



Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential

Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal

Chirinos-Arias, M.C.

Universidad Nacional Agraria La Molina; Centro de Diagnóstico Molecular S.A.C.,
Calle Monterosa 270 oficina 503, Chacarilla del estanque, Lima 33, Lima, Perú.

ABSTRACT

Lupinus mutabilis Sweet "Andean Lupin" has been a neglected and marginalized Andean crop since the last decades. This plant grows naturally in Peru and in other cases it is cultivated for its delicious seeds. Unfortunately, there are very few laboratory studies carried out on this plant and many of its benefits have not been studied or are in preliminary stages. So what is known comes from the ancestral knowledge of indigenous people who grow it (mainly from Peru and Bolivia). In order to disseminate the different properties of *L. mutabilis*, this review article focuses on the nutraceutical and medicinal potential benefits, aiming to arouse the interest of different countries in the study of this great scientific value species.

KEY WORDS

Lupinus mutabilis Sweet, nutraceutical potential, medicinal potential.

RESUMEN

Lupinus mutabilis Sweet "Tarwi" es un cultivo andino que ha sido relegado y marginado desde las últimas décadas. Esta planta crece en el Perú de forma natural y en otros casos es cultivada por sus deliciosas semillas. Lamentablemente, hay muy pocos estudios llevados en laboratorio sobre este vegetal y muchas de sus ventajas no han sido estudiadas o están en fases preliminares. De modo que lo que se conoce proviene de los conocimientos ancestrales de las poblaciones indígenas que lo cultivan (principalmente de Perú y Bolivia). Con el objetivo de dar a conocer las diferentes propiedades de *L. mutabilis*, este artículo de revisión se centra en sus potenciales beneficios nutritivos y medicinales, con el fin de despertar el interés de diferentes países en su estudio, por ser de gran valor científico.

PALABRAS CLAVE

Lupinus mutabilis Sweet, potencial nutritivo, potencial medicinal.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: September 14th 2014.

Accepted/Aceptado: December 19th 2014.

Introducción

Lupinus mutabilis Sweet planta conocida comúnmente como ullush, talwish, tauri, tarwi, chocho, lupino o ccque-lla (Jacobsen y Mujica, 2006), pertenece a la división *Magnolio-*

Corresponding Author:

Chirinos-Arias, M.C., Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Diagnóstico Molecular S.A.C., Calle Monterosa 270 oficina 503, Chacarilla del estanque, Lima 33, Lima, Perú. Phone: +51(1)372 2488. E-mail: michelle.christine16@gmail.com

Introduction

Lupinus mutabilis Sweet is a plant commonly known as ullush, talwish, tauri, tarwi, chocho, lupino or ccquella (Jacobsen and Mujica, 2006); it belongs to *Magnoliophytation* division, class *Magnoliopsida*, order *Fabales*, family *Fabaceae*, subfamily *Papilionoideae* (Ceroni, 2003; Varshney *et al.*, 2005; Sbabou, 2010), being it Genus *Lupinus*, the most abundant of the family (Sbabou, 2010). It has digitate leaves, composed by eight folioles, it is differentiated from other *Lupinus* in the presence of less hairiness. Its flowers measure from 1 to 2 centimeters, they possess 5 petals conformed by a banner, two keels and two wings and color varies from clear blue to intense one, even though there are also white, creamy and pinkish flowers, in less proportion (FAO, 2010).

There is a problem regarding the taxonomic definition of this species (Von Baer, 1988). The first to describe it was Sweet in 1825, who studied a plant from the garden of Bury Hill, and so far, the precedence of the seed is unknown (Gross, 1982). In addition, in the case of the *Lupinus* species from the "New World" there are interspecific hybridizations, which has also been observed in *L. mutabilis* (Camarena *et al.*, 2012). This makes Andean Lupin genetic variability higher (Chirinos-Arias *et al.*, 2014), therefore a new taxonomical description is necessary (Camarena *et al.*, 2012) along with further studies of the plant at a molecular level.

It is necessary to mention that according to Chirinos-Arias *et al.*, (2014), Andean Lupin possesses a high genetic variability, evidenced in the high level of polymorphism found in the studied samples, concluding that it is an autogamous species with a predominant high level of allogamy, which would help the genetic improvement, for example, enhancing the performance of the crop, especially the production of seeds, improving the adaptation of the plant to different types of climate, harvesting seeds of optimal quality for direct human consumption, etc.

