



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2 (2): 239-252. Julio-Diciembre, 2011
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2011. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Nota Técnica

**Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*) y ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*).
Formulación de una mezcla base para productos alimenticios**

Chemical composition of “oca” (*Oxalis tuberosa*), ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*) and ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*). Formulation of a base mixture for food

María Elena **León Marrou***, Misael Ydilbrando **Villacorta González**,
Sandra Elizabeth **Pagador Flores**

Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.
Avenida Larco, Cuadra 17, Distrito de Víctor Larco Herrera, Provincia de Trujillo,
Departamento de La Libertad, Perú

*Autora para correspondencia: mleon@ucv.edu.pe

Aceptado 12-October-2011

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo formular una mezcla base a partir de cultivos nativos, la cual una vez estandarizada, se constituye en materia prima de alto valor nutricional para su utilización en la elaboración de productos alimenticios como: purés, papillas y productos de panificación, entre otros. Se seleccionaron tres cultivos andinos: un tubérculo, “oca” (*Oxalis tuberosa*); una raíz, ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*) y una leguminosa, ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*). Se realizaron por triplicado análisis bromatológicos, de minerales y vitaminas. Se formularon 8 mezclas bases a diferentes proporciones de cultivos nativos. Se seleccionó la mezcla base identificada como M7 en proporción 1:1:2 (oca:arracacha:tarwi) por presentar mayor valor nutricional.

Palabras claves: composición nutricional, cultivos andinos, formulación de productos alimenticios, mezcla base.

Abstract

The present work aims to formulate base mixture from native crops, which, once standardized, constitutes a raw material of high nutritional value for the elaboration of food products, such as purees, baby foods and bakery products, among others. Three Andean crops were selected: a tuber, “oca” (*Oxalis tuberosa*); a root, ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*) and a legume, ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*). Bromatological, minerals and vitamins analyses were carried out in triplicate. Eight base mixtures to different proportions of native crops were formulated. The base mixture identified as M7 in proportion 1:1:2 (oca:arracacha:tarwi) presented the highest nutritional value.

Key words: Andean crops, base mixture, food products formulation, nutritional composition.

INTRODUCCIÓN

Pastor *et al.* (2008) en su libro relatan que en el contexto peruano se identifica a los cultivos subutilizados con aquellas especies no comerciales que son parte de la biodiversidad agrícola nacional, más populares en el pasado pero que hoy en día son apreciados casi exclusivamente por los productores y consumidores en el ámbito local. Las principales causas de su subutilización tienen diversos orígenes: desde factores agronómicos como el alto costo en términos de inversión de tiempo de la cosecha de algunos granos, a la corta vida poscosecha de algunos frutos, circunstancias económicas asociadas al alto costo de transacción que implica llevar los productos al mercado debido a la falta de infraestructuras de comunicación e incipientes sistemas de comercialización, hasta la baja rentabilidad que muestran en comparación con las variedades mejoradas. Además, se encuentran antecedentes relacionados con el reemplazo de especies nativas y la tendencia a homogenizar los cultivos (Fano y Benavides, 1992; Pastor *et al.*, 2008; Mujica-Sánchez, 2009), siendo la consecuencia de todo ello, que las poblaciones que habitan fuera de la región del cultivo no conocen las muchas virtudes de estos productos (Pastor *et al.*, 2008). Agregan

que muchos de los cultivos subutilizados tienen un elevado potencial nutraceutico y nutricional así como condiciones de rusticidad y fácil aclimatación; y del análisis realizado, los autores infieren que se podrían aprovechar nichos singulares de mercado, especialmente aquellos relacionados con los problemas de desnutrición y mal nutrición. Paralelamente, los cultivos menos frecuentes (“menores”, “desplazados”, “subutilizados” o “promisorios”) en sus diferentes formas y conceptos (Thies, 2000) se mantienen en sectores marginales, regionales o locales, pero podrían ayudar a mejorar cuantitativa y cualitativamente la alimentación y nutrición de millones de personas, tanto en la actualidad como en un futuro (Pastor *et al.*, 2008). Por otro lado, destacan que el problema alimentario mundial no se restringe a la escasez de alimentos en los países en vías de desarrollo; la abundancia de alimentos procesados, de mala calidad, deficientes en aminoácidos esenciales y micronutrientes, es una realidad también para los países desarrollados. Las cualidades nutritivas y nutraceuticas y las condiciones de agricultura poco tecnificada pero limpia que existen en los agroecosistemas pobres, le dan a muchos de sus productos agrícolas un elevado valor potencial que requiere de investigación y el reforzamiento de capacidades para materiali-

zar, y así masificar, sus beneficios y contribuir a reducir tanto la desnutrición como la mala nutrición.

Los cultivos andinos “oca” (*Oxalis tuberosa*), ‘arracacha’ (*Arracacia xanthorrhiza*) y ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*) constituyen una fuente de recursos poco conocidos y explotados que representan posibilidades para la agricultura, la alimentación, la agroindustria y el comercio internacional.

Los tubérculos de *Oxalis tuberosa* son conocidos con los nombres comunes de “oca” en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; “cuiba” o “quiba” en Venezuela; “macachin” o “miquichi” en Argentina; “huasisai” o “ibia” en Colombia; “papa extranjera” o “papa roja” en México; “yam” en Nueva Zelanda; “truffette acide” en Francia, y “knollen-sauerklee” en Alemania (NCR, 1989a; Del Río, 1990; Montaldo, 1996). Su cultivo se extiende desde los 8 grados de latitud norte, en Venezuela, hasta aproximadamente los 23 grados de latitud sur, al norte de Argentina y Chile, en alturas comprendidas entre los 2800 y los 4000 msnm (Barrera *et al.*, 2004). Los tubérculos de “oca” presentan alta variabilidad en relación a su valor nutricional y la mayoría tiene incluso valores nutritivos tan buenos o mejores que la papa. Presentan intervalos de humedad de 70-80 %; carbohidratos 11-22 %, usualmente ricos en azúcares de fácil digestión, y contenidos de grasa, fibra y cenizas de 1,0 % aproximadamente. Los valores de proteína pueden variar ampliamente, pudiendo alcanzar ciertos tipos ricos en proteína, mas de 9 % en base seca (NCR, 1989a).

