

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TUBÉRCULOS DE LA PAPA AMARGA SEGÚN EL DIÁLOGO DE SABERES

Morphological characterization of bitter potato tubers according to the knowledge dialogue

Dina Alcon Callejas¹; Alejandro Bonifacio Flores²; Cristal Taboada Belmonte³

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo describir la morfología de tubérculos de papa amarga según el diálogo de saberes. Las muestras fueron recolectadas en el municipio de San Andrés de Machaca y evaluadas las variables cualitativas forma del tubérculo, profundidad y número de ojos, color primario y secundario (piel y pulpa), distribución del color secundario y el color del brote basándose en descriptores de papa y las variables cuantitativas peso fresco, longitud, diámetro basal, diámetro apical. Los resultados permiten diferenciar las papas amargas según nominación local. Se identificaron las variedades K'auna Luk'i, Luk'i, Laram Luk'i, Sisu, Ch'uqila, Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uywiri q'aysa), Wila Q'aysa, Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i, Sisu 2 y Qita cuya denominación y caracterización se basa en el saber local. Según su clasificación taxonómica, las papas amargas pertenecen a las especies *Solanum juzepczukii* ($2n=3x=36$) y *Solanum curtilobum* ($2n=5x=60$). Las variedades denominadas K'auna Luk'i, Luk'i, Sisu, Laram Luk'i y Ch'uqila son de forma obovoide, oblongo y ojos superficiales, mientras las variedades Khuchhijiphilla o Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uywiri Q'aysa), Wila Q'aysa, Sisu 2, Laram Sisu son alargados y curvados, aplanados, alargados poco curvados, clavado y alargado con extremo basal delgado, ojos ligeramente profundos cuyo color de la piel es blanco, morado y rosado con el color de la pulpa blanco a blanco cremoso. Las variedades denominadas Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i y Qita son de forma comprimido, esférico y oblongo presentan ojos ligeramente profundos, la variedad Umaluro tiene la piel y la pulpa de color morado y las tres anteriores de color blanco. En conclusión, la Marka Aransaya conserva la diversidad de papas amargas con denominaciones propias que reflejan la forma, color y características de uso, las mismas que pertenecen a las especies de *Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*.

Palabras clave: papa amarga, *Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*.

ABSTRACT

The research work aims to describe the morphology of bitter potato tubers according to the knowledge dialogue. The samples were collected in the municipality of San Andrés de Machaca and the qualitative variables were evaluated: tuber shape, depth and number of eyes, primary and secondary color (skin and pulp), distribution of secondary color and bud color based on descriptors of potato and the quantitative variables fresh weight, length, basal diameter, apical diameter. The results allow differentiating bitter potatoes according to local nomination. The varieties K'auna Luk'i, Luk'i, Laram Luk'i, Sisu, Ch'uqila, Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (poor uywiri q'aysa) were identified, Wila Q'aysa, Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i, Sisu 2 and Qita whose denomination and characterization is based on local knowledge. According to their taxonomic classification, bitter potatoes belong to the species *Solanum juzepczukii* ($2n=3x=36$) and *Solanum curtilobum* ($2n=5x=60$). The varieties called K'auna Luk'i, Luk'i, Sisu, Laram Luk'i Ch'uqila are obovoid, oblong and superficial eyes, while the varieties Khuchhijiphilla or Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (poor uywiri Q'aysa), Wila Q'aysa, Sisu 2, Laram Sisu are elongated and curved, flattened, elongated slightly curved, nailed and elongated with a thin basal end, slightly deep eyes whose skin color It is white, purple and pink with the color of white pulp to creamy white. The varieties called Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i and Qita are compressed, spherical and oblong, with slightly deep eyes, the Umaluro variety has a purple skin and pulp and the previous three are white. In conclusion, Marka Aransaya conserves the diversity of bitter potatoes with their own denominations that reflect the shape, color and characteristics of use, which belong to the species of *Solanum juzepczukii* and *Solanum curtilobum*.

Keywords: bitter potato, *Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. dynalcon88@gmail.com

² Investigador Principal del Centro de Investigación Kiphakiphani, Fundación PROINPA; Docente Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. bonifloresflores@gmail.com

³ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. cristal_taboada@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Entre las papas nativas de las partes altas de Bolivia, se distinguen especies y numerosas variedades, pero la diferencia respecto al uso permite reconocer dos grupos que son la papa amarga y la papa dulce. La diversidad de papas nativas fue aprovechada como base de la alimentación desde la vigencia de las culturas ancestrales hasta la actualidad. Actualmente debido a las condiciones ambientales, tecnológicas, sociales y económicas, está disminuyendo la producción y el consumo de la papa amarga, registrándose pérdidas de la diversidad genética y pérdida de conocimientos sobre las especies y variedades de papa amarga.

Los tubérculos de la papa amarga en general son conocidas como papa Luk'i a la vez son nominadas según la forma y el color de piel, sin embargo, el saber local relacionado a las papas amargas no han sido documentadas adecuadamente. En el Altiplano, se sabe que algunas zonas se caracterizan por la producción de papa dulce o papa amarga. El municipio de San Andrés de Machaca junto a otros, es productora de papa amarga con fines de seguridad alimentaria.

La información técnica a cerca de la diversidad morfológica de tubérculos de las variedades de papa amarga es escasa y el consumo de esas variedades es bajo en la alimentación diaria, puesto que la papa amarga no se encuentra en los mercados de las principales ciudades al ser variedades muy poco difundidas. El sabor amargo del tubérculo y el mayor tiempo de cocción aparentemente influye en la no preferencia de los consumidores. Las variedades de papa amarga son conservadas por los agricultores en pequeñas parcelas destinadas al auto consumo.