It is distributed in different parts of the world including South America, Europe and Australia (Coloma, 2009; FAO, 2010), but mainly in the Inter-Andean Valleys and the Plateau of Bolivia and Peru. However, its center of origin is debatable, though the most probable is the Andes in the north of Peru and south of Ecuador. In respect of the necessary climate conditions for its growth, it is known that the plant is susceptible to the excess of humidity and mildly to draught; in early stages it does not tolerate frosts, it requires from 350 to 850 mm of rainfall (Jacobsen and Mujica, 2006). Remains

phyta, clase *Magnoliopsida*, orden *Fabales*, familia *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoideae* (Ceroni, 2003; Varshney *et al.*, 2005; Sbabou, 2010) siendo su género *Lupinus* el más abundante de la familia (Sbabou, 2010). Tiene hojas de forma digitada, compuesta por ocho foliolos, se diferencia de otros *Lupinus* en la presencia de menor vellosidad. Sus flores miden de 1 a 2 centímetros, poseen 5 pétalos conformados por un estandarte, dos quillas y dos alas, y varían de color desde un azul claro hasta uno intenso, aunque también se encuentran en menor proporción flores blancas, cremas y rosadas (FAO, 2010).

Existe una problemática en relación a la definición taxonómica de esta especie (Von Baer, 1988). El primero que la describió fue Sweet en 1825, quien estudió una planta del jardín de Bury Hill, de la cual hasta la fecha no se conoce la procedencia de la semilla (Gross, 1982). Además, en el caso de las especies de *Lupinus* del "nuevo mundo", ocurre hibridaciones interespecíficas, lo que también se ha observado en *L. mutabilis* (Camarena *et al.*, 2012). Esto hace que la variabilidad genética del tarwi sea mayor (Chirinos-Arias *et al.*, 2014), por lo que es indispensable una nueva definición taxonómica (Camarena *et al.*, 2012) y más estudios de la planta a nivel molecular.

Es necesario destacar que según Chirinos-Arias *et al.*, (2014) el tarwi posee una alta variabilidad genética, evidenciada en el alto nivel de polimorfismo encontrado en las muestras estudiadas, concluyendo que es una especie autógama con un predominante grado de alogamia, lo cual ayudaría al mejoramiento genético por ejemplo, aumentando el rendimiento del cultivo especialmente la producción de semillas, mejorando la adaptación de la planta a diferentes tipos de clima, cosechando semillas de calidad óptima para el consumo humano directo, etc.

Se distribuye en diferentes partes del mundo incluyendo América del Sur, Europa y Australia (Coloma, 2009; FAO, 2010). Pero principalmente en los valles interandinos y el Altiplano de Bolivia y Perú. Sin embargo, su centro de origen es debatible siendo el más probable entre los Andes del norte de Perú y sur de Ecuador. En cuanto a las condiciones climáticas necesarias para su cultivo, se sabe que la planta es susceptible al exceso de humedad y moderadamente a la sequía, en estadios tempranos no tolera las heladas, requiere de 350 a 850 mm de precipitación pluvial (Jacobsen y Mujica, 2006). En el Perú se han encontrado restos de la semilla en la cultura Nazca y han sido representadas en las culturas ancestrales peruanas de Tiahuanaco y Chavín (Castañeda, 1988; FAO, 2010).

of the seed in Peru have been found in the Nazca culture and have been represented in ancient Peruvian cultures Tiahuanaco and Chavin (Castañeda, 1988; FAO, 2010). It has high nutraceutical, ornamental, pesticide and medicinal potential; it was used by ancient Peruvians as an important part of their everyday diet; however, from approximately 500 years ago, its growth, just like any other Andean grains, has diminished. The lowest level recorded is of 687 worldwide hectares (Camarena *et al.*, 2012). Its ornamental potential is due to its changing color flowers, from clear blue to intense blue, hence the name of the species *mutabilis*. It varies in bluish, purple, whitish, creamy, pinkish and yellowish tones (FAO, 2010). In addition, according to Jacobsen and Mujica (2006); in full blooming, the plant can be incorporated as green manure with great results, and the dried stem, which presents great amount of cellulose, is used as biofuel for its great heating power (Sato *et al.*, 2010).

Unfortunately, this species has not been given the importance it deserves, partly due to the scarce dissemination of its nutraceutical properties and the presence of alkaloids that provide a bitter taste to the seeds, constraining its consumption. For such reason, the main objective of this paper is to disseminate the nutraceutical and medicinal properties of Andean Lupin in order to arouse the interest of other countries in its study and diffusion.

Nutraceutical value

Within the properties described, one of the most important is the content of the nutraceutical value in the seeds of Andean Lupin. Proteins and oils represent more than half of the seed's weight (Jacobsen and Mujica, 2006). In regard of the oils present in this genre, according to Borek *et al.*, (2009) *L. luteus* presents 6 % of linoleic acid, *L. albus* 7-14 % of oleic acid and *L. mutabilis* Sweet 20 % of both. These kind of fatty-acids are essential since our organism cannot synthesize them and must acquire them in the diet. Linoleic acid increases the defenses and diminishes arterial pressure, while oleic acid reduces the risks of suffering cardiovascular diseases, and it possesses an antitumor effect (Carrillo *et al.*, 2012).

