

Evaluación del Rendimiento, Características Físico-Químicas y Nutraceuticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

E. Villacrés¹, M. Navarrete², O. Lucero³, S. Espín⁴, E. Peralta⁵

^{1,4,5}Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. ^{1,4}

Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos. Telefax 3007134. eesdir@iniapsc.gov.ec ;
elenavillacres9@hotmail.com;

⁵Programa Nacional de Leguminosas y Granos andinos. Telefax: 2693360; Quito, Ecuador; legumin@pi.pro.ec

^{2,3} Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Escuela de Bioquímica y Farmacia. Telefax 032605911 extensión 168, Riobamba, Ecuador;
mnp2304@hotmail.com

Resumen

*Se evaluó el rendimiento de extracción del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), variedad Andino 450 y sus características físico-químicas y nutraceuticas. Se utilizó hexano como solvente para la extracción. Un rendimiento de 25,65 % (p/p), se obtuvo a partir del grano triturado a un tamaño de partícula de 20 mesh, con un tiempo de reflujo de 8 horas. Se determinó que las características físicas del aceite de chocho son similares a la de los aceites de oliva, soya y girasol. El aceite de chocho presenta un valioso aporte nutricional, como fuente de ácidos grasos esenciales: linoleico n-6 (28,17%) y ácido linolénico n-3, (2,54 %) y γ -Tocoferol (1172,8 ppm). Las características físicas del aceite de chocho son similares a los aceites de soya, girasol y oliva, sin embargo el perfil de ácidos grasos es semejante al aceite de soya, lo cual permite recomendar su consumo especialmente como aceite para ensaladas.*

Palabras Claves: chocho, nutraceutico, acido linoleico, linolenico, oleico, tocoferoles.

Abstract

*It evaluated the yield of lupine (*Lupinus mutabilis Sweet*) oil extraction, Andino 450 variety and their physical-chemical and nutraceuticals characteristics. Hexane was used as a solvent for extraction. A yield of 25.65% (w / w) was obtained from the crushed grain to a particle size of 20 mesh, with a reflux time of 8 hours. It was determined that the physical characteristics of lupine oil are similar to that of olive, soybean and sunflower oils. Lupine oil represents a valuable nutritional contribution as a source of essential fatty acids: n-6 linoleic acid (28.17%), n-3 linolenic acid (2, 54%) and γ -tocopherol (1172.8 ppm). The physical characteristics of lupine oil is similar to soybean, sunflower and olive oils, but the fatty acid profile is similar to soybean oil, which allows to recommend their use especially as a salad oil.*

Keywords: lupin, nutraceutical, linoleic, linolenic, oleic acids, tocopherols.

1. Introducción

El chocho es una leguminosa de origen andino. En Ecuador se cultiva principalmente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Imbabura, Pichincha y Bolívar. Según el Censo Agropecuario del 2002, en el país se siembran 5974 ha y se cosechan 3921 ha., (INEC, 2002; INIAP, 2008).

Debido a su alto contenido de proteínas y grasa, el chocho es conocido como la soya andina. En relación con otras leguminosas, el chocho contiene mayor

porcentaje de proteínas (42-51 %) y es particularmente rico en lisina (Popenoe *et al.*, 1989).

Además presenta una alta calidad de grasa, con 30% de ácidos grasos esenciales de la cantidad total de grasa; por lo que el aumento en el consumo de chocho podría conducir a una mejora de la salud y del estado nutricional de las poblaciones marginadas en Ecuador. Los crecientes niveles de obesidad en las zonas urbanas de América Latina (Uauy *et al.*, 2001) también podrían enfrentarse con una mayor disponibilidad de productos ricos en ácidos grasos esenciales como el chocho,

especialmente en áreas donde la demanda no está siendo satisfecha actualmente (Lara-Garafalo, 1999).

