

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE SEMILLAS DE PALQUI (*Acacia feddeana* Harms)

NUTRITIONAL EVALUATION OF FATTYACIDS CONTAINED IN OIL FROM PALQUI SEEDS (*Acacia feddeana* Harms)

Ramiro Escalera y Francisco Caba*

Centro de Investigaciones en Procesos Industriales (CIPI)
Universidad Privada Boliviana

*Instituto de Tecnología de Alimentos, Sucre, Bolivia
rescalera@upb.edu

(Recibido el 28 de mayo 2015, aceptado para publicación el 30 de junio 2015)

RESUMEN

Se presenta una evaluación nutricional de los aceites extraídos de la semilla de palqui (*Acacia feddeana* Harms), una planta leguminosa de origen silvestre, que crece en zonas semi-desérticas templadas de la región sud de Bolivia y es consumida tradicionalmente por los campesinos productores, como semilla cocida o tostada.

El aceite extraído de las semillas de palqui contiene, mayoritariamente, ácido oleico, 43,4%, un ácido graso monoinsaturado (AGMI) y ácido linoleico (AL), 35,8%. También contiene pequeñas cantidades (1,46%) de ácido α -linolénico (AAL). El ácido linoleico y el α -linolénico, ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), son esenciales en la alimentación, como precursores de las familias de ácidos grasos de cadenas más largas, ω -6 y ω -3, respectivamente. Entre los ácidos grasos saturados (AGS), que constituyen el 18,3% restante, el ácido palmítico (10,3%) y el ácido esteárico (7,3%) son los mayoritarios.

Los aportes energéticos, %E, de las proteínas, carbohidratos y la materia grasa, son: 37,4%E, 34,8%E y 27,7%E, respectivamente. El aporte calórico de la materia grasa, está por debajo de las recomendaciones de la FAO/OMS, siendo 5,08%E el de los AGS (< 10%E), 12,03%E el de los AGMI y 10,3%E el de los poliinsaturados, AGPI (< 11%E). Sin embargo, el aporte energético del AL, es mayor al máximo recomendado (9,9 > 9%E) y el del AAL, es menor al mínimo recomendado (0,4 < 0,5%E). Estos datos indican que existe un desbalance entre estos dos ácidos esenciales, haciendo necesaria la combinación en la dieta, con aceites ricos en AAL y otros ω -3 AGPI, como el de pescado.

Tomando en cuenta los resultados de esta evaluación, se puede concluir que el consumo de semillas de palqui y su aceite, son beneficiosos y no riesgosos para la salud. Por consiguiente, la semilla de palqui puede ser industrializada como aceite comestible.

ABSTRACT

A nutritional evaluation of the fatty acids contained in oil extracted from palqui seeds (*Acacia feddeana* Harms) is presented. Palqui is a wild leguminous plant that grows in semiarid temperate regions of southern Bolivia and is traditionally consumed by local producers as cooked or toasted seeds.

The oil extracted from palqui seeds contains mainly oleic acid, 43.4%, a monounsaturated fatty acid (MUFA) and linoleic acid (LA), 35.8%. It also contains small concentrations of α -linolenic acid (ALA), 1.46%. Both polyunsaturated fatty acids (PUFA), linoleic and α -linolenic acids are essential in human diet, as precursors of the well-known ω -6 and ω -3 long chain fatty acids, respectively. Among the saturated fatty acids (SFA), which constitute the remaining 18.3%, palmitic acid (10.3%) and stearic acid (7.3%) are the main components.

The energy percentage, %E, from proteins, carbohydrates and total lipids were: 37.4%E, 34.8%E and 27.7%E, respectively. The energy percentage from total lipids is lower than that recommended by FAO/WHO: 5.08%E from SFA (< 10%E), 12.03%E from MUFA and 10.3%E from PUFA (< 11%E). Nevertheless, the energy percentage from LA is greater than the recommended maximum (9.9 > 9%E) and that coming from ALA is lower than the recommended minimum (0.4 < 0.5%E). This fact indicates that both essential fatty acids are unbalanced and that a combination in the diet is necessary with other AAL and ω -3 PUFA rich oils.

