	1	8,53472	310,16	0,0000
D: Replicas	0,217491	2	0,108745	3,95	0,0436
AB	0,805201	1	0,805201	29,26	0,0001
AC	0,042336	1	0,042336	1,54	0,2352
BC	0,203504	1	0,203504	7,40	0,0166
ABC	0,167668	1	0,167668	6,09	0,0271
Error	0,385245	14	0,0275175		
Total	10,4775	23			
Coeficiente de variación	21,16				

En la tabla 20 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor C (Solvente), replicas D, interacción A*B e interacción B*C, e interacción A*B*C Mientras que en: factor A y B, e interacción A*C no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la variable Humedad

Tabla 21

Análisis de Varianza para la Variable Humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	29,637	1	29,637	78,15	0,0000
B: Presentación	0,555104	1	0,555104	1,46	0,2464
C: Solvente	11,9427	1	11,9427	31,49	0,0001
D: Replicas	0,689433	2	0,344717	0,91	0,4255
AB	2,3002	1	2,3002	6,07	0,0274
AC	35,211	1	35,211	92,84	0,0000
BC	11,1657	1	11,1657	29,44	0,0001
ABC	4,3265	1	4,3265	11,41	0,0045
Error	5,30957	14	0,379255		
Total	101,137	23			
Coeficiente de variación	29,09				

En la tabla 21 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor C (Solvente), interacción A*B, interacción A*C interacción B*C, e interacción A*B*C Mientras que en: factor B (Presentación), y la replicas D no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Ceniza

Tabla 22

Análisis de Varianza para la Variable Ceniza

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	1,74803	1	1,74803	0,03	0,8722
B: Presentación	4,1772	1	4,1772	0,07	0,8039
C: Solvente	178,125	2	89,0627	1,44	0,3093
AB	3,4992	1	3,4992	0,06	0,8201
Error	372,124	6	62,0206		
Total	559,673	11			
Coeficiente de variación	21,73				

En la tabla 22 de análisis de varianza, no se encontró ninguna diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor B (Presentación), Factor C (Solvente), e interacción A*B.

Análisis de Varianza para la Variable Impurezas por Centrifugación

Tabla 23

Análisis de Varianza para la Variable Impurezas por Centrifugación

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	3,0317	1	3,0317	27,21	0,0001
B: Presentación	0,0000375	1	0,0000375	0,00	0,9856
C: Solvente	3,72094	1	3,72094	33,39	0,0000
D: Replicas	0,4528	2	0,2264	2,03	0,1680
AB	0,0000375	1	0,0000375	0,00	0,9856
AC	3,0175	1	3,0175	27,08	0,0001
BC	0,000104167	1	0,000104167	0,00	0,9760
ABC	0,000104167	1	0,000104167	0,00	0,9760
Error	1,56013	14	0,111438		
Total	11,7834	23			
Coeficiente de variación	84,25				

En la tabla 23 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor C (Solvente), e interacción A*C. Mientras que en: Factor B (Presentación), replica D, interacción A*B, interacción B*C, e interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Acidez

Tabla 24

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Acidez

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	67,2345	1	67,2345	18,65	0,0007
B: Presentación	0,434704	1	0,434704	0,12	0,7336
C: Solvente	267,935	1	267,935	74,31	0,0000
D: Replicas	5,34841	2	2,6742	0,74	0,4941
AB	25,896	1	25,896	7,18	0,0179
AC	73,9557	1	73,9557	20,51	0,0005
BC	3,458	1	3,458	0,96	0,3441
ABC	4,1917	1	4,1917	1,16	0,2992
Error	50,4805	14	3,60575		
Total	498,934	23			
Coeficiente de variación	22,50				

En la tabla 24 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor C (Solvente), interacción A*B, interacción A*C. Mientras que en: factor B (Presentación), replica D, interacción B*C, e interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Peróxido

Tabla 25

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Peróxido

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	73,61	1	73,61	32,57	0,0001
B: Presentación	0,93	1	0,93	0,41	0,5311
C: Solvente	22,52	1	22,52	9,97	0,0070
D: Replicas	4,50	2	2,25	1,00	0,3944
AB	7,38	1	7,38	3,27	0,0922
AC	58,00	1	58,00	25,67	0,0002
BC	32,78	1	32,78	14,51	0,0019
ABC	15,15	1	15,15	6,71	0,0214
Error	31,64	14	2,26		
Total	246,51	23			
Coeficiente de variación	51,41				

En la tabla 25 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor C (Solvente), interacción B*C, interacción B*C e interacción A*B*C. Mientras que en: Factor B (presentación), interacción A*B y replica D, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Saponificación

Tabla 26

Análisis de Varianza para la Variable Índice de Saponificación

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	437038,	1	437038,	182,95	0,0000
B: Presentación	150081,	1	150081,	62,83	0,0000
C: Solvente	488428,	1	488428,	204,47	0,0000
D: Replicas	1605,17	2	802,586	0,34	0,7202
AB	4305,69	1	4305,69	1,80	0,2008
AC	54947,1	1	54947,1	23,00	0,0003
BC	6740,87	1	6740,87	2,82	0,1152
ABC	196088,	1	196088,	82,09	0,0000
Error	33443,0	14	2388,78		
Total	1,37268E6	23			
Coeficiente de variación	13,25				

En la tabla 26 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor A (Variedad), Factor B (Presentación), Factor C (Solvente), interacción A*C e interacción A*B*C. Mientras que en: replica D, interacción A*B, interacción B*C, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de Varianza para la Variable Contenido de Cianuro

Tabla 27

Análisis de Varianza para la Variable Contenido de Cianuro

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad	0,0054	1	0,0054	0,32	0,5815
B: Presentación	0,147267	1	0,147267	8,68	0,0106
C: Solvente	0,015	1	0,015	0,88	0,3630
D: Replicas	0,0121333	2	0,00606667	0,36	0,7055
AB	0,0006	1	0,0006	0,04	0,8535
AC	0,0192667	1	0,0192667	1,14	0,3046
BC	0,0294	1	0,0294	1,73	0,2091
ABC	0,0294	1	0,0294	1,73	0,2091
Error	0,237467	14	0,0169619		
Total	0,495933	23			
Coeficiente de variación	22,01				

En la tabla 27 de análisis de varianza, se puede apreciar diferencia significativa en: Factor B (Presentación). Mientras que en: Factor A (Variedad), Factor C (Solvente), replica D, interacción A*B, interacción A*C, interacción B*C. interacción A*B*C, no se encontró diferencia significativa.

Resultado Cuantitativo de la Variable Solubilidad.

Tabla 28

Resultados de la Variable Cuantitativa de la Solubilidad del Aceite Crudo de Maracuyá.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	AGUA	ETER
Amarilla+Entera+Eter Etílico	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Amarilla+Triturada+Eter Etílico	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Amarilla+Entera+Eter Petróleo	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Amarilla+Triturada+Eter Petróleo	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Morada+Entera+Eter Etílico	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Morada+Triturada+Eter Etílico	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Morada+Entera+Eter Petróleo	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si
Morada+Triturada+Eter petróleo	1	No	Si
	2	No	Si
	3	No	Si

De acuerdo con la tabla 28 la variable Solubilidad fue desarrollada de forma cuantitativa mostrando solubilidad con Éter Di Etílico y Éter de Petróleo, a diferencia del agua en la cual no se disolvió y se mostró la capa tanto de aceite como de agua.

Prueba de Significancia de Tukey $p < 0.05$ para los Factores en Estudio

Prueba de Significancia de Tukey del Factor A

Tabla 29

Prueba de Tukey para el Factor A (Variedad)

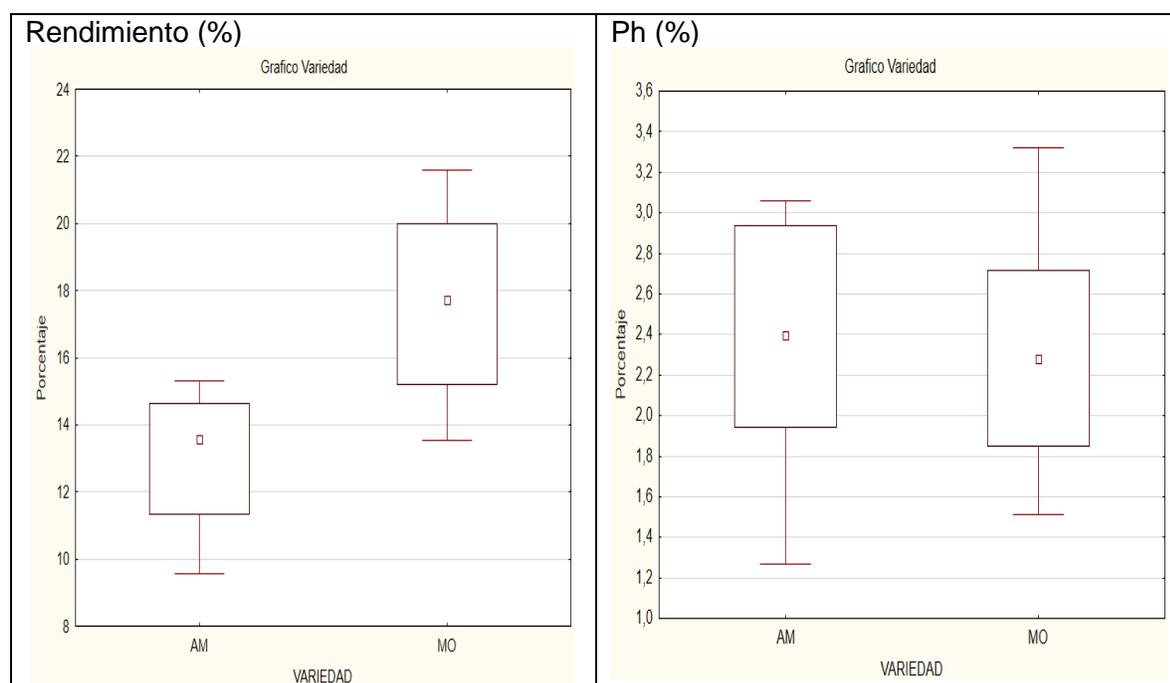
Factor	Rendimiento	Ph	Densidad	Absorbancia	Humedad	Ceniza	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
V1	13,02 a	2,37 a	0,90 a	0,85 a	3,23 b	36,63 a	0,04 a	6,76 a	4,68 b	233,85 a	0,61 a
V2	17,63 b	2,30 a	0,89 a	0,71 a	1,01 a	35,87 a	0,75 b	10,11 b	1,17 a	503,73 b	0,58 a