Los ácidos grasos n-6 y n-3 juegan papeles fundamentales en la estructura de la membrana y como precursores de los eicosanoides que son compuestos potentes y muy reactivos. El aceite de chocho presenta 28,17 % de ácido linoleico (n-6) y 2,54 % de ácido linolénico (n-3), en una proporción igual a 11:1, próxima a la relación recomendada (10:1), la cual es considerablemente importante en la alimentación, ya que los dos compuestos compiten por las mismas enzimas pero tienen roles biológicos diferentes, (Cruz, 2006; Biolley, 2007). El aceite también presenta 1172,8 ppm de γ -tocoferol, nivel suficiente para estabilizar los ácidos grasos insaturados. Según Badu, (2000), el γ -tocoferol tiene una débil actividad como vitamina E, pero actúa como antioxidante y proporciona estabilidad contra la oxidación. El aprovechamiento del chocho como una oleaginosa puede ayudar a mejorar la salud y el estado nutricional de la población tanto rural como urbana, (Villacrés, 2006; Biolley, 2007). Además la producción y comercialización del grano representan una fuente de trabajo e ingresos para los campesinos dedicados a su cultivo, (Cruz, 2006; Jacobsen & Mujica, 2006).

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

Se utilizó la variedad de chocho INIAP-Andino 450, cultivada en la provincia de Cotopaxi.

2.2 Métodos

Densidad, Índice de refracción. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. (1987), citado por Madrid *et al.*, (2007).

Viscosidad. Según el método de Alvarado, (1996), en un viscosímetro Brookfield LVTD, previa termostatación de los aceites a 25°C. Las lecturas se realizaron a una velocidad de rotación de 50 rpm.

Prueba de frío. Norma UNE 55042. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), citado por Madrid *et al.*, (2007).

Punto de humo. A.O.A.C. International, (1996).

Índice de color ABT. Norma UNE 55021. Citado por Madrid *et al.*, (2007).

Índice de Peróxidos, Índice de acidez. Método Volumétrico. Pearson (2005).

Índice de Saponificación. Método Volumétrico. Pearson (2005).

Materia insaponificable. Método de éter etílico: IUPAC. Standard Methods for the Analysis of Oils,

Fats and Derivatives, (1987), citado por Madrid *et al.*, (2007).

Índice de Yodo. Método de Wijs, Norma UNE 55013, citado por Madrid *et al.*, (2007).

Tocoferoles. Se determinó por cromatografía líquida de alta resolución, HPLC. Pearson (2005).

2.3 Análisis estadístico

Los valores reportados para los diferentes parámetros, corresponden al promedio de tres repeticiones. Estos se analizaron usando el paquete estadístico *Statgraphics Plus* versión 4.5

2.4 Metodología

Para la extracción del aceite de chocho se siguió la metodología expuesta en la Figura 1.

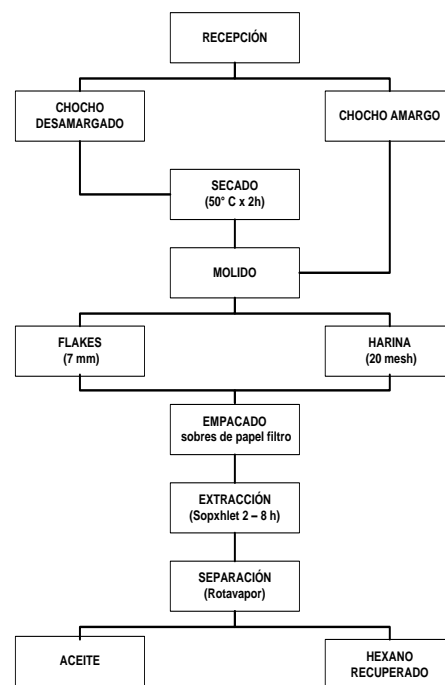


Figura 1. Flujograma para la extracción de aceite de chocho

El refinado del aceite comprendió las operaciones de desgomado, neutralización, decoloración y winterización.

3. Resultados y discusión

El mayor rendimiento en la extracción de aceite (25,65 %) se obtuvo con el tratamiento T16, que hace referencia al chocho desamargado, seco y triturado a un tamaño de partícula de 20 mesh, con un tiempo de extracción de ocho horas (Cuadro 1). Este tamaño de

partícula favoreció el contacto con el hexano “grado alimentario”, solvente utilizado como medio de extracción, debido a su carácter orgánico, no polar y con una constante dieléctrica de 1,89, propiedades que lo hacen selectivo en la extracción de lípidos.