Considering this evaluation, it can be concluded that the consumption of palqui seeds and its oil are beneficial and not deleterious for human health. Thus, palqui seeds can be used by the edible oil industry.

Palabras Clave: Aceite de Semillas de Palqui, Ácidos Grasos, Evaluación Nutricional.

Keywords: Palqui Seeds Oil, Fatty Acids, Nutritional Evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

El palqui (*Acacia feddeana* Harms), es una planta leguminosa de origen silvestre que crece, formando bosques de matorrales, en zonas desérticas templadas ubicadas en la región sud de Bolivia, que comprende el noroeste de Tarija, el sudeste de Potosí y la provincia de Sud Cinti de Chuquisaca [1]. La semilla de palqui es consumida tradicionalmente por los campesinos de los lugares donde se produce, ya sea como semilla cocida o tostada. Desde hace varios años, su uso alimenticio ha sido diversificado a través de algunos productos, tales como la harina y el café de palqui [2], [3].

Desde hace algún tiempo, al palqui se le ha prestado una atención relativamente importante dentro de la investigación con fines de manejo forestal, cuyo objetivo es la reforestación y su introducción en otros lugares donde no existe [4]. Sin embargo, son pocos los estudios agropecuarios para su utilización en forrajes para animales domésticos, como caprinos, ovinos, bovinos, animales pequeños y otros, por el alto contenido de nitrógeno en su follaje [4].

La atención en el campo agro-alimentario, se debe a que la semilla de palqui es un producto que presenta cualidades nutricionales excelentes. Esta leguminosa posee un alto contenido de proteínas y carbohidratos, un porcentaje apreciable de lípidos y un aporte energético considerable, por lo que podría constituirse en una alternativa para la elaboración de productos alimenticios. Además del alto contenido de proteína, se han realizado estudios que establecen que contiene macro y micro elementos en muy buena concentración, especialmente calcio, fósforo, hierro, potasio y zinc [5]. Estas características hacen que este producto pueda constituirse en una alternativa para su comercialización en el medio ciudadano, en forma de subproductos, especialmente en los barrios y zonas marginales de las ciudades, donde existe una alta tasa de desnutrición.

Aunque las características nutricionales básicas de las semillas crudas y cocidas (porcentajes de proteínas, lípidos totales, carbohidratos y algunos minerales) han sido reportadas, a la fecha no se han caracterizado sus perfiles de ácidos grasos, proteínas ni carbohidratos, ni se ha efectuado la respectiva evaluación nutricional. En razón de los altos índices de consumo, se considera importante realizar dichas evaluaciones, con el objeto de obtener información válida para nutricionistas, ingenieros de alimentos y personas que trabajan en el área farmacéutica. Esta información servirá para proponer el posterior desarrollo de productos de diversa índole, para diferentes usos, otorgando un valor agregado industrial a las semillas.

El presente estudio pretende identificar y cuantificar los ácidos grasos que tiene el aceite crudo de la semilla de palqui, experimentando dos tipos de extracción, para observar el efecto del calor húmedo sobre la composición, durante la extracción del aceite.

2. CUALIDADES NUTRICIONALES DEL PALQUI

En comparación con otras leguminosas, como la soya y el tarhui, las características nutricionales ventajosas de la semilla de palqui se muestran en la Tabla 1 [5], [6]. Se observa que el contenido de proteína es mayor que el de la soya y comparable con el del tarhui. También, tiene importantes concentraciones de lípidos y carbohidratos, que aportan a un mayor valor energético, respecto a las otras oleaginosas. Los contenidos de micro y macro nutrientes también son significativos, especialmente su contenido en fósforo, potasio, magnesio, hierro y cinc.

