

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO ARTESANAL DEL
CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS* SWEET) SOBRE EL CONSUMO
DE AGUA, TIEMPO EMPLEADO Y LA CALIDAD NUTRICIONAL Y
MICROBIOLÓGICA**

Ney Rodrigo Villacreses Freire

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título
de Ingeniería de Alimentos

Quito, Marzo de 2011

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
COLEGIO DE AGRICULTURA, ALIMENTOS Y NUTRICION

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO ARTESANAL DEL CHOCHO
(*LUPINUS MUTABILIS SWEET*) SOBRE EL CONSUMO DE AGUA, TIEMPO
EMPLEADO Y LA CALIDAD NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICA**

Ney Rodrigo Villacreses Freire

Francisco Carvajal, MSc
Director de tesis y Miembro del Comité de Tesis

Michael Koziol, DPhil
Co-Director de tesis, Decano del Colegio de Agricultura,
Alimentos y Nutrición y Miembro del Comité de Tesis

Lucía de los Ángeles Ramírez, Ph.D.
Miembro del Comité de tesis

Javier Garrido, MSc
Miembro del Comité de tesis

Stalin Santacruz, Ph.D.
Miembro del Comité de tesis

Yamila Álvarez, MSc
Miembro del Comité de tesis

Quito, Marzo de 2011

© Derechos de autor

Francisco Carvajal proyecto Telfun

2011

DEDICATORIA

Para mis queridos padres y hermana, fuente de inspiración y respaldo en mis estudios y vida cotidiana. Con mucho cariño, el esfuerzo de este trabajo y de toda la vida estudiantil, para ustedes.

RESUMEN

El procesamiento artesanal para el desamargado del chocho empleado en la zona de San Pedro de Tanicuchi provincia de Cotopaxi implica procesos de hidratación por 18 horas, hervido por 1 hora y lavado por 6-7 días, dando un tiempo de proceso total de 7-8 días aproximadamente. El proceso consume 43 kilogramos de agua por cada 0.8 kilogramos de semilla de chocho. El estudio estimó que este proceso genera una relación en peso de chocho desamargado (producto): chocho crudo de 2.6:1 (en base húmeda). Durante el proceso se separa el 94.4% de los alcaloides inicialmente presentes expresado en base seca. El estudio encontró además un alto conteo de aerobios totales en el producto, en el orden de 10^6 y la presencia de *Escherichia coli*. Todos estos resultados sugieren que el proceso es sensible a mejoramiento.

Keywords: Desamargado, alcaloides, chocho, *Lupinus mutabilis* Sweet

ABSTRACT

The traditional process of debittering for Andean lupine, used in the San Pedro de Taniacuchi region, in the province of Cotopaxi, involves 18 hours of soaking, boiling for 1 hour, and washing for 6-7 days, resulting in a total processing time of approximately 7-8 days. The process uses 43 kilogrammes of water for every 0.8 kilogrammes of lupine seeds. This study estimated that the process generates a weight ratio of processed lupin (final product) to raw lupin of 2.6:1 (in a wet base). During the process, 94.4% of the alkaloids initially present in the dry grain are removed. The study also found a high count of total aerobic bacteria in the final product, in the order of 10^6 and the presence of *Escherichia coli*. In conclusion, the results suggest that the process is subject to improvement.

Keywords: Debittering, alkaloids, lupin, *Lupinus mutabilis* Sweet

TABLA DE CONTENIDOS

Contenido	Página
Introducción	1
Materiales y Métodos	3
Resultados y Discusión	7
Conclusión	11
Referencias	12
Anexos	15

LISTA DE TABLAS

Anexos		Página
Anexo 1	Cuestionarios para los procesadores de chocho.	15
Figuras		Página
Figura 1.	Diagrama de proceso de lavado de chocho en San Pedro de Tanicuchi.	17
Figura 2.	Contenido de alcaloides durante el proceso de desamargado chocho.	18
Figura 3.	Balance de materiales del proceso de desamargado de chocho.	19
Tablas		Página
Tabla 1.	Composición nutricional del chocho amargo y desamargado de San Pedro de Tanicuchi (Base Seca).	20
Tabla 2.	Contenido de hierro y zinc del chocho de San Pedro de Tanicuchi (Base Seca).	21
Tabla 3.	Análisis microbiológico del chocho de San Pedro de Tanicuchi.	22
Tabla 4.	Análisis del proceso de desamargado. Variedad Ecuatoriana.	23
Tabla 5.	Relación peso chocho, % alcaloides, % peso ganado y agua usada en el proceso de desamargado de chocho.	24

INTRODUCCIÓN

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa de origen andino, de importancia estratégica en la alimentación por su alto contenido de proteína (40%) y por sus características agronómicas, como rusticidad, capacidad de fijación de nitrógeno y adaptabilidad a medios ecológicos más secos, ubicados entre 2800 y 3600 metros sobre el nivel del mar (Rivera y otros 1998).

