

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE NUEVE ACCESIONES DE *Plukenetia volubilis* L. DE LOS DEPARTAMENTOS DE LORETO Y SAN MARTÍN

Claudia MERINO-ZEGARRA<sup>1</sup>, Pedro VÁSQUEZ-OCMÍN<sup>1</sup>, Martha MACO, Dennis DEL-CASTILLO<sup>2</sup>, Guillermo VÁSQUEZ<sup>4</sup>, Danter CACHIQUÉ<sup>2</sup>, Antonio PASQUEL<sup>3</sup> y Víctor SOTERO<sup>1</sup>

- 1 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Apartado 784. Iquitos, Perú. Laboratorio de Sustancias Naturales Bioactivas-IIAP. claudia.mz@hotmail.com.
- 2 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Apartado 784. Iquitos, Perú. Programa de Investigación del Bosque y sus Recursos.
- 3 Facultad de Industrias Alimentarias-Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP)- Nauta Sección, Iquitos.
- 4 Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de San Martín (UNSM)- Morales, San Martín.

### RESUMEN

Se realizó la caracterización química de las semillas de nueve accesiones de sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. del "Centro de Investigaciones de Pucayacu" (Banco de gemoplasma - Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana) en Tarapoto, San Martín. Esta caracterización fue basada en análisis centesimales, análisis fisicoquímicos de aceites, determinación de minerales, caracterización de ácidos grasos e identificación de aminoácidos esenciales. Se determinó que las mejores accesiones en rendimiento de aceite fueron las accesiones 4 y 2 con 20.12% y 20.23% respectivamente. En cuanto a minerales las mejores accesiones fueron (en miligramos por 100g de muestra seca) el 4 (K=892.93; Na=238.02; Zn=16.43) y el 5 (K=863.65; Zn=15.95; Mg=340.15). En tanto que en ácidos grasos los mayores valores de  $\omega$ -3, fueron encontrados en la accesión 18 (47.91%) y  $\omega$ -6 en la accesión 6 (41.09%). Todos los resultados encontrados fueron significativos estadísticamente (test Tukey), permitiéndonos determinar que existen diferencias concretas en las características químicas entre las accesiones estudiadas.

**PALABRAS CLAVE:** Ácidos grasos, aminoácidos, accesiones, *Plukenetia volubilis*, sacha inchi.

## CHEMICAL CHARACTERIZATION OF NINE ACCESSIONS OF *Plukenetia volubilis* L. THE DEPARTMENTS OF LORETO AND SAN MARTÍN

### ABSTRACT

This study reports the chemical characterization of nine ecotypes of sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. seeds, obtained from the "Pucayacu Investigacion Center" (germplasm bank of the "Research Institute of the Peruvian Amazon - IIAP"), Tarapoto, San Martín. This characterization was based on centesimal analysis, oil physical chemistry analysis, mineral determination by atomic absorption, fatty acids characterization by gas chromatography and essential amino acids identification by thin layer chromatography. It was determined that the best ecotypes regarding oil production were the ecotypes 4 and 2 with 20.12% and 20.23%, respectively. Regarding minerals, the best ecotypes (in milligrams per 100g of dry extract) were 4 (K=892.93; Na=238.02; Zn=16.43) and 5 (K=863.65; Zn=15.95; Mg=340.15). Concerning fatty acids, the greatest values of  $\omega$ -3 were found in ecotype 18 (47.91%) and  $\omega$ -6 in ecotype 6 (41.09%). All the results were statistically significant (Test Turkey). This allowed us to determine that there are concrete differences in the chemical characteristics between the studied ecotypes.

**KEYWORDS:** Fatty acids, amino acids, ecotypes, *Plukenetia volubilis*, sacha inchi.

## INTRODUCCIÓN

*Plukenetia volubilis* Linneo, *sacha inchi*, es una oleaginosa de la familia Euphorbiaceae, que comúnmente se conoce como “maní del monte”, “sacha yuchi”, “sacha yuchiqui”, “sacha maní” o “maní del inca”. Crece en suelos cuya altitud varía de 80 a 1700 m.s.n.m. La planta de sacha inchi es utilizada tradicionalmente por las poblaciones amazónicas (indígena y mestiza), quienes aprovechan sus frutos, hojas, tallo y raíces como alimento, combustible, restaurador de piel, insecticida, desparasitador, vigorizante y contra el reumatismo (IIAP, 2009). En la actualidad existen registrados cerca de 51 ecotipos con una amplia variabilidad genética, y que se encuentran distribuidos en las regiones San Martín, Ucayali, Junín, Loreto, Cusco y Huánuco (Dánter, 2006).