Las raíces de *Arracacia xanthorrhiza* son conocidas como ‘arracacha’, “apio” o “apio criollo” en Venezuela y Puerto Rico; ‘arracacha’, “racacha” o “arrecate” en Perú, Colombia y Centro América; “virraca” en Perú; zanahoria blanca en Ecuador, y “mandioquinha salsa” o “batata baroa” en Brasil (Montaldo, 1996). Este cultivo presenta contenidos de almidón de 10 a 25 % y es fuente rica en

vitamina A (NCR, 1989b).

El ‘tarwi’, ampliamente conocido como “chocho” y con nombre propuesto en la 4^{ta} Conferencia de la International Lupin Association como “lupino andino” (‘Andean lupin’) para uso internacional (Gross y Hatzold, 1986a; Gross y Hatzold, 1986b) es una leguminosa que tiene un alto contenido de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se le consume directamente sin extraer los alcaloides. Los granos ricos en proteínas y grasa con concentraciones de los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) (Ayala, 2004), son fuentes potenciales de proteína y aceite de alta calidad (Suchý *et al.*, 2008). El ‘tarwi’ requiere tecnología para el procesamiento y para un uso adecuado e integral del grano y de la planta (Jacobsen *et al.*, 2003).

A pesar de los vastos recursos, nuestro país presenta graves situaciones de pérdida de nuestra agrobiodiversidad, desnutrición, inseguridad alimentaria y pobreza que afectan a amplios grupos de la población que podrían beneficiarse con las cualidades nutritivas excepcionales de muchas de estas especies andinas. Esto se debe a que muchos de nuestros cultivos andinos no son competitivos en relación a los cultivos que han pasado a dominar el abastecimiento mundial de alimentos y que están respaldados por los sistemas de oferta de semillas, tecnologías de producción, poscosecha y servicios de extensión. Además, sus mercados están bien establecidos y los consumidores están acostumbrados a utilizarlos. Tapia (2000) compendia en su libro, literatura sobre los aspectos agronómicos, nutricionales y agroindustriales de los cultivos andinos subexplotados, por lo que el mismo es importante material de consulta en apoyo a los investigadores y agricultores de los países andinos.

En las comunidades rurales de los Andes, la alimentación es esencialmente a base de materias primas de origen agrícola, predomi-

nando los tubérculos (papa, oca y mashua), que son ricos en hidratos de carbono, pero pobres en algunos aminoácidos esenciales. El consumo de granos (quinua, cañihua y kiwicha), ricos en lisina y metionina, y de leguminosas ('tarwi', frijol) compensa las carencias de los tubérculos (Ayala, 2004).

Hoy en día en el Perú muchos de los pequeños y medianos agricultores han dejado de cultivar "oca", 'arracacha' y 'tarwi' por no encontrar un mercado seguro dispuesto a comprar sus productos de manera sostenida, lo cual representa un riesgo inminente de perder la agrobiodiversidad propia de nuestro ecosistema, situación que conlleva a una escasa contribución a la seguridad alimentaria y en el fortalecimiento del estado nutricional de nuestra población. En este sentido, Cadima-Fuentes (2006) señala que las razones para promover la producción, conservación y uso se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales.

De lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo contribuir a revertir tal situación evitando el abandono de los agricultores de estas especies nativas que podrían restaurarse a través de intervenciones específicas tales como agregarles valor mediante la inclusión de "oca", 'arracacha' y 'tarwi' en la elaboración de diversos productos alimenticios (purés, papillas y productos de panificación, entre otros). La formulación de una mezcla base a partir de "oca", 'arracacha' y 'tarwi' y su procesamiento a escala industrial como materia prima para la industria alimentaria contribuirá a incrementar la demanda de estos cultivos nativos fortaleciendo la agrobiodiversidad en la región, y por otra parte, algunos cultivos nativos, por lo general, pueden ingresar a la formulación de productos como una mezcla base semisólida y no como harina, lo cual evita la pérdida de nutrientes que se produce durante el proceso de secado para la

obtención de las mismas, así como también disminuyen los costos de fabricación (León-Marrou y Villacorta-González, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Se adquirieron muestras de "oca" variedad amarilla, 'arracacha' variedad blanca y 'tarwi' en los mercados mayoristas de la ciudad de Trujillo, Departamento de La Libertad, Perú. La procedencia de los cultivos fue: "oca" Provincia de Otuzco, 'arracacha' Provincia de Santiago de Chuco y 'tarwi' Provincia de Julcán, provincias ubicadas en la Sierra Liberteña. Los criterios de selección fueron en el caso de las raíz y el tubérculo: material fresco, exento de humedad (sin brotamientos), libre de olores extraños, libre de impurezas y materias extrañas visibles, libre de infecciones e infestaciones y estar exentos de cortes y cicatrices. En el caso de la leguminosa: buena apariencia, libre de impurezas y de granos rotos, entre otros.

Análisis de composición química

Siguiendo la metodología de la AOAC (1990) y/o AACC (2001) a cada muestra de cada cultivo se le realizó por triplicado análisis de humedad (AOAC 925.10), proteína bruta (AACC 46.10), extracto etéreo (AOAC 920.39), fibra cruda (AOAC 926.09), cenizas (AOAC 942.05) y carbohidratos (por diferencia). El valor energético se calculó mediante la Ec. 1 (Livesey, 1995).