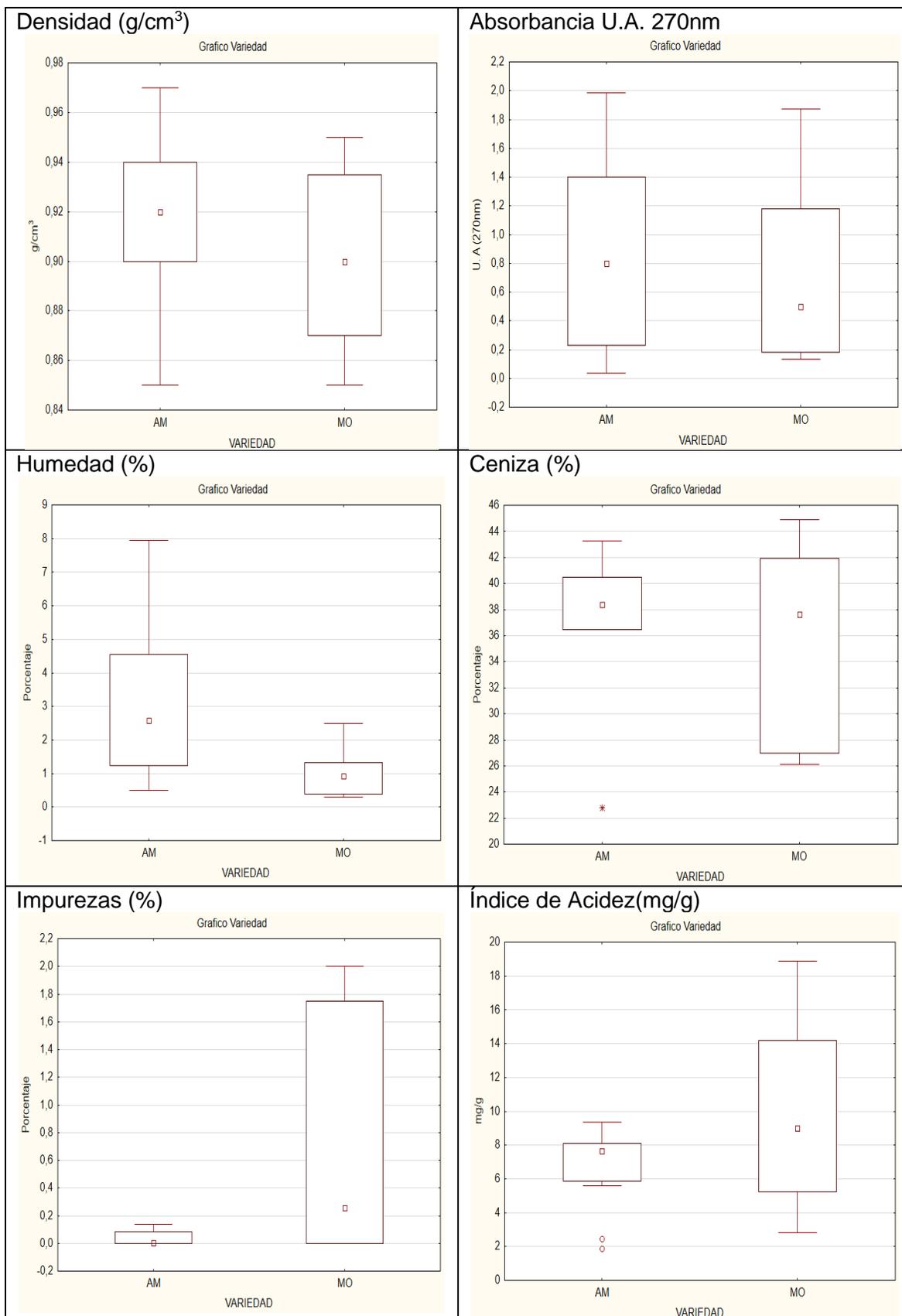
V1= Variedad Amarilla

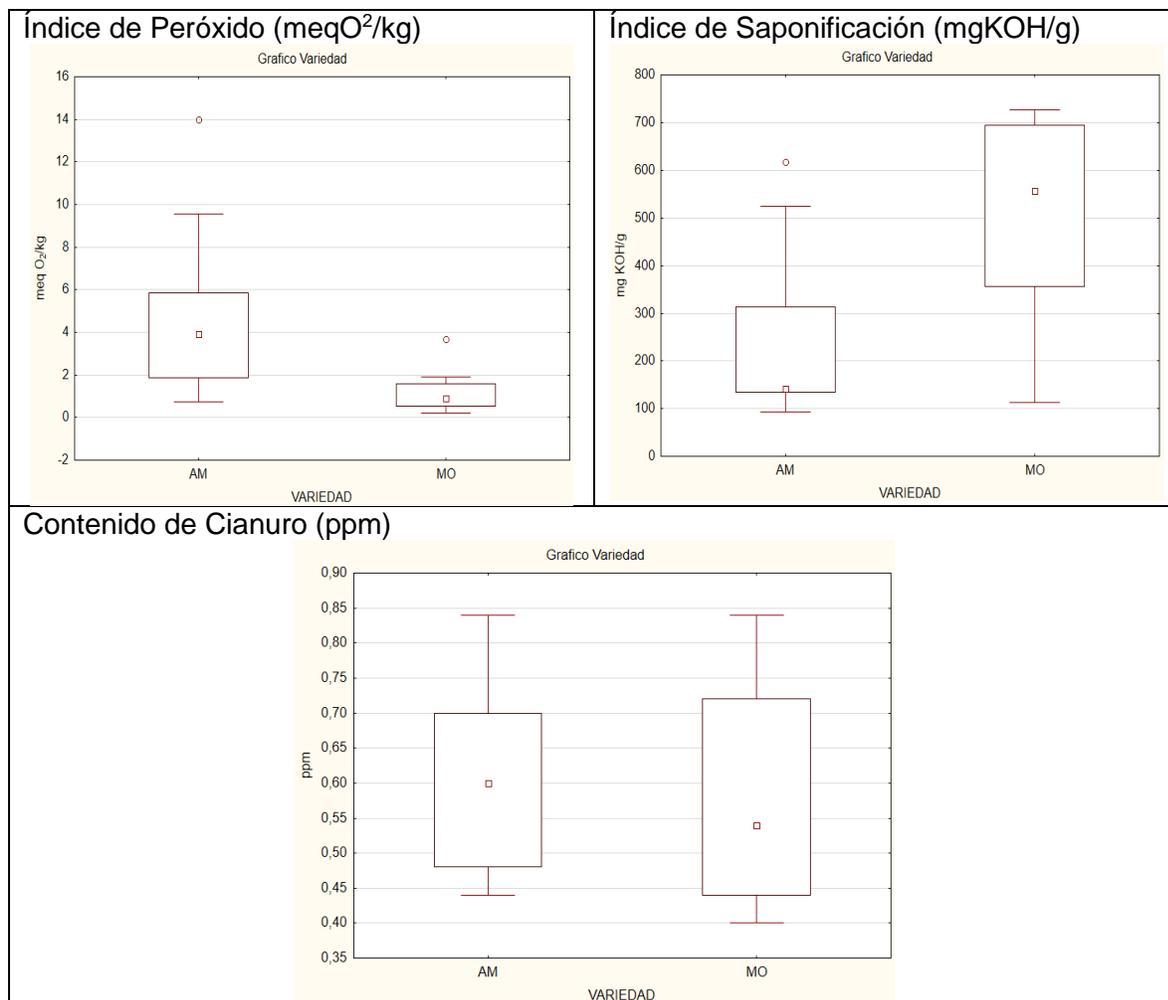
V2= Variedad Morada

Figura 5

Resumen de los resultados de las variables para el Factor A (Variedad), para la prueba de significancia de Tukey.







De acuerdo a la tabla 29, se demostró que el rendimiento de la variedad morada fue mayor con 17,63 (b) y menor para la variedad amarilla con 13,02 (a), la humedad para la variedad amarilla fue mayor con 3,23 (a), mostrando diferencia con la variedad morada que presento 1,01 (b), de igual manera el índice de acidez para la variedad morada tiene 10,11 (b) y la variedad amarilla tiene un valor de 6,76 (a) y de igual forma el índice de peróxido presento diferencia siendo la mayor la variedad amarilla con 4,68 (b) respecto a la variedad morada con 1,17 (a), de igual forma el índice de saponificación fue mayor para la variedad morada con 503,73 (b), diferente para la variedad amarilla con 233,85 (a), mientras que no mostró diferencia significativa las variables como pH, densidad, absorbancia, ceniza, y contenido de cianuro.

Prueba de Significancia de Tukey del Factor B

Tabla 30

Prueba de Tukey para el Factor B (Acondicionamiento)

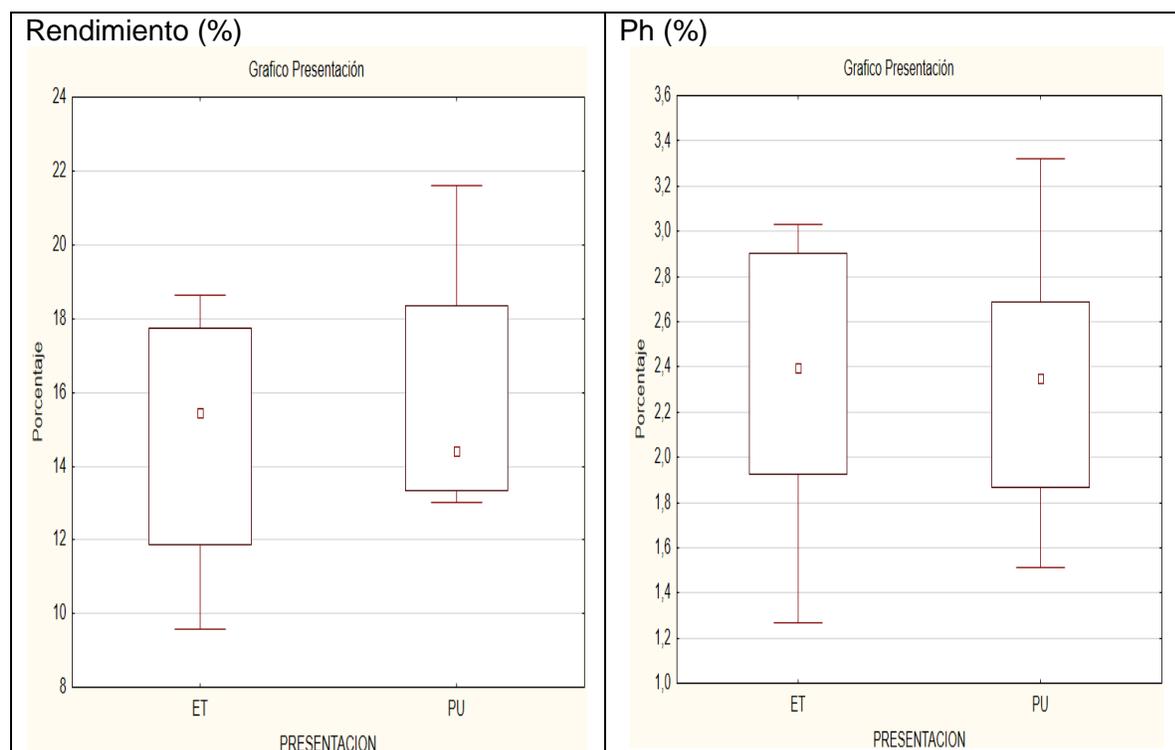
Factor B	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Ceniza	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
A1	14,80 a	2,35 a	0,91 a	0,77 a	2,27 a	35,66 a	0,40 a	8,57 a	3,12 a	289,71 a	0,67 b
A2	15,85 b	2,32 a	0,89 a	0,80 a	1,97 a	36,84 a	0,40 a	8,30 a	2,73 a	447,87 b	0,51 a

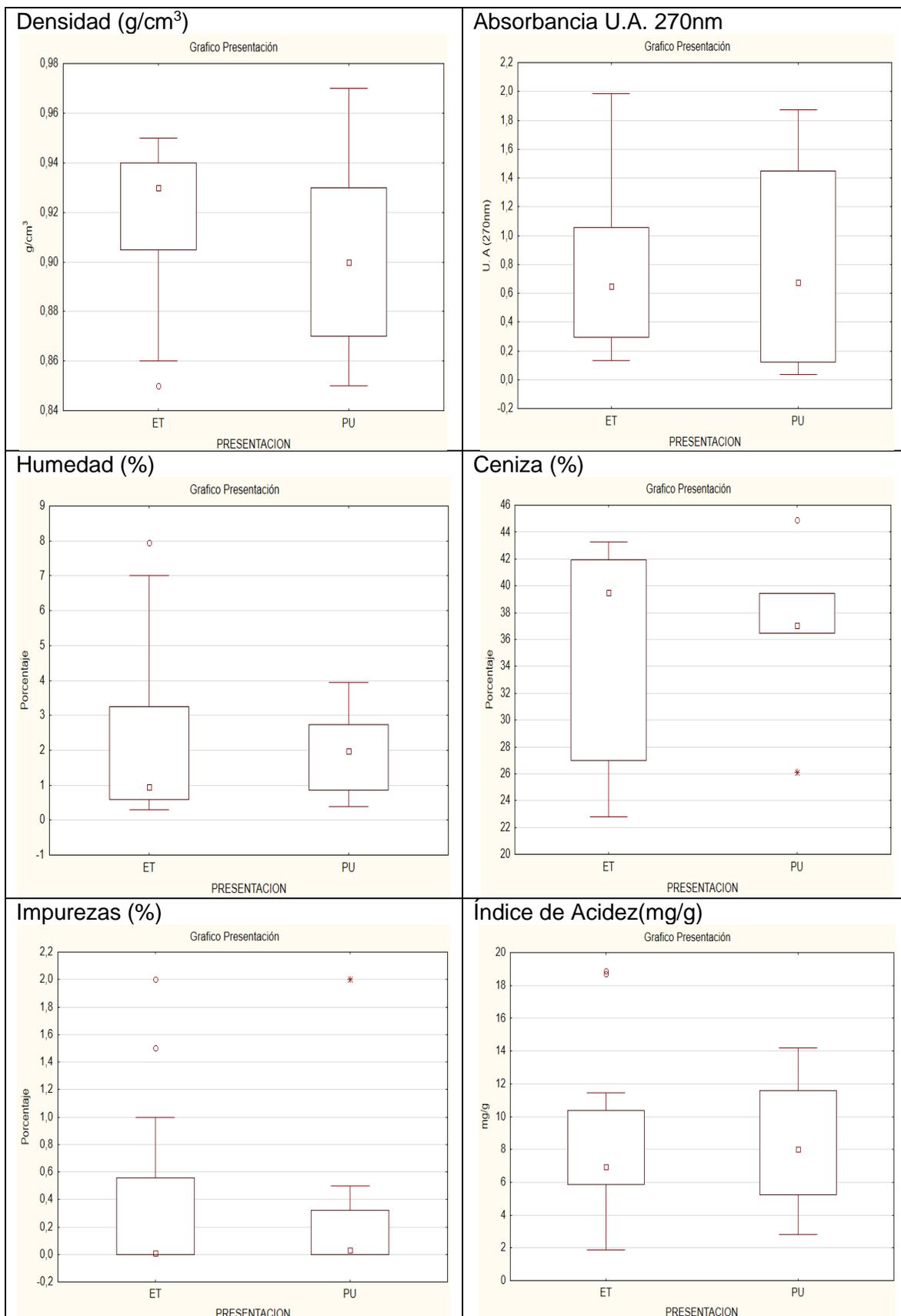
A1= Semilla Deshidratada Entera

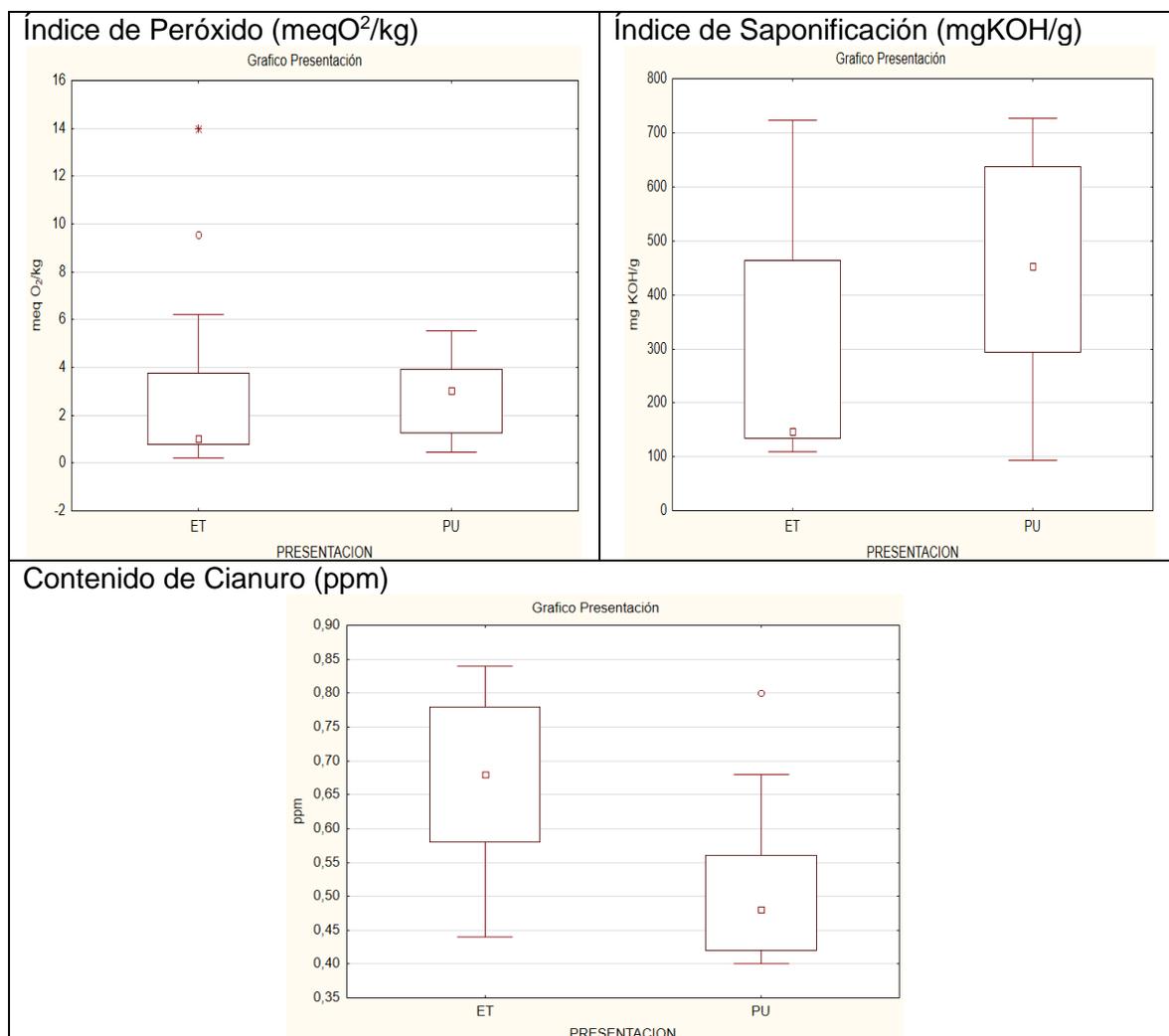
A2= Semilla Deshidratada Pulverizada

Figura 6

Resumen de los Resultados de las Variables para el Factor B (Acondicionamiento), para la Prueba de Significancia de Tukey.







De acuerdo a la tabla 30, se demostró diferencia significativa para las variables de rendimiento siendo mayor para la semilla triturada con 15,85 (b), y menor para semilla entera con 14,80 (b), el índice de saponificación para el acondicionamiento de la semilla deshidratada pulverizada es mayor con 447,87 (b), mientras que el acondicionamiento de la semilla deshidratada entera es de 289,71 (a), el contenido de cianuro el acondicionamiento de la semilla deshidratada entera es mayor con 0,67 (b), a diferencia del acondicionamiento de la semilla deshidratada pulverizada es de 0,51 (a). Mientras que para las variables pH, densidad, absorbancia, humedad, ceniza, impurezas, índice de acidez e índice de peróxido no presentaron diferencia significativa.

