
Determinación de las propiedades fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla obtenida del procesamiento de zumo de maracujá (*Passiflora edulis*)**Determination of the physicochemical properties and fatty acid profile of the oil of the seed obtained from the processing of passion fruit (*Passiflora edulis*) juice****Determinação das propriedades físico-químicas e do perfil de ácidos graxos do óleo de semente obtido do processamento do suco de maracujá (*Passiflora edulis*)****Jorge Enrique Hoyos Zagaceta¹, Sánchez Zavaleta Segundo Hernán², Williams Esteward Castillo Martínez³,**

Resumen

En general la industrialización de frutas, como toda industria de alimentos implica la generación de una cantidad considerable de residuos que pueden ser aprovechados de diversas formas, como en alimentación animal, abonos, obtención de biogás, en la extracción de aceites, pectinas, flavonoides, entre otros. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el destino de los residuos generados del procesamiento de frutas no es manejado adecuadamente generando un impacto negativo al medio ambiente. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del método de extracción en las propiedades fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla obtenida del procesamiento de zumo de maracujá (*Passiflora edulis*), para que se aplicó un diseño factorial 2³ teniendo como variables independientes fueron Tipo de materia prima (semillas fresca y Semilla de desecho industrial de maracuya) y Método de extracción (Prensado y solvente) y variables dependientes rendimiento, acidez, índice de peróxidos y contenido de ácido oleico y linoleico. Se concluye El método de prensado en frío permite obtener mayor rendimiento de aceite para las semillas de desechos industriales de maracujá. El método de extracción afecta al contenido de ácidos oleico y linoleico del aceite de las semillas de desechos industriales de maracujá, si desea un aceite con mayor contenido de ácido oleico el método a emplear es por prensado en frío y si se desea mayor contenido de ácido linoleico es por extracción por solvente. El método de extracción afecta en la propiedades fisicoquímicas del aceite (índice de peróxidos y % de acidez) , siendo estas mayores cuando se emplea el método por extracción por solvente.

Palabras claves: *Desechos industriales, Maracuya, Semilla, Acidos grasos, Prensado, Extraccion por solvente*

Abstract

In general, the industrialization of fruits, like any food industry, involves the generation of a considerable amount of waste that can be used in various ways, such as animal feed, fertilizers, obtaining biogas, in the extraction of oils, pectins, flavonoids, among others. However, in most cases, the fate of waste generated from fruit processing is not managed properly, generating a negative impact on the environment. The objective of the present investigation was to evaluate the effect of the extraction method on the physicochemical properties and fatty acid profile of the seed oil obtained from the processing of passion fruit juice (*Passiflora edulis*), for which a factorial design 2³ was applied. independent variables were type of raw material (fresh seeds and maracuya industrial waste seed) and extraction method (pressing and solvent) and dependent variables yield, acidity, peroxide index and oleic and linoleic acid content. It is concluded The cold pressing method allows to obtain higher oil yield for seeds of industrial waste of passion fruit. The extraction method affects the content of oleic and linoleic acids in the oil of the seeds of industrial waste of passion fruit, if you want an oil with a higher content of oleic acid the method to use is by cold pressing and if you want a higher acid content Linoleic is by solvent extraction. The extraction method affects the physicochemical properties of the oil (peroxide index and% acidity), these being higher when the method is used by solvent extraction.

¹ Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. jorgehz@crece.uss.edu.pe

² Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. szavaletas@crece.uss.edu.pe

³ Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. wcastillom@crece.uss.edu.pe

Keywords: Industrial waste, Passion fruit, Seed, Fatty acids, Pressing, Solvent extraction

Resumo

Na industrialização geral de frutas, como toda a indústria de alimentos envolve a geração de uma quantidade considerável de resíduos que pode ser explorada de várias maneiras, tais como alimentação animal, fertilizantes, biogás, na extração de petróleo, pectinas, flavonóides, entre outros. No entanto, na maioria dos casos, o destino dos resíduos gerados a partir do processamento de frutas não é devidamente tratada, gerando um impacto negativo sobre o meio ambiente. O objectivo deste estudo foi avaliar o efeito do método de extracção no propriedades físico-químicas e perfil de ácidos graxos de óleo de semente obtidos a partir do processamento de suco de maracujá (*Passiflora edulis*), de 23 de desenho factorial foi aplicado como tendo variáveis independentes foram tipo de matéria-prima (sementes frescas e sementes resíduos industriais maracujá) e método de extracção (engaste e solvente) e variáveis dependentes rendimento, acidez, peróxido e ácido oleico e linoleico. Conclui-se que o método de prensagem a frio permite obter maior rendimento de óleo para sementes de resíduos industriais de maracujá. O método de extracção afecta o conteúdo de ácidos oleico e linoleico oleaginosas resíduos industriais maracujá, se desejado, um óleo com elevado teor de ácido oleico, o método utilizado é por prensagem a frio e, se o teor aumentado de desejar Linoleico é por extração por solventes. O método de extracção afecta as propriedades físico-químicas do óleo (peróxido e acidez%), sendo estas maiores quando o método de extracção com solvente é utilizado.