Ecuación (1):

Valor energético = 4(% C) + 4(% P) + 9(% G)
en kcal/100 g,

donde % C corresponde al porcentaje de carbohidratos, % P al de proteína y % G al de grasa.

Se determinaron los contenidos de 7 minerales (K, P, Fe, Na, Mg, Ca y Zn) y 7 vitaminas (A, B1, B2, B3, B6, B12 y C) mediante las metodologías que se indican en el Cuadro 1 (AOAC, 1996).

Formulación de las mezclas bases

Las muestras homogéneas de cada cultivo se dividieron en porciones, identificándose de la manera siguiente: O1, O2, O3 para “oca”; A1, A2 y A3 para ‘arracacha’; T1, T2 y T3 para ‘tarwi’. Se elaboraron 8 mezclas bases (M) a distintas proporciones de “oca”, ‘arracacha’ y ‘tarwi’, las cuales se presentan en el Cuadro 2. Las porciones O1, A1 y T1 se emplearon en M2, M3 y M5; las porciones O2, A2 y T2 se emplearon en M4, M6 y M7; y las porciones O3, A3 y T3 se emplearon en M1 y M8. En la combinación de las porciones para formar las mezclas se tomó en cuenta que finalmente éstas últimas estuviesen constituidas en una base de 100 g de alimento comestible. La formulación estuvo a cargo del Equipo de Investigación de la Facultad

de Ingeniería-UCV y se llevó a cabo en el Laboratorio de Química E-404 y Laboratorio de Microbiología E-604 de la misma Facultad.

Determinación de la mezcla base óptima

La determinación de la proporción óptima de los tres cultivos andinos o mezcla base óptima, se basó en aquella que presentó mayor valor nutricional considerando inicialmente las relaciones porcentuales de 3 macronutrientes (proteína, extracto etéreo y carbohidratos) mas fibra y luego con la inclusión de 14 micronutrientes (7 minerales: K, P, Fe, Na, Mg, Ca y Zn - 7 vitaminas: A, B1, B2, B3, B6, B12 y C). En ambos casos se realizó análisis de varianza (32 y 144 casos) seguido de una prueba de comparación de medias (Tukey, $p < 0,05$), interpretándose en esta última, como la mejor mezcla base, aquella que representó al grupo con la mayor media. El software utilizado fue Statistix for Windows, versión 9.0 (Analytical Software, Tallahassee, FL, USA).

Cuadro 1.- Metodologías utilizadas para la determinación de minerales y vitaminas.

Minerales	Método	Principio	Vitaminas	Método	Principio
Potasio	AOAC 975.03	Absorción atómica	A	AOAC 992.04	Cromatografía líquida de alta resolución
Fósforo	AOAC 986.24	Espectrofotometría	B1	AOAC 986.27	Fluorimetría
Hierro	AOAC 985.35	Espectrofotometría por absorción atómica con llama	B2	AOAC 985.31	Fluorimetría
Sodio	AOAC 975.03	Absorción atómica	B3	AOAC 985.34	Ensayo microbiológico y turbidimetría
Magnesio	AOAC 985.35	Espectroscopía por absorción atómica con llama	B6	AOAC 985.32	Ensayo microbiológico
Calcio	AOAC 985.35	Espectrofotometría por absorción atómica con llama	B12	AOAC 986.23	Método turbidimétrico
Cinc	AOAC 985.35	Espectroscopía por absorción atómica con llama	C	AOAC 967.21	Método volumétrico

Cuadro 2.- Proporciones de cultivos nativos en las mezclas-bases.

Mezcla base	Proporciones de cultivos nativos		
	Oca	Arracacha	Tarwi
M1	2	2	2
M2	2	2	1
M3	2	1	2
M4	2	1	1
M5	1	2	2
M6	1	2	1
M7	1	1	2
M8	1	1	1

M: mezcla base.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal, mineral y vitaminas de “oca”, ‘arracacha’ y ‘tarwi’

En el Cuadro 3 se presenta la composición química de la “oca”, la ‘arracacha’ y el ‘tarwi’.

Para la parte comestible de la “oca”, Reyes-García *et al.* (2009) compilaron (por 100 g de material fresco) valores de energía 61 kcal; humedad 84,1 g; proteína 1,0 g; extracto etéreo 0,6 g; fibra 1,0 g; carbohidratos 13,3 g y cenizas 1,0 g. Los valores determinados en este trabajo fueron ligeramente menores salvo el contenido de humedad. En base seca han sido informados por Espín *et al.* (2001) valores de composición química de proteína 4,60 %; extracto etéreo 1,66 %; fibra 2,16 %; carbohidratos 88,19 %; potasio 1,30 %; fósforo 0,14 %; hierro 45,85 ppm; sodio 0,018 %; magnesio 0,0065 %; calcio 0,012 % y cinc 5,95 ppm; con contenidos de vitamina C 34,53 mg/100 g material fresco y una humedad de 77,73 %. Asimismo, para “oca” deshidratada han sido tabulados (por 100 g de material) valores de energía 325 kcal; humedad 15,3 g; proteína 4,3 g; extracto etéreo 1,1 g; fibra 3,4 g; carbohidratos 75,4 g y cenizas 3,9 g (Reyes-García *et al.*, 2009).

Para la ‘arracacha’, Reyes-García *et al.* (2009) compendieron (por 100 g de material fresco) valores de energía 97 kcal; humedad 75,1 g; proteína 0,7 g; extracto etéreo 0,3 g; fibra 1,1 g; carbohidratos 29,9 g y cenizas 1,0 g. Los valores determinados en este trabajo fueron ligeramente mayores en humedad y proteína, y menores en extracto etéreo, fibra, carbohidratos y cenizas. En base seca han sido informados por Espín *et al.* (2001) valores de composición química de proteína 5,43 %; extracto etéreo 1,11 %; fibra 3,91 %; carbohidratos 84,33 %; potasio 2,13 %; fósforo 0,17 %; hierro 139,5 ppm; sodio 0,09 %; magnesio 0,07 %; calcio 0,15 % y cinc 9,10 ppm; con contenidos de vitamina C 13,94 mg/100 g material fresco; vitamina A 7,28 RE/100 g material fresco y una humedad de 81,19 %. Cabe destacar que Espín *et al.* (2004) han indicado que la digestibilidad de las proteínas de la “oca” y ‘arracacha’ es alta, en un orden del 91,78 y 86,14 %, respectivamente.