En el mundo existen 4 especies principales de lupino domesticadas: *Lupinus albus* (lupino blanco), *Lupinus luteus* (lupino amarillo), *Lupinus angustifolius* (lupino azul, Europeo proveniente del viejo mundo) y *Lupinus mutabilis* (tarwi, chocho proveniente del nuevo mundo) (Williams 1993).

El chocho contiene un nivel nutricional superior debido a que la proteína que contiene es rica en lisina, aminoácido vital y de mucha importancia nutricional (Popenoe y otros 1989). El chocho presenta un alto valor nutritivo como fuente de proteína, grasa y fibra (Wink 1992). Al mezclar chocho con algunos cereales, se logra un alimento que en cuestión de balance de aminoácidos, es casi ideal para los seres humanos; por lo tanto el chocho podría convertirse en otro “grano de soya”, constituyéndose en algunos países como Perú, Chile, México, Inglaterra, Rusia, Polonia, Alemania, Sudáfrica y Australia en una fuente importante de investigación (Popenoe y otros 1989).

A pesar de ser un alimento altamente nutritivo no puede ser usado directamente en la alimentación humana debido a la presencia de sustancias antinutricionales como los alcaloides tipo quinolizidínicos, los cuales son amargos y tóxicos siendo su consumo altamente peligroso para el hombre y para los animales (Wink 1992). Gross (1982) afirma que el alto contenido de alcaloides quinolizidínicos en el grano de *Lupinus mutabilis* Sweet (2.6 a 4.2%), constituye el principal obstáculo para la expansión de su consumo, por lo que es necesario reducir drásticamente el contenido de alcaloides para emplearlo en la alimentación humana o animal a un 0.07% (en base húmeda).

Por otra parte según Jarrín (2003), entre las sustancias antinutritivas del chocho se citan: inhibidores de proteasas que tienen la propiedad de inhibir la actividad proteolítica de ciertas enzimas, las hemaglutininas; que son proteínas que coagulan o aglutinan los

glóbulos rojos y reaccionan como especie de anticuerpos y los glucósidos cianogénicos, que liberan ácido cianhídrico por acción enzimática.

Para la eliminación y reducción de estas sustancias tóxicas para el humano (Cerrate y otros 1981) mencionan algunos tipos de procesos utilizados de forma técnica en el mundo los cuales se basan en tratamientos con óxido de etileno seguido de una extracción de aceite con hexano, además de otros tipos como extracciones conjuntas de aceite y alcaloides con alcohol de alto grado.

En Ecuador el desamargado se realiza en forma artesanal, dejando el grano en remojo de 18 a 24 horas, y luego se cocina durante 1 o 2 horas para lavarlos luego en agua corriente de río o vertiente por 4 a 6 días, este método es utilizado para eliminar los alcaloides presentes en el grano (Lara 1999).

En la ciudad de Latacunga, Saquisilí y sus alrededores, los procesadores lavan, remojan, hidratan y desamargan el grano en agua proveniente de acequias o en agua que llega a las viviendas a través de tuberías, pero sin tratamiento alguno de potabilización, esta actividad se la lleva a cabo en tinas de plástico o tanques de cemento que son empleados para el lavado de ropa, los cuales generalmente están en los patios de sus viviendas (Villacrés y otros 2000).

En base a lo mencionado, (Cerrate y otros 1981) asevera que la producción de chocho en masa a nivel industrial, presenta varias dificultades como el alto grado de contaminación ambiental por la liberación de los alcaloides, la demora del proceso que encarece el producto y la pérdida de materiales del grano.

En la zona de Cotopaxi la falta de agua necesaria para el proceso conlleva a problemas de calidad de chocho producido en esta zona (Guerrero 1987). Jarrín (2003) reconoce que la utilización de estos métodos artesanales o tecnificados que se basan en la transferencia de compuestos amargos a un fluido portador como el agua y la descarga indiscriminada de éste efluente puede causar daños al ambiente a corto o a largo plazo.

Con estos antecedentes y además considerando que el chocho es consumido por una buena parte de la población del Ecuador (71% en la Sierra, 10% en el Oriente y 19% en la Costa) (Caicedo y otros 1999), y en base a que el mayor centro de producción de chocho se encuentra en Cotopaxi (484 T) (Caicedo y otros 1998), es de mucha importancia la

investigación de los sistemas de desamargado de chocho que se están utilizando en esta zona del país. Por lo tanto el propósito de este estudio es el de conocer el proceso actual de desamargado de chocho usando agua fría como medio extractante, posterior a ello el proceso será reproducido en la Universidad San Francisco de Quito, Planta Piloto, Laboratorios de Química y Cocina Experimental de Alimentos. El producto también será evaluado nutricional y microbiológicamente en los laboratorios Seidla. Los resultados obtenidos permitirán detectar posibilidades de mejoramiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de investigación.

Esta investigación se llevó a cabo en la comunidad de San Pedro ubicada en la Provincia de Cotopaxi, pertenece a la parroquia de Tanicuchi y se encuentra a 20 minutos de Saquisilí entre 2880 a 3100 metros sobre el nivel del mar, con temperatura entre 12-18°C y precipitaciones entre 250-500 mm (Cañadas 1983).