Palavras-chave: Resíduos industriais, maracujá, sementes, ácidos graxos, prensagem, extração de solventes.

Introducción

En los últimos años ha habido un crecimiento importante de investigaciones relacionadas con la extracción de compuestos de fuentes naturales, principalmente de residuos generados en el procesamiento de alimentos así como de productos agrícolas subutilizados. Estas materias primas han sido objeto de estas investigaciones, ya que pueden ser fuentes prometedoras de compuestos con aplicación en diversos nichos industriales. La calidad de los aceites extraídos es dependiente de diversos factores, como el proceso de extracción, solvente utilizado, calidad, origen y pretratamiento de la materia prima y de las condiciones de almacenamiento.

La *Passiflora edulis* (maracuyá agrio) es la variedad en la que se basa la producción comercial mundial (CARR, 2013). Los frutos son redondos, la corteza amarilla o amarilla verdosa y contiene múltiples semillas (característica común de la familia Passifloraceae) rodeadas de una pulpa amarilla gelatinosa de sabor ácido y aroma intenso (LOPEZ-VARGAS et al., 2013).

Los lípidos son macromoléculas encontrados tanto en los vegetales como en los animales y desempeñan funciones muy importantes en varias actividades biológicas, además de formar parte de la composición de la estructura celular y actuar como reserva energética (NELSON, COX, 2014). Los lípidos cubren un número elevado de sustancias y se pueden agrupar según la estructura química. Las formas más abundantes y las de principal importancia en los alimentos son los triacilgliceroles. Los triacilgliceroles son los lípidos formados por la unión de tres moléculas de ácidos grasos con una molécula de glicerol. Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos constituidos de cadenas de hidrocarburos con un grupo carboxilo terminal y se diferencian por la longitud de la cadena y el número, posición y configuración de las dobles conexiones (VISENTAINER, FRANCO, 2006). Se clasifican según la presencia de dobles conexiones (insaturaciones) entre las cadenas de carbono. Se denominan ácidos grasos saturados en ausencia de dobles enlaces, ácidos grasos monoinsaturados por la presencia de una insaturación y ácidos grasos poliinsaturados por la presencia de dos o más insaturaciones (YOUDIM, MARTIN, JOSEPH, 2000).

La mayoría de los aceites vegetales, en especial los de semillas de oleaginosas, es bastante insaturada, conteniendo principalmente ácidos grasos de 18 carbonos. Los ácidos grasos más comúnmente encontrados en aceites vegetales (como los aceites de soja, maíz, canola, oliva) están: ácido palmítico (C16: 0), ácido esteárico (C18: 0), ácido oleico (C18: 1), ácido linoleico (C18: 2) y ácido linolénico (C18: 3) (McCLEMENTS; Decker, 2010)

Los ácidos grasos poliinsaturados son los más importantes lípidos bioactivos, y se encuentran principalmente en aceites de semillas de plantas. Se trata de sustratos importantes para la

biosíntesis de hormonas celulares (eicosanoides) y otros compuestos indicadores que modulan la salud humana (ALUKO, 2012).

La extracción es una operación unitaria que tiene por objetivo la separación de determinadas sustancias a partir de diversas matrices, sólidas o líquidas, a través de procesos químicos, físicos o mecánicos, donde se retiene una de las fases (el extracto y desprecia otra (el residuo) (ANDREO, JORGE, 2006). Hay varios métodos para la extracción de aceites a partir de las matrices vegetales. Los aceites vegetales comestibles son convencionalmente extraídos usando procesos de prensa mecánica o solventes (OLIVEIRA, BARROS, GIMENES, 2013). Sin embargo, éstos presentan algunos inconvenientes y limitaciones. La extracción con prensa mecánica puede degradar compuestos bioactivos y reducir la vida de estante del aceite debido a la exposición al oxígeno ya la luz, además de la tasa de extracción ser baja. La extracción por solvente es una operación de transferencia de masa ampliamente utilizada en la industria de alimentos para retirar el aceite de semillas oleaginosas y pueden utilizar una amplia variedad de solventes (PERRY, 2008). Estas técnicas, sin embargo, utilizan altas temperaturas que pueden promover la pérdida de sustancias térmicamente sensibles, el proceso es largo e implica alto costo energético

Materiales y métodos

La semilla de granadilla (*Passiflora liguralis*) procedió del distrito de Querocoto de la provincia de Chota del departamento de Cajamarca.