Prueba de Significancia de Tukey del Factor C

Tabla 31

Prueba de Tukey para el Factor C (Solvente)

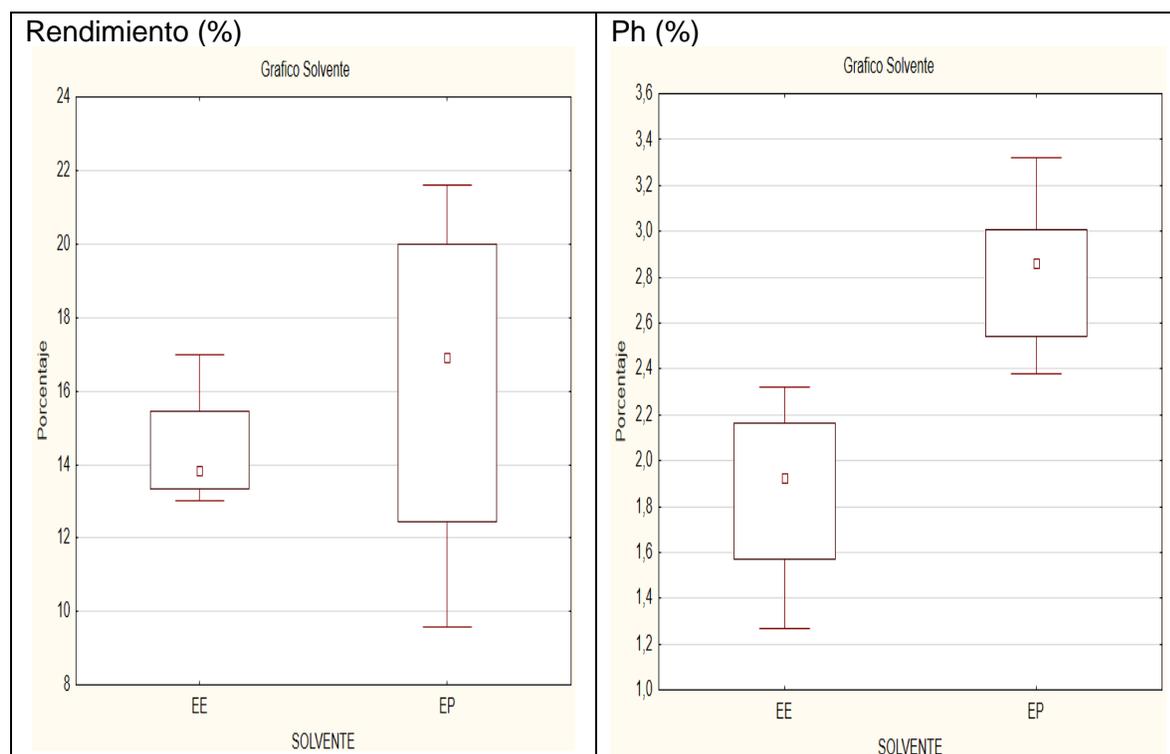
Factor C	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
S1	14,40 a	1,87 a	0,90 a	1,38 b	1,41 a	0,79 b	5,10 a	1,96 a	226,13 a	0,62 a
S2	16,24 b	2,81 b	0,91 a	0,19 a	2,82 b	000,25 a	11,78 b	3,89 b	511,45 b	0,57 a

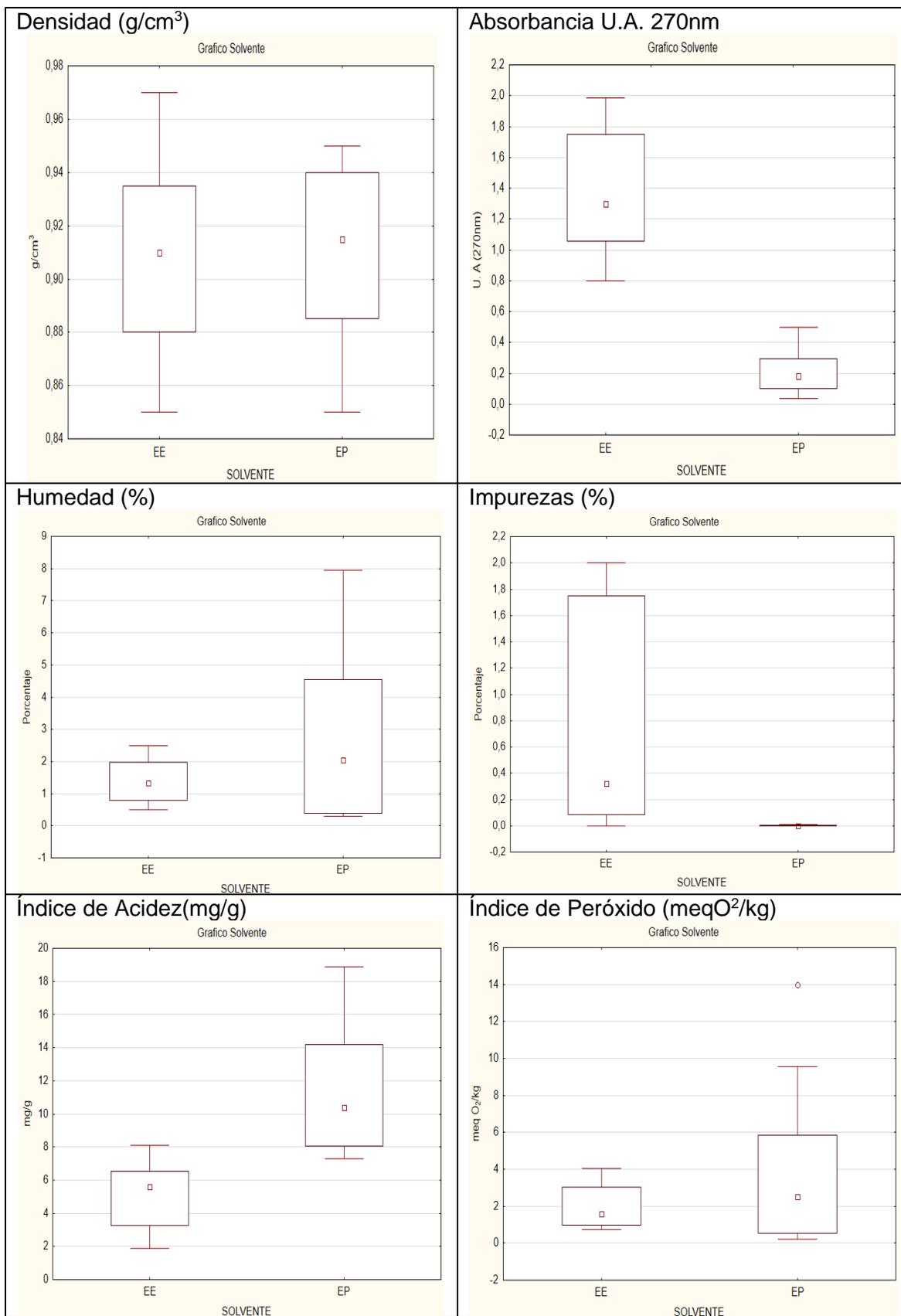
S1= Solvente Éter Di Etilico

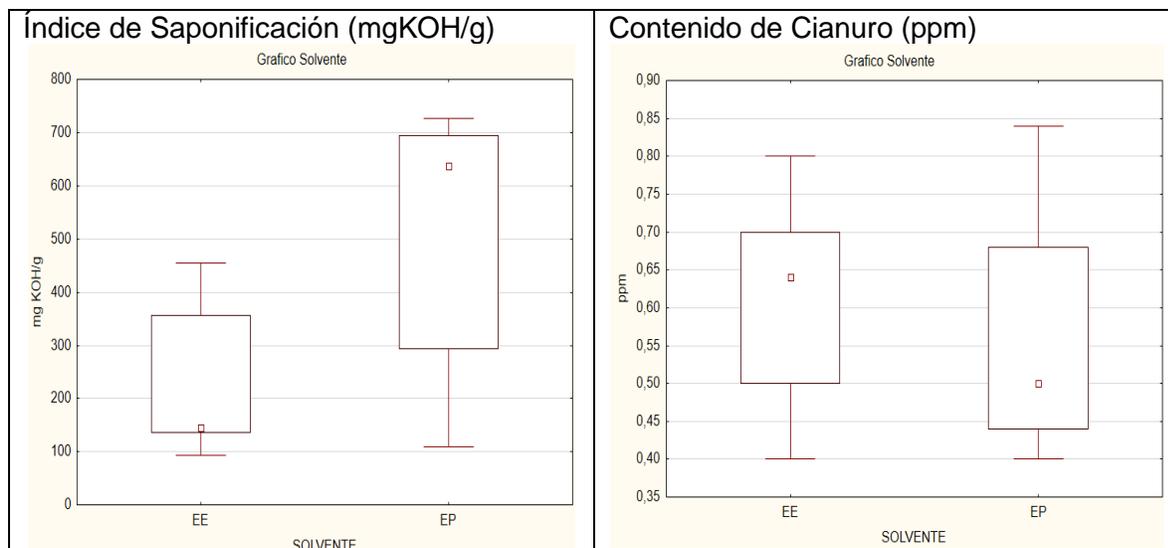
S2= Solvente Éter de Petróleo

Figura 7

Resumen de los Resultados de las Variables para el Factor C (Solvente), para la Prueba de Significancia de Tukey.







Respecto a la tabla 31 se muestra que para el rendimiento con éter de petróleo fue mayor con 16,24 (a) y menor para el éter etílico con 14,40 (a), el pH para el solvente éter de petróleo fue mayor con 2,81 (b), para el solvente éter di etílico con 1,87 (a), en la absorbancia el solvente éter di etílico fue mayor con 1,38 (b), para el solvente éter de petróleo 0,19 (a), la humedad de igual manera el solvente éter de petróleo con 2,82 (b), es mayo para el solvente éter di etílico es de 1,41 (a), las impurezas el solvente éter di etílico es mayor con 0,79 (b), para el solvente éter de petróleo con 000,25 (a), el índice de acidez fue mayor el solvente éter de petróleo 11,78 (b), para el solvente éter di etílico con 5,10 (a), para el índice de peróxido fue mayor la variable del solvente éter de petróleo con 3,89 (b), y menor para el éter etílico con 1,96 (a), para el índice de saponificación fue , mayor el solvente éter de petróleo con 511,45 (b), para el solvente éter di etílico con 226,13 (a). Mientras que las variables densidad y contenido de cianuro no presentaron diferencia significativa.

Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*B

Tabla 32

*Prueba de Tukey para la Interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento)*

Interacción A*B	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Ceniza	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
A1V1	11,87 a	2,24 a	0,93 a	1,02 c	3,69 b	35,50 a	0,04 a	5,86 a	5,43 c	141,37 a	0,68 a
A1V2	14,17 b	2,51 a	0,90 a	0,68 ab	2,77 b	37,76 a	0,04 a	7,67 a	3,92 bc	326,32 b	0,53 a
A2V1	17,73 c	2,47 a	0,90 a	0,52 a	0,85 a	35,82 a	0,75 b	11,29 b	0,82 a	438,05 c	0,66 a
A2V2	17,53 d	2,13 a	0,89 a	0,91 bc	1,16 a	35,92 a	0,75 b	8,94 ab	1,53 ab	569,42 d	0,49 a

A1V1=Maracuyá Amarilla*Semilla Deshidratada Entera

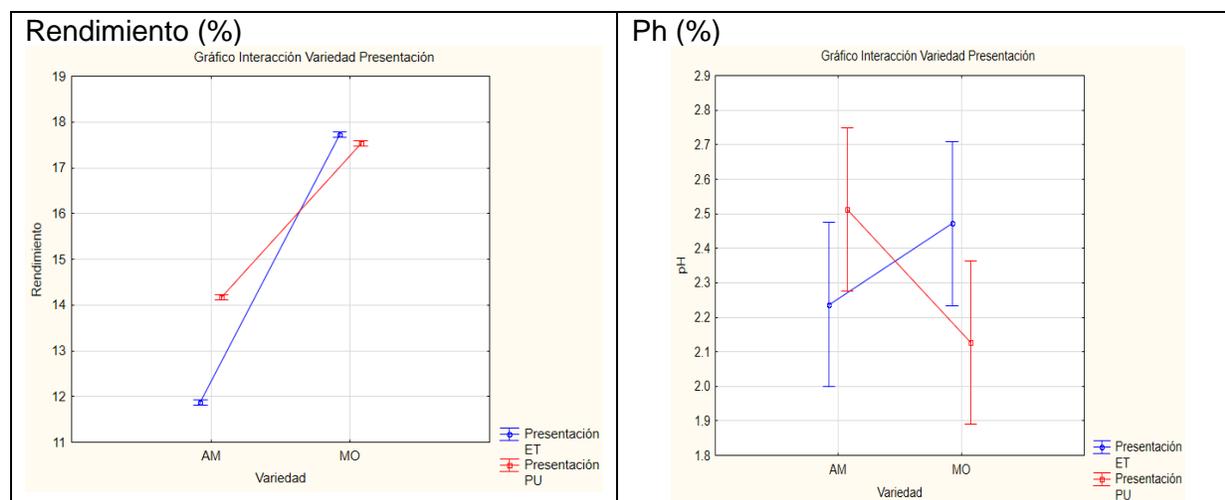
A1V2=Maracuyá Amarilla*Semilla Deshidratada Pulverizada

A2V1= Maracuyá Morada*Semilla Deshidratada Entera

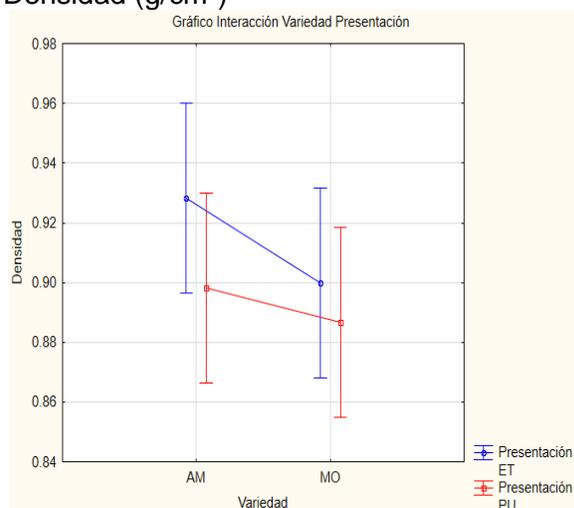
A2V2= Maracuyá Morada*Semilla Deshidratada Pulverizada

Figura 8

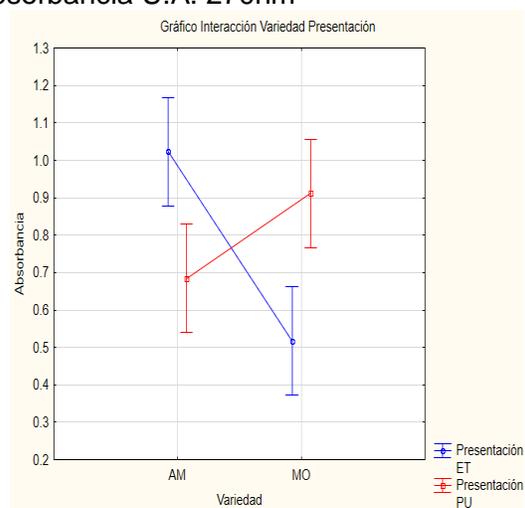
*Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento), para la prueba de significancia de Tukey.*



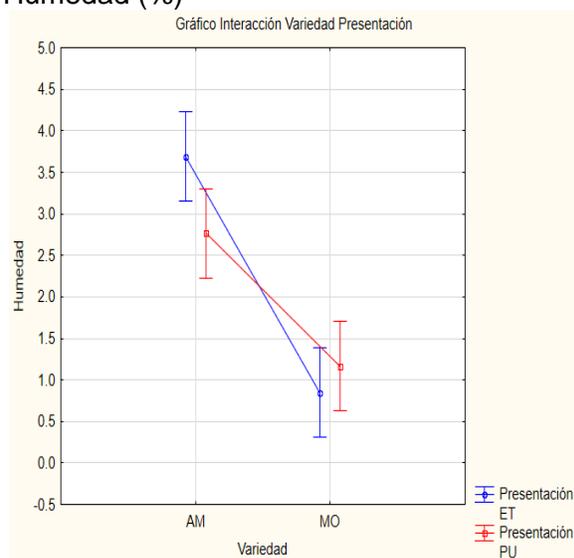
Densidad (g/cm³)