La domesticación de la papa empezó hace miles de años, en los valles interandinos y las laderas occidentales de los Andes del Perú, de estas zonas la papa ha emigrado al resto del altiplano y durante el Imperio Incaico se distribuyó por todo el Tahuantinsuyo incluso llegando al sur de Chile y al suroeste de Colombia (Chávez, 2006).

Según Estrada (1992) y Gabriel et al. (2011), la papa amarga *Solanum juzepczukii* ($2n=3x=36$), es el resultado de la primera generación del cruce de *Solanum acaule* ($2n=48$) con *Solanum stenotomum* ($2n=24$), dando como resultado un triploide estéril con

alta tolerancia a heladas (-5°C) y con rendimientos generalmente medianos. Mientras que la especie *Solanum curtilobum* ($2n=5x=60$), es el resultado del cruzamiento de la especie híbrida *Solanum juzepczukii* ($2n=36$) con *Solanum tuberosum spp. andigena* ($2n=48$). Al tener una segunda generación de cruzamiento, la tolerancia a heladas es menor (-3°C), mientras sus rendimientos son mayores que el de *Solanum juzepczukii*. Estrada (1992), indica que existen unos 20 clones de *Solanum juzepczukii* y de dos a tres clones de la especies de *Solanum curtilobum*, ambas especies son consideradas como papas amargas por el mayor contenido de glicoalcaloides, no apta para su consumo directo, por eso los tubérculos son para la obtención del chuño o tunta puesto que mediante este proceso se remueven los glicoalcaloides perdiendo el amargor.

Según los agricultores, las papas amargas son resistentes a las enfermedades, plagas y son muy fuertes para resistir las heladas y periodos de deficiencia hídrica (sequías), por lo que estas variedades de papa tienen producción estable aunque son de ciclo productivo bastante largo (5 a 8 meses) y producen menos que las variedades dulces (Tapia y Saravia, 1997 y Cadima et al., 2003). Según Oviedo (1995) en el campo de cultivo es difícil distinguir *Solanum curtilobum* de *Solanum Juzepczukii* ya que ambos poseen hábito semi arrosetado a arrosetado, hojas y altura de follajes similares, siendo la floración y fructificación criterios para diferenciar a *Solanum curtilobum*.

De acuerdo a la opinión campesina, la papa amarga florece tres veces, una para formar raíces y hojas, otra para formar estolones y la última para producir tubérculos, aunque la diferencia en las tres fases de floración no es muy marcada (Tapia y Saravia, 1997). Según Bonifacio (1992) el contenido de glicoalcaloides es variable desde muy amargos en tubérculos de *Solanum juzepczukii* y poco amargos o casi dulces los tubérculos de *Solanum curtilobum*.

Las papas amargas se cultivan a una altitud de 3000 a 4300 m s.n.m. en las zonas agroecológicas que presentan temperaturas promedio de 6 y 14°C , con precipitaciones anuales entre 400 y 1400 mm (Canqui y Morales, 2009). Tapia y Saravia (1997), presentaron una relación de 18 variedades y eco tipos de papa amarga en la provincia Ayopaya de Cochabamba (3900 a 4200 m s.n.m.), destacando la tolerancia a heladas y sequías moderadas.

Según Ochoa (2001) la especie *Solanum juzepczukii* son plantas pequeñas de 30 a 40 cm de alto a la floración, son arrosetadas, los tubérculos son oblongos a largos compresos o largos subcilíndricos de extremo obtuso o largos compresos subespatulados de periderma blanca o pigmentadas de morado oscuro o rosado a rojizo, ojos superficiales o semiprofundos de carne muy blanca, dentro de esta especie se identifican las variedades Ckaisalla (Janko Ckaisalla, Wila Ckaisalla), Luki (Luki Pinkula, Porco, Rosea, Laram Luki, Luki Pechuma), Sisu (Jako Sisu y Laram Sisu).

Según Gabriel et al. (2011) *Solanum juzepczukii* es una especie triploide y se han identificado dentro de este grupo a las siguientes variedades Laram Kaisalla, Janko Kaisalla, Luk'is, Azul Luk'i, Wila Pinku, Pala Luk'i, Sisu, Wila Luk'i, que son variedades amargas con alto contenido de glicoalcaloides, resistente a la helada, así mismo existen morfotipos resistentes a la verruga, al tizón temprano y al PVX. Muñoz y Estaña (2012) describieron las variedades de papa amarga Torillo Vajra, Lok'a, Teniente, Yana Kaysilla, Leke Chaki, Jaspe Kaysilla, Janq'u Ocucuri, Pinku y Muruku Luk'i.

Las variedades de la papa amarga *Solanum curtilobum* son cultivadas desde el norte de Perú hasta centro y sur de Bolivia en las altitudes de 3400 a 4100 m (Ochoa, 2001). Bonifacio et al. (2013) reportaron sobre la obtención de variación genética en progenies mediante semilla sexual de la variedad Chuqipito (*Solanum curtilobum*) sugiriendo que constituye una alternativa para el mejoramiento genético.

La presente investigación se realizó para describir la morfología de los tubérculos según el saber local practicado por los productores de las comunidades representativas de la Marka Aransaya del municipio de San Andrés de Machaca y complementados con el saber científico. Los objetivos del trabajo fueron clasificar por variedades y describir los tubérculos de papa amarga en comunidades productoras de papa de la Marka Aransaya adoptando el diálogo de saberes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El municipio de San Andrés de Machaca se sitúa entre los 16° 58' de latitud Sur y 68° 58' de longitud Oeste, a una altura promedio de 3800 m s.n.m. y está ubicado

en el Sur Oeste del departamento de La Paz, provincia Ingavi (PDM 2012- 2016).