TABLA 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SEMILLAS DE OLEAGINOSAS BOLIVIANAS [5, 6]

PARÁMETROS	PALQUI [5]	PALQUI [6]	SOYA [6]	TARHUI [6]
Humedad, [%]	6,80	7,05	8,89	11,7
Cenizas, [%]	5,32	5,24	5,10	3,39
Extracto Etéreo, [%]	12,8	9,85	18,8	16,0
Fibra Cruda, [%]	2,51	3,56	6,38	7,54
Proteína Cruda, [%]	39,0	34,9	34,0	42,2
Carbohidratos, [%]	36,2	43,0	33,2	26,7
Valor Energético, [cal/100g]	415	378	410	369
Fósforo, [mg-P/100g]	405		645	542
Calcio, [mg-Ca/100g]	121	88	271	98
Magnesio, [mg-Mg/100g]	247			
Sodio, [mg-Na/100g]	2,03			
Potasio, [mg-K/100g]	1751			
Hierro, [mg-Fe/100g]	112	6,7	11,5	7,80
Cobre, [mg-Cu/100g]	5,68			
Cinc, [mg-Zn/100g]	683			
Vitamina C, [mg/100g]		2	1	3

3. MÉTODOS EXPERIMENTALES

Se adquirieron semillas secas de palqui en domicilios ubicados en la comunidad de Reynecillas, Municipio de Tupiza, Provincia Sud Chichas del Departamento de Potosí. Una de las actividades agropecuarias principales de dicha comunidad es el cultivo y cosecha de semillas de palqui. La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa, previa extracción de los aceites por el método Soxhlet y su derivatización a ésteres metílicos. La medición se efectuó en un cromatógrafo de gases Carlo Erba modelo GC 6000 Vega Serie 2, provisto de una columna empacada de 6 mm de diámetro y 2 m de longitud, con el empaque LAC 728 10% y CWLA 60/80 de alta polaridad. Se usó helio como gas portador, la temperatura del horno fue de 190 °C, la del detector de ionización de llama (FID) fue de 215 °C y la de la cámara de inyección fue de 240 °C. La marcha analítica básica para la determinación, según la norma española U.N.E. 55-037-73 [7], se muestra en la Figura 1.