Para el ‘tarwi’ han sido informados por Ayala (2004) contenidos de proteína 44,3 %; extracto etéreo 16,5 %; fibra 7,1 %; carbohidratos 28,2 % y cenizas 3,3 %; con una humedad de 7,7 %; y por Ortega-David *et al.* (2010) en cultivos pilotos de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrados en los Andes colombianos, proteína 44,86 %; extracto etéreo 13,91 %; fibra bruta 8,58 %; extracto no nitrogenado 27,12 % y cenizas 5,52 %; con una humedad de 9,63 %. Las semillas pueden contener alrededor de 40 % de proteína, similares o mayores a los contenidos en guisantes, frijoles, soya y maní; y casi 20 % de aceite, similares a la soya y otros cultivos de semillas oleaginosas (NCR, 1989c); esto coincide con los resultados presentados en el Cuadro 3. Suchý *et al.* (2008) han publicado en variedades de *Lupinus albus* (Amiga, LAL y Oležka), *Lupinus angustifolius* (Boruta y Probor) y *Lupinus luteus* (Boregine, Bernal y Wodjil) contenidos de aceite crudo en granos enteros de 44,90 a 80,30 g/kg y en cotiledones de 55,50 a 97,00 g/kg (un incremento de 22,83

Cuadro 3.- Composición química de la “oca” (*Oxalis tuberosa*), la ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*) y el ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*) por 100 gramos de material fresco.*

Componente	Oca	Arracacha	Tarwi
Humedad (g/100 g)	86,79	77,98	18,72
Proteína (g/100 g)	0,77	0,75	38,85
Extracto etéreo (g/100 g)	0,47	0,28	21,86
Fibra cruda (g/100 g)	0,78	0,66	6,18
Carbohidratos (g/100 g)	10,41	19,53	10,11
Cenizas (g/100 g)	0,78	0,80	4,28
Potasio (mg/100 g)	-	1,88	153,46
Fósforo (mg/100 g)	28,20	43,01	344,67
Hierro (mg/100 g)	12,53	7,52	1,08
Sodio (mg/100 g)	-	65,02	55,86
Magnesio (mg/100 g)	-	50,22	-
Calcio (mg/100 g)	17,18	51,11	72,85
Cinc (mg/100 g)	1,79	-	-
Vitamina A (UI/100 g)	0,99	1,41	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,05	0,07	0,47
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,94	0,08	0,24
Vitamina B3 (mg/100 g)	1,09	3,53	1,17
Vitamina B6 (mg/100 g)	-	0,08	-
Vitamina B12 (mg/100 g)	0,91	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	39,68	18,01	3,60

* Los valores son el promedio de 3 repeticiones.

1 UI vitamina C = 50 µg (0,05 mg) de vitamina C.

1 mg B12 = 1000 µg de vitamina B12.

% cuando se elimina la cáscara), señalando que la relación de ácidos grasos ω -3/ ω -6 de 1:3,7 para los granos enteros y de 1:3,8 para los cotiledones es favorable desde un punto de vista nutricional. Por otra parte, Dijkink *et al.* (2008) comentan que las aplicaciones del ‘tarwi’ en la industria de alimentos se han incrementado rápidamente, como un sustituto de la soya y por sus funcionalidades específicas; señalando que la harina parece tener un impacto en la mejoría de la frescura y estructura de productos de panadería, extendiendo su vida útil.

Formulación de las mezclas bases y determinación de la mezcla óptima

En los Cuadros 4, 5 y 6 se muestran los aportes nutricionales de las porciones de “oca”, ‘arracacha’ y ‘tarwi’ y en el Cuadro 7 se presenta la composición nutricional de las 8 mezclas bases obtenidas a distintas proporciones de los 3 cultivos. La prueba de comparación de medias reveló en la interpretación cuando se compararon los 3 macronutrientes (proteína, extracto etéreo y

Cuadro 4.- Aporte nutricional de las porciones de “oca” (*Oxalis tuberosa*).

Componente	Porción O1	Porción O2	Porción O3
Proteína (g/100 g)	0,19	0,25	0,33
Extracto etéreo (g/100 g)	0,12	0,15	0,20
Fibra cruda (g/100 g)	0,20	0,25	0,33
Carbohidratos (g/100 g)	2,66	3,32	4,43
Potasio (mg/100 g)	-	-	-
Fósforo (mg/100 g)	7,20	9,00	12,00
Hierro (mg/100 g)	3,20	4,00	5,33
Sodio (mg/100 g)	-	-	-
Magnesio (mg/100 g)	-	-	-
Calcio (mg/100 g)	4,38	5,50	7,30
Cinc (mg/100 g)	0,46	0,57	0,76
Vitamina A (UI/100 g)	0,25	0,32	0,42
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,01	0,02	0,02
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,24	0,30	0,40
Vitamina B3 (mg/100 g)	0,84	0,11	0,14
Vitamina B6 (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina B12 (mg/100 g)	0,26	0,22	0,43
Vitamina C (mg/100 g)	17,28	9,60	12,80

O1 empleada en M2, M3 y M5. O2 empleada en M4, M6 y M7.

O3 empleada en M1 y M8.

1 UI vitamina C = 50 µg (0,05 mg) de vitamina C.

1 mg B12 = 1000 µg de vitamina B12.