La mayor concentración de aceite en el grano desamargado (23 %), con relación al grano amargo (18 %), también elevó el mejor rendimiento de extracción del aceite.

Cuadro 1. Rendimiento en la extracción de aceite de chocho por efecto de varios tratamientos

Tratamientos	Rendimiento de extracción (% p/p)	Rango ordenado*
T16	25.65	a
T12	23.26	b
T8	20.32	c
T15	18.03	d
T11	16.70	e
T7	16.35	f
T4	16.19	f
T3	15.84	g
T14	9.187	h
T13	7.667	i
T10	7.220	j
T9	6.860	k
T5	6.170	l
T6	5.537	m
T1	5.260	m
T2	4.743	n

*Tukey al 5 %

3.1. Refinación del aceite de chocho

Para la refinación del aceite de chocho se aplicaron los siguientes procesos: desgomado, neutralización, decolorado y winterizado. Al término de estos procesos se alcanzó un rendimiento de 75,6 % para el aceite proveniente del grano desamargado, mientras que para el producto del grano amargo solo se obtuvo un rendimiento del 72 %, debido a la eliminación de alcaloides, que arrastran consigo una cierta cantidad de aceite en los procesos de desgomado y desamargado.

3.2. Caracterización Física del aceite crudo y refinado de chocho

3.2.1. Densidad

Se caracterizó el aceite de chocho crudo y refinado, tanto amargo como desamargado, utilizando como muestras testigo, aceites comerciales de oliva, virgen y refinado, además, aceite de soya obtenido y refinado

bajo las mismas condiciones que el aceite de chocho. Los valores de densidad, presentaron ligeras variaciones numéricas, que resultaron estadísticamente insignificantes entre los aceites de chocho y las muestras testigo. No se observó influencia del proceso de extracción y refinación sobre esta característica física.

3.2.2. Viscosidad

Los aceites de chocho crudo, tanto amargo como desamargado presentaron valores de viscosidad de 62,50 cP, mientras que los aceites de girasol y oliva mostraron valores menores, (46,9 cP). Los valores determinados son similares a los reportados por Alvarado (1996) y muestran que el aceite de chocho, independientemente de su condición (crudo, refinado, amargo, desamargado), es más consistente y requiere más energía para iniciar el flujo, que en el caso de los aceites de soya, girasol y oliva. Según Acuña, (2007), la viscosidad guarda relación con la composición de ácidos grasos, ya que algunos de ellos como el ácido lignocérico (C:24), presente en el aceite de chocho, tiende a formar puentes de hidrógeno intermoleculares.

3.2.3. Punto de Humo

Para el aceite de chocho crudo amargo se registró el valor más bajo de punto de humo (140,3°C)^g, mientras que para el aceite proveniente del grano desamargado y refinado se registró un valor de 188,7°C^c. Lo cual indica que este último es más resistente a la temperatura, que el aceite del chocho amargo crudo, sin embargo no es apropiado para los procesos de fritura, al igual que los aceites de soya y oliva, con puntos de humo igual a 192,7^b y 191,7°C^b, respectivamente. Durante el calentamiento, estos aceites se polimerizan, incrementando la viscosidad por lo que son fácilmente absorbidos por los alimentos dando lugar a productos grasientos. Según Pearson (2005), el punto de humo de los aceites para freír no debe ser menor de 215°C.

En base a este parámetro se determinó que entre los analizados, el aceite más apropiado para los procesos de fritura es el de girasol, el cual comenzó a emitir un arroyo de humo a los 212°C, ubicándose en el primer rango estadístico (a).

3.2.4. Índice de refracción

Este índice al igual que otros criterios de pureza, permite controlar adulteraciones. La norma INEN N° 33, establece un rango de variación de 1,472 a 1,476, para los aceites de soya comerciales y destinados al consumo humano. El índice de refracción del aceite de

chocho desamargado y refinado (1,472^a), se enmarca en el nivel mínimo permisible y es semejante al aceite de girasol, mientras que las categorías, crudo y amargo, al igual que el aceite de oliva extra virgen no alcanzan el valor mínimo estipulado en la norma.