Extracción de la materia grasa

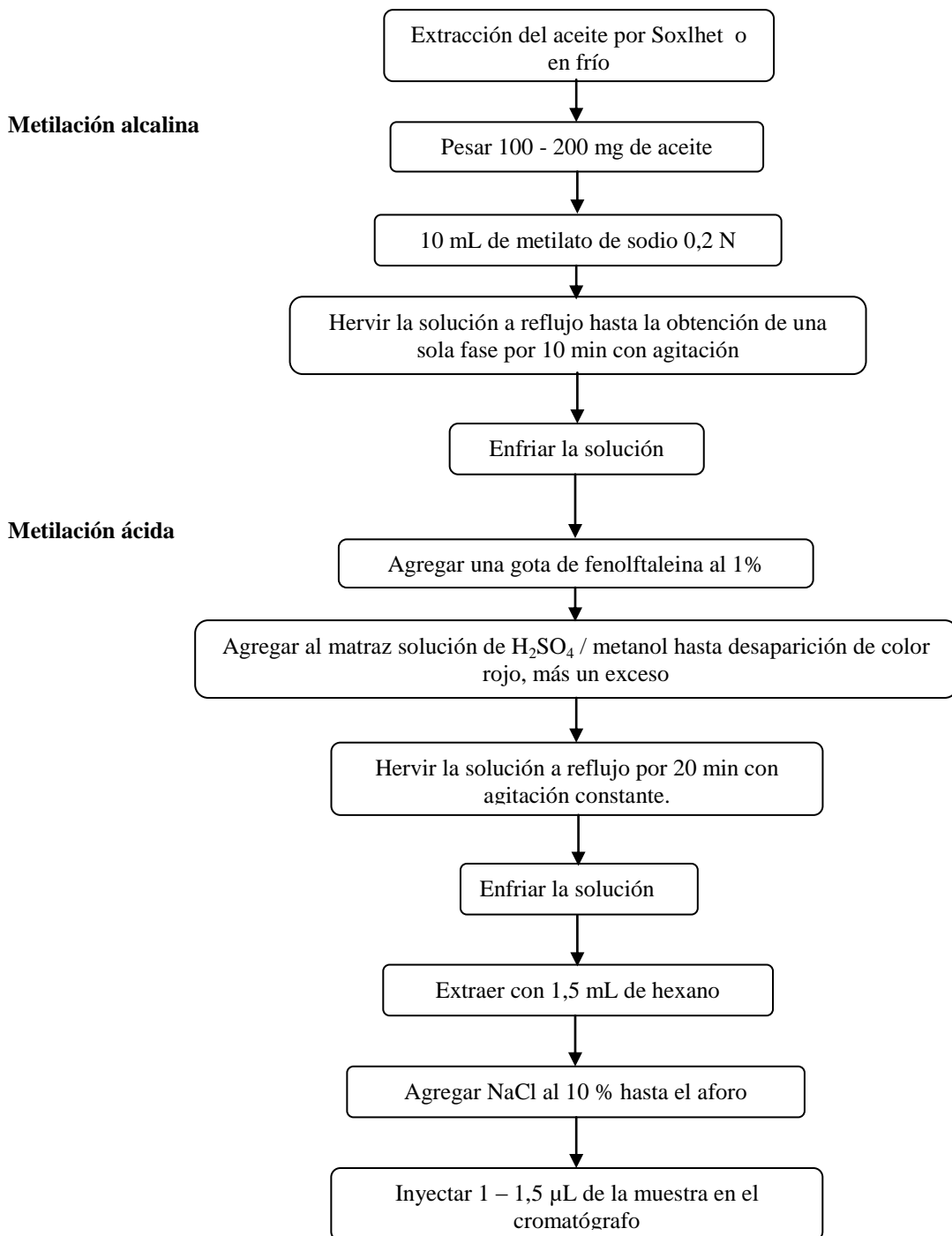


Figura 1 – Procedimiento para la determinación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa.

El aceite fue extraído a partir de la semilla por dos métodos: Soxhlet con éter de petróleo y extracción en frío según Bligh E. & Dyer W. [8]. La identificación de los ácidos grasos extraídos por ambos métodos, se realizó por comparación de los tiempos de retención de sus ésteres metílicos con los tiempos de retención de los ésteres metílicos de los patrones (Sigma-Aldrich) respectivos, bajo las mismas condiciones de operación del cromatógrafo. La cuantificación de cada uno de los AG se efectuó mediante el cálculo del cociente entre el área debajo de los picos cromatográficos respectivos y la suma de la totalidad de tales áreas.

La distribución de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poli-insaturados, fue evaluada por comparación con las recomendaciones establecidas por un grupo de expertos consultados por la FAO y la OMS [9].

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

▪ Aporte energético total (%E) de la semilla de palqui

Los resultados presentados en la Tabla 2, muestran el aporte energético en kcal por 100 g de semilla de palqui cruda, en base húmeda, calculados a partir de los datos de la Tabla 1. Los índices de aporte calórico individual, generalmente aceptados por los nutricionistas, fueron 9 kcal/g para los lípidos (expresado como extracto etéreo) y 4 kcal/g para las proteínas y carbohidratos. Los lípidos aportan con un significativo 28% de la energía total (27,72%E), valor que está dentro de los intervalos recomendados por la FAO/OMS [9], 15 – 35%E para adultos mayores y 20 – 35%E para mujeres en edad reproductiva. Sin embargo, el aporte es un poco menor al requerido por niños menores a 2 años (30 – 40%E) (FAO [9]).