The value of proteins has always been compared with soy, since it possesses from 30 to 40 %, a considerable level of lysine (7.3 %) but it lacks of sulfur amino acids such as methionine and cysteine, which are essential for the synthesis of keratin (Güenes-Vera *et al.*, 2004). Nevertheless, *Lupinus* present less quantity of trypsin, phytates and saponins than soy. In addition, Andean Lu-

posee alto potencial nutritivo, ornamental, insecticida y medicinal, fue utilizada por los antiguos peruanos como parte importante de su dieta diaria; sin embargo, aproximadamente desde hace 500 años, su cultivo, al igual que otros granos andinos, ha disminuido, siendo 687 hectáreas mundiales el nivel más bajo registrado (Camarena *et al.*, 2012). Su potencial ornamental se da debido a que sus flores cambian de color desde un azul claro hasta uno muy intenso, de ahí el nombre de la especie *mutabilis*. Varía en tonos azules, púrpuras, blancos, cremas, rosados y amarillos (FAO, 2010). Además según Jacobsen y Mujica (2006), la planta en plena floración se puede incorporar como abono verde dando buenos resultados y el tallo seco que presenta gran cantidad de celulosa se usa como biocombustible debido a su gran poder calorífico (Sato *et al.*, 2010).

Lamentablemente, no se le ha dado a esta especie la importancia que merece, en parte por la escasa difusión de sus propiedades nutraceuticas y por la presencia de alcaloides que dan sabor amargo a las semillas y limitan su consumo. Por tal motivo el objetivo principal de este trabajo es dar a conocer las propiedades nutritivas y medicinales que posee el tarwi, con el fin de despertar el interés de otros países en su estudio y difusión.

Valor nutritivo

Dentro de las propiedades descritas, una de las más importantes es el contenido de valor nutritivo en las semillas de tarwi. Las proteínas y aceites representan más de la mitad del peso de la semilla (Jacobsen y Mujica, 2006). En cuanto a los aceites presentes en este género, según Borek *et al.*, (2009), *L. luteus* presenta 6 % de ácido linoleico, *L. albus* 7-14 % de ácido oleico y *L. mutabilis* Sweet 20 % de ambos. Estos tipos de ácidos grasos son esenciales pues nuestro organismo no puede sintetizarlos y se deben adquirir en la dieta. El ácido linoleico aumenta las defensas y disminuye la presión arterial; mientras que el ácido oleico reduce los riesgos de sufrir enfermedades cardiovasculares y tiene efecto antitumoral (Carrillo *et al.*, 2012).

El valor de proteínas siempre ha sido comparado con la soya, porque posee de 30-40 %, un considerable nivel de lisina (7.3 %) pero carece de aminoácidos sulfurados como la metionina y cisteína esenciales para la síntesis de queratina (Güenes-Vera *et al.*, 2004). Sin embargo, los *Lupinus* presentan menor cantidad de inhibidores de tripsina, taninos, fitatos y saponinas que la soya. Siendo además el tarwi la especie que presenta más cantidades de proteínas y lípidos esenciales para el organismo y que éste no

pin is the species that presents more amount of proteins and essential lipids for the organism that it cannot synthesize so they must be consumed in the diet (Gálvez *et al.*, 2008).

Andean Lupin seeds present essential fatty-acids as the oleic (Omega 9), linoleic (Omega 6) and linolenic (Omega 3) that represent the 40.4 %, 37.1 % and 2.9 % from the total, respectively (Jacobsen and Mujica, 2006; Borek *et al.*, 2009; Gross *et al.*, 1988; Castañeda *et al.*, 2008). On the other hand, protein value is of 44.3 %, while soy only possesses 33.4 % (Jacobsen and Mujica, 2006). It also has high content of phosphorous, potassium and iron (Ortega-David *et al.*, 2010), as well as vitamins and minerals (Castañeda *et al.*, 2008).

Though the seeds of *L. Mutabilis* present a higher amount of proteins than soy (Jacobsen and Mujica, 2006), they are not directly consumed since they require a previous treatment consisting in soaking 3 kilograms of grain in 18 liters of water, changing it every 6 hours during 5 days (Jacobsen and Mujica, 2006), due to the presence of quinolizidinic alkaloids that give it a bitter flavor. The alkaloid found in higher concentration is lupanine, followed by tetrahydrolobaridin, 4-hydroxylupanine, sparteine and 13-hydroxylupanine (Gross *et al.*, 1988; Ortega-David *et al.*, 1988; Ortega-David *et al.*, 2010; Castañeda *et al.*, 2008). These substances are important for the plant since they protect them from phytopathogens and herbivore animals, due to its mutagenic action and its toxic effect in several of these organisms (Keeler, 1976).

Currently, the treatment with water for the consumption of seeds would represent a loss of money due to the water waste, but this is not the case, since this liquid is used by peasants of the Sierra as natural pesticide against cockroaches and flies, while Andean Lupin's cooking water is occasionally used by farmers as laxative. Data that must still be proven scientifically. This way water is used, which represented the main disadvantage in the consumption of this plant. It is important to mention that a culture of low content of alkaloids, higher content of proteins and lower though not significant difference of fatty-acids compared to the wild specimen has been developed, so its seeds do not require previous treatment (Gross *et al.*, 1988).