Cuadro 5.- Aporte nutricional de las porciones de ‘arracacha’ (*Arracaccia xanthorrhiza*).

Componente	Porción A1	Porción A2	Porción A3
Proteína (g/100 g)	0,19	0,24	0,32
Extracto etéreo (g/100 g)	0,07	0,09	0,12
Fibra cruda (g/100 g)	0,17	0,21	0,28
Carbohidratos (g/100 g)	4,99	6,23	8,31
Potasio (mg/100 g)	0,48	0,60	0,80
Fósforo (mg/100 g)	10,98	13,73	18,30
Hierro (mg/100 g)	1,92	2,40	3,20
Sodio (mg/100 g)	16,60	20,75	27,67
Magnesio (mg/100 g)	12,82	16,03	21,37
Calcio (mg/100 g)	13,05	16,31	21,75
Cinc (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina A (UI/100 g)	0,36	0,45	0,60
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,02	0,02	0,03
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,01	0,06	0,01
Vitamina B3 (mg/100 g)	0,90	1,13	1,50
Vitamina B6 (mg/100 g)	0,06	0,01	0,01
Vitamina B12 (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	4,60	5,75	7,66

A1 empleada en M2, M3 y M5. A2 empleada en M4, M6 y M7.

A3 empleada en M1 y M8.

1 UI vitamina C = 50 µg (0,05 mg) de vitamina C.

Cuadro 6.- Aporte nutricional de las porciones de ‘tarwi’ (*Lupinus mutabilis*).

Componente	Porción T1	Porción T2	Porción T3
Proteína (g/100 g)	9,92	12,40	16,53
Extracto etéreo (g/100 g)	5,58	6,98	9,30
Fibra cruda (g/100 g)	1,58	1,97	2,63
Carbohidratos (g/100 g)	2,58	3,23	4,30
Potasio (mg/100 g)	39,18	48,98	65,30
Fósforo (mg/100 g)	88,00	110,00	146,67
Hierro (mg/100 g)	0,27	0,35	0,46
Sodio (mg/100 g)	14,26	17,83	23,77
Magnesio (mg/100 g)	-	-	-
Calcio (mg/100 g)	18,60	23,25	31,00
Cinc (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina A (UI/100 g)	-	-	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,12	0,15	0,20
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,06	0,08	0,10
Vitamina B3 (mg/100 g)	0,42	0,05	0,70
Vitamina B6 (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina B12 (mg/100 g)	-	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	0,92	1,15	1,53

T1 empleada en M2, M3 y M5. T2 empleada en M4, M6 y M7.

T3 empleada en M1 y M8.

1 UI vitamina C = 50 µg (0,05 mg) de vitamina C.

Cuadro 7.- Composición nutricional y valor energético de las 8 mezclas bases (oca:arracacha:tarwi).*

Componente	Mezclas a diferentes proporciones de cultivos andinos oca:arracacha:tarwi							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Energía (kcal/100 g)	223,46	167,88	246,75	190,09	255,62	194,35	293,00	223,46
Proteína (g/100 g)	17,18	10,68	20,41	13,14	20,41	13,13	25,29	17,18
Extracto etéreo (g/100 g)	9,62	5,96	11,47	7,37	11,42	7,31	14,20	9,62
Fibra cruda (g/100 g)	3,24	2,32	3,73	2,68	3,70	2,64	4,40	3,24
Carbohidratos (g/100 g)	17,04	17,88	15,47	16,10	17,80	19,01	16,01	17,04
Potasio (mg/100 g)	66,10	40,14	78,84	49,58	79,32	50,18	98,56	66,10
Fósforo (mg/100 g)	176,97	124,36	201,38	141,73	205,16	146,46	242,73	176,97
Hierro (mg/100 g)	8,99	10,51	8,86	10,75	7,58	9,15	7,10	8,99
Sodio (mg/100 g)	51,44	47,46	44,54	38,58	61,72	59,33	56,41	51,44
Magnesio (mg/100 g)	21,37	25,64	12,82	16,03	25,64	32,06	16,03	21,37
Calcio (mg/100 g)	60,05	53,46	59,01	50,56	67,68	61,37	68,31	60,05
Cinc (mg/100 g)	0,76	0,92	0,92	1,14	0,46	0,57	0,57	0,76
Vitamina A (UI/100 g)	1,02	1,22	0,86	1,09	0,97	1,22	0,77	1,02
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,25	0,18	0,28	0,21	0,29	0,21	0,34	0,25
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,51	0,56	0,61	0,74	0,38	0,50	0,52	0,51
Vitamina B3 (mg/100 g)	2,34	3,90	3,42	1,40	3,48	2,42	1,34	2,34
Vitamina B6 (mg/100 g)	0,01	0,12	0,06	0,01	0,12	0,02	0,01	0,01
Vitamina B12 (mg/100 g)	0,43	0,52	0,52	0,44	0,26	0,22	0,22	0,43
Vitamina C (mg/100 g)	21,99	44,68	41,00	26,10	28,32	22,25	17,65	21,99

* Cada mezcla (M) en base a 100 g está constituida por combinaciones de porciones. En M2, M3 y M5 se utilizó O1, A1 y T1. En M4, M6 y M7 se utilizó O2, A2 y T2. En M1 y M8 se utilizó O3, A3 y T3.

1 UI vitamina C = 50 µg (0,05 mg) de vitamina C. 1 mg B12 = 1000 µg de vitamina B12.

carbohidratos) mas fibra, que la mezcla base M7 presentó mayor valor nutricional, seguida de la M5 y M3 y cuando se incluyeron en el análisis estadístico a los 14 micronutrientes (7 minerales y 7 vitaminas) el resultado fue el mismo. Cabe destacar que estas 3 mezclas bases fueron las formuladas con mayor proporción de ‘tarwi’ (M7 1:1:2; M5 1:2:2; M3 2:1:2 - oca:arracacha:tarwi) y a su vez presentaron mayores contenidos de proteína, extracto etéreo, fibra cruda (Cuadro 7 y Fig. 1), potasio y vitamina B1 (Cuadro 7), en comparación con las otras mezclas bases. Con respecto al valor energético se obtuvieron los mismos resultados (M7 > M5 > M3) (Fig. 2).