Diagnóstico del proceso actual de desamargado

En la zona de San Pedro de Tanicuchi se encuentran aproximadamente 40 procesadores de chocho (observación personal). Para este estudio se recolectó información (encuestas, Anexo 1) de 10 procesadores en forma aleatoria.

Chocho amargo

A fin de analizar la composición nutricional y microbiológica de la semilla de chocho variedad *Lupinus mutabilis* Sweet, que se está procesando en San Pedro se tomaron muestras de cuatro procesadores, diez kilogramos por cada uno, en total cuarenta kilogramos

Esta muestra compuesta se tomó en un ambiente limpio de tal manera que no haya posible contaminación del grano a analizar. De esta muestra se tomaron dos submuestras de 400 g cada uno en recipientes estériles y se enviaron al laboratorio SEIDLA en coolers bajo temperatura de refrigeración controlada (4 °C). El análisis de cada submuestra se realizó por duplicado

El análisis nutricional consistió en la determinación de proteína, grasa, ceniza, humedad, fibra, carbohidratos, hierro y zinc, mientras que el análisis microbiológico determinó aerobios totales, mohos y levaduras y *Escherichia coli*.

Chocho desamargado

Para determinar las características nutricionales y microbiológicas del chocho desamargado en San Pedro se procedió a muestrear el producto terminado de cinco procesadores en el punto de distribución de los mismos. Por cada procesador se tomó una muestra de 0.5 kg en forma aleatoria en envases asépticos previamente identificados.

Inmediatamente realizado el muestreo se almacenó el grano procesado a temperatura de refrigeración de 4 °C y fue llevado al laboratorio SEIDLA para análisis. Las determinaciones nutricionales y microbiológicas fueron las mismas que para el grano crudo. Cada determinación se realizó por duplicado.

Composición Nutricional y Microbiológica del chocho

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio SEIDLA de la ciudad de Quito, que cuenta con certificación ISO 17025 y siguiendo los métodos a continuación indicados:

Determinación de Proteína

Método AOAC 2001.11

Determinación de Grasa (B.H.)

Método AOAC 920.39

Determinación de Ceniza

Método AOAC 923.03

Determinación de Humedad

Método AOAC 925.09

Determinación de Fibra

Método AOAC 991.439

Determinación de Carbohidratos

Determinación mediante cálculo: Diferencia (100% - \sum (%humedad + %proteína + %grasa + %ceniza))

Determinación de Hierro

Método Absorción Atómica AOAC 999.11

Determinación de Zinc

Método Absorción Atómica AOAC 999.11

Determinación de Alcaloides

Método Norma Técnica NTE INEN 2390:2004: Leguminosas grano desamargado de chocho requisitos.

Ensayos Microbiológicos:

Determinación de Aerobios totales

Método AOAC 966.23, INEN 1529-5

Determinación de Mohos y Levaduras

Método AOAC 997.02

Determinación de *Escherichia coli*

Método INEN 1529-8

Norma Técnica NTE INEN 2390:2004

USDA FSIS: FSIS Most Probable Number Procedure and Tables

Proceso de desamargado del chocho.

En base a la información de la encuesta realizada a los procesadores de San Pedro (Anexo 1), se reprodujo el proceso de desamargado del chocho en los laboratorios de la Universidad San Francisco de Quito de la siguiente manera:

Hidratación. Se realizó la hidratación en una relación 1: 2.5 peso chocho amargo: peso de agua. Esta relación permitió cubrir totalmente al grano. El chocho y el agua se colocaron en baldes de 5 litros de capacidad sin taparlos. El tiempo de hidratación fue de 18 horas.

Cocción. Para la cocción (92 °C, 2200 m.s.n.m.) se utilizó la misma relación chocho-agua mencionada previamente esta vez en una olla de 5 L, y por una hora. Se realizó este proceso usando gas, con llama moderada y sin tapar la olla.

Lavado. El desamargado fue realizado en los mismos baldes en los que fue efectuada la hidratación inicial del grano. La relación cantidad de chocho-agua utilizada fue la misma cantidad empleada durante la hidratación, es decir 1:2.5. Fueron realizados tres cambios de agua por día a las 09h00, 13h00 y 16h00.

Al inicio y al final de las etapas de hidratación y cocción y tres veces al día durante la etapa de lavado (*i.e.* 09h00, 13h00 y 16h00) se pesó el agua añadida, el agua desechada, y el chocho en proceso. El agua utilizada fue potable entubada, la misma que luego de cada etapa fue desechada. Dos veces se replicó el proceso en el laboratorio. Cada batch de replica utilizó 0.8 kilogramos de chocho crudo los que fueron obtenidos de la muestra compuesta de chocho crudo mencionada antes (40 kilogramos). Al final de las etapas de hidratación y cocción, así como durante el lavado se determinó alcaloides por duplicado.