Metodología

De acuerdo a los datos proporcionados por el SENHAMI de la Estación Meteorológica de Santiago de Machaca del periodo 2005-2010, se tiene la temperatura promedio anual máximos de 18.09°C y temperatura mínima promedio anual de -6.19°C. Los meses con mayor precipitación son diciembre con 86.5 mm, enero con 61.5 mm y febrero con 156.1 mm (PDM, 2012- 2016).

El material genético fue compuesto por tubérculos de papa amarga (Luk'i) *Solanum Juzepczukii* y *Solanum curtilobum* recolectados en las comunidades del Ayllu Collana, Ayllu Levita y Ayllu Choque de la Marka Aransaya del municipio de San Andrés de Machaca.

Al momento de recolectar las muestras de tubérculos de papa amarga, también se ha recabado los conocimientos locales relacionados a la papa amarga mediante entrevistas a informantes clave como también mediante intercambios de ideas en reuniones con las familias productoras de papa amarga.

El método de investigación empleado fue el exploratorio, descriptivo y explicativo recopilando el saber local y relacionando con el conocimiento científico mediante el empleo de descriptores universalmente aceptados para la morfología del tubérculo de papa.

Descripción morfológica

Los tubérculos de papa se lavaron en agua, se secaron en sombra luego se describió la morfología según el diálogo de saberes que fue posible mediante la recopilación de nombres nativos y sus características morfológicas asignadas y empleadas por los productores. Mientras que para la descripción morfológica según el conocimiento científico, se ha empleado el descriptor desarrollado para la papa considerando ocho descriptores morfológicos (Huamán, 2008).

Para determinar el color de piel y de la pulpa del tubérculo se ha adoptado la tabla de colores del Royal Horticultural Society (1986) sugerida por Huamán (1986 y 2008). Para medir el largo y ancho del tubérculo se seleccionaron cinco tubérculos de muestra de cada variedad en las que se registró el largo y ancho de

tubérculos empleando un calibrador digital de marca Kamasa (KM-447).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación de variedades según el saber local complementado con el saber científico

Para la población de las comunidades de Marka Aransaya, las papas amargas tienen especial importancia por ser un medio de producción, soportan el clima frío, alta radiación solar y periodos cortos de sequía.

En el saber local, las papas amargas son denominadas según la forma y el color que presentan. Estos criterios van asociados a nombres de variedades nativas de papa amarga.

Se ha recopilado los siguientes nombres nativos para las variedades: K'auna Luk'i, Luk'i, Khuchhi jiphilla o Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uyvir qaysa), Wila Q'aysa, Sisu 2 (sisu largo y delgado), Sisu, Laram Sisu, Laram Luk'i y Chuqila, Chuqipitu, Umaluru, Qita y Muruq Luk'i.

Tabla 1. Descripción morfológica de las variedades nativas de papa amarga según el saber local.

Nombre común	Forma y color del tubérculo
K'auna Luk'i (forma de huevo)	Tiene la forma de un huevo y es de color blanco.
Saytu Luk'i (alargado)	Son alargados de color blanco, así mismo Laram Luk'i está dentro de este grupo pero esta es de color azul.
Khuchhijiphilla o pinku (similar a tripa de cerdo)	Son alargados con muchos ojos son de color blanco como también existen de color rojo denominados Nazario, Liqi Chara o Wila Pinku.
Turillwajra (cuerno de novillo)	Es parecido a los cuernos de un torillo, son de color entero blanco, rojo y morado.
Q'aysa (apreciado)	Son aplanados, curvados, según el color de la piel se las denomina Alqa Q'aya, Laram Q'aya, Wila Q'aya y Janq'u Q'aya.
Mulunkhu	Son redondeados de color morado claro en algunos casos jaspeados con blanco.
Sisu (lenticelas con apariencia de sarna)	Son alargados delgados y aplanados y son de color blanco y morado.
Muruq Luk'i (amargo y redondo)	Son redondos de color blanco.
Ch'uqipitu	Son redondos poco aplanados de color blanco con presencia de color morado en el extremo basal y en algunos casos en los ojos.
Qita	Son redondos de color blanco con ojos grandes.
Umaluru (aguanoso colorado)	Son redondos de color morado de la misma forma la pulpa.
Chuqila	Son redondeados con varios ojos son de color morado jaspeados con blanco.

Fuente: Alcon, 2016.

Según los agricultores, las papas amargas producen donde hay mayor presencia de pastos nativos, se desarrollan en suelos de textura franco, franco limoso, arcilloso, arenoso y arenoso-arcilloso. Canqui y Morales (2009) mencionan que las papas amargas prefieren suelos profundos y fértiles, con buen contenido de materia orgánica.

Los productores indican que la papa amarga florece tres veces. A partir de la segunda floración ya se pueden observar tubérculos. Tapia y Saravia (1997) sostienen que la diferencia en las tres fases de floración no está claramente marcada.

Para los agricultores las papas amargas son importantes por ser alimento nutritivo y medicinal, los productores seleccionan variedades con buenas características y saben que a mayor diversidad de variedades y diferentes tipos de suelo tienen la mayor posibilidad de enfrentar con éxito los riesgos climáticos.

A continuación se presenta la clasificación según nombres nativos y se describe las características morfológicas.