TABLA 2- APORTE ENERGÉTICO DE LA SEMILLA DE PALQUI (Fajardo [5])

Parámetro	Composición[%]	Valor energético individual [kcal]	% de aporte energético
Extracto Etéreo	12,8	115,2	27,72
Proteína	38,9	155,6	37,44
Carbohidratos	36,2	144,8	34,84
Total		415,6	100,00

▪ Evaluación nutricional de los ácidos grasos de la semilla de palqui

La Tabla 3 presenta los resultados de la extracción de los lípidos totales de la semilla de palqui, comparando los dos métodos de extracción del aceite: Soxhlet en caliente, usando éter de petróleo como lixiviante y el método frío de Bligh E. & Dyer W. [8]. Los resultados son muy similares entre sí, con desviaciones estándar relativas (DER), menores al 5%, en gran parte de los ácidos grasos mayoritarios y valores bastante dispersos, en los ácidos de muy baja concentración (A. Docosanoico y A. Linolénico). Por lo tanto, se adoptaron los valores promedio para la evaluación.

TABLA 3 - ÁCIDOS GRASOS EN EL ACEITE CRUDO DE SEMILLA DE PALQUI OBTENIDO POR EXTRACCIÓN SOXHLET Y EXTRACCIÓN EN FRÍO

ÁCIDO GRASO	Extracción Soxhlet, [%]	Extracción en frío, [%]	Promedio, [%]	DER, [%]
C14:0 Ac. Mirístico	0,048	0,049	0,0495	1,46
C16:0 Ac. Palmítico	10,34	10,72	10,53	2,55
C18:0 Ac. Esteárico	7,412	7,260	7,34	1,47
C22:0 Ac. Docosanoico	0,324	0,536	0,43	34,86
Total Saturados (AGS)	18,12	18,56	18,34	1,70
C18:1 Ac. Oleico	43,42	43,40	43,41	0,03
Total Mono insaturados (AGMI)	43,42	43,40	43,41	0,03
C18:2 n-6 Ac. Linoleico	36,01	35,54	35,78	0,93
C18:3 n-3 Ac. Linolénico	1,678	1,243	1,46	21,06
Total Poliinsaturados (AGPI)	37,69	36,78	37,24	1,73

El perfil de ácidos grasos contenidos en el aceite extraído de la semilla de palqui, es típico de los aceites vegetales, que se caracterizan por estar dentro del intervalo comprendido entre ácido láurico (C12:0) y docosanoico (C22:0) [10]. Tiene concentraciones importantes de ácido palmítico, esteárico, oleico y linoleico (C16:0; C18:0; C18:1 y C18:2), que lo clasifican como de la subclase: mono insaturados + ácido linoleico (AGMI + AL), por el contenido de ambos, cercano al 80%. A esta clase corresponden los aceites de maíz, sésamo, amaranto, germen de trigo, quinua, soya y lupinos, aunque estos 4 últimos, presentan mayores concentraciones de ácido α -linolénico, AAL, > 5,8% [10].

La Tabla 4 muestra el perfil de ácidos grasos en la semilla de palqui y el aporte energético individual de cada uno de ellos, calculado cuando se consumirían 100 g de semilla.

TABLA 4 - PERFILES DE ÁCIDOS GRASOS EN EL ACEITE CRUDO Y SEMILLA DE PALQUI Y SUS APORTES ENERGÉTICOS INDIVIDUALES (%E)

ÁCIDO GRASO	% de AG en aceite	% de AG en semilla	% E individual, kcal-AG/100 kcal totales	% E recomendado FAO/OMS [9]
C14:0 Ac. Mirístico	0,049	0,006	0,013	
C16:0 Ac. Palmítico	10,530	1,348	2,919	
C18:0 Ac. Esteárico	7,336	0,939	2,033	
C20:0 Ac. Eicosanoico	-----			
C22:0 Ac. Docosanoico	0,430	0,055	0,119	
Ácidos Grasos Saturados	18,345	2,348	5,085	< 10
C18:1 Ac. Oleico	43,410	5,556	12,033	----
Ácidos Grasos Monoinsaturados	43,410	5,556	12,033	----
C18:2 n-6 Ac. Linoleico	35,775	4,579	9,916	2,5 - 9
C18:3 n-3 Ac. α -Linolénico	1,461	0,187	0,405	0,5 - 2
Ácidos Grasos Poliinsaturados	37,236	4,766	10,321	< 11