3.2.5. Prueba de frío

Esta prueba cualitativa mide la resistencia de los aceites a la cristalización, propiedad útil en el procesamiento o almacenamiento de alimentos a baja temperatura (refrigeración).

Después de 5 ½ horas de almacenamiento a 0°C, los aceites de chocho crudo provenientes del grano amargo y desamargado, al igual que los aceites de soya crudo y refinado, girasol y oliva, no se enturbiaron, ni formaron cristales durante el almacenamiento en congelación.

3.2.6. Índice de color

La normatividad de los aceites, señala que no se debe añadir más de 1 ml de azul de bromotimol a las muestras estándar, a excepción de los aceites de oliva virgen para los cuales no se marca un límite en la escala. Con el proceso de refinación, el color amarillo inicial del aceite de chocho desamargado, se modificó a una tonalidad verdosa, requiriendo apenas 1 ml de azul de bromotimol para obtener una intensidad de 125, agradable a los consumidores. Para el aceite amargo y refinado se obtuvo un índice de 150, correspondiente a la tonalidad amarillo-verdosa, propia de algunos aceites comerciales como la mezcla girasol-oliva.

3.3. Caracterización Química

3.3.1. Índice de peróxido

Este índice cuantifica la intensidad de oxidación de una grasa y puede variar con el grado de maduración del grano, su calidad, el tiempo transcurrido entre la recolección y el proceso de elaboración (Jacobsen & Mujica, 2006). El aceite de chocho refinado amargo presentó un índice de peróxido igual a 2,66^f mEq O₂/kg; seguido por el aceite de chocho refinado desamargado (2,59^f mEq O₂/kg), valores inferiores a 10 mEq O₂/kg y característicos de los aceites recién extraídos. Madrid *et al.*, (2007), señalan que el sabor rancio es perceptible cuando el índice de peróxido se eleva entre 20 y 40 mEq/kg.

3.3.2. Índice de Acidez

Este parámetro es usado como una indicación general de la condición y comestibilidad de los aceites.

El aceite crudo proveniente del grano desamargado de chocho presentó el mayor índice de acidez (1,90 %)^e, expresado como porcentaje de ácido oleico, posiblemente debido a una mayor cantidad de ácidos grasos libres, que luego se neutralizan durante el proceso de refinación, determinando un descenso del índice de acidez a valores de 0,66%^c para el aceite de chocho desamargado y refinado, sin embargo esta cifra excede el límite permisible (0,2 %) establecido en la norma técnica para los aceites comestibles de soya e invita a revisar la calidad del grano y el proceso de refinado del aceite crudo. El índice de acidez se correlacionó inversamente con el punto de humo, esto es a mayor índice de acidez, menor punto de humo, lo que se cumple con los aceites crudos de chocho que presentan bajos puntos de humo (140,3-148,3) y mayores índices de acidez que los aceites comerciales de soya y girasol con 0,18%^a.

3.3.3. Índice de Saponificación

El índice de saponificación para los aceites de chocho varió entre 188,2^{bc} para el producto refinado a 191,5^e mg KOH/g para el aceite crudo. En base a este parámetro se puede inferir que en el aceite de chocho predominan ácidos grasos de cadena media, semejante al aceite de oliva, que presentó un índice de saponificación igual a 188,1 mg KOH/g, ubicándose en el segundo rango estadístico (b), según la prueba de Tukey al 5 % .

El índice de saponificación para los aceites crudo y refinado de chocho, se enmarca dentro de los límites establecidos en la norma técnica del Codex, la cual considera normales, valores entre 184 a 196 mg KOH/g.

3.3.4. Índice de yodo

Este índice es una medida del grado de insaturación. El aceite refinado de chocho, en el que predomina el ácido oleico, muestra un índice de yodo menor (115,1g I₂/100 g)^c que el de los aceites de girasol y soya tanto crudo como refinado. Este valor permite catalogar al aceite de chocho como un aceite semisecante y predecir una mayor estabilidad en el almacenamiento, debido a su menor grado insaturación y susceptibilidad a la oxidación. En general, a los aceites de chocho caracterizaron índices de yodo, inferiores al rango establecido en la Norma Codex (120 – 143 g I₂/100 g) para el aceite refinado de soya. Sin embargo se enmarcan en la normatividad establecida para el aceite de oliva virgen, con valores menores a 120 g I₂/100 g.