More details of the content of amino acids and essential fatty-acids, present in Andean Lupin's seed, are shown in tables 1 and 2, respectively.

puede sintetizar, por lo que se deben ingerir en la dieta (Gálvez *et al.*, 2008).

Las semillas de tarwi presentan ácidos grasos esenciales como el oleico (Omega 9), linoleico (Omega 6) y linolénico (omega 3) que representan el 40.4 %, 37.1 % y 2.9 % del total respectivamente (Jacobsen y Mujica, 2006; Borek *et al.*, 2009; Gross *et al.*, 1988; Castañeda *et al.*, 2008). Por otro lado, el valor de proteínas es de 44.3 %, mientras que la soya solo posee el 33.4 % (Jacobsen y Mujica, 2006). Presenta alto contenido de fósforo, potasio y Hierro (Ortega-David *et al.*, 2010), así como vitaminas y minerales (Castañeda *et al.*, 2008).

Aunque las semillas de *L. Mutabilis* presentan mayor cantidad de proteínas que la soya (Jacobsen y Mujica, 2006) no son consumidas directamente pues requieren de un tratamiento previo que consiste en remojar 3 kilogramos de grano en 18 litros de agua, cambiándola cada 6 horas durante 5 días (Jacobsen y Mujica, 2006), debido a la presencia de alcaloides quinolizidínicos que le dan sabor amargo. El alcaloide que se encuentra en mayor concentración es lupanina seguido de tetrahidrorombifolina, 4-hidroxilupanina, esparteína y 13-hidroxilupanina (Gross *et al.*, 1988; Ortega-David *et al.*, 2010; Castañeda *et al.*, 2008). Estas sustancias son importantes para la planta pues la protegen de fitopatógenos y animales herbívoros debido a su acción mutagénica y por su efecto tóxico en varios de estos organismos (Keeler, 1976).

El tratamiento con agua para el consumo de las semillas actualmente representaría una pérdida de dinero debido al desperdicio de agua, pero no es así, ya que este líquido es usado por los campesinos de la sierra como insecticida natural en contra de cucarachas y moscas, mientras que el agua de cocción del tarwi es usada ocasionalmente por los agricultores como laxante, datos que cabe recalcar deben aún ser probados científicamente. De esta forma se aprovecha el agua, lo cual representaba la principal desventaja en el consumo de esta planta. Cabe destacar que se ha desarrollado un cultivar de bajo contenido de alcaloides, mayor contenido de proteínas y una menor, aunque no significativa diferencia de ácidos grasos, comparado con el espécimen silvestre, por lo que sus semillas no requieren de tratamiento previo (Gross *et al.*, 1988).

Mayores detalles del contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales presente en la semilla de tarwi se muestran en las tablas 1 y 2, respectivamente.

Table 1.
Content of essential amino acids in the raw seed of
***L. mutabilis* Sweet (Schoeneberg et al., 1981).**

Tabla 1.
Contenido de aminoácidos esenciales en la semilla
cruda de *L. mutabilis* Sweet (Schoeneberg et al., 1981).

Aminoacids	Aminoacids (g)/16 g N
Isoleucine	4.8
Leucine	7.0
Lysine	5.9
Methionine	0.4
Cysteine	1.2
Methionine + Cysteine	1.6
Phenylalanine	4.3
Tyrosine	3.6
Threonine	3.8
Tryptophan	0.7
Valine	4.2

Table 2.
Composition of fatty acids of *Andean Lupin* in percent-
age of total fatty acids (Jacobsen et al., 2006).

Tabla 2
Composición de ácidos grasos del *Tarwi* en porcentaje
de ácidos grasos totales (Jacobsen et al., 2006).

Acids	%
Oleic (Omega 9)	40.4
Linoleic (Omega 6)	37.1
Linolenic (Omega 3)	2.9
Palmitic	13.4
Palmitoleic	0.2
Stearic	5.7
Myristic	0.6
Arachidic	0.2
Behenic	0.2
Erusic	0.0
Polisat / Satur Quotient	2.0

As it can be seen in the table, Andean Lupin seeds have a higher amount of amino acids such as leucine that interact with other amino acids and it is useful in the scarring of muscle tissue, skin and bones, lysine that guarantees the adequate absorbance of calcium and it helps in the formation of collagen; phenylalanine that increases the state of mind, helps with the memory and is used for treating arthritis; valine that is necessary for the muscular metabolism and promotes mental vigor (Ha and Zemel, 2003). On the other hand, fatty acids, such as the oleic that reduces the risks of suffering cardiovascular diseases and has an antitumor effect (Carrillo *et al.*, 2012) and the linoleic that increases the defenses and diminishes blood pressure.