Sisu (*Solanum juzepczukii*): Los tubérculos tienen mayor presencia de lenticelas en comparación a las demás variedades, existen en dos colores, el morado y blanco cremoso, son parecidos a la variedad Yari. Esta variedad se la consume en wathia (cocidas en horno) y qhati (papa hervida con cáscara). Según los agricultores, existen dos tipos de la variedad Sisu claramente diferenciadas por la longitud de estolones. Una variedad que presenta estolones cortos y por tanto forman tubérculos agrupados o juntas por lo que la denominan Qutu Sisu y la otra variedad de Sisu que presenta estolones largos que produce tubérculos desparramados denominados Aqa Sisu. Esta variedad requiere mayor distancia entre surcos. Ambas variedades presentan los dos colores de tubérculo (blanco cremoso y morado).



Sisu 2 (Qutu sisu) (sisu agrupado)
Sisu (Aqa sisu o sisu desparramado)

Color de la piel de Laram Sisu (Sisu morado)

Color de la pulpa de la papa Sisu

Figura 1. Clasificación según nombres nativos y descripción de la variedad Sisu.

Q'aysa (*Solanum juzepczukii*): Son de ciclo tardío y presentan tubérculos que se agrupan en cuatro colores que son el morado (Laram Q'aysa o Pobre Uywir Q'aysa), morado con ojos blancos (Alqa Q'aysa), el rojo (Wila Q'aysa) y blanco (Janq'u Q'aysa). En la actualidad se ha evidenciado el riesgo de desaparición de la Wila Q'aysa y Janq'o Q'aysa. Las papas Q'aysas se las consume en estado fresco también se puede

elaborar tunta mayormente se la consume al igual que el Sisu en forma de qhati y watia.

Las características de la forma y el color del tubérculo son similares a los que indica Ochoa (2001) y Muñoz y Estaña (2012). Según los productores las variedades Q'aysa y Sisu no son recomendables para chuño porque se obtiene un producto de baja calidad.

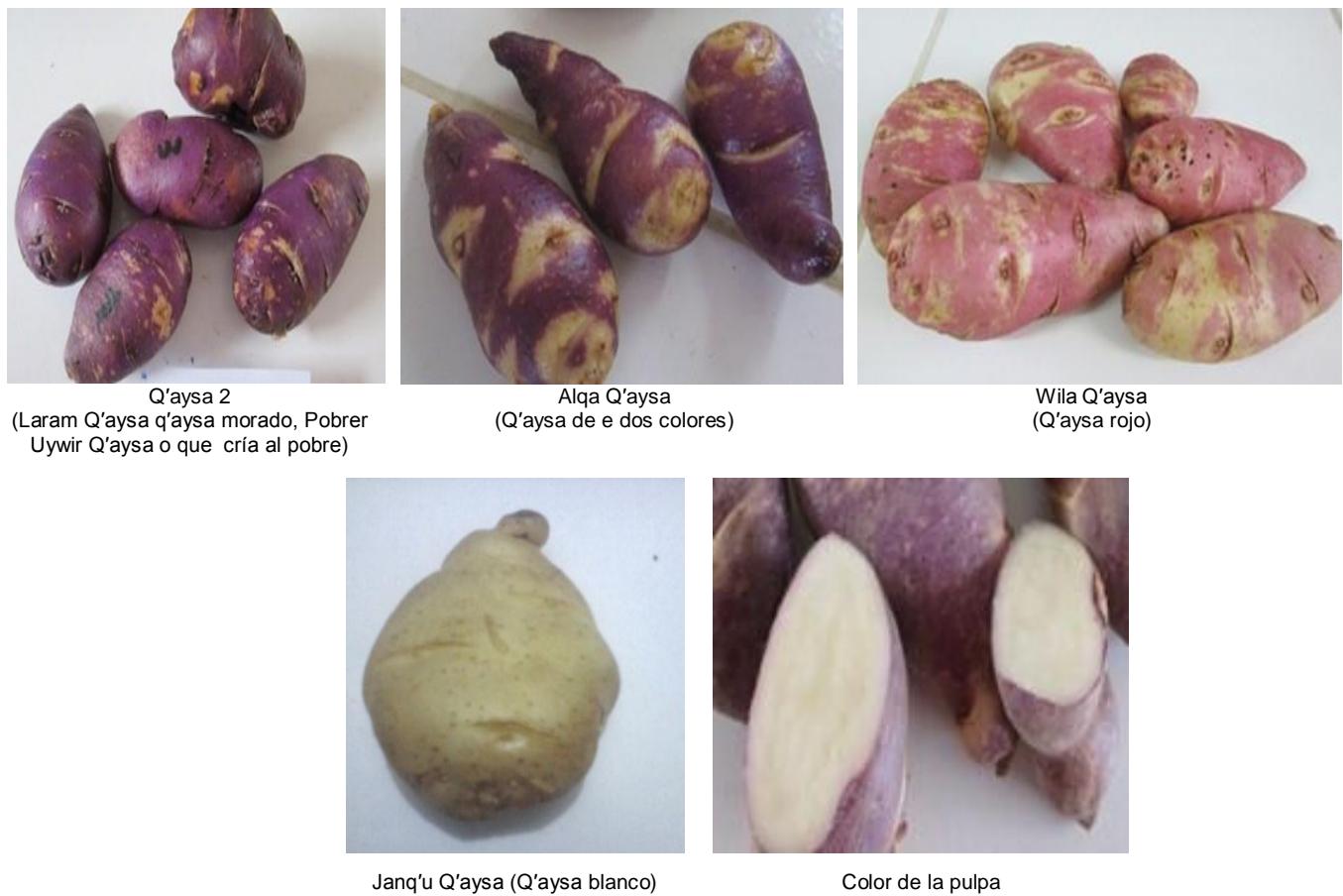


Figura 2. Clasificación según nombres nativos y descripción de la variedad Q'aysa.