En los últimos años, el sacha inchi ha sido objeto de un redescubrimiento, debido a sus altas concentraciones de ácidos grasos  $\omega$ -3 (43.75%),  $\omega$ -6 (36.99%), superiores a los aceites de semillas oleaginosas tradicionales (Mejía *et al.*, 1997). Estas características químicas son lo que confieren al sacha inchi las propiedades ideales para mejorar la dieta alimenticia de las personas, así como para la recuperación de enfermos, disminución del colesterol y la obesidad (Ronayne, 2000). No obstante las condiciones del medio ambiente (clima, suelo) donde se desarrollan las accesiones, hacen que la composición química varíe uno del otro. Es por ello que el objetivo de este estudio fue caracterizar químicamente nueve accesiones de sacha inchi a fin de seleccionar las de mejores cualidades en cuanto a concentración de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y la presencia de aminoácidos esenciales.

## MATERIAL Y MÉTODO

### MATERIAL BIOLÓGICO

Las semillas de sacha inchi *Plukenetia volubilis* L., fueron colectadas en los Departamentos de Loreto (accesiones 2 y 12) y San Martín (accesiones 3, 4, 5, 6, 9, 17 y 18). Posteriormente fueron sembradas en el Centro de Investigaciones de Pucayacu del IIAP, filial Tarapoto, San Martín. A partir de esta siembra (banco de germoplasma) se obtuvieron semillas para los análisis químicos que fueron realizados en el Laboratorio de Sustancias Naturales Bioactivas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

### DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Se realizaron los análisis centesimales según metodología de Lutz (1985). Para la determinación de

minerales se realizaron digestiones sucesivas a partir de las cenizas con ácido clorhídrico 0.3N y utilizando el equipo de espectrofotometría de absorción atómica VARIAN AA240, con un sistema de aire: acetileno (Osborne & Voogt, 1978; AOAC, 2005). Asimismo se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (índice de acidez e índice de peróxido) en los aceites (AOAC, 2005). Para la caracterización de ácidos grasos, los aceites fueron derivatizados y esterificados según metodología de Hartman & Lago (1973). La identificación por cromatografía gaseosa se realizó utilizando un equipo VARIAN 450-GC, columna de sílica fundida supelcowax de 60 mm. y 0.25 mm. de diámetro, conteniendo 0.25  $\mu$ m de polietilenglicol, detector de ionización de llama (FID), helio como gas de arrastre a un flujo de 1.5 ml/min, programación de temperatura de la columna con calentamiento a 1 °C/min de 170 °C hasta 225 °C, temperatura del detector de 260 °C, razón de división split de la muestra en el inyector de 1/20 (AOAC, 2005). Se identificaron aminoácidos esenciales en la semilla de las accesiones, para lo cual se pesó 0.05g de muestra desengrasada, realizándose una extracción con agua destilada denominada extracto “A” y otra con agua acidulada con HCl 1N, denominada extracto “B”; ambas fueron colocadas en baño de agua a 100 °C y centrifugadas. Posteriormente se aplicó 20  $\mu$ l de cada extracto para la identificación por cromatografía de capa fina. Los sistemas y reveladores utilizados fueron: extracto “A”, sistema: n-butanol: acetona: amoníaco: agua (50:50:10:50), y solución etanólica de ninhidrina al 0,20% como revelador; extracto “B”, sistema: n-butanol: ácido acético glacial: agua (80:48:32) y solución acetónica de ninhidrina al 0.25% como revelador (Ramos, 2005).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza simple (ANOVA), utilizándose el programa estadístico JMPIN versión, 4.0.4 (Sall *et al.*, 2001). Cuando se observó significancia en esta prueba, se aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey ( $\alpha=0.05$ ),  $n=3$  repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El rendimiento de aceite en base seca reportó mayor porcentaje en las accesiones 4 y 2 con 20.12% y 20.23% respectivamente, y menor porcentaje las accesiones 18 y 9 con 7.62% y 7.80% respectivamente (Tabla 1); estos valores son menores a los encontrados por Follegatti-Romero *et al.* (2009) quien trabajó con muestras procedentes de Tingo María, utilizando dos metodologías de extracción: con hexano obtuvo un 54.3% y con CO<sub>2</sub> supercrítico valores de 41.9% a