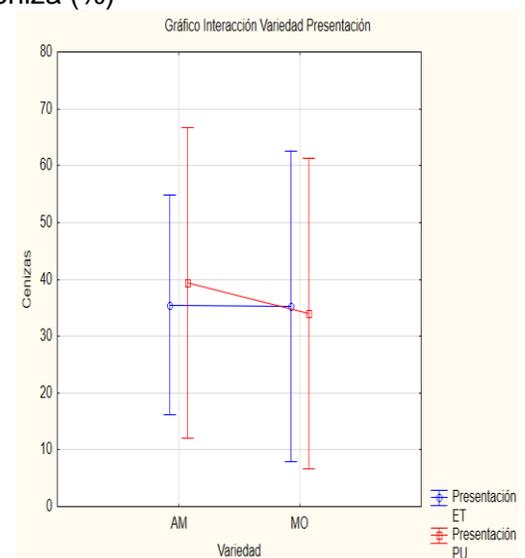
Absorbancia U.A. 270nm



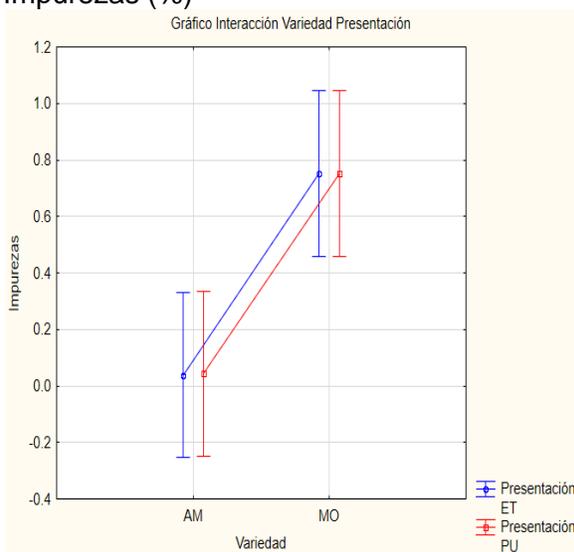
Humedad (%)



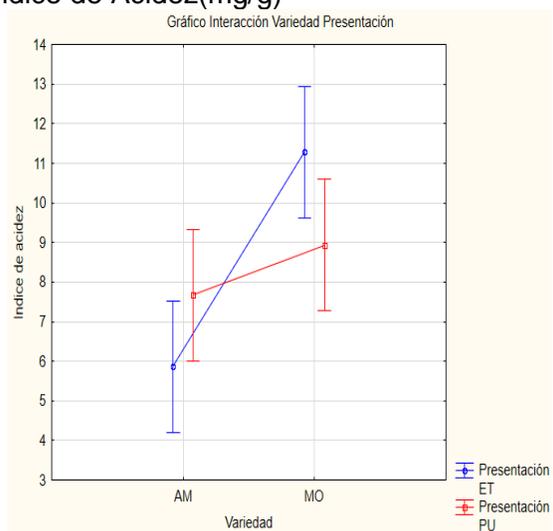
Ceniza (%)

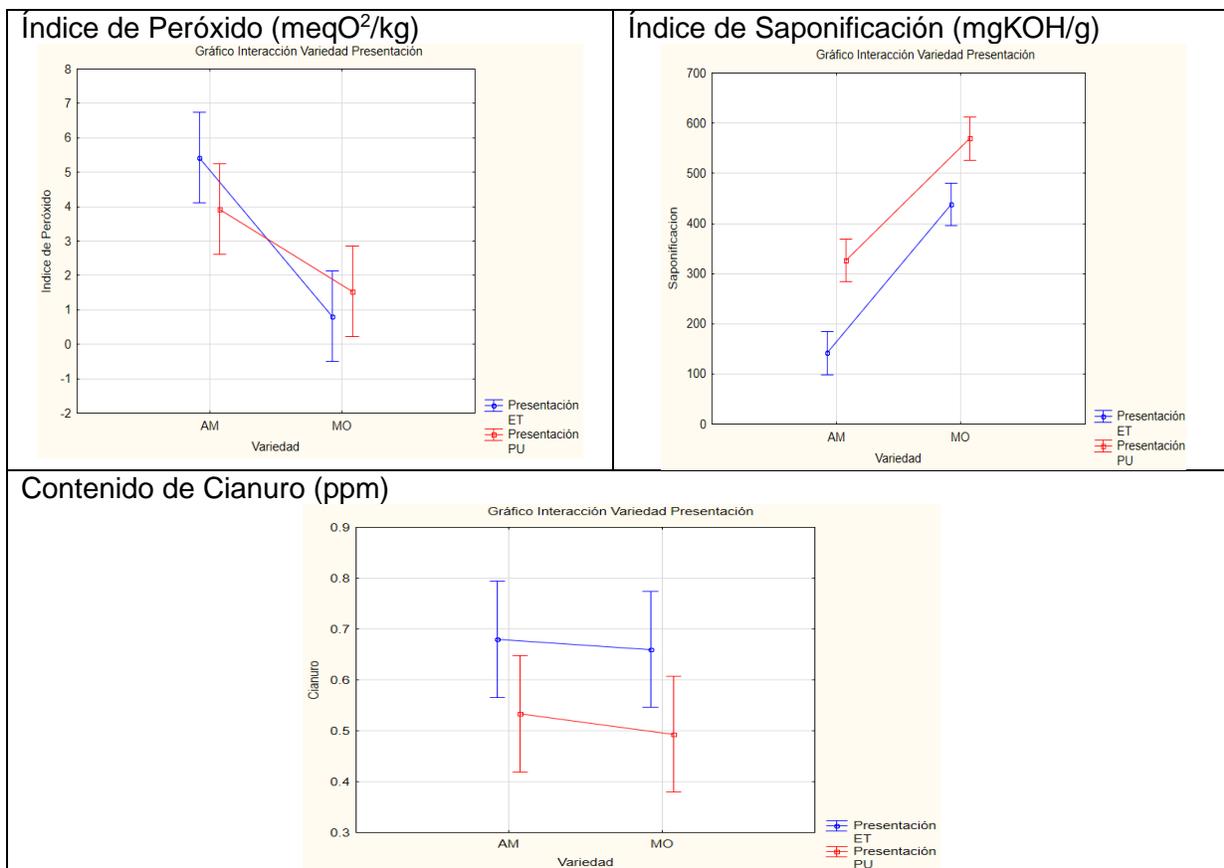


Impurezas (%)



Índice de Acidez(mg/g)





De acuerdo a la tabla 32 la interacción A*B mostró diferencia significativa la variable rendimiento en todas sus interacciones siendo mayor A2V2 con 17,73 (d) y menor A1V1 con 11,87 (a), para la absorbancia siendo mayor la interacción de A1V1 con 1,02 (c), y 0,52 (a), para la humedad la interacción A1V1 fue mayor con 3,69 (b) y menor con 0,85 (a) para A2V1, para impurezas fue mayor en las interacciones A2V1 y A2V2 con 0,75 (b) y menor para las interacciones A1V1 y A1V2 con 0,04 (a), para el índice de acidez fue mayor la interacción A2V1 con 11,29 (b), y menor en la interacción 5,86 (a), de acuerdo al índice de peróxido es mayor en la interacción A1V1 5,43 (c), y menor para la interacción A2V1 con 0,82 (a), para el índice de saponificación la interacción A2V2 fue mayor con 569,42 (d), y menor para la interacción A1V1 con 141,37 (a). Mientras que, para el Ph, densidad, ceniza y contenido de cianuro no mostraron diferencias significativas en la interacción A*B.

Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*C

Tabla 33

*Prueba de Tukey para la Interacción A*C (Variedad*Solvente)*

Factor A*C	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
V1S1	13,58 b	1,89 a	0,91 a	1,49 b	1,31 a	0,08 a	5,18 ab	2,15 a	139,04 a	0,66 a
V1S2	12,46 a	2,86 b	0,92 a	0,22 a	5,15 b	000,17 a	8,35 b	7,20 b	328,66 b	0,55 a
V2S1	15,23 c	1,85 a	0,89 a	1,27 b	1,51 a	1,50 b	5,02 a	1,76 a	313,23 b	0,57 a
V2S2	20,03 d	2,75 b	0,90 a	0,16 a	0,50 a	000,33 a	15,21 c	0,59 a	694,24 c	0,58 a

V1S1=Maracuyá Amarilla*Solvente Éter Di Etilico

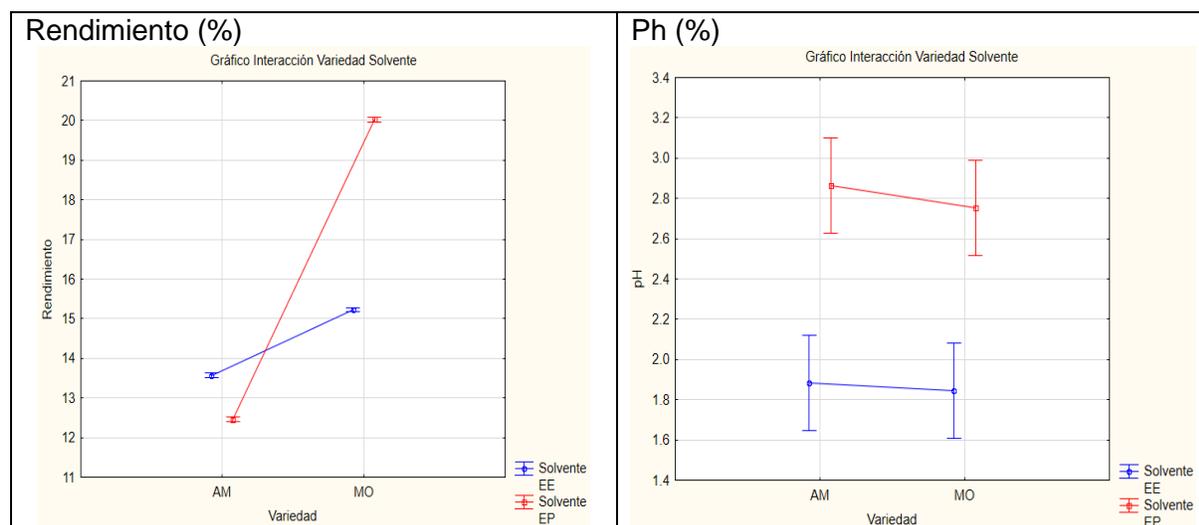
V1S2= Maracuyá Amarilla Entera *Solvente Éter de Petróleo

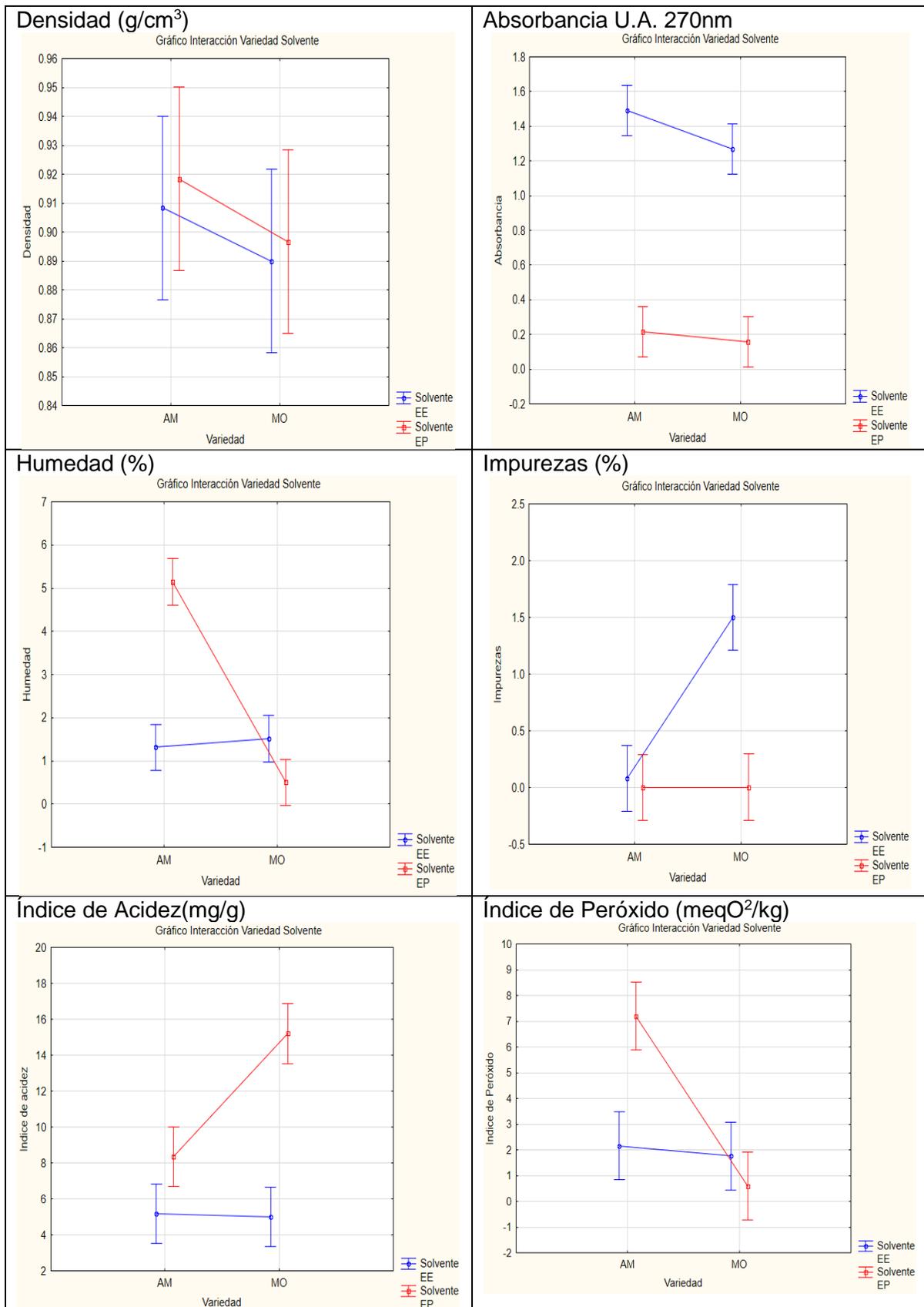
V2S1= Maracuyá Morada *Solvente Éter Di Etilico

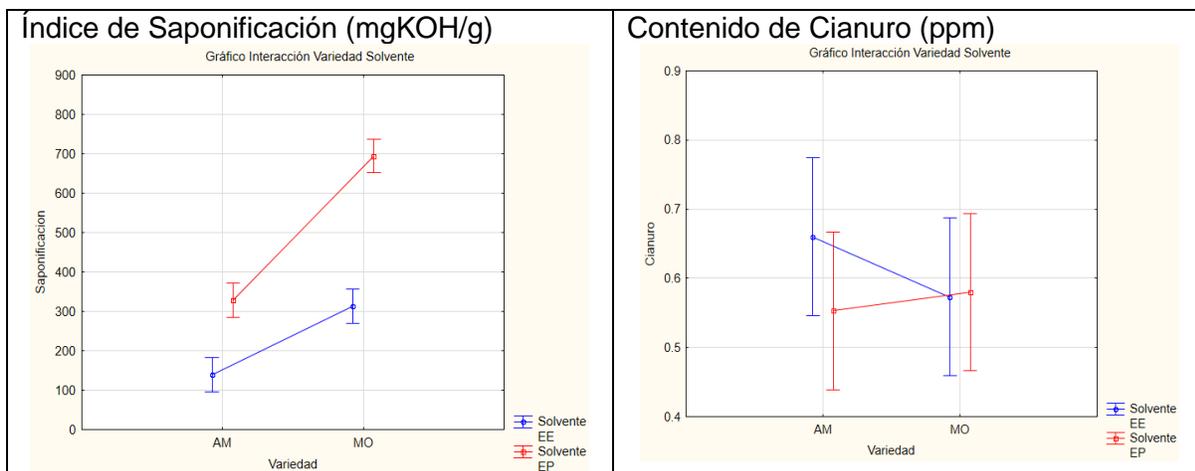
V2S2= Maracuyá Morada *Solvente Éter de Petróleo

Figura 9

*Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*C (Variedad*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey*







Respecto a la tabla 33 la interacción A*C mostro diferencia significativa en la variable rendimiento existió diferencia significativa en todas sus interacciones siendo mayor en la interacción V2S2 con 20,03 (d) y menor en la interacción v1s2 con 12,46 (a), Ph siendo mayor en V1S2 con 2,86 (b) y menor para V2S1 con 1,85 (a), para la absorbancia fue mayor 1,49 (b) y menor en V1S2 con 0,22 (a), en la humedad fue mayor en V1S2 con 5,15 (b), y menor V2S2 con 0,50 (a), para las impurezas fue mayor en V2S1 con 1,50 (b), y menor para V2S2 con 000,33 (a), para el índice de acidez fue mayor V2S2 con 15,21 (c), y menor V2S1 con 5,02 (a), para el índice de peróxido fue mayor en V1S2 con 7,20 (b), y menor en V2S2 con 0,59 (a), para el índice de saponificación fue mayor V2S2 694,24 (c), y menor en V1S1 139,04 (a). Mientras que para las variables densidad y contenido de cianuro no presentaron diferencias significativas.

Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción B*C

Tabla 34

*Prueba de Tukey para la Interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente)*

Interacción B*C	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Impurezas	Índice de Acidez	índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
A1S1	15,49 c	1,85 a	0,92 a	1,27 b	0,88 a	0,79 b	4,85 a	0,98 a	163,81 a	0,66ab
A1S2	14,10 b	2,86 b	0,91 a	0,27 a	3,66 c	000,33 a	12,29 b	5,26 b	415,61 c	0,68 b
A2S1	13,32 c	1,88 a	0,88 a	1,49 b	1,94 b	0,79 b	5,34 a	2,93 ab	288,45 b	0,57 ab
A2S2	18,38 d	2,76b	0,91 a	0,11 a	1,99 b	000,17 a	11,27 b	2,53 a	607,29 d	0,45 a

A1S1=Semilla Deshidratada Entera*Solvente Éter Di Etilico

A1S2= Semilla Deshidratada Entera *Solvente Éter de Petróleo

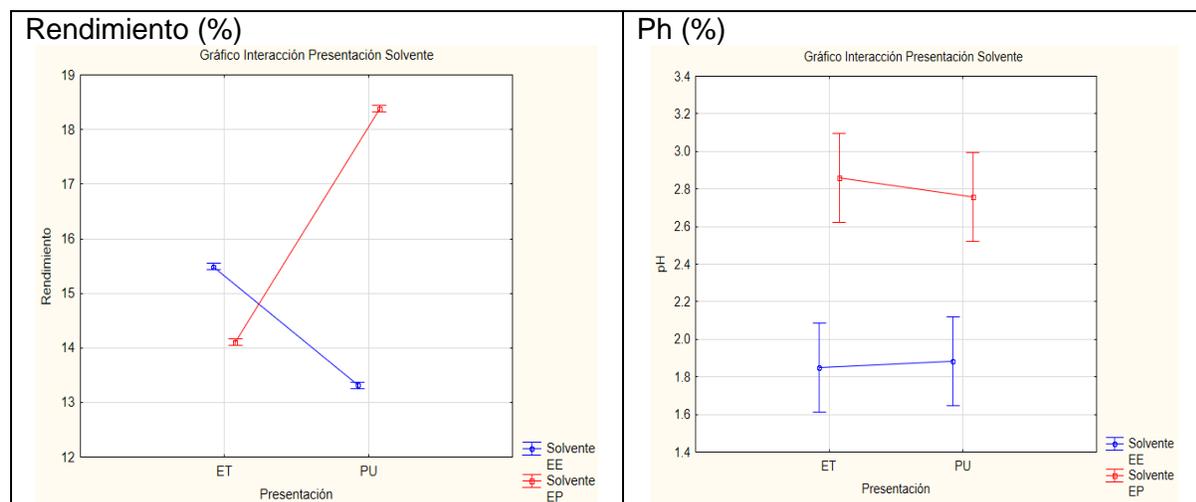
A2S1= Semilla Deshidratada Pulverizada *Solvente Éter Di Etilico

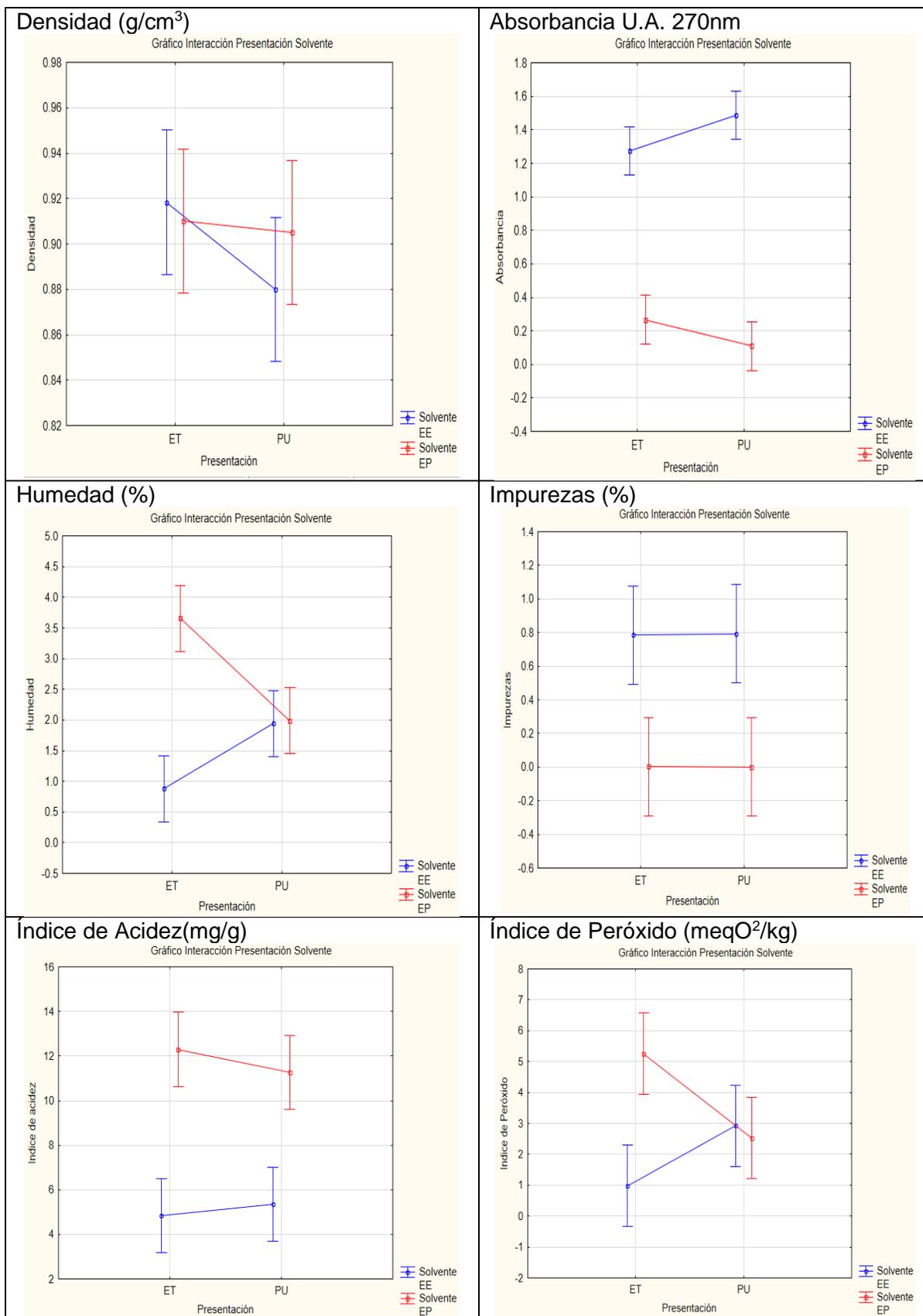
A2S2= Semilla Deshidratada Pulverizada *Solvente Éter de Petróleo

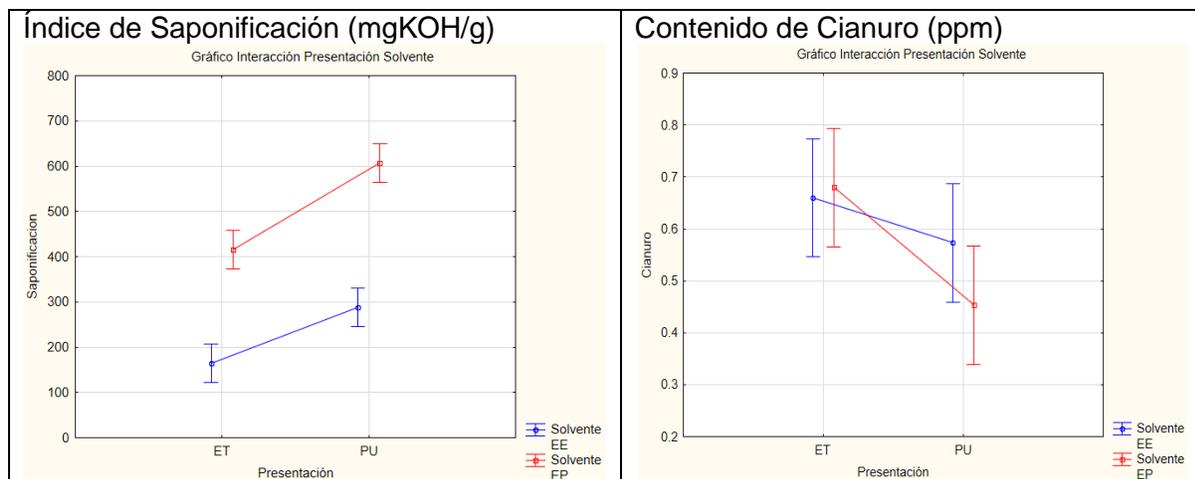
Figura 10

*Resumen de los resultados de las variables para de la interacción B*C*

*(Acondicionamiento*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey.*







De acuerdo a la tabla 34 para la interacción B*C se demostró las diferencias significativas para las siguientes variables, rendimiento siendo mayor en la interacción A2S2 con 18,38 (d), y menor en A2S1 con 13,32 (a), en pH siendo mayor A1S2 con 2,86 (b), y menor en A1S1 con 1,85 (a), para la absorbancia A2S1 fue mayor 1,49 (b), y menor con A2S2 con 0,11 (a), para la humedad fue mayor A1S2 con 3,66 (c), y menor en A1S1 con 0,88 (a), para impurezas fue mayor en A1S1 y A2S1 con 0,79 (b), y menor con A2S2 0,00,17 (a), para el índice de acidez fue mayor A1S2 12,29 (b), y menor en A1S1 con 4,85 (a), para el índice de peróxido fue mayor la interacción A1S2 con 5,26 (B), y menor la interacción A1S1 con 0,98 (a), para el índice de saponificación fue mayor con A2S2 con 607, 29 (d) y menor con A1S1 con 163,81 (a), y para el contenido de cianuro fue mayor A1S2 con 0,68 (b) y menor en A2S2 con 0,45 (a). Mientras que para la variable densidad no existe diferencia significativa.

Prueba de Significancia de Tukey de la Interacción A*B*C

Tabla 35

*Prueba de Tukey para la Interacción A*B*C*

Interacción A*B*C	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Impurezas	Índice de Acidez	Índice de Peróxido	Índice de Saponificación	Contenido de Cianuro
V1A1S1	14,08 d	1,56 a	0,93 a	1,65 c	0,67 a	0,07 a	3,48 a	0,94 a	153,71 a	0,73 a
V1A1S2	9,65 a	2,92 b	0,92 a	0,39 a	6,71 c	000,33 a	8,24 a	9,91 b	129,03 a	0,63 a
V1A2S1	13,07 b	2,21 ab	0,88 a	1,33 bc	1,96 ab	0,09 a	6,88 a	3,36 a	124,36 a	0,59 a
V1A2S2	15,27 e	2,81 b	0,91 a	0,04 a	3,58 b	0,00 a	8,46 a	4,48 a	528,28 b	0,48 a
V2A1S1	16,90 f	2,14 ab	0,90 a	0,90 b	1,10 a	1,50 b	6,23 a	1,03 a	173,91 a	0,59 a
V2A1S2	18,56 g	2,80 b	0,90 a	0,14 a	0,60 a	000,33 a	16,34 b	0,60 a	702,19 c	0,73 a
V2A2S1	13,56 c	1,55 a	0,88 a	1,64 c	1,93 ab	1,50 b	3,80 a	2,49 a	452,54 b	0,56 a
V2A2S2	21,50 h	2,70 b	0,90 a	0,18 a	0,40 a	000,33 a	14,07 b	0,57 a	686,29 c	0,43 a

V1A1S1= Variedad Amarilla*Semilla Deshidrata Entera*Solvente Éter Di Etílico

V1A1S2= Variedad Amarilla*Semilla Deshidrata Entera*Solvente Éter de Petróleo

V1A2S1= Variedad Amarilla*Semilla Deshidrata Pulverizada*Solvente Éter Di Etílico

V1A2S2= Variedad Amarilla*Semilla Deshidrata Pulverizada*Solvente Éter de Petróleo

V2A1S1= Variedad Morada*Semilla Deshidrata Entera*Solvente Éter Di Etílico

V2A1S2= Variedad Morada*Semilla Deshidrata Entera*Solvente Éter de Petróleo

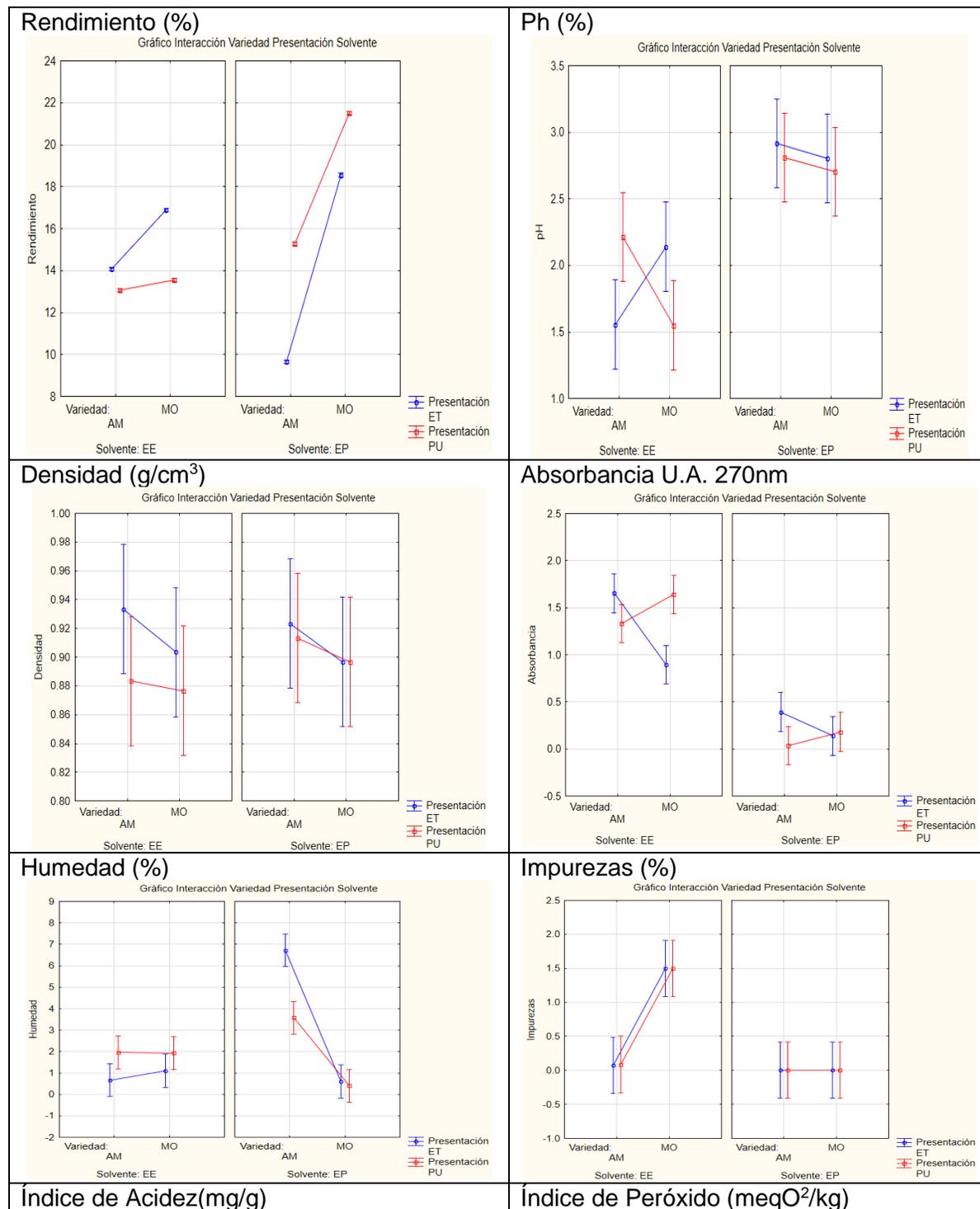
V2A2S1= Variedad Morada*Semilla Deshidrata Pulverizada*Solvente Éter Di Etílico