Pinku (*Solanum juzepczukii*): Los Pinkus o Khuchhijiphilla (tripa de cerdo) son alargados y tienen muchos ojos distribuidos por todo el tubérculo son muy parecidos a Turillwajra, aunque Turillwajra es alargado y curvado con ojos superficiales.

Según los productores Pinku y Turillwaxra presentan tubérculos de color rojo y blanco. Estas variedades se consumen en sopas y papas mondadas, también se elaboran chuño y tunta.



Figura 3. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Pinku.

Las características que presentan son similares a la descripción presentada por Muñoz y Estaña (2012), pero es necesario resaltar que la forma del tubérculo es diferente.

K'auna Luk'i (*Solanum juzepczukii*): Tiene la forma de huevo presenta ojos superficiales, es la variedad más apreciada y más cultivada por los agricultores, apropiado para diferentes formas de consumo como chuño, tunta, en sopa, watia, qhati y mondada.



K'auna Luk'i (Luk'i en forma de huevo)



Color de la pulpa

Figura 4. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad K'auna Luk'i.

Luk'i y Laram Luk'i (*Solanum juzepczukii*): El tubérculo es oblongo alargado con ojos superficiales. El color de la pulpa es blanco, los tubérculos de

Laram Luk'i son conservadas por pocas familias estas variedades se las puede consumir en sopas, mondada, en chuño y tunta.



Saytu Luk'i (Luk'i alargado)



Laram Luk'i (Luk'i morado)



Color de la pulpa

Figura 5. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Laram Luk'i y Luk'i.

Mulunkhu (*Solanum juzepczukii*): Los tubérculos tienen ojos superficiales a ligeramente profundos, el color de la pulpa es blanco. Esta variedad es

variedad es consumida en distintas formas tales como en sopa, mondada, qhati, chuño y tunta.



Mulunkhu



Color de la pulpa

Figura 6. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Mulunkhu.

Chu'qila (*Solanum juzepczukii*): Los tubérculos son de color morado con blanco jaspeados a lo horizontal el color de la pulpa es blanco. Esta variedad es



Chu'qila

conservada por muy pocas familias, se consume en sopa, mondada, chuño y tunta.



Color de la pulpa

Figura 7. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Chu'qila.

Muruq Luk'i (*Solanum curtilobum*): Los tubérculos son redondos ojos ligeramente profundos el color de la pulpa es blanco. Esta variedad se puede consumir consumir en distintas formas como en sopa, mondada,

watia, chuño y tunta. Las características descritas para Muruq Luk'i son similares a la descripción de Muñoz y Estaña (2012).



Muruq Luk'i (Luk'i redondo)



Color de la pulpa

Figura 8. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Muruq Luk'i.

Ch'uqipitu (*Solanum curtilobum*): Los tubérculos son comprimidos poco aplanados ojos ligeramente profundos color de la piel y pulpa es blanca, es

conservada en pocas cantidades por algunos agricultores y son mayormente destinadas a la elaboración de chuño.



Ch'uqipitu



Color de la pulpa

Figura 9. Clasificación según nombres nativos y vista de la variedad Ch'uqipitu.

Umaluru (*Solanum curtilobum*): Esta variedad es de ciclo tardío. Los tubérculos son comprimidos, ojos ligeramente profundos, el color de piel y pulpa es morada. Esta variedad es conservada en pocas

pocas cantidades por algunos agricultores y son mayormente destinadas a la elaboración de chuño. Las características descritas son casi similares a la descripción de Muñoz y Estaña (2012).



Umaluru (Aguanoso colorado)



Color de la pulpa

Figura 10. Clasificación según nombres nativos y descripción de la variedad Umaluru.

Qita o Qitu (*Solanum curtilobum*): El tubérculo es de color blanco cremoso y el color de la pulpa es blanco, presenta ojos grandes y son conservados por pocos

conservados por copos agricultores en pocas cantidades. Los tubérculos son consumidos en sopa, mondada, chuño y tunta.



Qita



Color de la pulpa

Figura 11. Clasificación según nombres nativos y descripción de la variedad Qita.

Descripción morfológica del tubérculo según el saber científico

Dentro de las variedades nativas de papa amarga, existe una diversidad morfológica representada en las características de forma del tubérculo y el color de la

piel. Los tubérculos de papa colectados de las comunidades mostraron diferentes formas de tubérculo con ciertas variaciones, así mismo los tubérculos mostraron variabilidad de colores, mientras que algunas de un solo color y otras combinadas.

Tabla 2. Forma del tubérculo y descripción de ojos de la especie *Solanum juzepczukii*.

Variedad	Forma del tubérculo	Descripción de ojos	
		Distribución y profundidad	Número de ojos en promedio
K'auna Luk'i	Obovoide	Ojos superficiales y distribuidos en todo el tubérculo	Intermedio
Luk'i	Oblongo-alargado	Ojos superficiales, en todo el tubérculo.	Intermedio
Khuchhijiphilla o	Alargados poco curvados	Ojos ligeramente profundos en algunos casos profundo, en todo el tubérculo.	Muchos
Pinku			
Wila Pinku	Alargados poco curvados	Ojos ligeramente profundos, en todo el tubérculo.	Muchos
Turillwajra	Alargado y curvado	Ojos ligeramente profundo, en todo el tubérculo.	Muchos
Mulunkhu	Oblongo	Ojos ligeramente profundo, en todo el tubérculo.	Muchos
Q'aysa	Clavado aplanado, en algunos casos curvados.	Ojos ligeramente profundos, mayor concentración el extremo apical.	Muchos
Q'aysa 2	Aplanado	Ojos ligeramente profundos, mayor concentración el extremo apical.	Muchos
Wila Q'aysa	Clavado y aplanado	Ojos ligeramente profundos en algunos casos protuberantes, con mayor concentración el extremo apical.	Muchos
Sisu 2	alargado, extremo basal delgado	Ojos superficiales a ligeramente profundos y en todo el tubérculo.	Muchos
Sisu	Reniforme y clavado	Ojos superficiales y en todo el tubérculo.	Intermedio
Laram Sisu	Clavado y alargado, extremo basal delgado	Ojos ligeramente profundo, en todo el tubérculo.	Muchos
Laram Luk'i	Largo-oblongo	Ojos superficiales, en todo el tubérculo.	Muchos
Chuqila	Esférico aplanado	Ojos superficiales, en todo el tubérculo.	Intermedio