Limpieza y Selección Manual. Luego de haber transcurrido 6 días de lavado y 7 días del proceso total el contenido de alcaloides se encontraba dentro de lo especificado en la

Norma INEN 2390:2004 (0.02% – 0.07%, en base húmeda), por lo que a continuación se llevó a cabo el proceso de selección del mismo, encontrando un porcentaje de producto dañado (no hidratado, manchado en su interior o exterior, decolorado, delgado o desnudo y pedazos de chocho) de 14.8%.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Diagnóstico del proceso actual de desamargado

En base a las encuestas realizadas a los procesadores de chocho de San Pedro de Tanicuchi (Anexo 1), el proceso de lavado de chocho en esa parte de la provincia de Cotopaxi se puede resumir como (Figura 1):

Recepción chocho amargo

El 100% de los encuestados adquiere el chocho a distribuidores locales y en mercados cercanos a la zona como el de Saquisilí, Latacunga y Salcedo. Ninguno de ellos cultiva el grano. A pesar de que en todos los lugares se lava tanto chocho ecuatoriano como peruano, el de mayor preferencia es el ecuatoriano. Este chocho -según los encuestados- es más grande, tiene mejor sabor y mayor tiempo de vida útil. El chocho peruano es considerado más frágil, más pequeño y es más barato. Previo a la etapa de hidratación el chocho crudo es colocado en lonas conteniendo 10 libras cada una y ahí permanece durante todo el proceso hasta la etapa de selección.

Remojo o Hidratación

Esta operación es realizada en tanques de cemento de 3.6 m³ de volumen, ahí se coloca el chocho amargo durante un período que varía entre 10 a 18 horas dependiendo del productor (el tiempo principalmente usado es 18 horas).

Un 10% de los productores asevera tener agua necesaria para el desamargado del chocho. Mientras que, un 90% dice que existe escasez o es irregular el suministro de agua. El 10% de estos productores dijo lavar en ciertos períodos del proceso con agua de acequia. Todos los procesadores encuestados tienen acceso a agua entubada no potable

Cocción

La cocción se la lleva a cabo en unas ollas de 600 L de capacidad, por un período de 60 minutos principalmente (aunque algunos procesadores pueden trabajar con tiempos menores de 30 minutos).

Lavado

El proceso toma entre 5 a 6 días y es realizado en los mismos tanques empleados para la hidratación. El cambio de agua se realiza 3 veces por día principalmente. El 45% de los procesadores desecha el agua resultante del proceso de desamargado, mientras que el 55% la utiliza en cultivos de cebolla y alfalfa, que son parte de su medio de subsistencia.

Limpieza y Selección

Luego de transcurridos los 5-6 días de lavado evalúan sensorialmente al chocho (principalmente textura y sabor) para verificar si ya está listo para el consumo. Si el análisis determina que el producto está listo para consumo se lo coloca sobre una mesa al aire libre para llevar a cabo una selección manual de los granos. Aquellos que presentan una coloración café o negra en la superficie, o cotiledones de color verdes, o que no han sido hidratados son separados y usados para alimentar gallinas o para abono

Almacenamiento y distribución

Una vez terminado el proceso de selección se coloca el chocho desamargado en lonas de 10 kg, o en tarros de 80 L de capacidad en los cuales será despachado el chocho hacia los distintos centros de distribución.

Según los resultados de las encuestas el 30% de los procesadores entregan el chocho a intermediarios, mientras que el 70% de los mismos lo hace en varios supermercados de Quito.

Composición nutricional del chocho amargo y chocho desamargado utilizado y producido por los procesadores de San Pedro de Tanicuchi

En la Tabla 1 se muestra la composición nutricional promedio del chocho producido en San Pedro de Tanicuchi. Ahí se puede observar que el chocho aumenta su humedad de un 15.9 % a un 266.2 % expresados en base seca, tal como se lo puede observar en estudios previos realizados por el Instituto Ecuatoriano de Investigaciones Agropecuarias.

En el proceso de desamargado hay una reducción de carbohidratos solubles de un 14% a un 6% y una pérdida de ciertos minerales. (Villacrés 2000)

Además se da una reducción de grasa debido a la acción emulsificante de lecitina presente en el chocho.

El aparente aumento de la proteína y la fibra se da debido a un aumento en la concentración de los mismos durante el desamargado.

El grano disminuyó su contenido de alcaloides de 3.6% en estado crudo a 0.2% (en base seca) luego de desamargado (Figura 2) y acorde con la norma INEN 2390:2004 Leguminosas. Grano desamargado de chocho (INEN 2004) que asegura su aptitud para consumo humano.

La Tabla 1 muestra que el chocho desamargado es un alimento de alto valor nutritivo y de alto interés para la nutrición humana y animal debido a que este contiene un nivel de proteína elevado.

Según la Tabla 2 el contenido de hierro y zinc (en base seca) aumentan con el proceso de desamargado y esto podría obedecer a un contacto del grano con el suelo de la acequia y la tierra presente en el agua de acequia entubada (Villacrés 2000)

Con respecto al estado microbiológico (Tabla 3) el chocho procesado en San Pedro presenta un alto conteo de aerobios totales y de *Escherichia coli*. Este conteo se debe presumiblemente a la utilización de agua no tratada, además de una manipulación del producto luego del proceso de lavado sin considerar posiblemente buenas prácticas de manufactura. Esto determina que este chocho no cumple la parte microbiológica de la norma INEN 2390:2004 Leguminosas. Grano desamargado de chocho (INEN 2004). A fin

de garantizar su uso se recomienda hervirlo por un período de 10 minutos (Villacrés y otros 2000).