En función de los resultados comparativos de las 8 mezclas bases experimentadas, se seleccionó la mezcla base M7 (1:1:2 – oca:arracacha:tarwi) por presentar un mayor valor nutricional con respecto a las demás, por lo que fue la propuesta aceptada para la elaboración de productos alimenticios.

Adicionalmente, en la Fig. 3 se presenta de manera gráfica la preparación preliminar de ‘oca’, ‘arracacha’ y ‘tarwi’. Bacigalupo y Tapia (2000) aportan valiosa información sobre procesos de desamargado del ‘tarwi’.

Diversas formulaciones en alimentos similares a los ya presentes en el mercado se

han llevado a cabo con el propósito de promover el consumo de los cultivos andinos objetos de estudio en este trabajo. Yogurt con componente parcial de *Lupinus mutabilis* Sweet en 20 y 30 % fue ensayado por Castañeda-Castañeda *et al.* (2008) con un nivel de agrado ‘moderado’ en evaluación sensorial realizada. Formulaciones alimenticias en polvo, libres de gluten y de alto contenido proteico, aportado por una mezcla de harinas a partir de dos cultivos andinos, ‘quinua’ (*Chenopodium quinua* Willd.) y lupino (*Lupinus albus* L.), con dos cereales tradicionales, maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.), originando una mezcla dulce para la preparación de queques y otra mezcla postre saborizada con plátano, fueron elaboradas por Cerezal-Mezquita *et al.* (2011), las mezclas, pueden ser preparadas con agua o leche, ofreciendo alternativas para la alimentación de niños de 6 a 24 meses que padecen la enfermedad celíaca, en el sentido de haberse mejorado la calidad de la proteína por compensación de los aminoácidos esenciales, e inciden en la diversificación de productos. En ‘oca’, Yenque-Dedios *et al.* (2008) han ensayado a nivel piloto un producto tipo confitado y una mezcla con tuna (20 %) en la elaboración de otro tipo néctar.

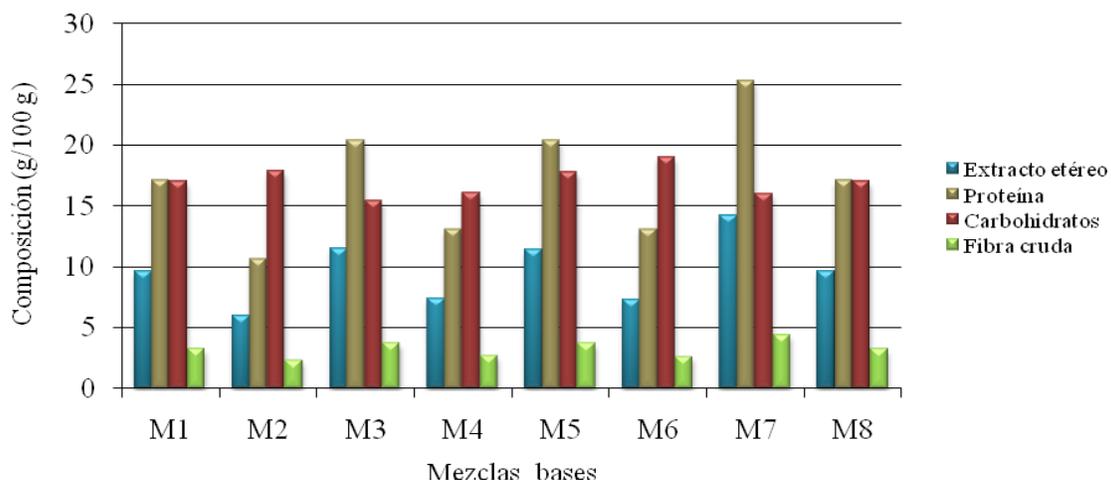


Figura 1.- Relación comparativa del porcentaje de macronutrientes (extracto etéreo, proteína, carbohidratos) y la fibra que aportan cada una de las 8 mezclas de cultivos andinos en diferentes proporciones.

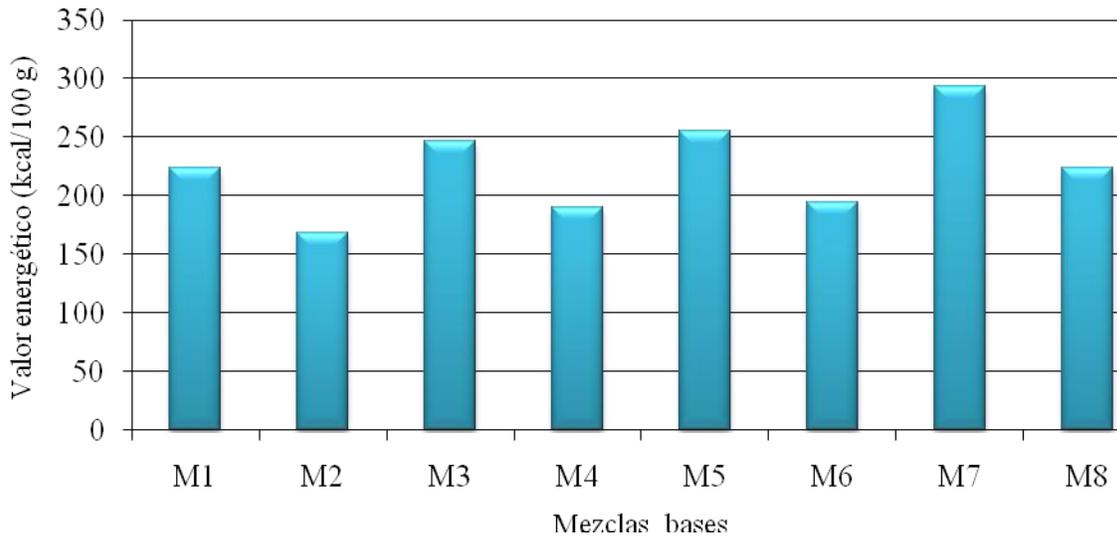


Figura 2.- Relación comparativa de la energía (kcal/100 g) que aporta cada una de las 8 mezclas de cultivos andinos en diferentes proporciones.