Fuente: Alcon, 2016.

Las variedades del grupo Luk'i tienen nombres nativos que las diferencian por la forma y color el tubérculo, siendo en su generalidad de forma alargado o clavado con distribución de ojos en todo el tubérculo o con mayor concentración en el extremo distal, mientras que el número de ojos se encuentra en el rango de intermedio a muchos.

Tapia y Saravia (1997) indican que los tubérculos de la especie de *Solanum juzepczukii* presentan forma redonda, ligeramente achatada, con ojos espaciados y superficiales poco profundos y alargadas, oblongas, elíptica o fusiforme, con pocos ojos y superficiales.

Tabla 3. Color del tubérculo de la especie *Solanum juzepczukii*.

Variedad	Color de piel			Color de pulpa		
	Color primario	Color secundario	Distribución del color secundario	Color primario	Color secundario	Distribución del color secundario
K'auna Luk'i	161 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Luk'i	161 B-1B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Pinku	161 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Wila Pinku	45 C	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Turillwajra	161 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Mulunkhu	75 B	159 D	Pocas manchas	1 B	Ausente	Ausente
Q'aysa	77 A	161 B	Solamente en los ojos	159 D	Ausente	Ausente
Q'aysa 2	N78A	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Wila q'aysa	45 C	159 C	En manchas salpicadas	159 D	Ausente	Ausente
Sisu 2	21 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Sisu	161 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Laram Sisu	61 A	Ausente	Ausente	1 B	Ausente	Ausente
Laram Luk'i	72 A	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Chuqila	77 A	Blanco- crema	Jaspeada a lo vertical	159 D	Ausente	Ausente

Fuente: Alcon, 2016.

Dentro de la especie *Solanum juzepczukii* las variedades nativas denominadas K'auna Luk'i, Luk'i, Sisu, Laram Luk'i y Chuqila presentan ojos superficiales e intermedio (8 a 10), esta característica hace que tenga la facilidad en el pelado, mientras que las variedades nativas denominados Khuchhijiphilla o Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uywiri Q'aysa), Wila Q'aysa, Sisu 2, Laram Sisu presentan ojos ligeramente profundos y el número de ojos son muchos (>10). En cuanto a la forma del tubérculo existen variedades de forma obovoide, oblongo, alargados y curvados, aplanados, alargados poco curvados, clavado y alargado extremo basal delgado.

Las variedades de la especie *Solanum juzepczukii* (Tabla 3) varían en cuanto al color de la piel de los tubérculos, siendo de color blanco la K'auna Luk'i, Luk'i, Pinco, Turillwajra, de color blanco cremoso el Sisu y Sisu 2, de color morado claro el Mulunkhu y Laram Sisu, de color morado azulado Laram Luk'i, Q'aysa, Q'aysa 2, Chuqila y rosado pálido a rojizo la Wila Q'aysa y Wila Pinku. Algunas variedades de color entero y otras combinadas, el color de la pulpa generalmente es blanco cremoso.

La papa Luk'i *Solanum juzepczukii* se cultiva principalmente en la puna desde el norte de Perú hasta el norte de Argentina, pero su mayor concentración está en el altiplano peruano-boliviano y en toda la cuenca del lago Titicaca; los límites altitudinales de esta especie esta entre 3400 a 4100 m (Ochoa, 2001). Según Tapia y Saravia (1997) los tubérculo de la especie de *Solanum juzepczukii* presentan dos formas más frecuentes, la primera agrupa a tubérculos que presentan la forma redonda, ligeramente achatada, con ojos esparcidos y superficiales poco profundos (Bola Lucky, Moroko, Ketu, y Wila Lucky) y en la otra forma más común están las alargadas, oblongas, elíptica o fusiforme, con pocos ojos y superficiales (Choko Peraza, Kaysalla, Torillo Wajra y Chojlla Lucky). El color de la cáscara varía desde el blanco cremoso hasta el morado o morado oscuro, en algunos casos presentan manchas o jaspes blanquecino o rosado y el color de la pulpa generalmente es blanco o blanco cremoso, en algunos casos con anillos vasculares amarillos o morados.

Ochoa (2001) menciona las variedades Huevo, Juchi Jipilla, Kaisa, Kama Luk'i, Kauna Luk'i, Kjeta, Moroko Luk'i, Q'aysa Blanco, Torillo Huayra de la especie *Solanum juzepczukii* fueron recolectadas de la

localidad de San Andrés de Machaca a una altitud de 3980 m s.n.m.

Tabla 4. Forma del tubérculo y descripción de ojos de la especie *Solanum curtilobum*.