Reproducción del proceso de desamargado

Según los datos obtenidos sobre el proceso de desamargado (Tabla 4 y Figura 3), se requieren 43 kilos de agua por cada 0.8 kilos de semilla de chocho crudo (lo que equivale a una relación en peso 54:1, agua: semilla de chocho crudo. El proceso por lo tanto utiliza una gran cantidad de agua y es fácil comprender las quejas de los procesadores de chocho en cuanto a que el proceso consume mucha agua, especialmente si se toma en cuenta que se desamargan varias toneladas de chocho por semana

El producto rechazado durante la selección (Figura 1) fue 12.3%, cantidad bastante importante si se toma en cuenta que en este chocho rechazado también se utilizó agua. Además, el manipular manualmente al grano de chocho luego de haber terminado el proceso lo hace más vulnerable a contaminación si no se toman medidas adecuadas de seguridad alimentaria.

En la Tabla 5 se puede observar que el grano de chocho luego de 18 horas de hidratación ha perdido un 11.1% de los alcaloides y además ha incrementado su peso en un 12.5% respecto al grano crudo.

Luego de los 60 minutos de cocción el grano ha perdido un 22% de alcaloides, además ha incrementado su peso en 137.5 % respecto al chocho crudo. Esto tan solo ha sucedido en un período de 19 horas, es decir en menos de un día. A pesar de que el grano en peso prácticamente está listo, la cantidad de alcaloides aún presentes no permiten que el grano sea apto para el consumo humano.

Al segundo día de lavado el chocho ha perdido el 27.8 % de alcaloides y ha incrementado su peso en 162.5 % respecto al chocho crudo. Al cuarto día de proceso ya se ha eliminado un 91.7% de alcaloides y el peso se ha estabilizado, es decir los restantes tres días de proceso servirían tan solo para eliminar ese 2.8% de alcaloides restante. Al séptimo día de lavado se logra llegar a los parámetros óptimos para que el grano sea seguro para el consumo humano.

Según se puede observar en la Tabla 5, después del cuarto día la eficiencia del proceso de lavado disminuye, en términos de agua y tiempo empleados en relación con alcaloides

removidos tal como fue observado en el Instituto Ecuatoriano de Investigaciones Agropecuarias.

CONCLUSIONES

En el proceso de desamargado de chochos llevado a cabo en San Pedro de Tanicuchí se encontró que el mismo actualmente requiere mucha agua y consume mucho tiempo. La cocción es la operación más eficiente para remover alcaloides respecto al tiempo empleado y cantidad de agua utilizada. Por otra parte el lavado es la operación que demanda más tiempo y uso de agua. La calidad microbiológica del producto también puede y debe ser mejorada con una correcta implementación de pre-requisitos del sistema HACCP. La calidad nutricional en el caso de los carbohidratos y ciertos minerales se ve disminuida por este proceso. Las operaciones de remojo, cocción y lavado deben ser estudiadas a más profundidad a fin de optimizar el proceso.

Nota:

Este proyecto fue financiado por el proyecto TELFUN (Wageningen University, Netherlands) TELFUN es un programa interdisciplinario y comparativo de investigación, basado en doce proyectos investigativos, divididos en cuatro disciplinas y llevados a cabo en tres regiones geográficas. Todos los derechos del mismo corresponden al proyecto TELFUN y a Francisco Carvajal.

Agradecimiento:

A los procesadores de chocho de San Pedro de Tanicuchi, provincia de Cotopaxi por compartir su conocimiento del proceso.

BIBLIOGRAFIA

Caicedo C, Peralta E. 1999. El gran mercado potencial de chocho, frejol y arveja está en que las familias de las zonas urbanas del Ecuador consumen estos productos. Chocho, fréjol y arveja, leguminosas de grano comestible con un gran mercado potencial en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.

Caicedo C, Peralta E, Murillo A, Rivera M. 1998. Perspectivas de producción de chocho en Ecuador. Guía bibliográfica del chocho o tarhui (*Lupinus mutabilis* Sweet) y otras especies de *Lupinus*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.

Caicedo C, Peralta E. 2000. Diagnostico del procesamiento artesanal, comercialización y consumo de chocho. Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Programa Nacional de Leguminosas. Quito, Ecuador.

Cañadas L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Programa de Regionalización Agraria. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador.

Cerrate V, Camarena M. 1981. Agronomía, mejoramiento genético, semillas e Informe de avances en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la UNA la Molina. Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina. 115 p.

Frazier W. Westhoff F. 1976. Microbiología de los alimentos. Segunda edición. Zaragoza, España: Acribia. 682 p.

Gross R. 1982. El cultivo y la utilización del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Roma: Agencia alemana de cooperación técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 236p.

Guerrero M, editor. Algunas propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre chocho y capacitación en nuevas técnica de laboratorio; 1987 Marzo; Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 1987.