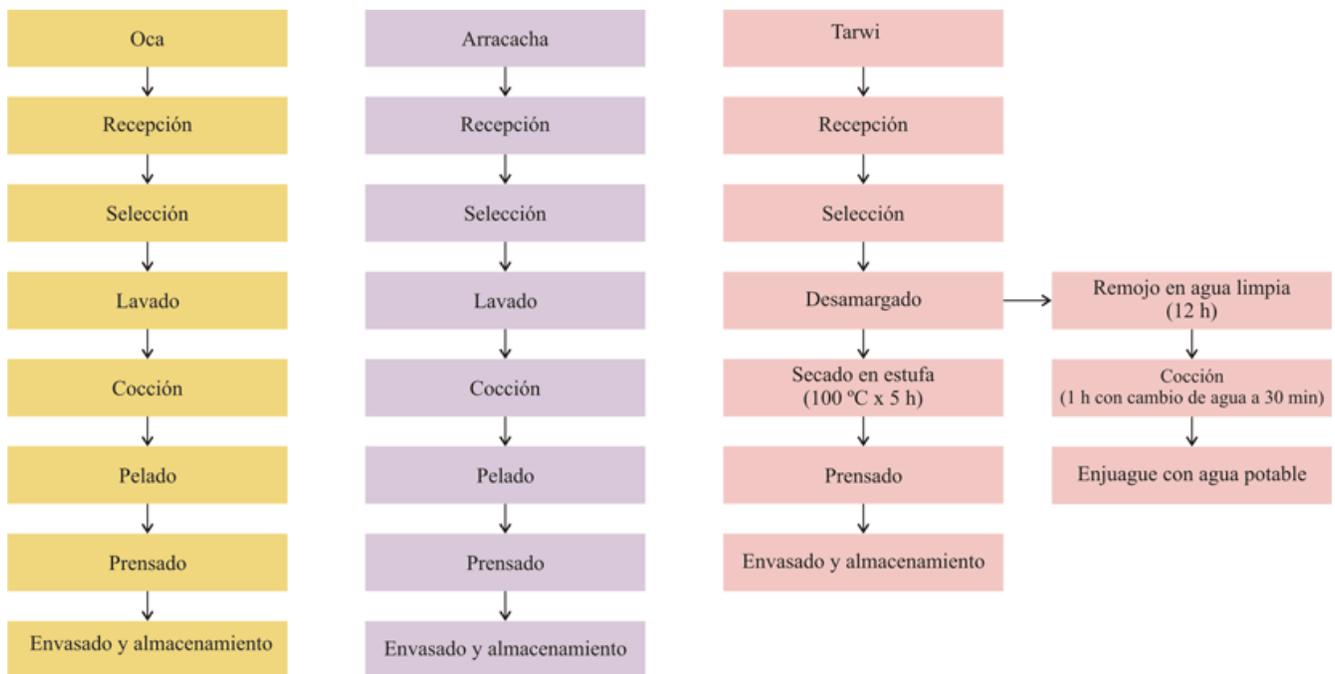


Figura 3.- Diagramas de la preparación preliminar de los ingredientes base (oca, arracacha y tarwi).

Los productos elaborados a partir del trigo, especialmente el pan, fideos y harinas, forman parte importante de la dieta en el Perú y en la mayoría de los países del mundo. Sin embargo, el Perú no es un país productor del trigo y tiene que importar grandes cantidades de este cereal. La sustitución parcial de harina de trigo en un 40 % por una masa de consistencia pastosa de raíces de ‘arracacha’, en la elaboración de pan, es un producto consolidado en el país que conlleva a revertir esta situación, además que oferta un pan con menor contenido de gluten (León-Marrouí y Villacorta-González, 2010). Siendo el pan un vehículo adecuado para la fortificación por estar presente en la dieta común del mundo (Natri *et al.*, 2006) y en todas las clases sociales (Osuna *et al.*, 2006), se vislumbra en nuestra Institución, también como vehículo de la mezcla base propuesta (M7), y en tal sentido, ya se están realizando esfuerzos.

CONCLUSIONES

La mezcla base que presentó mayor valor nutricional fue M7, en proporción oca:arracacha:tarwi de 1:1:2; mezcla base estandarizada propuesta para su utilización en la elaboración de productos alimenticios, presentándose como alternativa viable para la transformación a escala industrial de nuestros cultivos nativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. 2001. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. (10ma. ed). Saint Paul, MN, USA.
- AOAC. 1996. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (16ta. ed.). Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (15ta. ed.). Washington, USA.
- Ayala, Guido. 2004. Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana (7). En Raíces andinas: contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). (pp. 101-112). N° 6. Universidad Nacional de Cajamarca - Centro Internacional de la Papa - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú.
- Bacigalupo, Antonio y Tapia, Mario E. 2000. Agroindustria (Capítulo 5). En Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. (2da. ed.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Barrera, Víctor; Espinosa, Patricio; Tapia, César; Monteros, Alvaro y Valverde, Franklin. 2004. Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador (Capítulo 1). En Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). (pp. 3-30). N° 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - Centro Internacional de la Papa - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú.
- Cadima-Fuentes, Ximena. 2006. Tubérculos. En Botánica Económica de los Andes Centrales. (pp. 347-369). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Castañeda-Castañeda, Benjamín; Manrique-M., Renán; Gamarra-Castillo, Fabricio; Muñoz-Jáuregui, Ana; Ramos-E., Fernando; Lizaraso-Caparó, Frank y Martínez-H., Jorge. 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (chocho o tarwi). Acta Médica Peruana. 25(4):210-215.