Proceso de extracción del aceite

Se realizó la extracción por dos métodos: extracción por solvente orgánico y extracción por prensado. En la Figura 1, se esquematiza el proceso de extracción por solvente (Éter de petróleo), en el cual se acondiciono las semillas, para cual se secó hasta una humedad de 10-12% y luego se molieron. Se realizó la extracción con un equipo Soxhlet.

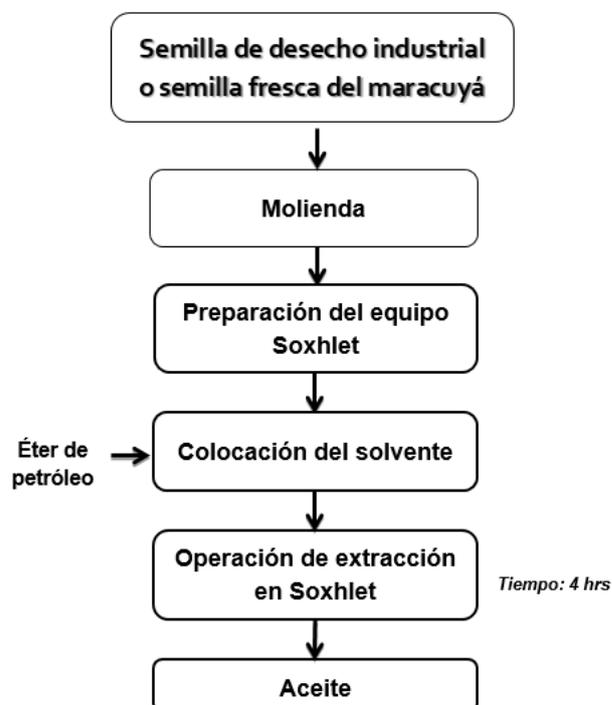


Figura 1. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial y semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S), por solvente orgánico.

En la figura 2 se esquematiza el proceso de extracción por prensado, para lo cual se empleó un expeler, en el cual se extrajo el aceite, para luego separarlo mediante centrifugación las impurezas y obtener un aceite virgen.

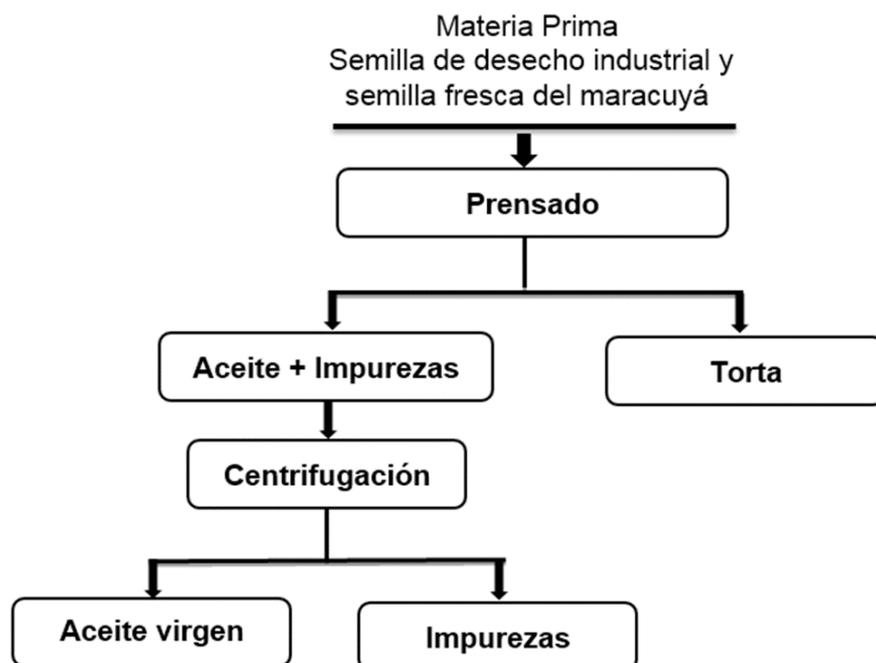


Figura 2. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S), por prensado en frío.

Caracterización fisicoquímica del aceite.

Rendimiento de aceite: Los aceites obtenidos por ambos métodos de extracción serán pesados y se calculará la eficiencia de extracción por medio de esta ecuación. Rendimiento de extracción (%) = (Peso de aceite extraído/Peso de la muestra) x 100

Perfil de ácido grasos: El perfil de ácidos grasos se determinó por Cromatografía de Gases, con columna capilar Rt_M – 2560 (Biscyanopropyl polysiloxane) de 100 metros, 025 mm ID, 0.2 µm df max de temperatura de 250 °C mínima temperatura 220 °C. El estándar utilizado: NLEA FAME MIX 30 mg/ml in Methylene Chloride; lote A054068 contiene 28 ácidos grasos.