Due to its high nutraceutical value in important amino acids and fatty acids for the everyday diet, wheat and Andean Lupin flour (Güenes-Vera *et al.*, 2004) and probiotic yogurt enriched with chocho seeds (Castañeda *et al.*, 2007) have been made. This grain is also used in aquaculture as fish feed (Glencross *et al.*, 2010).

Medicinal value

Another important property of the plant that requires higher studies is the medicinal. For example, it presents non-steroidal phytoestrogens compounds as the isoflavones, which possess phenolic rings that are joint to the receptors of estrogens (Gálvez *et al.*, 2008), such as tamoxifen, used for the treatment of breast cancer (Davies *et al.*, 2013), so it would help in the prevention of cancer and cardiovascular diseases, osteoporosis and menopause symptoms (Gálvez *et al.*, 2008).

It is important to mention that Andean Lupin is the only species of the *Lupinus* genre that possesses isoflavones (a kind of flavonoids) in its seeds that are known by their antioxidant properties (Martínez-Flores *et al.*, 2002; Gálvez *et al.*, 2008). Nevertheless, there are no studies made directly in Andean Lupin that prove its antioxidant activity.

The activity of the aqueous and ethanol extract has been proven in both the leaves and the seeds of Andean Lupin observing antileishmanial activity (*Leishmania* sp.) and antitrypanosomal (*Trypanosoma cruzi*) (Huamán *et al.*, 2013). However, the active agents that produce such harmful activity against protozoans have not been identified yet, therefore mass spectrometry studies are necessary for the identification of present compounds in the extract and so determining which is responsible of the biological activity presented.

Tal como se puede apreciar en las tablas, las semillas de tarwi poseen en mayor cantidad aminoácidos como leucina que interactúa con otros aminoácidos y es útil en la cicatrización del tejido muscular, piel y huesos, lisina que garantiza la absorción adecuada de calcio y ayuda en la formación de colágeno; fenilalanina que eleva el estado de ánimo, ayuda a la memoria y se usa para tratar la artritis; valina necesaria para el metabolismo muscular y que promueve el vigor mental (Ha y Zemel, 2003). Por otro lado, los ácidos grasos como el oleico que reduce los riesgos de sufrir enfermedades cardiovasculares y tiene efecto antitumoral (Carrillo *et al.*, 2012) y el linoleico que aumenta las defensas y disminuye la presión arterial.

Debido a su alto valor nutritivo en aminoácidos y ácidos grasos importantes para la dieta diaria, se ha elaborado harina a base de trigo y tarwi (Güenes-Vera *et al.*, 2004), yogurt probiótico enriquecido con semilla de chocho (Castañeda *et al.*, 2007). También se usa este grano en la acuicultura como alimento para peces (Glencross *et al.*, 2010).

Valor medicinal

Otra propiedad importante de la planta, pero que requiere mayores estudios, es la medicinal. Por ejemplo, presenta compuestos fitoestrógenos no esteroídicos como las isoflavonas, las cuales poseen anillos fenólicos que se unen a los receptores de estrógeno (Gálvez *et al.*, 2008) como tamoxifen, usado para el tratamiento de cáncer de mama (Davies *et al.*, 2013), por lo que ayudaría a la prevención de cáncer. Así como de enfermedades cardiovasculares, osteoporosis y síntomas menopáusicos (Gálvez *et al.*, 2008).

Cabe recalcar que el tarwi es la única especie del género *Lupinus* que posee isoflavonas (un tipo de flavonoides) en sus semillas que son conocidas por sus propiedades antioxidantes (Martínez-Flores *et al.*, 2002; Gálvez *et al.*, 2008). Sin embargo, no hay estudios realizados directamente en tarwi que comprueben su actividad antioxidante.

Se ha probado la actividad del extracto acuoso y etanólico tanto de las hojas como de las semillas de tarwi observando actividad antileishmanial (*Leishmania* sp.) y antitrypanosomal (*Trypanosoma cruzi*) (Huamán *et al.*, 2013). Sin embargo, no se ha podido identificar el o los principios activos que producen dicha actividad nociva en contra de los protozoarios, por lo que es necesario estudios de espectrometría de masas para la identificación de los compuestos presentes en el extracto y poder determinar cuál es el responsable de la actividad biológica que presenta.

This finding is important since leishmaniasis is a metaxenic, parasitic disease produced by several species of the genus *Leishmania* sp. Administration of pentavalent radicals as treatment in the human being causes diverse secondary effects that require hospitalization. On the other hand, strains that have acquired resistance to routine medications have been found (Lucas *et al.*, 1998), so the research of new alternatives in the treatment is necessary. Chagas disease caused by the protozoan *Trypanosoma cruzi* is transmitted naturally by the *Triatoma infestans* (Araya *et al.*, 2003), it constitutes a public health problem for several Latin America countries (Mendoza *et al.*, 2005) and the treatment implies hospitalization of the patient in order to monitor the side effects that it causes. In addition, it is really expensive to find other possible medications.