El colesterol LDL (lipoproteína de baja densidad por sus siglas en inglés, considerado colesterol malo) ha sido positivamente correlacionado con enfermedades cardiovasculares (ECV), en muchos estudios (Dubois, V. *et al.* [10]). En cambio, el colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad, considerado colesterol bueno) tiene propiedades protectoras contra la aterosclerosis. Dentro los ácidos grasos saturados (AGS), los ácidos láurico, palmítico y, especialmente, el mirístico, provocan incrementos en el colesterol LDL. En cambio, el ácido esteárico, no lo hace (FAO [9]). Los AGS, también, tienden a incrementar el colesterol HDL. Sin embargo, este efecto positivo es contrarrestado por el efecto negativo de incremento de colesterol LDL. Adicionalmente, según las conclusiones de los expertos de la FAO/OMS [9], existen evidencias convincentes de que, reemplazando los AGS (C12:0 – C16:0) con los AGMI y AGPI, se reduce el colesterol LDL y, consecuentemente, los riesgos de ECV. Por estas razones, la FAO recomienda que los AGS deben ser reemplazados por los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y mono insaturados (AGMI) y, por otra parte, el consumo de AGS, medido en aporte energético, no debe superar el 10%E. Los AGS del palqui solo aportan el 5,1%E (Tabla 4).

Respecto de los AGPI, los ácidos grasos esenciales, ácido linoleico y ácido α -linolénico (que no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano y deben ser cubiertos por la dieta), son precursores de las dos familias de AG de cadenas más largas, conocidas como omega-6 y omega-3 (ω -3 y ω -6), respectivamente. Existe una competencia entre los AG ω -3 y AG ω -6. Los AG ω -3 generan compuestos derivados anti-inflamatorios, anti-trombóticos, antihipertensivos y anti-arrítmicos. Los AG ω -6 dan lugar a metabolitos inflamatorios, trombóticos, hipertensivos y arrítmicos [11, 12]. Por esta razón, debe existir un equilibrio nutricional, expresado en la relación ω -6/ ω -3. Se debe indicar que los compuestos inflamatorios son útiles en caso de infecciones o heridas, de tal manera, que los AG ω -6 no se deben suprimir completamente de la dieta [12].

Basándose en estudios epidemiológicos y eventos aleatorios de ECV, la FAO ha recomendado un valor mínimo de consumo de AGPI total, de 6%E, para reducir el colesterol total y LDL y elevar las concentraciones de colesterol HDL (disminuyendo el riesgo de ECV). El intervalo aceptable de aporte energético de los AGPI es 6 – 11%E, siendo 2,5 – 9%E para el AL y 0,5 – 2%E para el AAL y otros AGPI ω -3 de cadenas más largas (ecosapentaenoico, EPA y docosahexaenoico, DHA) (FAO [9]).

En la semilla de palqui existe una alta concentración de ácido linoleico (ω -6) y un contenido relativamente bajo de α -linolénico (ω -3), según la Tabla 4. El aporte energético del AL supera el valor máximo recomendado (9,9% > 9%E) y el del AAL es menor al mínimo recomendado (0,405%E < 0,5%E). Sin embargo, el aporte de los AGPI es menor al máximo del 11%E. Por consiguiente, la semilla de palqui por sí sola, no está balanceada en su composición de AGPI, haciendo necesaria su combinación con otros alimentos ricos en EPA y DHA, tales como el pescado, especialmente el salmón.