Índice de acidez: Método AOCS Ca 5a-40 (2015).

Índice de peróxidos: Métodos AOCS CD 8b-90 (2015).

Diseño experimental

Se aplicó un diseño factorial categórico 2^k con 3 repeticiones, donde las variables independientes fueron Tipo de materia prima (semillas fresca y Semilla de desecho industrial de maracuya) y Método de extracción (Prensado y solvente) y variables dependientes rendimiento, acidez, índice de peróxidos y contenido de ácido oleico y linoleico. La matriz experimental se detalla en la tabla 01.

Resultados

En la tabla 1 se presenta los resultados obtenidos para la variable dependiente rendimiento, % de ácido oleico, % ácido linoleico, índice de peróxido e índice de acidez de aceite según el método de extracción y el tipo de materia prima según diseño factorial 2^k con 2 réplicas.

Tabla 1

Matriz de resultados del rendimiento, Ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite extraído por prensado en frío y por solvente orgánico.

Factor 1	Factor 2	Rendimiento	Ácido Oleico	Ácido Linoleico	Índice de peróxido meq.O₂/kg	Índice de Acidez
A:Tipo de materia prima	B:Método de extracción	%	%	%		% ácido oleico
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Extracción por solvente	25.43	16.66	68.39	2	3.7326
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Prensado en frío	27.4	16.02	68.41	2	4.0437
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Extracción por solvente	24.3	16.86	68.90	2.4	4.1741
Semilla fresca de maracuyá	Prensado en frío	28.92	13.45	65.81	4	5.2678
Semilla fresca de maracuyá	Prensado en frío	29.45	13.15	65.12	3.2	5.1876
Semilla fresca de maracuyá	Prensado en frío	29.98	13.9	65.18	4	5.308
Semilla fresca de maracuyá	Extracción por solvente	22.12	11.94	68.48	1.6	4.1801
Semilla fresca de maracuyá	Extracción por solvente	21.5	11.10	68.33	1.8	4.1427
Semilla fresca de maracuyá	Extracción por solvente	20.45	11.19	68.13	1.6	4.1043
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Prensado en frío	27.45	27.95	58.98	2	4.1642
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Prensado en frío	27.14	27.55	58.75	1.6	4.2533
Semilla de desecho industrial de maracuyá	Extracción por solvente	24.45	27.60	58.48	2.2	4.1245

En la tabla 2 se presenta el análisis de varianza del rendimiento según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

En la figura 1 se puede observar que para el tipo de semilla fresca de maracuyá se obtiene mayor rendimiento por el método de prensado en frío (29.45 ± 1.11), para el caso del desecho industrial de maracuyá disminuye su rendimiento (27.33 ± 1.11). Para el método de extracción usando éter de petróleo como solvente se puede observar que mayor rendimiento se obtiene para desecho industrial de maracuyá (24.72 ± 1.11), siendo menor para la semilla de fresca de maracuyá (21.5 ± 1.11).

Tabla 2:
Análisis de Varianza para la variable rendimiento de aceite

Fuente	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Value	p-value Prob > F
Model	109.590958	3	36.5303194	104.53163	< 0.0001
A-A:Tipo de materia prima	1.171875	1	1.171875	3.3533241	0.1044
B-Método de extracción	85.8140083	1	85.8140083	245.55706	< 0.0001
AB	22.605075	1	22.605075	64.684495	< 0.0001
Pure Error	2.79573333	8	0.34946667		
Cor Total	112.386692	11			