Results and Discussion

It is necessary to disseminate the great nutraceutical, medicinal, pesticide, ornamental and biofuel potential of Andean Lupin. In addition, further studies of agronomy, market knowledge and marketing are required to know if its growth is feasible at a great scale, if it can be exported or it will remain relegated to a production from Andean homes and gardens.

Biodiversity must be exploited sustainably, following a model that balances the economic, environmental and social features. In order to do so, studies in biotechnology are required to improve the production and quality of cultures in less time. This is the only way that plants such as Andean Lupin, so important for the human being, stop being a forgotten culture and their great economic potential can be known.

It is important to mention that Andean Lupin seeds must be soaked in water to take the bitterness away, due to the presence of quinolizidinic alkaloids, and so the liquid where the seeds were soaked can have a pharmacological action against the flagellate forms of *Leishmania* sp. and *Trypanosomas cruzi* (Huamán *et al.*, 2013).

The fact of generating cultivars with less or null content of alkaloids does not mean that the wild genotype is displaced, since the presence of these alkaloids has proven to

Este hallazgo es importante pues la leishmaniosis es una enfermedad metaxénica, parasitaria, producida por varias especies del género *Leishmania* sp. La administración de radicales pentavalentes como tratamiento en el humano causa diversos efectos secundarios que requieren hospitalización. Por otro lado, se han encontrado cepas que han adquirido resistencia a los medicamentos usados de rutina (Lucas *et al.*, 1998), por lo que es necesario la búsqueda de nuevas alternativas en el tratamiento. Mientras que, la enfermedad de Chagas causada por el protozoario *Trypanosoma cruzi*, es transmitida naturalmente por *Triatoma infestans* (Araya *et al.*, 2003), constituye un problema de salud pública para varios países latinoamericanos (Mendoza *et al.*, 2005) y el tratamiento implica la hospitalización del paciente para monitorear los efectos colaterales que este causa. Además, de ser muy caro por lo que es necesario encontrar otros posibles medicamentos.

Resultados y Discusión

Es necesario dar a conocer el gran potencial nutritivo, medicinal, insecticida, ornamental y biocombustible del tarwi. Además se requiere de estudios de agronomía, mercado y marketing, para saber si su cultivo es factible a gran escala, se puede exportar o quedará relegado a una producción desde casas y jardines andinos.

La biodiversidad debe ser aprovechada sosteniblemente siguiendo un modelo que equilibre lo económico, ambiental y social, para lo cual se requiere estudios en biotecnología y así mejorar la producción y calidad de los cultivos en menor tiempo. Esta es la única forma que plantas tan importantes para el hombre como el tarwi, dejen de ser un cultivo olvidado y se conozca su gran potencial económico.

Es importante resaltar que las semillas de tarwi deben ser remojadas en agua para quitarles el sabor amargo debido a la presencia de alcaloides quinolizidínicos y que el líquido donde se remojaron las semillas puede tener una acción farmacológica en contra de las formas flageladas de *Leishmania* sp. y *Trypanosomas cruzi* (Huamán *et al.*, 2013).

El hecho de generar cultivares con menor o nulo contenido de alcaloides no significa que se desplaze al genotipo silvestre, pues la presencia de estos alcaloides ha demostrado ser de importancia no solo para la planta sino también para la medicina.

be important not only for the plant but also for medicine. On the other hand, seeds of this plant possess an exceptional nutraceutical value due to the presence of proteins and fatty-acids. Unfortunately, the consumption of these seeds so enriched is associated in Peru to people lacking resources, so the culture has been marginalized and has been restricted to away Andean zones. Little by little the culture has gained importance and can now be appreciated in some of the typical Peruvian dishes such as "ceviche", but dissemination of its properties is still needed, as well as further research.

Conclusions

L. mutabilis Sweet possesses great nutraceutical value due to its high content of essential amino acids and fatty-acids that cannot be synthesized by the organism and that must be supplemented in the everyday diet. In addition, it has a great pharmacological potential against the Chagas disease and leishmaniasis. However, further studies are needed primarily for the identification of the active agents in its aqueous and alcoholic extracts.