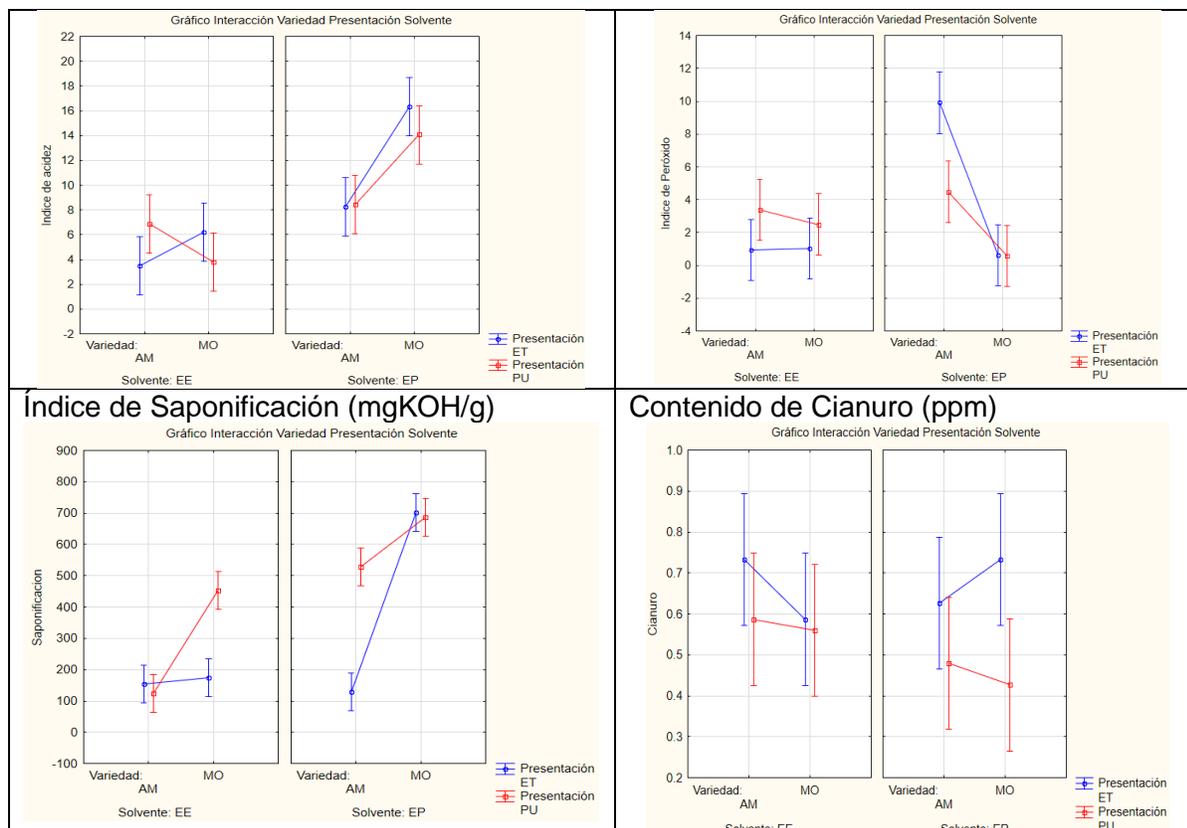
V2A2S2= Variedad Morada*Semilla Deshidrata Pulverizada*Solvente Éter de Petróleo

Figura 11

Resumen de los resultados de las variables para de la interacción A*B*C

(Variedad*Acondicionamiento*Solvente), para la prueba de significancia de Tukey.



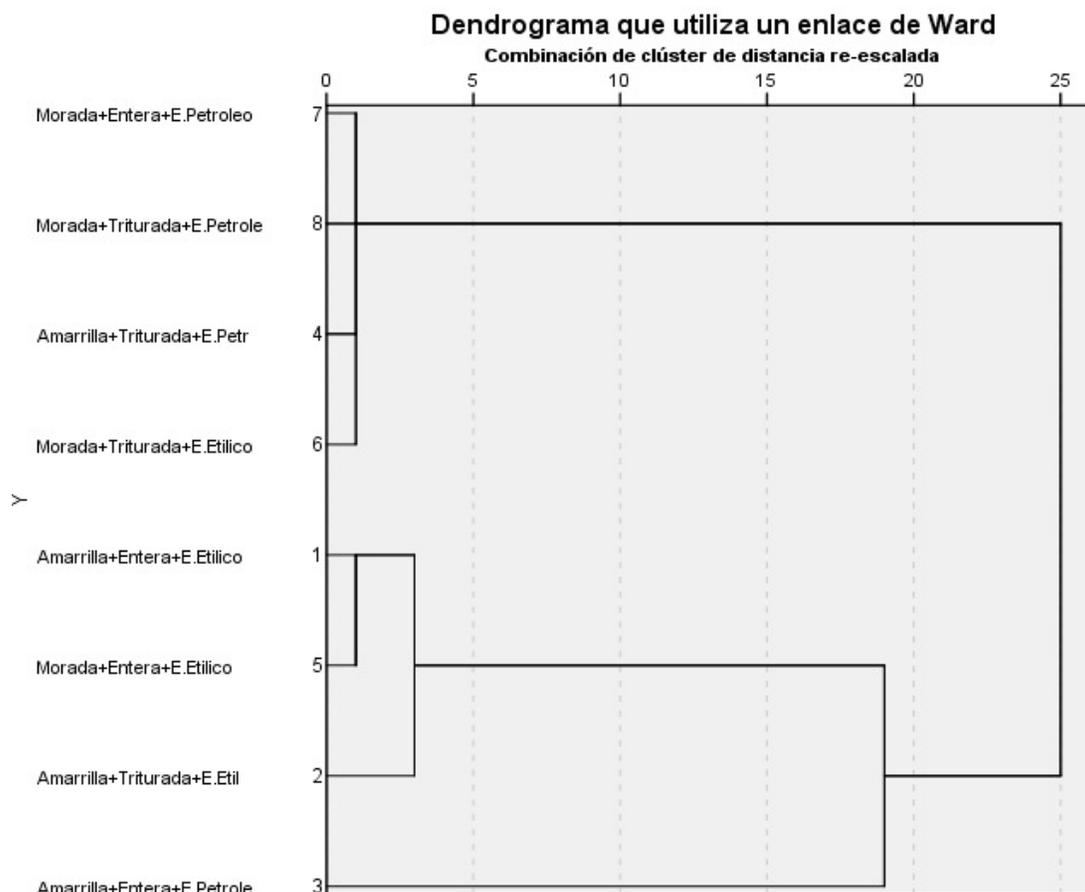


De acuerdo a la tabla 35 para la interacción A*B*C demostró diferencias significativas en las variables de rendimiento mostrando un valor mayor en la interacción V2A2S2 con 21,50 (h) y menor para la interacción V1A1S2 con 9,65 (a), pH siendo V1A1S2 mayor con 2,92(b), y menor con V2A2S1 con 1,55 (a), en la absorbancia fue mayor V1A1S1 con 1,65 (c) y menor en V1A2S2 con 0,04 (a), para la humedad fue mayor V1A1S2 con 6,71 (c), y menor V2A2S2 con 0,40 (a), para las impurezas fue mayor en V2A1S1 y V2A2S1 con 1,50 (b) y menor V1A2S2 con 0,00 (a), el índice de acidez tuvo mayor rango en V2A1S2 con 16,34 (b) y menor V1A1S1 con 3,48 (a), en el índice de peróxido fue mayor V2A2S2 con 9,91 (b) y menor con V1A1S1 con 0,57 (a), el índice de saponificación fue mayor en V2A1S2 con 702,19 y menor en V1A2S1 con 124,03 (a). Mientras que para las variables densidad y contenido de cianuro no tuvieron diferencia significativa.

Resultado de Análisis de Conglomerados

Figura 12

Dendrograma para los factores en estudio.



De acuerdo con el estudio de variables con respecto aproximidades representado en la figura N° 12, se observa estrecha similitud entre Morada*Entera*Éter de Petróleo vs. Amarilla*Triturada*Éter de Petróleo, a su vez este último con Morada*Triturada*Éter Etilico; la relación se debe principalmente a los análisis químicos (pH, densidad, absorbancia impurezas, índice de peróxido, cianuro). Por otro lado, los tratamientos con menor relación que se identificaron fueron Morada*Triturada*Éter de Petróleo vs. Amarilla*Triturada*Éter Etilico, se observó variación debido a que el rendimiento se encontraba influenciando dichos tratamientos.

Análisis de Componentes Principales

Tabla 36

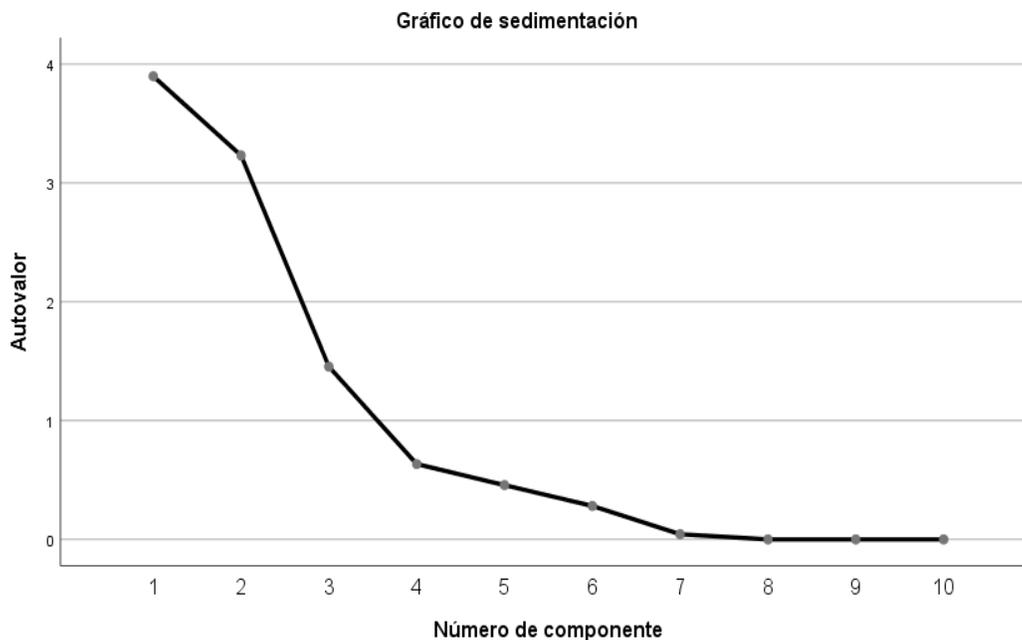
Matriz de Correlación de Componentes Principales.

Matriz de correlaciones											
	Rendimiento	pH	Densidad	Absorbancia	Humedad	Impurezas	I. de Acidez	I. de Peróxido	Saponificación	Cianuro	
Correlación	Rendimiento	1	0,192	-0,159	-0,410	-0,751	-0,033	0,647	-0,774	0,738	-0,323
	pH	0,192	1	0,166	-0,947	0,425	-0,576	0,764	0,410	0,381	-0,257
	Densidad	-0,159	0,166	1	-0,207	0,268	-0,449	-0,051	0,247	-0,208	0,341
	Absorbancia	-0,410	-0,947	-0,207	1	-0,245	0,479	-0,809	-0,202	-0,580	0,329
	Humedad	-0,751	0,425	0,268	-0,245	1	-0,189	-0,176	0,992	-0,369	-0,071
	Impurezas	-0,033	-0,576	-0,449	0,479	-0,189	1	-0,490	-0,237	-0,169	-0,085
	Índice de Acidez	0,647	0,764	-0,051	-0,809	-0,176	-0,490	1	-0,173	0,735	-0,105
	Índice de Peróxido	-0,774	0,410	0,247	-0,202	0,992	-0,237	-0,173	1	-0,411	-0,045
	Saponificación	0,738	0,381	-0,208	-0,580	-0,369	-0,169	0,735	-0,411	1	-0,340
	Cianuro	-0,323	-0,257	0,341	0,329	-0,071	-0,085	-0,105	-0,045	-0,340	1

Respecto a la tabla 36 existe correlación entre el rendimiento con el índice de acidez y la saponificación con valores de 0,647 y 0,738 respectivamente, de igual forma el pH se correlaciono con el índice de acidez (0,764) mientras tanto la variable humedad fue correlacionada con el índice de peróxido con un valor de 0,992, por último, el índice de acidez tuvo una correlación significativa con la saponificación de 0,735.

Figura 13

Gráfico de Sedimentación del Análisis de Componentes Principales.



En la figura 13 se evaluaron 10 variables, donde de acuerdo con la varianza total explicada se obtuvo un mayor porcentaje en la variable de rendimiento con 38,98%, para el componente 2 (pH) el valor fue de 32,31% y para el componente 3 (Densidad) fue de 14,54%, estos tres componentes fueron los de mayor rango, sin embargo, la absorbancia, humedad e impurezas obtuvieron porcentajes mayores a uno, siendo 6,34%, 4,56% y 2,817% respectivamente.

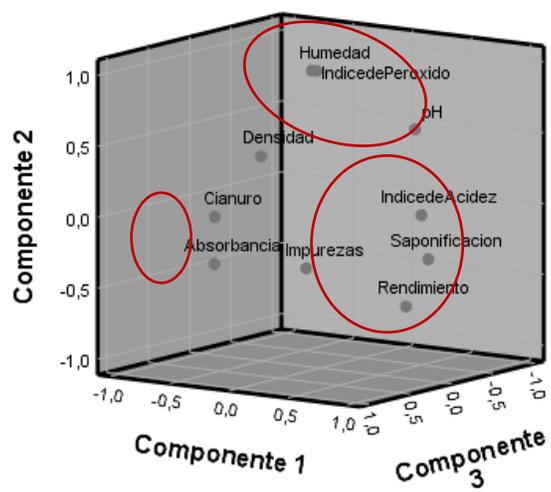
Tabla 37

Matriz de Componente.