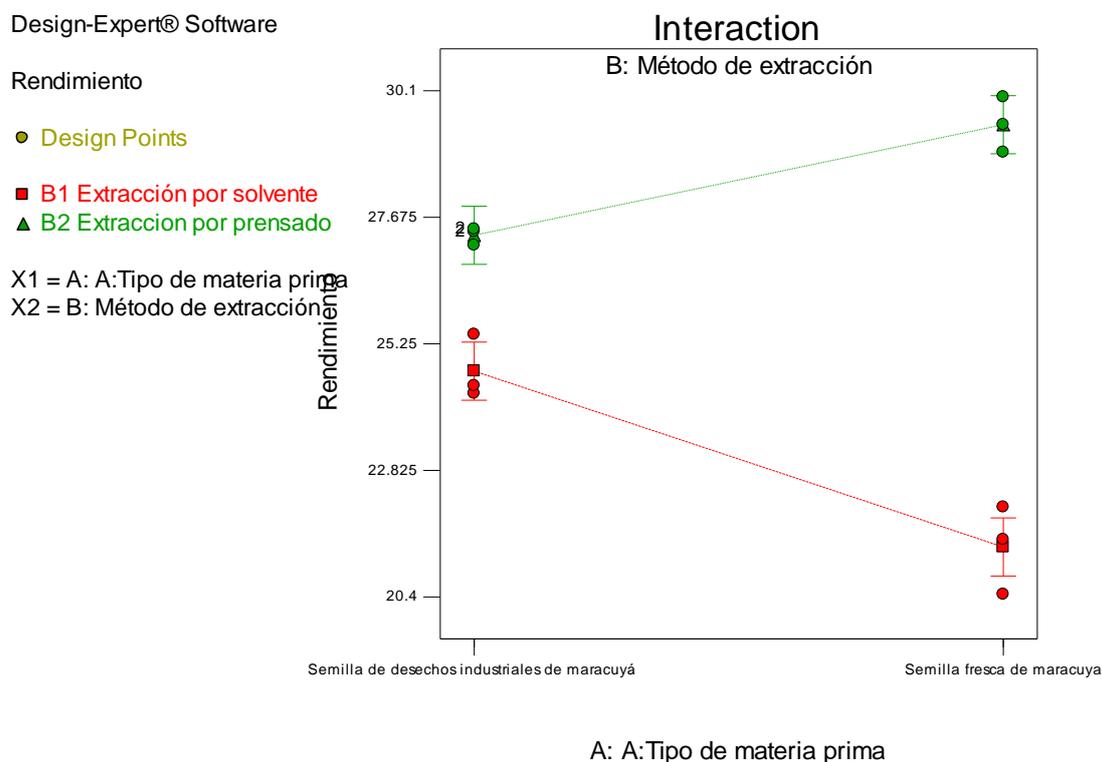


Figura 1. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el rendimiento de aceite.

En la tabla 3 se presenta el análisis de varianza para el contenido de Ácido Oleico según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

En la figura 2 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá se obtiene mayor rendimiento de ácido oleico por el método de extracción usando éter de petróleo como solvente (16.86%) en comparación con el método de prensado en frío (11.9%). Caso contrario sucede para los desechos industriales de maracuyá donde el mayor rendimiento se obtiene por prensado en frío (27.95%) en comparación por el método de extracción usando éter de petróleo cuyo rendimiento disminuye (13.9%).

Tabla 3

Análisis de Varianza para el contenido de ácido oleico.

Fuente	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Value	p-value Prob > F
Model	461.517	3	153.839	123.636	< 0.0001
A-A: Tipo de materia prima	128.511	1	128.511	623.23	< 0.0001
B-Método de extracción	61.971	1	61.971	325.235	< 0.0001
AB	271.035	1	271.035	526.32	< 0.0001
Pure Error	3.1234	8	0.2541		
Cor Total	461.517	11			

Design-Expert® Software

Ácido Oleico

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

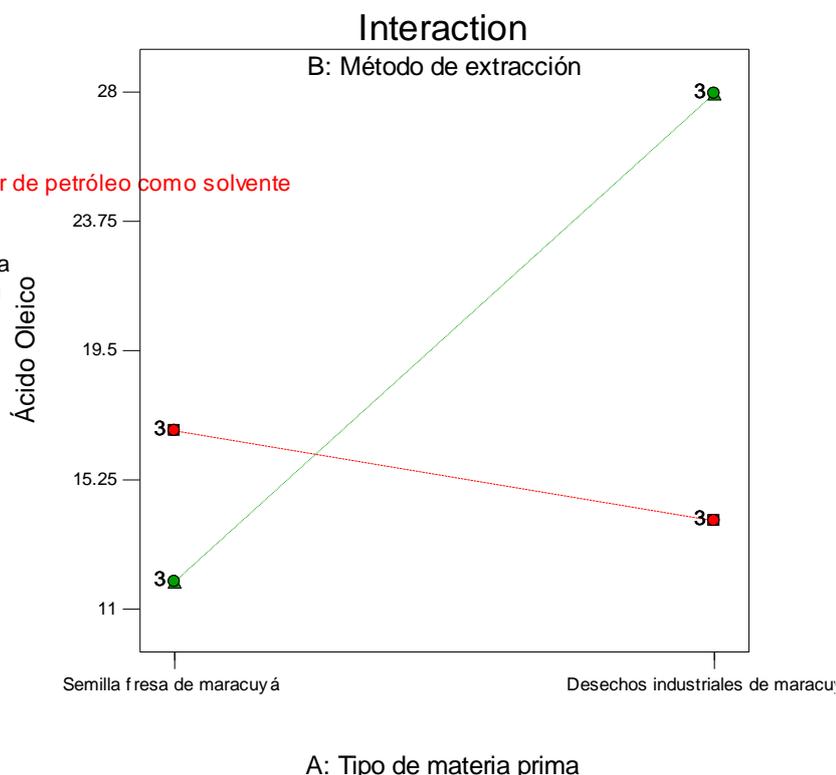


Figura 2. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido oleico.