Jarrín HP. 2003. Tratamiento del agua de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) proveniente de la planta piloto de la Estación Santa Catalina INIAP. [Tesis de doctorado en Bioquímica y Farmacia]. Riobamba, Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 161 p. Disponible en: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito. Mfn 9285.

Lara K. 1999. Estudio de Alternativas para el desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). [Tesis de doctorado en Química]. Riobamba, Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 187p. Disponible en: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito. Mfn 10905.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2004. Norma Técnica NTE INEN 2390:2004: Leguminosas grano desamargado de chocho requisitos. 1era ed. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. 5 p.

Popenoe H, King S. 1989. Lost crops of the Incas. Washington D.C: National Academy Press. 428 p.

Rivera M, Pinzón Z.1998. Breve descripción del chocho, catálogo del banco de germoplasma de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y otras especies de Lupinus. Programa Nacional de Leguminosas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.

USDA FSIS: FSIS Most Probable Number Procedure and Tables [Internet]. Athens, GA: United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service; 2008 March [Acceso 2010 Oct 13]. Disponible en: [http:// fsis.usda.gov](http://fsis.usda.gov).

Villacrés E, Caicedo C, Peralta E. 2000. Diagnóstico del procesamiento artesanal, comercialización y consumo de chocho; zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.

Williams JT. 1993. Underutilized Crops Pulses and Vegetables. London: Chapman & Hall. 247 p.

Wink M. 1992. *Lupinus mutabilis*: Composition and potential applications of quinolizidine alkaloids. En: Commission of the European Communities. *Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under European pedoclimatic conditions. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities. p 45-62.

Anexos

Anexo 1. Cuestionario para los procesadores de chocho.

Cuestionario sobre desamargado de chocho

Estamos analizando como podemos facilitar el desamargado de chocho, para ello le pedimos que nos ayude contestando algunas preguntas

- 1 ¿Cuál es el presente proceso de desamargado? Por favor haga un rápido resumen.

- 2 ¿Por qué usa Usted este proceso?

Porqué es fácil _____ Porqué es barato _____ Es fácil y barato _____
Hay otra razón, ¿Cuál? _____

- 3 ¿Cuánto tiempo toma el proceso?

Menos de dos días _____ dos días _____ tres días _____
Otro tiempo ¿Cuánto? _____

- 4 ¿Cuánta agua es necesaria para el proceso?

No se _____ Aproximadamente (más o menos) es _____

- 5 ¿Qué hace con el agua que usa en el proceso?

Nada (uso el agua del río, acequia) _____

La tiro _____

Otra cosa, ¿Cuál? _____

- 6 ¿Tiene la comunidad suficiente agua y tiempo para limpiar el chocho?

Sí _____ No _____ Más o menos _____

¿Por qué? _____

- 7 ¿Es todo el proceso manual?

Sí _____ No _____ ¿Cuáles son actividades manuales? _____

_____ ¿Cuáles no? _____

▪ 8 ¿Hay variedades que son preferidas o que le disgusten a usted, cuando compra el chocho o cuando lo desamarga? , ¿Cuáles? _____
¿Por qué? _____

▪ 9 ¿Estaría usted interesado en otro proceso de desamargado?
No _____ , Sí _____ , ¿Por qué? _____

Edad _____ Sexo _____

Fecha: _____

Ubicación exacta: _____

Muchas gracias |

Figura 1. Diagrama de proceso de lavado de chocho en San Pedro de Tanicuchi.