50.10%. Bondioli *et al.* (2006) reportó concentraciones superiores de 34.42%, y Pascual *et al.* (1998) de 51.4%; la extracción fue mecánica y por solvente con diferentes parámetros de tratamiento térmico. La variación de los resultados puede deberse al tratamiento postcosecha, al almacenamiento de las semillas, a la temporada de colecta, a la diferencia de accesiones y al lugar de crecimiento. En cuanto a los valores de proteínas totales, reportaron mayor porcentajes las accesiones 12 y 18 con 41.71% y 42.49% respectivamente, y menor porcentaje la accesión 17 con 31.44% (Tabla 1), valores superiores a los obtenidos por Hamaker (1992) que fue de 27%. Asimismo en carbohidratos reportaron con mayores porcentajes las accesiones 6, 9 y 17 con 51.81%, 55.40% y 56.30% respectivamente, y menor porcentaje la accesión 2 con 44.36% (Tabla 1), valores superiores a lo obtenido por García (1992) que fue de 29.88%.

Los minerales tienen cantidades considerables (en mg x 100g de muestra seca) en potasio, reportaron mayor concentración las accesiones 2, 5 y 4 con 850.08; 863.65 y 892.93 respectivamente y menor concentración la accesión 6 con 586.87 (Tabla 2). El segundo elemento en cuanto a valores, fue magnesio, que reportó mayor concentración la accesión 5 con 340.15 y menor concentración las accesiones 9 y 18 con 216.89 y 218.52 (Tabla 2). El tercer elemento en cuanto a valores, fue sodio, que reportó mayor concentración la accesión 4 con 238.02 y menor concentración 18 con 45.45 (Tabla 2). En calcio, reportó mayor concentración la accesión 3 con 105.94 y menor concentración las accesiones 17 y 18 con 63.62 y 67.46 respectivamente (Tabla 2).

Los valores de índice de acidez en los aceites (Tabla 3), reportaron mayores concentraciones en las accesiones: 2 y 6 con 0.10 mg de KOH/g de aceite, no superando el 1%, que es el límite permitido para aceites vírgenes (Consejo Oleícola Internacional, 2003) En cuanto al índice de peróxido (Tabla 3), la accesión 12 sobresale con 4.70 meq. O<sub>2</sub>/kg aceite, encontrándose estos valores dentro del límite máximo permisible para el consumo humano que es de 15 meq O<sub>2</sub>/kg aceite (Consejo Oleícola Internacional, 2003)

Los ácidos grasos insaturados reportaron altas concentraciones de ácido linolénico ( $\omega$ -3) en la accesión 18 con 47.91 %, y menor porcentaje en la accesión 9 con 39.82%, valor superior a lo reportado por Pascual *et al.* (1998) y Mejía (1997) que fue de 43.75% (Tabla 4); del mismo modo se obtuvo concentraciones altas de ácido linoleico ( $\omega$ -6) en la accesión 6 con 41.09% y menor porcentaje en las accesiones 12 y 18 con 34.41% y 34.42% respectivamente, valores superiores a Mejía (1997) que fue de 36.99% y Hamaker (1992) que fue de 36.8%. Aunque Follegatti - Romero *et al.* (2009), encontraron 50.45% y 50.41% extrayendo con CO<sub>2</sub> supercrítico y con hexano a muestras procedentes de Tingo María (Tabla 4).

Los extractos "A" y "B", coinciden con los estándares de aminoácidos esenciales (arginina, valina, treonina, metionina, histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, triptófano), lo que indica la presencia de éstos, de igual manera se identificó trazas de lisina en las nueve accesiones (figuras 1 y 2).

Tabla 1. Análisis centesimales en la semilla (% peso en base seca) de nueve accesiones de sachá inchi (*P.ukenetia volubilis* L.) procedentes de las regiones de Loreto y San Martín.