En la tabla 4 se presenta el análisis de varianza para el contenido de Ácido Oleico según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

En la figura 4.3 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá se obtiene rendimiento similares para ambos métodos de extracción (68.95%). Caso contrario sucede para los desechos industriales de maracuyá donde el mayor rendimiento se obtiene por el método de extracción usando éter de petróleo (65.18%) en comparación prensado en frío por el cuyo rendimiento disminuye (58.98%).

Tabla 4
 Análisis de Varianza para el contenido de ácido linoleico.

Fuente	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Value	p-value Prob > F
Model	188.4147	3	62.8049	235.121	< 0.0001
A-A: Tipo de materia prima	130.2843	1	130.283	236.234	< 0.0001
B-Método de extracción	23.8572	1	23.8572	213.23	< 0.0001
AB	34.2732	1	34.2732	3256.23	< 0.0001
Pure Error	235.212	8	0		
Cor Total	188.4147	11			

Design-Expert® Software

Ácido Linoléico

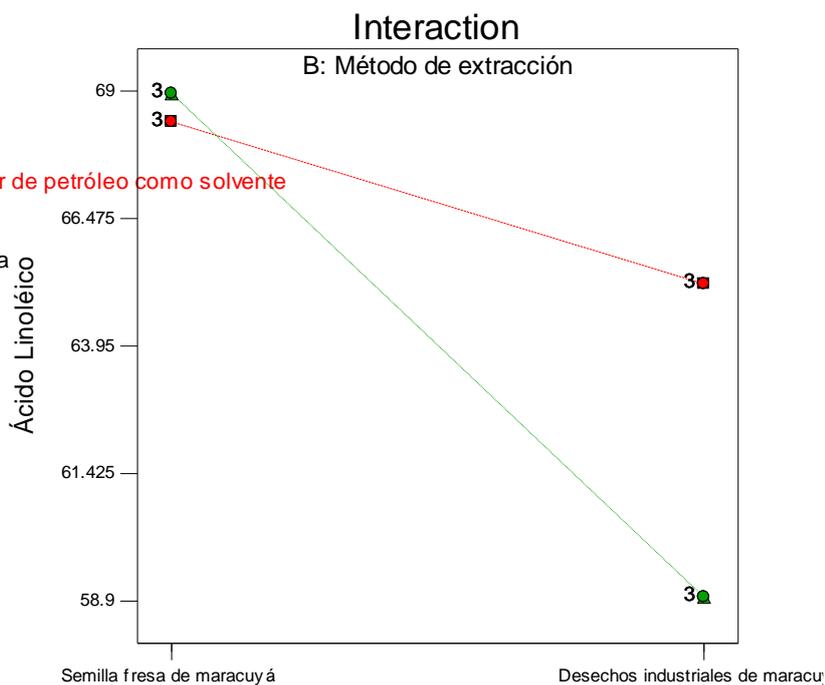
● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción



A: Tipo de materia prima

Figura 3. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido linoleico.

En la tabla 5 se presenta el análisis de varianza para el índice de peróxido según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

En la figura 4.4 se puede observar que el índice de peróxidos se mantiene casi constante para el aceite obtenido de ambos tipos de materia prima por prensado en frío, incrementándose en mayor proporción cuando el aceite es extraído por solvente orgánico para los desechos de maracuyá en comparación para el aceite de semilla fresca de maracuyá.

Tabla 5:
Análisis de Varianza para el índice de peróxido

Fuente	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Value	p-value Prob > F
Model	7.8	3	2.6	27.8579	0.0001
A-A:Tipo de materia prima	2.613333	1	2.6133	28.231	0.0007
B-Método de extracción	3.85333	1	3.8533	41.285	0.0002
AB	1.33333	1	1.3333	14.2843	0.0054
Pure Error	0.74667	8	0.0933		
Cor Total	8.546667	11			