3.3.5. Materia Insaponificable

En base a este parámetro se puede inferir que el aceite crudo, extraído del chocho desamargado con 2 %^g de material insaponificable, no presenta una pureza normal, posiblemente debido a los esteroides o compuestos orgánicos que no se separan eficientemente durante el proceso de extracción. Sin embargo, el contenido de materia insaponificable del aceite refinado de chocho (1,16 %)^b, se enmarca dentro del nivel permisible (1,5 %) establecido por el Codex Alimentario.

3.4. Caracterización Nutraceútica

3.4.1. Perfil de ácidos grasos

El aceite de chocho, crudo y refinado, proveniente del grano amargo y desamargado presentó un porcentaje considerable de ácido oleico (48 %) en comparación con los aceites de soya y girasol que alcanzan un valor promedio de 22%, sin embargo no superó la concentración existente en el aceite de oliva virgen, con 76 % de ácido oleico.

Otro ácido graso insaturado de interés, es el ácido linoleico. Los aceites de chocho presentaron un contenido relativamente bajo de este ácido graso (26-28 %), en relación con los aceites de soya (53 %) y girasol (63 %), cuyo contenido duplica al valor existente en el aceite de chocho. En cuanto al contenido de ácido linolénico, los aceites de chocho registraron un porcentaje promedio de 2,5 %, aproximadamente la mitad del valor presente en el aceite de soya refinado (5,18 %) y crudo (6,49 %). En general el aceite de chocho presenta un bajo contenido de ácidos grasos saturados, láurico (0,28 %), mirístico (0,20 %) y palmítico (11,71 %); mientras que los insaturados alcanzan el 79,38 %, nivel próximo al aceite de soya (81 %). Según Uauy *et al.*, (2001) este hecho reviste interés especial en la salud de la población, considerando el papel del ácido linoleico, en la reducción moderada de los niveles de colesterol y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el suero, mientras que el ácido oleico presenta un comportamiento neutro respecto a las LDL, pero incrementa moderadamente el nivel de las lipoproteínas de alta densidad. Los ácidos grasos linoleico y linolénico, que en el aceite de chocho alcanzan un promedio del 30 %, juegan un papel importante como precursores de los eicosanoides y en el desarrollo normal del feto y de los lactantes (Mogrovejo, 2003; Guemes-Vera *et al.*, 2004).

3.4.2. Contenido de tocoferoles

Los aceites de chocho, tanto crudo como refinado, presentaron dos tipos de tocoferoles: los componentes γ y δ -tocoferol, mientras que los aceites de soya, oliva y girasol, mostraron tipos adicionales. El aceite de chocho en sus diferentes condiciones, carece de α -tocoferol, principal precursor de la vitamina E. Sin embargo, presenta concentraciones notables de γ -Tocoferol (1172,8 ppm), compuesto destacado por sus propiedades antioxidantes, que podrían aprovecharse en la preservación de productos alimenticios y cosméticos. Según Biolley (2007), el nivel de tocoferol detectado en el aceite de chocho es suficiente para estabilizar los ácidos grasos insaturados presentes.

4. Conclusiones

El mejor rendimiento en la extracción de aceite de chocho (25,65% p/p), se obtuvo a partir del grano triturado y molido a un tamaño de partícula 20 mesh, utilizando como extractante hexano, grado alimenticio, con un tiempo de reflujo de 8 horas. Un rendimiento menor se obtuvo al extraer el aceite, a partir de flakes, con un tamaño de partícula 7 mm, obteniéndose un valor de 6,19 % (p/p), bajo las mismas condiciones de extracción.

El aceite refinado extraído del chocho desamargado, muestra características físicas similares a los aceites de oliva, soya y girasol. Igualmente, se encontró similitud en las características químicas, a excepción del índice de acidez, el cual excede el límite permisible señalado en la norma Codex.