References

- Araya, J.E., Neira, I., da Silva, S., Mortara, R.A., Manque, P., Cordero, E., *et al.* 2003. Diterpenoids from *Azorella compacta* (Umbelliferae) active on *Trypanosoma cruzi*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 98(3): 413-418. <http://www.bioline.org.br/request?oc03092>
- Borek, S., Pukacka, S., Michalski, K. and Ratajczak, L. 2009. Lipid and protein accumulation in developing seeds of three Lupine species: *Lupinus luteus* L, *Lupinus albus* L and *Lupinus mutabilis* Sweet. *Journal of Experimental Botany* 60 (12), 3453-3466. <http://jxb.oxfordjournals.org/content/60/12/3453>
- Camarena, F., Huaranga, A., Jiménez, J. and Mostacero, E. 2012. Revalorización de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Primera Edición. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina-Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). 222 pp.
- Carrillo, C., Cavia, M. and Alonso-Torre, S.R. 2012. Antitumor effect of oleic acid; mechanisms of action. A review *Nutrición Hospitalaria* 27(5): 1860-1865. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n6/10revision09.pdf>
- Castañeda, B., Castro De La Mata, R., Manrique, R. and Ibañez, L. 2007. Efectos metabólicos de *Lepidium meyenii* Walpers, "MACA" y *Lupinus mutabilis* Sweet, "CHOCHO" en ratas. *Revista Horizonte Médico*, Volumen 7(1) 32-38. http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2007_I/Art4_Vol7_N1.pdf
- Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A., Ramos, F., Lizaraso, F. *et al.* 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (chocho or tarwi) seeds. *Acta Médica Peruana* 25: 210-215. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96625405>
- Castañeda, M. 1988. Estudio comparativo de diez variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) conducidas en dos ambientes de la Sierra norte y centro del Perú (Tesis Ingeniero Agrónomo). Lima-Perú.
- Ceroni, A. 2003. Distribución de las leguminosas de la parte alta de la cuenca Gallega. Morropón. Piura. *Ecología Aplicada* 2(1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34120102>
- Chirinos-Arias, M., Jimenez, J., Vilca, L. and Sota-Cano, F. 2014. Análisis de la variabilidad genética entre 30 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) usando marcadores molecular ISSR y microsatélites. En: Encuentro Científico Internacional (ECI). Lima, Peru. 23-24 pp.

Por otro lado, las semillas de esta planta poseen un excepcional valor nutritivo, por la presencia de proteínas y ácidos grasos. Lamentablemente, el consumo de estas semillas tan enriquecidas es asociada en el Perú a personas de muy bajos recursos, por lo que se ha marginado el cultivo y se le ha restringido solo a zonas andinas alejadas. Poco a poco el cultivo va ganando importancia y ya se le puede apreciar en algunos platos típicos peruanos como el "ceviche", pero aún falta más difusión de sus propiedades, así como mayores investigaciones.

Conclusiones

L. mutabilis Sweet posee un gran valor nutritivo debido a su alto contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales que no pueden ser sintetizados por el organismo y que deben ser suplementados en la dieta diaria, además de un gran potencial farmacológico en contra de la enfermedad de Chagas y leishmaniasis. Sin embargo, aún falta realizar mayores estudios, sobretodo para la identificación de los principios activos en sus extractos acuosos y alcohólicos.