Variedad	Forma del tubérculo	Descripción de los ojos	
		Profundidad y distribución de ojos	Número de ojos
Ch'uqipitu	Comprimido	Ligeramente profundo, con mayor concentración en el extremo apical.	Intermedio
Umaluro	Esférico	Ligeramente profundo, con mayor concentración en el extremo apical.	Intermedio
Qita	Comprimido	Ligeramente profundo y grandes, con mayor concentración en el extremo apical.	Intermedio
Muruq Luk'i	Oblongo	Ligeramente profundo y distribuidos en todo el tubérculo.	Muchos

Fuente: Alcon, 2016.

Las variedades nativas de la especie *Solanum curtilobum* denominados Ch'uqipitu, Umaluro, Muruq Luk'i y Qita presentan ojos ligeramente profundos y el número de ojos es intermedio (8 a 10) la forma del tubérculo generalmente es comprimido, esférico y oblongo.

Estos resultados coinciden con las características que indica Bonifacio (1992), Ochoa (2001), Tapia y Fríes (2007). Los tubérculos de *Solanum curtilobum* generalmente es oblongo o aplanada.

Las variedades nativas de la especie *Solanum curtilobum* (Tabla 5) presentan tubérculos de color blanco en Ch'uqipitu, Qita, Muruq Luk'i y de color morado oscuro la variedad Umaluru y el color de la pulpa es blanco cremoso de las primeras tres variedades y morado con presencia de color secundario blanco cremoso de la variedad Umaluru.

Tabla 5. Color del tubérculo de la especie *Solanum curtilobum*.

Variedad	Color de piel			Color de pulpa		
	Color primario	Color secundario	Distribución del color secundario	Color primario	Color secundario	Distribución del color secundario
Ch'uqipitu	1 B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Umaluro	77 A	Ausente	Ausente	77A	159 D	Dispersado
Qita	1B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Muruq	1B	Ausente	Ausente	159 D	Ausente	Ausente
Luk'i						

Fuente: Alcon, 2016.

En la Figura 12 se pueden observar la forma de los tubérculos de papa amarga, el color de la piel y la distribución de ojos.



Figura 12. Diversidad morfológica de tubérculos de papa amarga.

Según los productores en la actualidad están desapareciendo muchas variedades a causa de muchos factores como la calidad de uso de las variedades, pérdidas de cultivos a causa de heladas fuertes, sequías y granizadas. Las variedades Umaluru, Turillwajra, Chuqila, Qita, Wila y Jan'q u Q'aysa están siendo conservadas por muy pocas familias.

Tamaño del tubérculo

En las Tablas 6 y 7 se detallan los datos en promedio del tamaño del tubérculo, el largo, ancho del ápice y ancho de la base, se evaluó con cinco tubérculos por muestra las variedades K'auna Luk'i, Q'aysa, Mulunkhu, Luk'i, Pinku, Sisu, Q'aysa 2, Muruq Luk'i y Ch'uqipitu con mayor número de muestras mientras las demás variedades con menor número de muestras.

Tabla 6. Largo y ancho del tubérculos de la especie *Solanum juzepczukii*.

Variedad	Largo (mm)	Desviación estándar	Ancho apical (mm)	Desviación estándar	Ancho basal (mm)	Desviación estándar
K'auna	66.17	11.47	40.04	5.53	22.74	3.28
Luk'i						
Wila	70.98	14.70	40.12	8.01	17.22	3.40
Q'aysa						
Turillwajra	82.64	3.79	28.32	2.67	22.06	2.22
a						
Mulunkhu	56.83	10.76	37.65	2.96	28.52	3.76
Luk'i	64.57	6.69	37.12	3.00	27.18	2.01
Laram	72.05	8.05	33.46	6.53	32.83	7.13
Luk'i						
Pinku	81.83	16.87	26.02	4.08	23.41	6.61
Sisu	69.17	11.80	29.19	4.30	15.36	4.09
Q'aysa	78.50	14.07	37.18	5.81	17.84	4.42
Q'aysa 2	66.36	10.98	35.13	4.11	15.05	4.36
Sisu 2	89.00	18.41	21.39	2.61	13.91	2.33
Wila	69.07	9.57	23.45	6.39	17.19	3.17
Pinku						
Laram	75.38	12.36	31.34	3.99	13.45	4.98
Sisu						

Fuente: Alcon, 2016.

La variedad Sisu 2 es el más largo y de menor espesor seguido por Turillwajra y Pinku y las variedades Luk'i, K'auna Luk'i y Sisu son de mayor espesor que largos.

Tabla 7. Largo y ancho del tubérculos de la especie *Solanum curtilobum*.

Variedad	Largo (mm)	Desviación estándar	Ancho (mm)	Desviación estándar
Umaluru	41.87	6.38	42.33	3.96
Ch'uqipitu	36.47	12.07	33.16	11.91
Qita	43.03	6.17	47.17	8.07
Muruq Luk'i	52.61	4.15	41.38	4.24

Fuente: Alcon, 2016.

Las variedades de la especie *Solanum curtilobum* son de forma redonda, Umaluru y Qita presentan tubérculos más anchos que largos mientras que Ch'uqipitu y Muruq Luk'i presentaron tubérculos alargados en relación al ancho del mismo. Estas características cuantitativas es solo una referencia que pueden variar dependiendo de la localización, la fertilidad del suelo y del clima (helada y granizo).

Tapia y Saravia (1997) indican que las papas amargas de la especie *S. curtilobum* son denominadas también como choquepitos, agroshiris u ocucuris, presentan un hábito de crecimiento semierecto con hojas gruesas, semierectas, pedúnculos florales largos con articulaciones claras; corola rotácea, las flores son grandes de color morado o violáceo que dan frutos de

forma cónica. Tienen buena capacidad al rebrote después de las heladas, el ciclo de cultivo es considerado como tardío de 170 a 190 días. Los tubérculos de *Solanum curtilobum* son generalmente oblongo o aplanada, el color de la cáscara es crema o morado oscuro, dentro de esta especie están Uma Luru y Mokotoro (Tapia y Saravia, 1997).