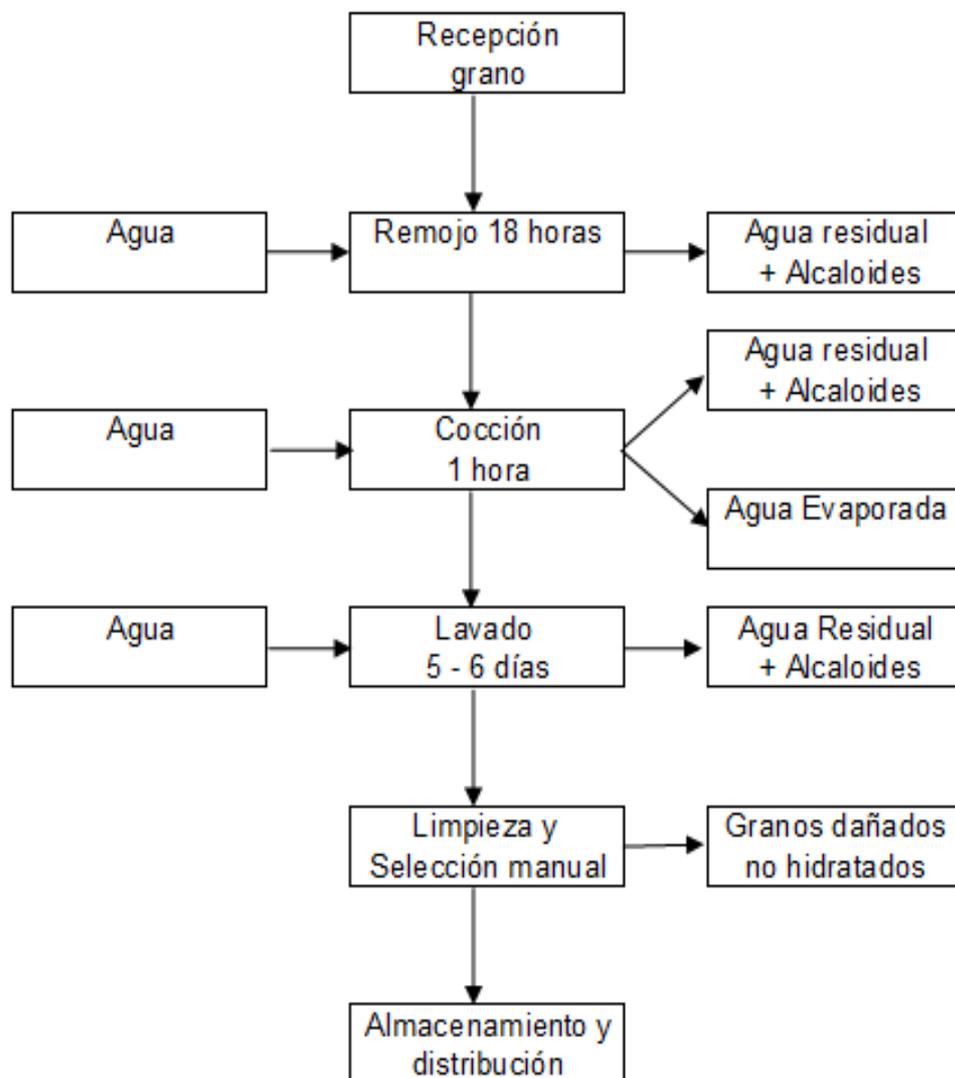


Figura 2. Contenido de alcaloides durante el proceso de desamargado del chocho.

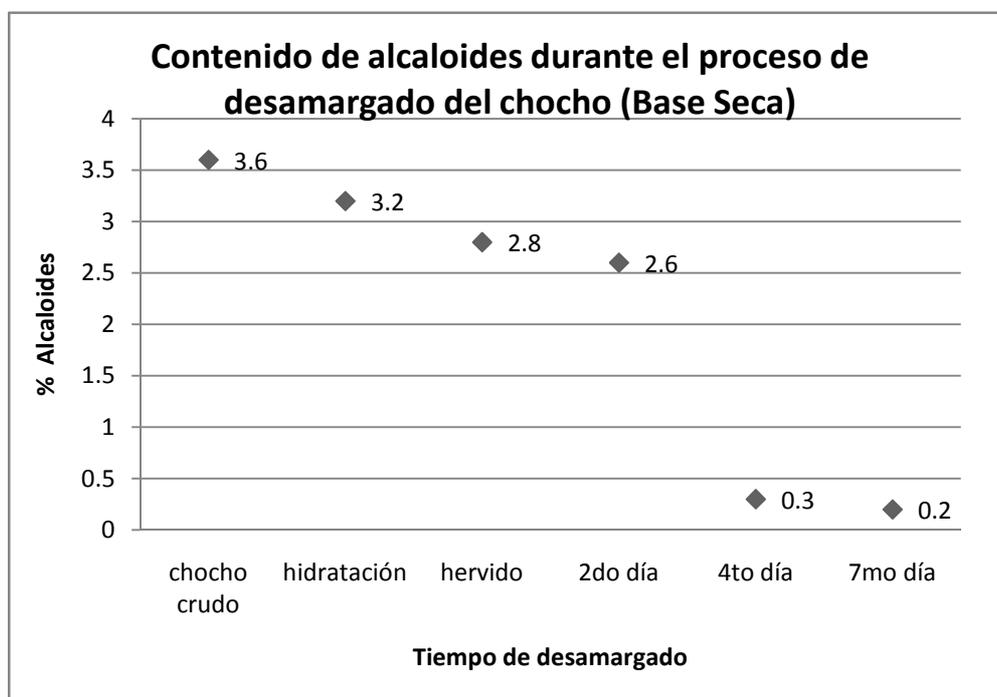
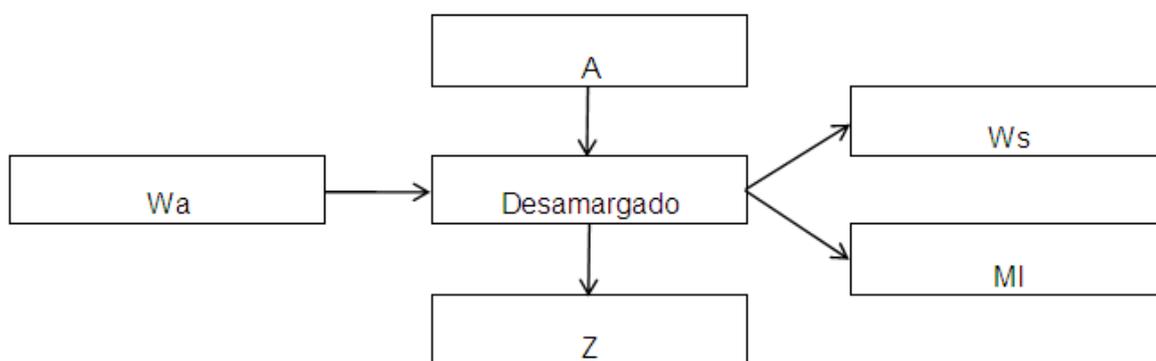


Figura 3. Balance de materiales del proceso de desamargado de chocho.