ACCESIONES	ANÁLISIS CENTESIMALES (promedios y desviación estándar)				
	% HUMEDAD	% CENIZAS	% PROTEÍNAS	% ACEITES	% CARBOHIDRATOS
2	5.92 <sup>a</sup> ± 0.23	2.07 <sup>a</sup> ± 0.04	33.34 <sup>a</sup> ± 0.25	20.23 <sup>a</sup> ± 0.64	44.36 <sup>a</sup> ± 0.81
3	6.70 <sup>ab</sup> ± 0.11	2.30 <sup>ab</sup> ± 0.04	34.06 <sup>a</sup> ± 0.00	15.07 <sup>a</sup> ± 0.45	48.57 <sup>a</sup> ± 0.43
4	6.52 <sup>ab</sup> ± 0.07	2.29 <sup>ab</sup> ± 0.07	33.04 <sup>a</sup> ± 0.25	20.12 <sup>a</sup> ± 0.12	47.54 <sup>a</sup> ± 5.60
5	6.61 <sup>ab</sup> ± 0.10	2.23 <sup>a</sup> ± 0.06	34.21 <sup>a</sup> ± 0.25	14.09 <sup>a</sup> ± 0.40	49.46 <sup>a</sup> ± 0.42
6	7.08 <sup>b</sup> ± 0.25	2.20 <sup>a</sup> ± 0.06	34.79 <sup>a</sup> ± 0.25	11.20 <sup>a</sup> ± 0.78	51.81 <sup>ab</sup> ± 0.75
9	6.49 <sup>ab</sup> ± 0.06	2.16 <sup>a</sup> ± 0.07	34.65 <sup>a</sup> ± 0.25	7.80 <sup>a</sup> ± 0.94	55.40 <sup>ab</sup> ± 1.12
12	6.39 <sup>ab</sup> ± 0.13	2.44 <sup>ab</sup> ± 0.06	41.71 <sup>a</sup> ± 1.66	8.97 <sup>ab</sup> ± 0.43	46.88 <sup>a</sup> ± 1.81
17	6.38 <sup>ab</sup> ± 0.03	2.20 <sup>a</sup> ± 0.04	31.44 <sup>ab</sup> ± 0.00	10.05 <sup>ab</sup> ± 0.36	56.30 <sup>ab</sup> ± 0.38
18	5.73 <sup>a</sup> ± 0.12	2.25 <sup>a</sup> ± 0.04	42.49 <sup>a</sup> ± 0.45	7.62 <sup>a</sup> ± 0.90	47.64 <sup>a</sup> ± 0.74

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas, p < 0,05.

Tabla 2. Concentración de minerales encontrados en mg/100g de muestra seca de semillas de nueve accesiones de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) procedentes de las regiones de Loreto y San Martín.