Matriz De Componente			
	1	2	3
Índice de Acidez	0,936	0,079	0,119
Absorbancia	-0,854	-0,454	0,067
Saponificación	0,838	-0,274	-0,103
Rendimiento	0,769	-0,590	0,067
pH	0,736	0,633	-0,090
Índice de Peróxido	-0,257	0,923	-0,259
Humedad	-0,235	0,919	-0,284
Impurezas	-0,451	-0,522	-0,469
Cianuro	-0,361	0,028	0,766
Densidad	-0,032	0,476	0,677

Figura 14

Gráfico del Análisis de Componentes Principales.



De acuerdo a la figura 14 el análisis de componentes principales, determino que para el componente 3 existió mayor correlación entre las variables, sin embargo se destacan a las variables de humedad e índice de peróxido con las de mayor correlación dentro de todos los componentes sumándole a esta el pH siendo correlacionado con las variables antes mencionadas, de igual manera existió correlación entre el índice de acidez, la saponificación, y el rendimiento por ultimo para el componente 2 existió correlación positiva entre el cianuro y la absorbancia, a diferencia de la densidad que se apartó significativamente, como las impurezas para el componente 3 por ultimo para el componente 1 no se encontró ninguna correlación.

De acuerdo a la correlación existente entre la Humedad y el índice de peróxido, Ramirez (2018) menciona que esta diferencia se puede producir por el estado de oxidación inicial de un aceite, el cual se asocia al enranciamiento de los aceites por un proceso natural, donde la composición de estos se altera con el tiempo, generando un cambio en las propiedades organolépticas, entre otras cosas, lo que es indicativo de un proceso oxidativo intenso, como puede ser por hidrólisis o por oxidación: cuando se dice que es por hidrólisis los acilglicéridos de los aceites se hidrolizan liberando ácidos grasos y glicerina, pero cuando es por oxidación el proceso consiste en la incorporación del oxígeno en el doble enlace del ácido graso insaturado (ya sea libre o incorporado en un acilglicérido) para formar peróxidos e hidroperóxidos.

Balance de Materiales Agronómicos

Tabla 38

Balance de Materiales

BALANCE DE MATERIALES Agronómicos			
PROCESAMIENTO		AMARILLA	MORADA
Ingreso de materia prima	Pulpa fresca	600 g = 100%	600 g = 100%
Secado a 65°C	Semillas secas	106 g = 17,6%	148 g = 24,6%
Equipo de soxhlet	Contenido de aceite	14 g = 13,2%	25,16 g = 17%

De acuerdo con la tabla 38 se demuestra como cada variedad tiene un comportamiento distinto luego del proceso de secado en la estufa, considerando como mayor rendimiento en cuanto a peso a la variedad morada que fue del 24,6%, al igual que en la cantidad de aceite obtenido mostrando 3,8% más que el aceite de la variedad morada, de acuerdo con el estudio de Göktürk, Özkan, & Sema, (2007), se muestra que los valores de rendimiento de acuerdo al equipo de soxhlet con eter de petroleo arrojaron valores de 12,35 a 16% de aceite de uva, siendo valores similares en las mostradas en el cuadro anterior.

Comparación entre tratamientos representativos.

Tabla 39

Comparación entre los tratamientos representativos.

VARIABLES	TRATAMIENTOS	
	V2A2S1	V2A2S2
Rendimiento	13,56%	21,50%
pH	1,55	2,7
Densidad	0,88g/cm ³	0,90g/cm ³
Impurezas	1,50%	0,03%
Humedad	1,93%	0,40%
Absorbancia	1,64 U.A (270nm)	0,18 U.A (270nm)
Índice de acidez	3,8 mg de KOH/g	14,7 mg de KOH/g
Índice de saponificación	452,54mg/g	686.29mg/g
Índice de peróxido	2,49 meqO ² /kg	5,7 meqO ² /kg
Contenido de cianuro	0,56ppm	0,43ppm

De acuerdo a la tabla 39 los tratamientos representativos fueron la variedad morada + semilla deshidratada pulverizada + solvente éter etílico en esta se destacaron las variables como índice de acidez, e índice de peróxido, sin embargo el resto de variables estuvieron cumpliendo las normas de cada una, al igual el tratamiento Variable morada + semilla deshidratada pulverizada + éter de petróleo destacaron la variable de rendimiento, impurezas, humedad, y contenido de cianuro, de esta manera se logró clasificar dentro de los ocho tratamientos a los dos mencionados con anterioridad como los mejores en cuanto a sus características fisicoquímicas, toxicológicas y rendimiento.

Comparación entre tratamientos representativos.

Tabla 40

Rendimiento del aceite en distintos métodos de extracción.

RENDIMIENTO DEL ACEITE APLICANDO DIFERENTES METODOS		
	EQUIPO DE SOXHLET	METODO MECANICO
	Var. amarilla	Var. amarilla
Pulpa fresca	600 g = 100%	600 g = 100%
Semillas secas	106 g = 17,6%	106 g = 17,6%
Contenido de aceite	14,02 g = 13,2%	20 g = 18,86%

En la tabla 40 se muestra las diferencias en cuanto al contenido de aceite obtenido a partir del método con solventes en el equipo de soxhlet que mostro un valor de 13,2% de rendimiento total de aceite, a diferencia del contenido final de aceite con el método mecánico o prensado en frio que es de 18,86%, esta valoración se la realizo con la variedad amarilla con un peso de 600gr en pulpa fresca, obteniendo 106gr al momento de deshidratarlas, es importante conocer que los métodos planteados muestran como existen diferencias esto se corrobora con la investigación de Hoyos & Sanchez (2019), en los cuales se observo mayor rendimiento para la extracción por prensado, con un promedio aproximadamente de 25 y 27% para semilla fresca y semilla de desecho industrial respectivamente, siendo mayor que el alcanzado por extracción con solvente, atribuyendo esta característica a la mayor capacidad de los solventes orgánicos para extraer la mayoría de los componentes lipídicos presentes en la semilla de maracuyá.

CAPITULO V

Discusión

Con Respecto al Factor A (Variedad)

El contenido de aceite obtenido durante el procesamiento es relativamente bajo para todos los tratamientos en comparación con los resultados de Pantoja, Hurtado, & Martínez, (2016) quienes obtuvieron un promedio de 22.23% de aceite aplicando el mismo método. Al analizar los tratamientos se identificó que la variedad morada obtuvo mayores porcentajes de rendimiento, Según Pantoja, Hurtado, & Martínez, (2016); el rendimiento de aceite extraído puede ser superior o inferior en diferentes casos debido a factores tales como técnicas de extracción combinadas, tipos de solventes, zona geográfica donde se cultiva la fruta, entre otros aspectos que influyen en la extracción de aceite.

Con el análisis respectivo de las variedades se pudo identificar que la humedad sobrepasa los límites permitidos en ambas variedades, se observó que la variedad amarilla obtuvo 3,23 % de humedad, mostrando diferencia con la variedad morada que presentó 1,01%, la norma NTE INEN 2688, (2014) establece que el nivel máximo permitido de humedad de 0.2%. La humedad es un parámetro importante para la optimización del rendimiento durante el proceso de extracción. Después de las etapas de extracción, se debe evaluar el contenido de humedad del aceite, que debe ser del 2 % o menos y depende del tipo de mecanismo de extracción. Un contenido sustancialmente mayor de humedad indica pérdida de beneficios del aceite (Bruker Optics, 2015).

La variedad morada presentó un índice de acidez de 10,11 mg de KOH/g mientras que la variedad amarilla un valor de 6,76 mg de KOH/g encontrándose por encima de los valores determinados, el aumento de la acidez del aceite se dio debido al contenido de la pulpa, mismo que refleja valores altos de acidez (3.48% variedad morada y 3.37% variedad amarilla). La norma CODEX STAN 19, (1981) establece un rango no mayor a 4,0 mg de KOH/g de acidez para aceites vírgenes. Según Alvarado & Sandoval, (2018) el aumento del índice de acidez se

da debido a la influencia de la humedad de la semilla, es decir, que entre mayor sea el tiempo en que la semilla de maracuyá se encuentre con humedad mayor será la acidez.

La variedad amarilla presentó un índice de peróxido de 4,68 meq de oxígeno por kg de aceite siendo mayor con respecto a la variedad morada (1,17 meq de oxígeno por kg de aceite), el índice de peróxido en ambos casos se encuentra dentro de los rangos permitidos según la norma CODEX STAN 19, (1981) esta norma establece un límite de hasta 15 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite para Aceites vírgenes y grasas comestibles.

El índice de acidez y el índice de peróxido son los dos parámetros más serios que aseguran la calidad de un aceite virgen. La lipólisis o alteración hidrolítica y la oxidación o alteración oxidativa pueden comenzar a producirse durante la extracción y sobre todo durante el almacenamiento produciendo alteraciones en la calidad del producto (Pastrana, 2016).

El índice de saponificación fue mayor para la variedad morada presentando 503,73 mg KOH por gramo de aceite a diferencia de la variedad amarilla que demostró 233,85 mg KOH por gramo de aceite, ambas variedades se encuentran por encima de los límites establecidos en la norma NTE INEN 2421, (2009) esta norma establece un límite máximo de 199 mg KOH por gramo de aceite.

El índice de saponificación (IS) es expresado como el número de miligramos de KOH requeridos para saponificar los ácidos grasos libres y combinados presentes en un gramo de grasa y ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituye la grasa, las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación mostrando IS más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de Índice de saponificación (Rodríguez, Maldonado, Muro, & Miranda, 2016).

Con Respecto al Factor B (Acondicionamiento)

El acondicionamiento de la semilla está directamente relacionado con el rendimiento del aceite, reflejando un mayor porcentaje para la semilla deshidratada triturada (15,85%), y menor para la semilla deshidratada entera con (14,80%), de igual manera sucede en el caso del índice de saponificación, la semilla deshidratada triturada reflejo un mayor índice de saponificación (447,87 mg KOH por gramo de aceite), mientras que en la semilla deshidratada entera el resultado fue de 289,71 mg KOH por gramo de aceite,

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa por el sistema de solvente es mayor cuando la semilla se somete a una trituración previa, esta trituración reduce a la semilla en finísimas partículas de unos 0,3 milímetros de espesor facilitando la extracción posterior del aceite por medio del solvente (Baquero, 1988).

La semilla deshidratada entera obtuvo un mayor contenido de cianuro (0,67meq), a diferencia la semilla deshidratada triturada que reflejo un valor de 0,51meq. Según Baquero, (1988) al triturar la semilla, las gotas de aceite que están repartidas en la masa, por efecto de la temperatura se unen entre ellas más fácilmente originando la desnaturalización de la proteína junto con los minerales facilitando la separación del aceite de la masa de semilla (Baquero, 1988).

Con Respecto al Factor C (Solvente)

El éter de petróleo obtuvo mayores resultados en cuanto a rendimiento (16,24%), pH (2,81), humedad (2,82%), índice de acidez (11,78), índice de peróxido (3,89), índice de saponificación (511,45) y menor en cuanto a absorbancia (0,19) e impurezas (0,0025%). El éter de etílico por otra parte, obtuvo mayores resultados en cuanto a absorbancia (1,38) e impurezas (0,79%) y menor en cuanto a rendimiento (14,40%), pH (1,87), humedad (1,41%), índice de acidez (5,10), índice de peróxido (1,96), índice de saponificación (226,13).

El aceite obtenido usando éter de petróleo presento un mayor rendimiento y mejores características físicas, en cuanto al olor, brillo, color (anaranjado claro) y menor contenido de impurezas, sin embargo, las características fisicoquímicas como: humedad, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificación y pH fueron superiores demostrando que este aceite es de menor calidad a diferencia del aceite obtenido al utilizar éter di etílico, el cual presento menor rendimiento, mayor porcentaje de impurezas y una coloración anaranjada oscura, no obstante, las características fisicoquímicas fueron de mayor calidad al demostrar resultados menores en cuanto a humedad, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificación y pH.

Con Respecto a la Interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento)

La interacción Variedad*Acondicionamiento mostro que el rendimiento fue mayor para la variedad Morada triturada con un valor de 17,73 % y menor para la variedad amarilla entera reflejando un valor de 11,87%, la variedad morada mostro mayor aptitud en cuanto a producción, además se pudo comprobar que la eficiencia de la extracción de los lípidos de los alimentos secos depende del tamaño de la partícula: una molienda eficiente aumenta el rendimiento (Verdini, 2017).

La humedad demostró resultados mayores para la variedad Amarilla Entera con un valor 3,69 % y menor de 0,85% para variedad morada entera, por lo que se dedujo que el porcentaje de humedad depende de la variedad independientemente del acondicionamiento de la semilla. El porcentaje de impurezas fue mayor para la variedad Morada Entera y Morada triturada y menor para la variedad Amarilla Entera y Amarilla triturada, el contenido de impurezas está ligado a la variedad y es independiente del acondicionamiento de la semilla.

El índice de saponificación fue mayor para la variedad Morada triturada y menor para la variedad Amarilla Entera, esta variable está relacionada directamente al acomodamiento, ya que a medida que disminuye el tamaño de la partícula de la semilla hay mayor cantidad de

ácidos grasos de la cadena corta, Las grasas constituidas por ácidos grasos de cadena larga tienen valores bajos de índice de saponificación porque tienen un número relativamente menor de grupos funcionales carboxílicos por unidad de masa de la grasa y, por lo tanto, el peso molecular es alto. A nivel industrial es importante a saber la cantidad de ácido graso libre que está presente, ya que así se determina en gran medida las pérdidas que se pueden dar durante la refinación (Larez, 2017).

Con Respecto a la Interacción A*C (Variedad*Solvente)

El rendimiento y la humedad mostraron mayores resultados para variedad morada con éter de petróleo y menores para la variedad amarilla con éter de petróleo, por lo que se constató que el rendimiento y la humedad en esta interacción dependen de la variedad más que del tipo de solvente que se aplique. En cuanto al pH se observó que este fue mayor al utilizar éter de petróleo, por otra parte, el porcentaje de impurezas de la variedad morada con éter di etílico fue mayor al de la variedad morada con éter de petróleo, lo que indica que el contenido de impurezas para esta interacción es dependiente del solvente más que de la variedad, El índice de acidez fue mayor variedad morada con éter de petróleo, y menor variedad morada con éter di etílico, indicando que el índice de acidez depende del solvente, demostrando mejores resultados al aplicar éter di etílico.

El índice de peróxido índico que la variedad amarilla con éter de petróleo tuvo mayor oxidación que variedad morada aplicando el mismo solvente, lo que demuestra que, en esta interacción, el índice de peróxido depende de la variedad más que del tipo de solvente que se aplique. El índice de saponificación disminuyó notablemente al utilizar la variedad amarilla con éter di etílico demostrando un valor de 139,04 mg KOH por gramo de aceite encontrándose dentro de los límites establecidos por la norma (NTE INEN 2421, 2009).

Con Respecto a la Interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente)

En la interacción Acondicionamiento*Solvente, el rendimiento fue mayor para la semilla triturada con éter de petróleo presentando un 18,38%, y menor para la semilla triturada con éter di etílico con 13,32 (a), los resultados determinaron que el mejor solvente para la extracción de aceite de maracuyá fue el éter de petróleo con 5% más en cuenta a producción según Giraldo, Velasquez, & Cuartas, (2010) la extracción con solventes es un proceso de transferencia de masa donde los materiales (dependiendo del tipo y variedad) son llevados de una fase a otra para separar uno o más compuestos de una mezcla, por lo cual es lógico pensar que a mayor área de contacto mayor porcentaje de extracción.