Design-Expert® Software

Índice de peróxido

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

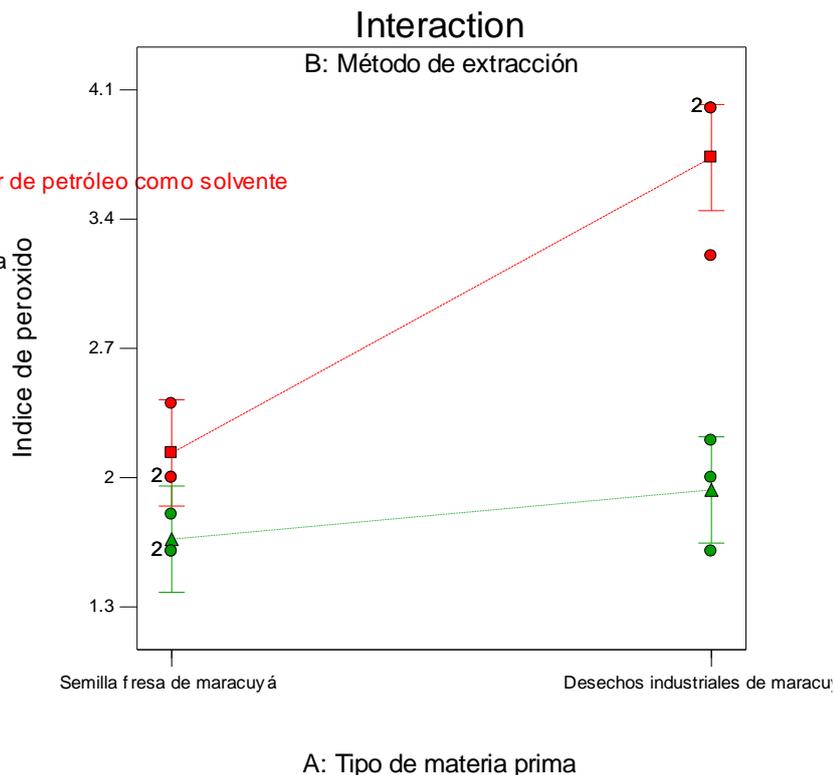


Figura 4. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de peróxido del aceite.

En la tabla 6 se presenta el análisis de varianza para el índice de acidez según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

En la figura 5 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá es casi indiferente la variación de índice de acidez para ambos métodos de extracción. Para el caso de desechos industriales de maracuyá se puede observar que el método de extracción usando éter de petróleo incrementa el índice de yodo en comparación con la semilla fresca de maracuyá.

Tabla 6:
Análisis de Varianza para el índice de acidez

Fuente	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Value	p-value Prob > F
Model	3.05314	3	1.01775	66.7394	< 0.0001
A-A: Tipo de materia prima	1.28569	1	1.2857	84.3136	< 0.0001
B-Método de extracción	0.62778	1	0.6278	41.1686	0.0002
AB	1.13967	1	1.13977	74.7362	< 0.0001
Pure Error	0.121999	8	0.01525		
Cor Total	3.175136	11			

Design-Expert® Software

Indice de Acidez

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frio

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

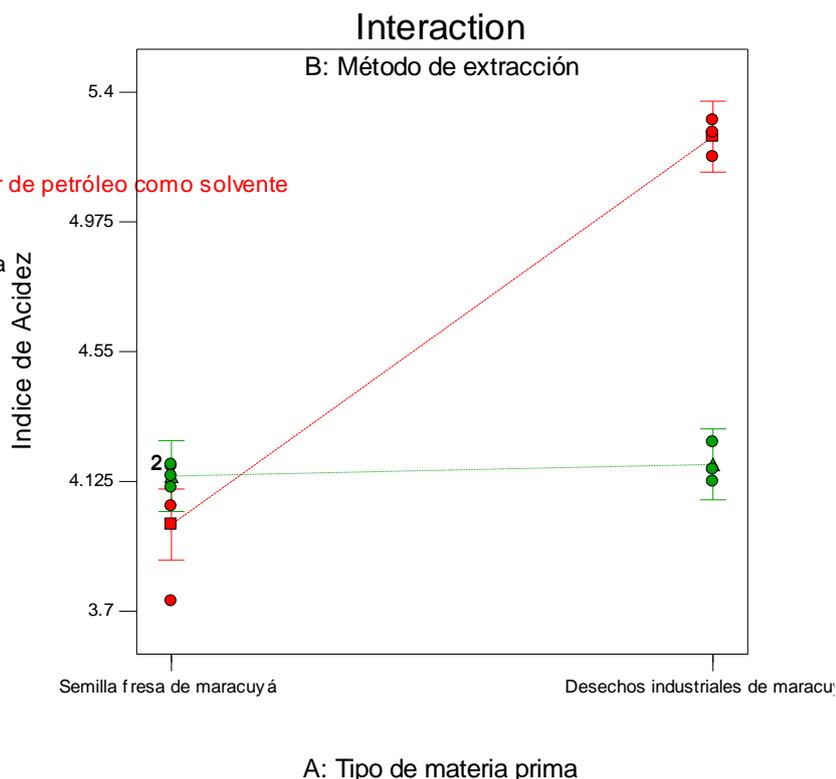


Figura 5. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de acidez del aceite.

Discusión

El rendimiento del aceite extraído por solvente (éter de petróleo) se encontró un rango de variación 7% y 14% para la semilla de maracuyá fresca y la semilla de desecho industrial respectivamente, valores que resultaron, menores que los publicados por Ixtaina V. (2010) quien uso éter como solvente. Por ejemplo Gokturk N. y Col. (2007) determinaron que la concentración de aceites de la semilla de uva oscilaba entre 12.35% y 16% lo cual oscila entre el rango obtenido en la extracción de aceite de maracuyá por solvente (éter de petróleo) a que nuestros resultados arrojan un porcentaje que está dentro de rango de otras extracciones realizadas con solvente orgánico. Según Bockisch, 1998, la extracción con solventes, principalmente Éter, es uno de los procesos más tradicionales empleados en la obtención de aceites de semillas.