	Na	K	Ca	Zn	Cu	Fe	Mg	Mn
2	205.27 <sup>a</sup> ± 0.38	850.08 <sup>a</sup> ± 2.43	98.40 <sup>a</sup> ± 0.15	11.62 <sup>a*</sup> ± 0.65	1.01 <sup>a</sup> ± 0.14	6.34 <sup>a*</sup> ± 0.98	289.55 <sup>a*</sup> ± 59.94	0.67 <sup>a</sup> ± 0.25
3	133.42 <sup>a</sup> ± 0.26	661.07 <sup>a</sup> ± 0.21	105.94 <sup>a</sup> ± 0.56	13.12 <sup>a**</sup> ± 2.72	0.75 <sup>a</sup> ± 0.12	4.68 <sup>a*</sup> ± 1.75	279.17 <sup>a*</sup> ± 45.32	0.68 <sup>a</sup> ± 0.04
4	238.02 <sup>a</sup> ± 3.27	892.93 <sup>a</sup> ± 7.07	80.97 <sup>a</sup> ± 0.42	16.43 <sup>a*</sup> ± 1.75	0.89 <sup>a</sup> ± 0.01	4.56 <sup>a*</sup> ± 0.70	277.48 <sup>a*</sup> ± 44.55	0.73 <sup>a</sup> ± 0.18
5	83.35 <sup>a</sup> ± 0.05	863.65 <sup>a</sup> ± 4.88	95.14 <sup>a*</sup> ± 1.74	15.95 <sup>a*</sup> ± 0.69	0.95 <sup>a</sup> ± 0.00	4.61 <sup>a*</sup> ± 0.70	340.15 <sup>a**</sup> ± 15.36	0.83 <sup>a</sup> ± 0.13
6	91.83 <sup>a*</sup> ± 2.04	586.87 <sup>a</sup> ± 1.66	92.13 <sup>a**</sup> ± 5.54	13.77 <sup>a**</sup> ± 0.58	0.74 <sup>a</sup> ± 0.21	4.62 <sup>a*</sup> ± 1.01	255.12 <sup>a*</sup> ± 30.37	0.77 <sup>a</sup> ± 0.11
9	88.26 <sup>a*</sup> ± 0.23	764.23 <sup>a</sup> ± 9.35	89.91 <sup>a**</sup> ± 0.26	4.90 <sup>a</sup> ± 0.74	0.90 <sup>a</sup> ± 0.35	4.46 <sup>a*</sup> ± 0.57	216.89 <sup>a</sup> ± 37.77	0.64 <sup>a</sup> ± 0.08
12	50.75 <sup>a</sup> ± 2.99	744.32 <sup>a</sup> ± 15.39	87.59 <sup>a*</sup> ± 3.02	6.38 <sup>a</sup> ± 0.29	1.15 <sup>a</sup> ± 0.05	4.33 <sup>a*</sup> ± 0.88	227.27 <sup>a</sup> ± 20.72	0.76 <sup>a</sup> ± 0.16
17	62.62 <sup>a</sup> ± 0.45	799.26 <sup>a</sup> ± 16.30	63.62 <sup>a</sup> ± 0.18	6.12 <sup>a</sup> ± 0.56	1.11 <sup>a</sup> ± 0.11	4.07 <sup>a*</sup> ± 0.80	222.62 <sup>a</sup> ± 13.69	0.68 <sup>a</sup> ± 0.16
18	45.45 <sup>a</sup> ± 3.43	687.23 <sup>a</sup> ± 42.32	67.48 <sup>a</sup> ± 0.86	6.06 <sup>a</sup> ± 1.08	0.78 <sup>a</sup> ± 0.24	4.14 <sup>a*</sup> ± 0.38	218.52 <sup>a</sup> ± 2.57	0.60 <sup>a</sup> ± 0.03

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0,05$ . Significados de símbolos químicos: Na = sodio, K = potasio, Ca = calcio, Zn = zinc, Cu = cobre, Fe = Hierro, Mg = Magnesio, Mn = Manganeseo

Tabla 3. Análisis fisicoquímicos en el aceite de nueve accesiones de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) procedentes de los departamentos de Loreto y San Martín.

ACCESIONES	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (promedios y desviación estándar)	
	ÍNDICE DE ACIDEZ	ÍNDICE DE PERÓXIDOS
2	0.10 <sup>a**</sup> ± 0.01	2.52 <sup>a</sup> ± 0.04
3	0.08 <sup>a</sup> ± 0.01	0.40 <sup>a</sup> ± 0.00
4	0.06 <sup>a</sup> ± 0.00	0.29 <sup>a</sup> ± 0.02
5	0.08 <sup>a</sup> ± 0.00	0.39 <sup>a</sup> ± 0.01
6	0.10 <sup>a**</sup> ± 0.00	0.45 <sup>a</sup> ± 0.06
9	0.09 <sup>a**</sup> ± 0.01	2.90 <sup>a</sup> ± 0.00
12	0.06 <sup>a</sup> ± 0.00	4.70 <sup>a</sup> ± 0.10
17	0.06 <sup>a</sup> ± 0.01	0.43 <sup>a</sup> ± 0.06
18	0.04 <sup>a</sup> ± 0.01	0.47 <sup>a</sup> ± 0.06

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0,05$ .

Tabla 4. Ácidos grasos en el aceite de nueve accesiones de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) procedentes de los departamentos de Loreto y San Martín.