- Cerezal-Mezquita, P.; Urtuvia-Gatica, V.; Ramírez-Quintanilla, V. y Arcos-Zavala, R. 2011. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutrición Hospitalaria*. 26(1):161-169.
- Del Río, C.A. 1990. Análisis de la variación isoenzimática de "Oca" (*Oxalis tuberosa* Molina) y su distribución geográfica. Tesis. Universidad Ricardo Palma, Perú. 61 p.
- Dijkink, Bert; Miedendorp de Bie, Victor and Blom, Walter. 2008. Altering lupine flour for the food industry. In Proceedings of the 12th International Lupin Conference. 14-18 September. (pp. 455-458). Fremantle, Western Australia.
- Espín, S.; Brito, B.; Villacrés, E.; Rubio, A.; Nieto, C. y Grijalva, J. 2001. Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. *Acta Científica Ecuatoriana*. 7(1):49.
- Espín, Susana; Villacrés, Elena y Brito, Beatriz. 2004. Caracterización físico - química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos (Capítulo IV). En Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. (pp. 96). N° 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - Centro Internacional de la Papa - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú.
- Fano, Hugo y Benavides, Marisela. 1992. Los cultivos andinos en perspectiva. Producción y utilización en el Cusco. Lima, Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de Las Casas" - Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Gross, R. and Hatzold, T. 1986a. Genetically and environmentally dependent variability of amino acids and fatty acids in the seeds of the Andean lupin (*L. mutabilis*). In Proceedings of 4th Conference of the International Lupin Association. Geraldton, Western Australia.
- Gross, R. and Hatzold, T. 1986b. Genetically and environmentally dependent variability of alkaloids in the seeds of Andean lupin (*L. mutabilis*). In Proceedings of 4th Conference of the International Lupin Association. Geraldton, Western Australia.
- Jacobsen, Sven Erik; Mujica, Ángel y Ortiz, Rene. 2003. La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum*. 13(36):14-24.
- Léon-Marrou, María Elena y Villacorta-González, Misael Ydilbrando. 2010. Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), fortificado. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(2):244-261.
- Livesey, Geoffrey. 1995. Metabolizable energy of macronutrients. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 62:1135S-1142S.
- Montaldo, Alvaro. 1996. Bibliografía venezolana de raíces y tubérculos. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, Caracas: Miguel Ángel García e Hijo, S. R. L.
- Mujica-Sánchez, Ángel. 2009. Potencialidades de los cultivos andinos en el desarrollo nacional y su riqueza nutricional cultural. *Thaki (Revista de Investigación, Análisis y Propuesta)*. 7:19-26.
- Natri, Anna Mari; Salo, Pirjo; Vikstedt, Tiina; Palssa, Anette; Huttunen, Minna; Kärkkäinen, Merja U.M.; Salovaara, Hannu; Piironen, Vieno; Jakobsen, Jette and Lamberg-Allardt, Christel J. 2006. Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a

- cholecalciferol supplement. *The Journal of Nutrition*. 136:123-127.
- NCR. 1989a. National Research Council. Oca. 82-91. In *Lost crop of the Incas: little-know plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. The National Academies Press. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=83
- NCR. 1989b. National Research Council. Arracacha. 46-55. In *Lost crop of the Incas: little-know plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. The National Academies Press. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=46
- NCR. 1989c. National Research Council. Tarwi. 180-189. In *Lost crop of the Incas: little-know plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. The National Academies Press. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=181
- Ortega-David, Eduar; Rodríguez, Aida; David, Arturo y Zamora-Burbano, Ángel. 2010. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. *Acta Agronómica*. 59(1):111-118.
- Osuna, Mariana B.; Avallone, Carmen M.; Montenegro, Susana B. y Aztarbe, Marcela. 2006. Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omegas 3 y 6. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Resumen: T-094. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/07-Tecnologicas/2006-T-094.pdf>
- Pastor, Santiago; Fuentealba, Beatriz y Ruiz, Manuel. 2008. Cultivos subutilizados en el Perú. Análisis de las políticas públicas relativas a su conservación y uso sostenible. Asociación Civil Pro Uso DIVERSITAS (PROUD) - Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) - The Global Facilitation Unit for Underutilised Species (GFU). Lima, Perú - Maccarese, Fiumicino, Italia.
- Reyes-García, María; Gómez-Sánchez Prieto, Iván; Espinoza-Barrientos, Cecilia; Bravo-Rebatta, Fernando y Ganoza-Morón, Lizette. 2009. *Tablas peruanas de composición de alimentos*. (8va. ed.). Lima: Ministerio de Salud - Instituto Nacional de Salud. 64 p. <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Suchý, Pavel; Straková, Eva; Kroupa, Leo and Večerek, Vladimír. 2008. The fatty acid content of oil from seeds of some lupin varieties. In *Proceedings of the 12th International Lupin Conference*. 14-18 September. (pp. 188-191). Fremantle, Western Australia.
- Tapia, Mario E. 2000. *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. (2da. ed.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Thies, Evy. 2000. *Promising and underutilized species crops and breed*. Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 23 p.
- Yenque-Dedios, Julio Antolin; Lavado-Soto, Mooner Aurelio y Santos de la Cruz, Eulogio Guillermo. 2008. Proceso de industrialización a nivel de planta piloto de la oca (*Oxalis tuberosa*). *Industrial Data*. 11(1):09-13.