La comparación entre ambos sistemas de extracción estudiados mostros diferentes significativos ($p \leq 0.05$) en el rendimiento en aceite. El máximo rendimiento se obtuvo para la extracción por prensado, el cual resultado en promedio aproximadamente un 25 y 27% para semilla fresca y semilla de desecho industrial respectivamente mayor que el alcanzado mediante solvente, este hecho puede ser atribuido a la mayor capacidad de los solventes orgánicos para extraer la mayoría de los componentes lipídicos presentes en la semilla de maracuyá.

La extracción de aceite vegetal mediante la técnica de extracción por solvente y prensado en frio resultado ser efectiva, las primeras gotas de aceites comenzaron a salir entre 3 y 4 horas por la extracción por solvente y en 5 min por prensado en frio, he inmediatamente se dio la separación de fases. El tiempo de extracción se determinó entre los primeros experimentos observando que inicialmente se obtenía el mayor volumen de aceite y del prensado, a comparación de la de la extracción por solvente.

En las pruebas realizadas por extracción en prensado hemos tenido en cuenta que lo importante de esta etapa es el control de la temperatura y la presión de la prensa para el logro de una buena eficiencia de extracción de aceite y al mismo tiempo, disminuir los procesos oxidativos del aceite, por lo que concordamos con lo aportado por la autora Giotto (2014), que indica que el proceso de

extracción por prensado es afectado por varios parámetros, tales como el contenido de la humedad de la semilla, la capacidad de la prensa y la potencia aplicada.

El principal ácido graso presente en los aceites estudiados fueron: á-linoleico con un rango de 58.98 - 68.95% estos resultados concuerdan con los estudios realizados previamente (Ayerza, 1995); que el principal ácido graso fue el á-linoleico con un rango de 64.50 - 69.30%.

Conclusiones

El método de prensado en frío permite obtener mayor rendimiento de aceite para las semillas de desechos industriales de maracuyá.

El método de extracción afecta al contenido de ácidos oleico y linoleico del aceite de las semillas de desechos industriales de maracuyá, si desea un aceite con mayor contenido de ácido oleico el método a emplear es por prensado en frío y si se desea mayor contenido de ácido linoleico es por extracción por solvente.

El método de extracción afecta en la propiedades fisicoquímicas del aceite (índice de peróxidos y % de acidez), siendo estas mayores cuando se emplea el método por extracción por solvente.

Referencias bibliográficas

- ALUKO, R. E. Functional foods and nutraceuticals. New York: Springer, 2012, 155p.
- ANDREO, D.; JORGE, N. 2006. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de alimentos, v. 24, p. 319-336.
- Ayerza, R. (1995) Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Five Northwestern Locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72, 1079-1081.
- Bockisch, M. (1998) *Fats and Oils Handbook*. American Oil Chemists Society, Champaign, 175-344.
- CARR, M. K. V. 2013. The water relations and irrigation requirements of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims): a review. *Experimental Agriculture*, v. 49, p. 585- 596.
- Giotto, E. (2014). Aplicación de subproductos de Chía (*Salvia hispánica* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) en alimentos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.
- GOKTURK, B.; OSKAN, G. y SEMA, E. (2007). Resumen de caracterización de extractos de aceite de orujo y pepita de uva. Universidad de la Rioja.
- IXTAINA, V. 2010. Caracterización de la semilla y el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos: aplicación en tecnología de alimentos. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Exactas, área Química. Universidad Nacional de la Plata.
- LOPEZ-VARGAS, J. H.; FERNANDEZ-LOPES, J.; PEREZ-ALVAREZ, J. A.; VIUDAMARTOS, M. 2013. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Food Research International*, v. 51, p. 756-763.
- McCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. 2010. Lípidos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. Porto Alegre: Artmed, 900p.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. 2014. *Principios de bioquímica de Lehninger*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, , 1298p.

- OLIVEIRA, R. C.; BARROS, S. T. D.; GIMENES, M. L. 2013. The extraction of passion fruit oil with green solvents. *Journal of Food Engineering*, v. 117, p. 458-463.
- PERRY, R. H., BENSKOW, L. R., BEIMESCH, W. E. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 8ed. Nova Iorque: McGraw-Hill,
- VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B. 2006. *Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação*. São Paulo: Varela, 120p.
- YOUDIM, K. A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. 2000. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *International Journal of Developmental Neuroscience*, v. 18, p. 383-399,