ACCESIONES	% ÁCIDOS GRASOS (promedios y desviación estándar)				
	ÁC. PALMÍTICO	ÁC. ESTEARICO	ÁC. OLEICO	ÁC. LINOLEICO	ÁC. LINOLÉNICO
2	5.21 <sup>ab</sup> ± 0.10	3.56 <sup>a</sup> ± 0.03	10.05 <sup>a</sup> ± 0.03	37.18 <sup>a</sup> ± 0.09	44.00 <sup>a</sup> ± 0.20
3	4.82 <sup>a</sup> ± 0.04	3.49 <sup>ab</sup> ± 0.02	10.28 <sup>a</sup> ± 0.03	39.29 <sup>a</sup> ± 0.01	42.13 <sup>a</sup> ± 0.01
4	4.81 <sup>a</sup> ± 0.02	3.68 <sup>a</sup> ± 0.00	10.85 <sup>a</sup> ± 0.01	39.55 <sup>a</sup> ± 0.08	41.12 <sup>a</sup> ± 0.04
5	4.67 <sup>a</sup> ± 0.07	3.53 <sup>ab</sup> ± 0.06	12.40 <sup>a</sup> ± 0.06	37.91 <sup>a</sup> ± 0.07	41.50 <sup>a</sup> ± 0.06
6	4.97 <sup>a</sup> ± 0.03	3.46 <sup>ab</sup> ± 0.01	10.06 <sup>a</sup> ± 0.01	41.09 <sup>a</sup> ± 0.01	40.43 <sup>a</sup> ± 0.01
9	5.69 <sup>a</sup> ± 0.20	3.40 <sup>ab</sup> ± 0.01	10.15 <sup>a</sup> ± 0.02	40.94 <sup>a</sup> ± 0.06	39.82 <sup>a</sup> ± 0.18
12	5.22 <sup>ab</sup> ± 0.08	3.80 <sup>a</sup> ± 0.03	9.66 <sup>a</sup> ± 0.00	34.41 <sup>a</sup> ± 0.07	46.91 <sup>a</sup> ± 0.02
17	5.31 <sup>ab</sup> ± 0.03	3.59 <sup>a</sup> ± 0.01	11.00 <sup>a</sup> ± 0.01	37.82 <sup>a</sup> ± 0.03	42.32 <sup>a</sup> ± 0.04
18	4.74 <sup>a</sup> ± 0.22	3.05 <sup>a</sup> ± 0.02	10.04 <sup>a</sup> ± 0.03	34.42 <sup>a</sup> ± 0.00	47.91 <sup>a</sup> ± 0.39

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0,05$ .

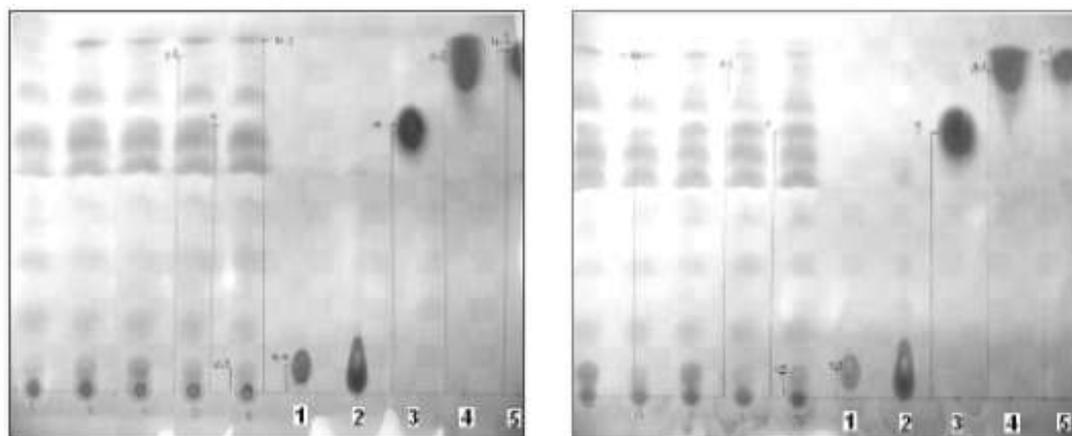


Figura 1. Identificación de aminoácidos por cromatografía en capa fina para el extracto "A" (muestra desengrasada) y estándares (1= arginina, 2=lisina, 3=valina, 4=treonina y 5=metionina) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