- Coloma, J. 2009. Evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (Tesis Bioquímico farmacéutico). Riobamba-Ecuador.
- Davies, C., Pan, H., Godwin, J., Gray, R., Arriagada, R., Raina, V. *et al.* 2013. Long-term effects of continuing adjuvant tamoxifen to 10 years versus stopping at 5 years after diagnosis of oestrogen receptor-positive breast cancer: ATLAS, a randomised trial. *Lancet* 381: 805-16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3596060/>
- FAO . Org. Cultivos Andinos, TARWI o CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) [monografía en internet]. En: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/producdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm última consulta: 11 de septiembre de 2014.
- Gálvez, L., Genovese, M.I. and Lajolo, F.M. 2009. Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 397-404. <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/19494>
- Glencross, B., Sweetingham, M. and Hawkins W. A. 2010. Digestibility assessment of pearl lupin (*Lupinus mutabilis*) meals and protein concentrates when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 303: 59-64. http://www.researchgate.net/publication/248341671_A_digestibility_assessment_of_pearl_lupin_%28_Lupinus_mutabilis%29_meals_and_protein_concentrates_when_fed_to_rainbow_trout_%28_Oncorhynchus_mykiss%29
- Gross, R. 1982. El cultivo y la utilización del tarwi. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal N° 36. Roma, Italia.
- Gross, R., Von Baer, E. Koch, R., Marquard, L. Trugo, L. and Wink, M. 1988. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. *Journal of Food Composition and Analysis* 1: 353-361. http://www.researchgate.net/publication/229310116_Chemical_composition_of_a_new_variety_of_the_Andean_lupin_%28Lupinus_mutabilis_cv_Inti%29_with_low-alkaloid_content
- Güenes-Vera, N., Arciniega-Ruiz, O. and Dávila-Ortiz, G. 2004. Structural analysis of the *Lupinus mutabilis* seed, its flour, concentrate and isolate as well as their behavior when mixed with wheat flour. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 37: 283-290. http://www.researchgate.net/publication/223453297_Structural_analysis_of_the_Lupinus_mutabilis_seed_its_flour_concentrate_and_isolate_as_well_as_their_behavior_when_mixed_with_wheat_flour
- Ha, E. and Zemel, M.B. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanism underlying health benefits for active people (review). *Journal of Nutritional Biochemistry* 14: 251-258. <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/functional-properties-of-whey-whey-components-and-essential-amino-TtnEz1uu>
- Huamán, A., Chirinos-Arias, M., Solís, H., Sáez, G., Marocho, L., Guevara, J., *et al.* 2013. Evaluación *in vitro* de la actividad antileishmanial y antitripanosomal del extracto acuoso de las hojas y semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet "tarwi". *Anales Facultad de medicina* 74(Supl 1): S19. [https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&i=1&espv=2&ie=UTF-8#safe=active&q=Evaluaci%C3%B3n+in+vitro+de+la+actividad+antileishmanial+y+antitripanosomal+del+extracto+acuoso+de+las+hojas+y+semillas+de+Lupinus+mutabilis+Sweet+%E2%80%9Ctarwi%E2%80%9D.+Anales+Facultad+de+medicina+74\(Supl+1\):+S19.+](https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&i=1&espv=2&ie=UTF-8#safe=active&q=Evaluaci%C3%B3n+in+vitro+de+la+actividad+antileishmanial+y+antitripanosomal+del+extracto+acuoso+de+las+hojas+y+semillas+de+Lupinus+mutabilis+Sweet+%E2%80%9Ctarwi%E2%80%9D.+Anales+Facultad+de+medicina+74(Supl+1):+S19.+)
- Jacobsen, E. and Mujica, A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés, *La Paz* 2006 458-482. <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf>
- Keeler, R.F. Cronin, E.H. and Shupe J.L. 1976. Lupin alkaloids from teratogenic and nonteratogenic lupines. IV – Concentration of total alkaloids, and the teratogen anagyryne as a function of plant part and stage of growth and their relationship to crooked calf disease. *Journal of Toxicology Environmental and Health* (1): 899-908. http://www.unboundmedicine.com/medline/citation/966319/Lupin_alkaloids_from_teratogenic_and_nonteratogenic_lupins_IV_Concentration_of_total_alkaloids_individual_major_alkaloids_and_the_teratogen_anagyryne_as_a_function_of_plant_part_and_stage_of_growth_and_their_relationship_to_crooked_calf_disease_
- Lucas, C.M., Franke, E.D., Cachay, M.I., Tejada, A., Cruz, M.E., Kreutzer, R.D., *et al.* 1998. Geographic distribution and clinical description of leishmaniasis cases in Peru. *American Journal of tropical Medicine and Hygiene* 59: 312-17. <http://www.ajtmh.org/content/59/2/312.full.pdf+html>
- Martínez-Florez, S., González-Gallego, J., Culebras, J.M. and Tuñón, M. 2002. Los flavonoides: Propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria* 17: 271-276.
- Mendoza, C.A., Córdova, E., Ancca, J., Saldaña, J., Torres, A., Velásquez, R., *et al.* 2005. Prevalencia de la enfermedad de Chagas en púerperas y transmisión congénita en una zona endémica del Perú. *Revista Panamericana de Salud Publica* 17(3): 147-153. <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v17n3/a01v17n3.pdf>

- Ortega-David, E., Rodriguez, A., David, A. and Zamora-Burbano A. 2010. Caracterización de semillas de *Lupinus mutabilis* sembrado en los andes de Colombia. *Acta agronómica* 59: 111-118. <http://www.bdigital.unal.edu.co/18305/2/14094-42145-1-PB.pdf>
- Sato, S., Isobe, S. and Tabata, S. 2010. Structural analyses of the genomes in legumes. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 146-152. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526609001836>
- Sbabou, L., Brhada, F., Alami, I.T. and Maltouf, A.F. 2010. Genetic Diversity of Moroccan Lupinus Germplasm Investigated using ISSR and AFLP Markers. *International journal of Agricultural & Biology* 12: 26-32. http://www.researchgate.net/profile/Laila_Sbabou/publication/228643389_Genetic_Diversity_of_Moroccan_Lupinus_Germplasm_Investigated_using_ISSR_and_AFLP_Markers/links/0deec51ea664f930a7000000.pdf
- Schoeneberger, H., Gross, R., Cremer, H. and Elmadfa, I. 1982. Composition and protein quality of *Lupinus mutabilis*. *Journals of Nutrition* 112: 70-76. <http://jn.nutrition.org/content/112/1/70.full.pdf+html>
- Varshney, R.K., Graner, A. and Sorrells, M.E. 2005. Genetic microsatellite markers in plants: Features and applications. *Trends in Biotechnology* 23: 48-55. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779904003221>
- Von Baer, E. 1988. *Lupinus mutabilis*: Cultivation and breeding. In: Proceedings of the 5th International Lupin Conference. jul 237-47. Córdoba, España.

Cite this paper/Como citar este artículo: Chirinos-Arias, M.C. (2015). Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential. *Revista Bio Ciencias*. 3(3): 163-172. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/139>