El aceite de chocho reúne propiedades (punto de humo y viscosidad) para ser utilizado como un aceite para ensaladas, en la preparación de mayonesas y aliños.

El perfil de ácidos grasos, permitió determinar que el aceite de chocho presenta un valioso aporte nutricional, como fuente de ácidos grasos esenciales: linoleico ω 6 (28,17%) y ácido linolénico ω 3, (2,54 %), necesarios para el desarrollo y funcionamiento normal de tejidos humanos y animales. En función del contenido total de ácidos grasos saturados (12,19 %) e insaturados (79,38 %), la calidad nutricional y funcional del aceite de chocho es similar al de soya, debiendo promoverse la agroindustrialización del grano como materia prima para la extracción de aceite o por lo menos el consumo de chocho en las madres, como fuente de ácidos grasos esenciales, especialmente durante la gestación y la lactancia. En el aceite de chocho destacan el γ -Tocoferol y δ -Tocoferol, importantes componentes con actividad antioxidante "in vitro" y protectora de las enfermedades coronarias, pero no como precursores de la vitamina E.

5. Referencias

- [1] Acuña, S. Noviembre 2007. Producción de aceite y grasa por fermentación. Disponible en <http://www.monografías.com>
- [2] Alvarado, J. *Principios de Ingeniería aplicados a alimentos*. “Aplicación de cinética química en la oxidación de aceites”. División de Artes Gráficas, Ambato, Ecuador, 1996, pp.66-72, 196-197.
- [3] Official Methods of Analysis (AOAC) International. Volumen II. Edición 16. Estados Unidos de América. 1996. Capítulo 41. p. 10, 34.
- [4] Badui, S. *Química de los alimentos. Vitaminas y Minerales*. México. 2000. pp. 243-250.
- [5] Biolley, E. *Aplicación de ingredientes funcionales en alimentación infantil para adultos*. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) en la alimentación. Chile. 2007. pp. 113 – 118
- [6] Cruz, E. *Las Leguminosas y la Nutrición Humana*. Ambato – Ecuador: CONACYT. 2006. pp. 17
- [7] Guemes-Vera, O. Arciniega-Ruiz Esperza, G. Dávila-Ortiz. *Structural analysis of the Lupinus mutabilis seed, its flour, concentrate, and isolate as well as their behavior when mixed with wheat flour*. Elsevier, Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 37 (2004) 283–290.
- [8] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). *Resultados del III Censo Nacional Agropecuario*. Quito, Ecuador. 2002. Vol 1, Tabla 20.
- [9] INIAP. *Informe Técnico del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos*. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 2008, 132p.
- [10] Lara-Garafalo, A.K. Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet). Tesis de Grado, Escuela de Química (ESPOCH), Riobamba, Ecuador. 1999, pp 35, 129.
- [11] Madrid, A., Cenzano, I., Vicente, M. *Manual de aceites y grasas comestibles*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 2007. pp. 145 – 186.
- [12] Mogrovejo, P. Taller: *El chocho o tarwi y los ácidos grasos esenciales*. Resumen de Epidemiología de Problemas de Nutrición en Ecuador, con Enfoque en Enfermedades que puedan mejorar con buena ingestión de ácidos grasos esenciales., Quito, 2003, pp 2.
- [13] Pearson, E. *Análisis Químico de Alimentos.*, 3^a Ed. México., CECOSA., 2005., pp 25, 548.
- [14] Popenoe, H., S.R. King, J. Leon, L.S.Kalinowski, N.D. Vietmeyer y M.Dafforn. *Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. National Academy Press. Washington DC. 1989.
- [15] Jacobsen, S. & Angel Mujica. *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres*. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 458-482.
- [16] Uauy, R., C. Albala y J. Kain. *Obesity trends in Latin America: transiting from under- to overweight*. J Nutr Mar; 2001.131(3):893S-9S
- [17] Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., Segovia, G. Usos alternativos del chocho. Boletín divulgativo N° 333 (INIAP), Quito, Ecuador. 2006, 10p.