A = Chocho Amargo: 0.8 Kg

W_a = Agua Agregada: 43 Kg

W_s = Agua Separada+ alcaloides + pérdidas sólidos: 41.4 Kg

MI = Agua evaporada: 0.3 Kg

Z = Chocho Desamargado: 2.1 Kg

Tabla 1. Composición nutricional del chocho amargo y desamargado de San Pedro de Tanicuchi (Base Seca).

Componente	Chocho Amargo¹	Chocho Desamargado²
Proteína %	41.4 ± 0.1	56.0 ± 2.7
Grasa %	23.4 ± 0.4	8.9 ± 2.6
Ceniza %	5.1 ± 0.1	1.9 ± 0.1
Carbohidratos %	14.4 ± 0.3	6.4 ± 4.2
Fibra %	12.1 ± 0.1	26.6 ± 1.8
Alcaloides %	3.6 ± 0.1	0.2 ± 0.0
Total %	100.0	100.0
Humedad %	15.9 ± 0.1	266.8 ± 17.4

¹Media de dos determinaciones

²Media de diez determinaciones

Tabla 2. Contenido de hierro y zinc del chocho de San Pedro de Tanicuchi (Base Seca).

Mineral	Chocho Amargo¹	Chocho Desamargado²
Hierro (mg/100g)	5 ± 0.4	6 ± 0.8
Zinc (mg/100g)	3.6 ± 0.0	3.8 ± 0.4

¹ Media de dos determinaciones

² Media de diez determinaciones

Tabla 3. Análisis Microbiológico del chocho de San Pedro de Tanicuchi.

	Chocho Amargo¹	Chocho Desamargado²
Aerobios Totales (UFC/g)³	470 ± 550	5.1 x 10 ⁶ ± 1.3 x 10 ⁶
Mohos y Levaduras (UPM/g)⁴	390 ± 260	98 ± 43
<i>Escherichia coli</i> (Presencia/g)	Ausencia	Presencia

¹Media de dos determinaciones

²Media de diez determinaciones

³UFC (Unidad Formadora de colonias)

⁴UPM (Unidad Propagadora de mohos)

Tabla 4. Análisis del Proceso de desamargado.

Muestras¹

Chocho amargo (kg) (b.h.)	0.8 ± 0.0
Agua utilizada (kg)	43.0 ± 4.2
Agua separada + Pérdidas de sólidos (kg)	41.4 ± 4.2
Pérdidas de agua por evaporación (kg)	0.3 ± 0.1
Chocho desamargado (kg) (b.h.)	2.1 ± 0.1
Relación chocho amargo (kg) : Chocho desamargado (kg)	1 : 2.6
Perdidas de agua por evaporación (%)	0.8 ± 0.0
Relación chocho amargo (kg) : Agua necesaria (l)	1 : 54
Producto rechazado (%)	12.3 ± 3.5
Duración Proceso	7 a 8 días

b.h Base húmeda
¹Media de cuatro determinaciones

Tabla 5. Variación de peso chocho, % alcaloides, % peso ganado y agua usada durante el procesamiento de desamargado de chocho ¹

	Chocho Amargo	Hidratación (18 h)	Cocción (1 h)	Lavado Segundo día	Lavado Cuarto día	Lavado Séptimo día
Peso Chocho (Kg, B.H.)	0.8 ± 0.0	0.9 ± 0.0	1.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.1 ± 0.1
Agua Separada + pérdidas de sólidos (Kg)		1.9 ± 0.0	2.9 ± 0.1	10.5 ± 0.1	22.5 ± 0.1	41.4 ± 4.2
Agua agregada acumulada(Kg)		2 ± 0.0	4 ± 0.0	12 ± 0.0	24 ± 0.0	43 ± 4.2
Agua evaporada acumulada(g)		24.7 ± 15.3	49.1 ± 5.6	166.7 ± 20.1	289.2 ± 45.3	328.2 ± 52.2
Alcaloides residuales (%) (en base seca)	3.6 ± 0.1	3.2 ± 0.8	2.8 ± 0.3	2.6 ± 0.4	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0
Incremento de peso del chocho (B.H.) durante el proceso (%)		12.5 ± 0.0	137.5 ± 25.0	162.5 ± 12.5	162.5 ± 12.5	162.5 ± 12.5
% Acumulado de alcaloides perdidos durante el proceso		11.1 ± 22.2	22.2 ± 8.3	27.8 ± 11.1	91.7 ± 0.0	94.4 ± 0.0

B.H. Base Húmeda

¹Media de cuatro determinaciones