En esta interacción se observó que a absorbanza aumento al triturar la semilla y aplicar éter di etílico obteniendo un aceite más oscuro que al aplicar la semilla triturada con éter de petróleo. La humedad fue mayor al utilizar la semilla entera con éter de petróleo, y menor al aplicar la semilla entera con éter di etílico, lo que indica que el contenido de humedad depende del solvente más que de la variedad de maracuyá que se aplique para los tratamientos. El contenido de impurezas incremento al utilizar la semilla entera y triturada con éter etílico y a su vez esta disminuyo al utilizar semilla triturada con éter de petróleo, lo que demuestra que es mejor utilizar el solvente éter de petróleo para disminuir el porcentaje de impurezas en el aceite.

El índice de acidez e índice de peróxido mostraron un incremento al utilizar la semilla entera con éter de petróleo y una disminución al utilizar la semilla entera con éter di etílico, lo que demuestra que estas dos variables dependen del tipo de solvente más que del acondicionamiento de la semilla. El índice de saponificación disminuyo notablemente llegando a los límites establecidos por la norma (NTE INEN 2421, 2009).

Al utilizar la semilla entera con éter di etílico (163,81). En cuanto al contenido de cianuro se pudo constatar que semilla entera con éter de petróleo obtuvo un mayor porcentaje a diferencia de la semilla triturada con el mismo solvente. Lo que demuestra que el contenido de

cianuro depende del acondicionamiento de la semilla siendo mejor triturar la semilla para obtener niveles bajos de cianuro en el aceite.

Con Respecto a la Interacción A*B*C (Variedad*Acondicionamiento*Solvente)

La interacción Variedad*Acondicionamiento*Solvente demostró un incremento en el rendimiento al utilizarla variedad morada triturada con éter de petróleo, siendo el mejor tratamiento en cuanto a producción. Se obtuvo el rendimiento más bajo al utilizar la variedad amarilla entera con éter de petróleo, El pH fue mayor al utilizar la variedad amarilla entera con éter de petróleo, y menor al utilizar la variedad morada triturada con éter de etílico, en cuanto a la absorbancia, se obtuvo un aceite más claro al utilizar variedad amarilla triturada con éter de petróleo. El contenido de humedad fue menor al utilizar la variedad morada triturada con éter de petróleo, El porcentaje de impurezas fue mayor en variedad morada con éter de etílico y variedad morada con éter de etílico independientemente del acondicionamiento de la semilla, se obtuvieron porcentajes menores al utilizar la variedad amarilla triturada con éter de petróleo.

El índice de acidez, índice de saponificación e índice de peróxido aumentaron al utilizar la variedad morada entera o triturada con éter de petróleo y menor variedad amarilla entera o triturada con éter de etílico, demostrando que para conseguir mejores características fisicoquímicas en el aceite se debe utilizar la variedad amarilla entera o triturada con éter de etílico.

Con respecto al balance de materiales agronómicos.

Cada variedad tiene un comportamiento distinto luego del proceso de secado en la estufa, considerando como mayor rendimiento en cuanto a peso a la variedad morada que fue del 24,6%, al igual que en la cantidad de aceite obtenido mostrando 3,8% más que el aceite de la variedad amarilla.

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- **Factor A (Variedad)**

La variedad morada obtuvo el mayor porcentaje en cuanto a rendimiento reflejando un valor de 17,63%, se observó que la humedad sobrepasa los límites permitidos en ambas variedades (la variedad amarilla obtuvo 3,23 % de humedad y la variedad morada que presentó 1,01%), la norma NTE INEN 2688, (2014) establece que el nivel máximo permitido de humedad de 0.2%, los niveles altos de humedad fueron debido a que se aplicó la extracción de aceite por el método de Soxhlet.

Las dos variedades de maracuyá presentaron un índice de acidez por encima de los valores determinados, el índice de acidez incremento ya que la muestra se tomó junto con la pulpa de la fruta, esto sumado a la humedad de la semilla.

Se determinó que la variedad amarilla tiene un mayor grado de oxidación, sin embargo, ambas variedades se encuentran dentro de los rangos permitidos según la norma CODEX STAN 19, (1981). El índice de saponificación fue mayor para la variedad morada, no obstante, ambas variedades se encuentran por encima de los límites establecidos en la norma NTE INEN 2421, (2009) lo que determinó que este aceite contiene ácidos grasos de cadena corta al haber mayor consumo de KOH,

- **Factor B (Acondicionamiento)**

La semilla triturada reflejó un mayor rendimiento (15,85%) y mayor índice de saponificación (447,87 mg KOH por gramo de aceite), demostrando que al disminuir el tamaño de la partícula mayor es el contenido de aceite y por ende mayor la cantidad de ácidos grasos de la cadena corta.

La semilla entera obtuvo un mayor contenido de cianuro (0,67meq), a diferencia la semilla triturada que reflejo un valor de 0,51meq. Indicando que el cianuro se encuentra en la capa superficial de la semilla y es más fácil su dilución en el aceite cuando la semilla no se tritura.

- **Factor C (Solvente)**

El éter de petróleo obtuvo mayores resultados en cuanto a rendimiento (16,24%), pH (2,81), humedad (2,82%), índice de acidez (11,78), índice de peróxido (3,89), índice de saponificación (511,45) y menor en cuanto a absorbancia (0,19) e impurezas (000,25%). Demostrando un mayor rendimiento y mejores características físicas, en cuanto al olor, brillo, color (anaranjado claro) y menor contenido de impurezas, sin embargo, las características fisicoquímicas como: humedad, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificación y pH fueron superiores demostrando que este aceite es de menor calidad a diferencia del aceite obtenido al utilizar éter di etílico.

- **Interacción A*B (Variedad*Acondicionamiento)**

El rendimiento fue mayor para la variedad Morada triturada con un valor de 17,73 % demostrando mayor aptitud en cuanto a producción. La humedad demostró resultados mayores para la variedad Amarilla Entera con un valor 3,69 % por lo que se dedujo que el porcentaje de humedad depende de la variedad y es independientemente del acondicionamiento de la semilla. El porcentaje de impurezas fue mayor para la variedad Morada Entera y Morada triturada demostrando que este está ligado a la variedad y es independiente del acondicionamiento de la semilla.

El índice de saponificación fue mayor para la variedad Morada triturada y menor para la variedad Amarilla Entera, esta variable está relacionada directamente al acomodamiento, ya

que a medida que disminuye el tamaño de la partícula de la semilla hay mayor cantidad de ácidos grasos de la cadena corta.

- **Interacción A*C (Variedad*Solvente)**

El rendimiento y la humedad mostraron mayores resultados para variedad morada con éter de petróleo. En cuanto al pH se observó que este fue mayor al utilizar éter de petróleo, por otra parte, el porcentaje de impurezas de la variedad morada con éter di etílico fue mayor, El índice de acidez fue mayor para la variedad morada con éter de petróleo, indicando que este depende del solvente. El índice de peróxido índico que la variedad amarilla con éter de petróleo tuvo mayor oxidación que variedad morada aplicando el mismo solvente. El índice de saponificación disminuyó notablemente al utilizar la variedad amarilla con éter di etílico demostrando un valor de 139,04 mg KOH por gramo de aceite llegando a los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 2421, 2009).

- **Interacción B*C (Acondicionamiento*Solvente)**

Se determinó que el mejor solvente para la extracción de aceite de maracuyá es el éter de petróleo con un 5% más en cuenta a producción. La absorbancia aumento al triturar la semilla y aplicar éter di etílico obteniendo un aceite más oscuro. La humedad disminuyó al aplicar la semilla entera con éter di etílico, El contenido de impurezas incremento al utilizar la semilla entera y triturada con éter etílico.

El índice de acidez e índice de peróxido disminuyeron al utilizar la semilla entera con éter di etílico. El índice de saponificación disminuyó notablemente llegando a los límites establecidos por la norma (NTE INEN 2421, 2009). al utilizar la semilla entera con éter di etílico (163,81). En cuanto al contenido de cianuro se pudo constatar que semilla entera con éter de petróleo obtuvo un mayor porcentaje a diferencia de la semilla triturada con el mismo solvente.

- **Interacción A*B*C (Variedad*Acondicionamiento*Solvente)**

Se determinó un incremento en el rendimiento al utilizarla variedad morada triturada con éter de petróleo. El pH fue mayor al utilizar la variedad amarilla entera con éter de petróleo, en cuanto a la absorbancia, se obtuvo un aceite más claro al utilizar variedad amarilla triturada con éter de petróleo.

El contenido de humedad fue menor al utilizar la variedad morada triturada con éter de petróleo, El porcentaje de impurezas fue mayor en variedad morada con éter di etílico y variedad morada con éter di etílico independientemente del acondicionamiento de la semilla. Se demostró que para conseguir mejores características fisicoquímicas en el aceite se debe utilizar la variedad amarilla entera o triturada con éter di etílico.

Recomendaciones

Tomar en cuenta la selección de las frutas maduras y sin daños, puesto que al realizar análisis microbiológicos que pueden arrojar valores de presencia de hongos en las muestras.

Realizar la recolección de las semillas de maracuyá, evitando recolectar el líquido puesto que este hará que el proceso de secado sea más largo y los niveles de pH sean mayores al momento de realizar las pruebas físicas.

Para obtener un aceite de mejor calidad y con valores menores en las pruebas fisicoquímicas se debe realizar el desgomado, neutralización, lavado con agua, desodorización y winterización como proceso de refinación del aceite una vez extraído.

Recomendamos que para conseguir mejores características fisicoquímicas en el aceite se debe utilizar la variedad amarilla entera o triturada con éter di etílico.

Es importante que las muestras obtenidas deben ser almacenadas en recipientes de vidrio y color oscuro pues de esta forma se evita el deterioro de los extractos, los cuales pueden presentar valores inadecuados en las pruebas fisicoquímicas posteriores.

En cuanto al método de Soxhlet se recomienda realizar futuras investigaciones con prensado en frío para determinar su análisis fisicoquímico del aceite extraído y poderlo comparar.

Se recomienda la maracuyá de variedad morada con la aplicación de la trituración de la semilla para la obtención de mayor rendimiento, además la utilización de éter etílico para la obtención de un aceite con características fisicoquímicas de mayor calidad.

CAPITULO VII

Bibliografía

- Alvarado. (2012). *Manejo del cultivo de maracuya*. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf
- Alvarado, J., & Sandoval, J. (2018). *Obtencion de aceite comestible a partir de la semilla de maracuya*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Baquero, J. (1988). *EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLAS OLEAGINOSAS*. Madrid: Corazón de María, 8 28002-Madrid.
- Bruker Optics. (2015). *Analizadores FT-NIR para el control de calidad en laboratorio y línea de producción*. Billerica, MA .
- Cañizares, A., & Jaramillo, E. (2015). *El Cultivo del Maracuyá en Ecuador*. MACHALA: utmach.
- CODEX STAN 19. (1981). *Norma para grasas y aceites comestibles no regulados* . FAO.
- Cressey, P., Saunders, D., & Goodman, J. (2013). *Glicósidos cianogénicos en alimentos de origen vegetal disponibles en Nueva Zelanda*.
- Cruz, R., & Melendez, C. (2004). *“OBTENCION, REFINACION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE Passiflora edulis flavicarpa (MARACUYA)”*. SAN SALVADOR- EL SALVADOR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- Docsity. (10 de 05 de 2013). Obtenido de <https://www.docsity.com/es/produccion-de-maracuya-apuntes-ingenieria-economica/330410/>
- FAO. (3 de Enero de 2012). *Cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa)* . Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2662>
- Gerencia Regional Agraria La Libertad. (2010). Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf
- Giraldo, H., Velasquez, J., & Cuartas, P. (2010). *EXTRACCIÓN CON SOLVENTES Y PURIFICACIÓN DE ACEITE A PARTIR DE SEMILLAS DE Jatropha curcas*. Medellín - Colombia: Revista Investigaciones Aplicadas | ISSN 2011-0413 |.
- Göktürk, B., Özkan, G., & Sema, E. (2007). *Caracterización de extractos de aceite de orujo y pepita de uva*. Logroño-España: Universidad de la Rioja.
- Hoyos, J., & Sanchez, S. (2019). *CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ (Passiflora edulis S.) EXTRAIDO CON SOLVENTE ORGÁNICO Y PRENSADO EN FRÍO*. Pimentel-Peru: Universidad Señor de Sipan.
- IICA. (2000). *FUNDESYRAM*. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2662>
- Infantes, M. (2014). *“EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO ENZIMÁTICO PARA LA EXTRACCIÓN MECÁNICA DEL ACEITE VEGETAL DE LAS SEMILLAS DE*

- MARACUYÁ (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa Degener*)". Lima-Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Larez, C. (2017). *Determinación del índice de saponificación en aceite de maíz usando una lipasa de procedencia nacional*. Venezuela.
- Lucas, C. (2013). *ESTUDIO TÉCNICO - ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE MARACUYA*. GUAYAQUIL – ECUADOR.
- Nava, F., Elorza, E., Uribe, A., & Pérez, R. (2007). *Análisis químico de cianuro en el proceso de cianuración: revisión de los principales métodos*. Madrid: Revista de Metalurgia.
- NTE INEN 0035. (1973). *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa*. Ecuador : Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- NTE INEN 0038. (1973). *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- NTE INEN 0389. (1986). *Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- NTE INEN 040. (1973). *Grasas y aceites comestibles. Determinación del Índice de Saponificación*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- NTE INEN 2421. (2009). *Grasas y Aceites comestibles. Aceite de Palma (OxG) alto oleico. Requisitos*. Ecuador: Instituto de Normalización Ecuatoriano (INEN).
- NTE INEN 2688. (2014). *Aceite, sacha inchi, maní del inca, requisitos*. Ecuador: Instituto de Normalización Ecuatoriano (INEN).
- NTE INEN 277. (1978). *Grasas y Aceites. Determinación del Índice de Peroxido*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- NTE INEN 348. (1978). *Determinación de Ceniza*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- Pantoja, A., Hurtado, A., & Martínez, H. (2016). *Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO₂ supercrítico*. Universidad de Nariño, Agroindustria y Ciencia de los Alimentos. Nariño: Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v66n2/0120-2812-acag-66-02-00178.pdf>
- Pastrana, L. (2016). *Análisis de la calidad del aceite de oliva virgen*. Sevilla- España: Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/56330/MEMORIA%20DE%20LUCIA%20PASSTRANA%20MONCAYO.pdf?sequence=1>
- Ramírez, T. (2018). *“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE ACEITES Y GRASAS RESIDUALES CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES”*. Pedro Escobedo, Qro., México: CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.

- Rodríguez, J., Maldonado, J., Muro, M., & Miranda, L. (2016). *ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN DE CINCO MANTECAS DETERMINADO MEDIANTE UN MICROMÉTODO*. Nuevo León, México.: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Saicex. (2004). Obtenido de <http://www.saicex.org/consejo-para-pacientes-con-sindrome-latex-frutas/>
- Salinas, P. (2012). *PLANTAS TÓXICAS COMUNES EN EL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA. SEGUNDA PARTE. ADOXACEAE, ASTERACEAE, CAESALPINIACEAE, CHENOPODIACEAE, COMBRETACEAE, CRUCIFERAE, CYCADACEAE, ERICACEAE, EUPHORBIACEAE, FABACEAE, LAMIACEAE, MALVACEAE, MORACEAE, MYRTACEAE, PAPAVERACEA*. Mérida, Venezuela.
- Tapia , E. (21 de junio de 2015). *LIDERES* . Obtenido de El cultivo de maracuyá necesita tecnificarse: <http://www.revistalideres.ec/lideres/cultivo-maracuya-produccion-ecuador.html>
- Torres, M. (10 de Septiembre de 2011). *Clasificación y descripción botánica de la maracuyá*. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3362>
- Verdini, R. (2017). *ANÁLISIS DE GRASAS EN LOS ALIMENTOS*. Obtenido de https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/145787/mod_resource/content/1/QA-2017-LIPIDOS-METODOS.pdf