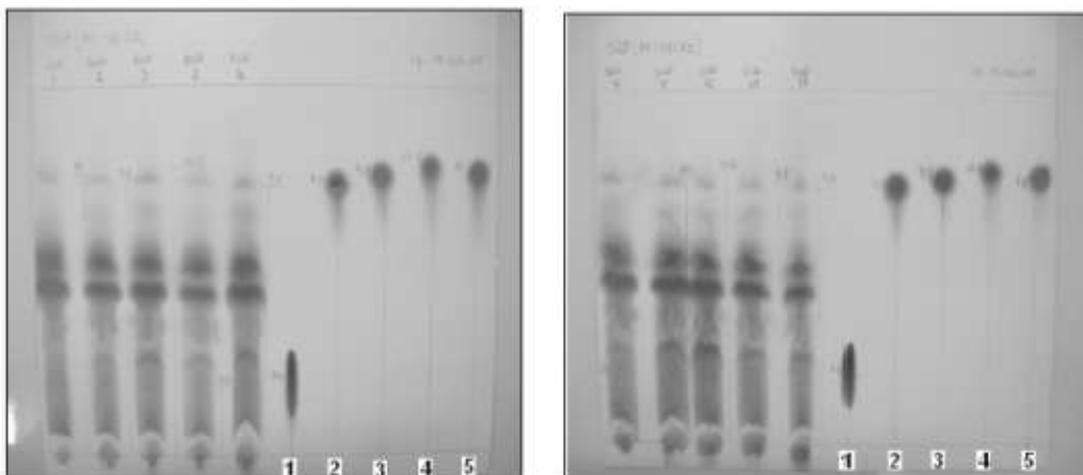


Figura 2. Identificación de aminoácidos por cromatografía en capa fina para el extracto "B" (muestra desengrasada) y estándares (1= histidina, 2= isoleucina, 3= leucina, 4= triptofano y 5= fenilalanina) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

## AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Innovación y Competitividad para el Agro Peruano – INCAGRO, por el financiamiento parcial del presente estudio a través del subproyecto "Obtención de líneas mejoradas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), a partir de material genético con altos rendimientos y contenidos de omega 3 y omega 6".

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bondioli, P.; Della-Bella, L.; Rettke, P. 2006. Alpha linolenic acid rich oils. Composition of *Plukenetia volubilis* (Sachá Inchi) oil from Perú. *La Revista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 83(3):120-123.
- Cachique, D. 2006. Sistema de Producción y Mejoramiento Genético de Sachá Inchi en San Martín. *Memoria Institucional. Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres (PET). Iquitos-Perú*, p. 51-52
- Consejo Oleícola Internacional. 2003. Norma Comercial Aplicable a los Aceites de Oliva y los Aceites de Orujo de Oliva COI/T.15/NC nº 3/Rev. 1. Madrid-España, 17pp.
- Follegati-Romero, L.; Piantino, C.; Romero-Grimaldi, R.; Cabral, F. 2009. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of omega-3 rich oil from sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *J. of Supercritical fluids*, 49: 323-329.
- García, H. 1992. Resumen de investigaciones apoyadas por FONDEAGRO. Tomo I. Proyecto de Transformación de la Tecnología Agropecuaria (TTA). Lima, p. 61-63.
- Hamaker, B. 1992. Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del "Maní del Inca" (*Plukenetia volubilis* L.), Universidad de Arkansas, Estados Unidos. Guidelines for the establishment and operation of vegetal oil factories. Cornell: Estados Unidos, 116pp.
- Hartman & Lago. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids, *Lab. Pract.* 22:475-477.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. 2009. Estudio de Variabilidad Económica del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo, Sachá Inchi, en el Departamento de San Martín. Avances Económicos N° 3. Primera edición, Iquitos-Perú. 66pp.
- Lutz, A. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2 ed. São Paulo. 583pp.
- Mejía, M. 1997. Mejoramiento de técnicas de conservación y procesamiento de los productos y subproductos. Biblioteca Agrícola Nacional. Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM. TESIS. Lima, Q02/1143. 97pp.
- Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18<sup>th</sup> ed., AOAC

- INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 41, p. 11, 13, 20.
- Osborne, D.R.; Voogt, P. 1978. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España. p. 160-170.
- Pascual, G.; Mejía, M. 1998. Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Anales Científicos UNALM. 42: 146-160.
- Ramos-Aliaga, R. 2005. Fraccionamiento químico de la hoja de coca y obtención de un producto rico en proteínas. Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición (CIBN), Facultad de Medicina Humana (UNMSM); *Rev. Sociedad Química del Perú*, 71:3-11.
- Ronayne, P. 2000. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. *Arch Argent Pediatr*. 98(4):231-238.
- Sall, J.; Lehman, A.; Creighton, L. 2001. JMP Start Statistics – A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP in software. USA, 491 pp.
- Vela, L. 1995. Ensayos para la extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), en el departamento de San Martín. Tesis profesional. Universidad Nacional de San Martín (UNSM), Perú. 75pp.