Por todas estas consideraciones y tomando en cuenta que la semilla de palqui posee concentraciones relativamente bajas de AGS y sus ácidos grasos son mayoritariamente AGMI y AGPI, se puede concluir, que su consumo es beneficioso y no riesgoso para la salud. Por consiguiente, la semilla de palqui puede ser consumida e industrializada, como grano o como aceite.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado, se concluye:

- Los ácidos grasos identificados en la semilla de palqui, son ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, con un porcentaje mayoritario de monoinsaturados de cadena mediana, como el ácido oleico C18:0.
- La semilla de palqui contiene ácidos grasos esenciales, imprescindibles para la dieta, como el linoleico, en concentración apreciable y α -linolénico, en concentraciones relativamente bajas. Ambos previenen los síntomas de su deficiencia y, también, pueden originar la síntesis de otros ácidos biológicamente activos por parte del organismo humano.
- La semilla de palqui aporta un 27,7% del total de la energía, mediante su materia grasa. Este porcentaje es menor a los valores máximos recomendados por la FAO/OMS, que son de 30 - 35 %, con el objeto de disminuir la incidencia de las enfermedades cardiovasculares. Entonces, se puede afirmar que la semilla de palqui no presenta riesgo de estas enfermedades con su consumo.
- Los mismos Organismos Internacionales, recomiendan que el aporte energético de los ácidos grasos saturados (AGS) debe reducirse a menos del 10% de las calorías totales. La semilla de palqui tiene menos del 5,1%. Finalmente, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), deben tener un aporte menor al 11% y el palqui tiene aproximadamente 10%. Por consiguiente, la semilla de palqui puede ser consumida como grano seco e industrializada como aceite.
- Los métodos analíticos de extracción del aceite de la semilla de palqui, utilizados en el presente trabajo, no producen diferencias significativas en la determinación de la composición de los ácidos grasos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Ibsch et al. *Mapa de los bosques nativos andinos de Bolivia: memoria explicativa*. FAN-PROBONA, 2002, pp. 29.
- [2] Periódico Digital PIEB. "Estudio: La semilla de palqui tiene potencial para industria." [Online]. Available: http://www.pieb.com.bo/sipieb_notas.php?idn=2804. 3 de Julio 2008 [Accedido en 18 mayo 2015].
- [3] Semanario Nueva Economía. "Un producto de la madre naturaleza, Palqui, café con aroma de salud. Estudio de mercado." [Online] Available: <https://www.google.com.bo/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF8#q=Semnario+Nueva+Econom%C3%ADa.+Un+producto+de+la+madre+naturaleza%2C+Palqui%2C+caf%C3%A9+con+aroma+de+salud.+Estudio+de+mercado.> 2-8 noviembre 2009. [Accedido en 18 mayo 2015].
- [4] L. Rivero. "Evaluación Ecológica para Generar las Bases Técnicas para el Manejo Forestal del Palqui (Acacia feddeana) en Comunidades de las Provincias Nor y Sur Cinti-Chuquisaca-Bolivia." Tesis de Grado, Observatorio Ambiental UAGRM, 1999.
- [5] M. E. Fajardo. "Concentrado y aislado proteico a partir de semillas de palqui." Tesis de Grado, Carrera de Química Industrial, UMSA, 2001.
- [6] Ministerio de Previsión Social y Salud Publica División Nacional de Nutrición, Lab. Bioquímica Nutricional, 1984, "Tabla de Composición de Alimentos Bolivianos", La Paz - Bolivia.
- [7] Norma Española. U.N.E. 55-037-73., Octubre 1973, *Materias Grasas. Determinación de Acidos Grasos por Cromatografía Gaseosa*, Madrid - España, Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR).
- [8] E. G. Bligh and W. J. Dyer. "A rapid method of total lipid extraction and purification." *Can. J. Biochem. Physiol.*, vol. 37, pp. 911-917, 1959.
- [9] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). "Fats and fatty acids in human nutrition. Report of expert consultation." FAO Food and Nutrition Paper 91, November 2008, Geneva, pp. 180.
- [10] V. Dubois et al. "Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential." *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, vol. 109, pp. 710- 732, 2007.
- [11] M. Y. Abeywardena and R. J. Head. "Long chain n-3 polyunsaturated fatty acids and blood vessel function." *Cardiovasc Res.*, vol. 52, pp. 361-371, 2001.
- [12] H. Lehr et al. "Dietary fish oil reduces leukocyte/endothelium interaction following systemic administration of oxidatively low density lipoprotein," in *Circulation*, vol. 84, 1991, pp. 1725-1731.