La especie *Solanum curtilobum* es pentaploide y en este grupo están Janko Ch'uqipitu y Chiar Ch'uqipitu, también son papas amargas de alto contenido de glicoalcaloides y resistente a heladas, sé trabajó ampliamente con esta especie y aun no se han logrado obtener nuevas variedades (Gabriel et al., 2011).

CONCLUSIONES

En las comunidades de la Marka Aransaya de municipio de San Andrés de Machaca se identificaron las variedades de papa amarga K'auna Luk'i, Luk'i, Laram Luk'i, Sisu, Chuqila, Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uywiri qaysa), Wila Q'aysa, Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i, Sisu 2 (qutu sisu) y Qita cuya denominación y caracterización se basa en el saber local.

Según el saber científico, las papas amargas descritas pertenecen a dos especies que son *Solanum juzepczukii* ($2n=3x=36$) con las variedades K'auna Luk'i, Luk'i, Laram Luk'i, Sisus, Chuqila, Pinkus, Turillwajra, Mulunkhu y *Solanum curtilobum* ($2n=5x=60$) con las variedades Umaluro, Chuqipitu, Muruq Luk'i y Qita.

Las variedades denominadas K'auna Luk'i, Luk'i, Sisu, Laram Luk'i y Chuqila son de formas obovoide, oblongo y ojos superficiales, mientras las variedades Khuchhijiphilla o Pinku, Wila Pinku, Turillwajra, Mulunkhu, Q'aysa, Q'aysa 2 (pobre uywiri Q'aysa), Wila Q'aysa, Sisu 2, Laram Sisu son alargados y curvados, aplanados, alargados poco curvados, clavado y alargado con extremo basal delgado, ojos ligeramente profundos cuyo color de la piel es blanco, morado y rosado con el color de la pulpa blanco a blanco cremoso.

Las variedades denominados Umaluro, Ch'uqipitu, Muruq Luk'i y Qita son de forma comprimido, esférico y oblongo presentan ojos ligeramente profundos, la variedad Umaluro tiene la piel y la pulpa de color morado y las tres anteriores de color blanco.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcon, D. 2016. Caracterización morfológica del tubérculo y criterios de calidad culinaria en variedades de papa amarga (*Solanum juzepczukii* y *solanum curtilobum*) en el municipio de San Andrés de Machaca. Tesis de grado. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 128 p.
- Bonifacio, A; Ramos P; Alcon M; Gabriel J. 2013. *Solanum x curtilobum* Juz. et Buk.: papa amarga cultivada con potencial para el mejoramiento genético. Bolivia. 17 (2): 117-129.
- Bonifacio, A. 1992. Germoplasma de papa amarga y caracterización preliminar en el altiplano boliviano. In: Mesa redonda Perú-Bolivia (1ra). La Paz, Bolivia. Eds. Rea, J y Vacher, J J. p: 27-31.
- Canqui, F.; Morales, E. 2009. Conocimiento local en el cultivo de Papa. Eds. A. Alemán, S. Cabrera. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. S.e. 266 p.
- Cadima, X.; Almanza, J; García, W; Terrazas, F; González, R; Gendarillas, A. 2003. Etnobotánica de tubérculos andinos en candelaria. In Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tubérculos andinos: Síntesis de investigaciones y experiencias en Bolivia. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinas: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Cochabamba, Bolivia. Eds. García, W; Cadima X. PROINPA, Alcaldía de Colomi, CIP, COSUDE. Cochabamba. p. 50-56.
- Chávez, R. 2006. Sobre el origen, evolución y diversidad genética de la papa cultivada y la silvestre. Ciencia y Desarrollo 10:111-120.
- Estrada, N. 1992. Importancia genética de las papas amargas. In Mesa redonda (1ra, 1991, La Paz, BO), 1992, I mesa redonda Perú-Bolivia. Eds. Rea,J. y Vacher,J J. La Paz, Bolivia. p. 11-14.
- Grabriel, J; Pereira, R.; Gendarillas, A. 2011. Catálogo de nuevas variedades de papa en Bolivia. Eds. J Gabriel, R Pereira, A Gendarillas. Cochabamba, Bolivia. PROINPA. 56 p.
- Huaman Z. 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. 2da Ed. Lima, Perú. Centro internacional de la papa. (boletín de información técnica N° 6). 22 p.

Huamán, Z. 2008. Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Ed. CCBAT (Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife). 40 p.

Muñoz, C.; Estaña, W. 2012. Diversidad y variabilidad genética de papa nativa en Puno. Ed. Dirección Regional Agraria Puno. Puno, Perú. DISKCOPY S.A.C. 89 p.

Ochoa, M. C. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Ed. CID, IFEA, COSUDE, CIP. Bolivia. 535 p.

Oviedo, F. JE. 1995. Caracterización y determinación de asociaciones fenotípicas para 45 variedades de papa *solanum* spp. En condiciones del altiplano norte de La Paz. Tesis de grado. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.133 p.

PDM (Plan de Desarrollo Municipal 2012-2016). 2012. Plan de Desarrollo Municipal de San Andrés de Machaca.

Tapia, ME y Fríes, AM. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. Lima, Perú. FAO y ANPE. Ed. Cadmo Rosell. 209 p.

Tapia, N.; Saravia, G. 1997. Biodiversidad en papas amargas. Cochabamba, Bolivia. AGRUCO, (Serie técnica Nro 36).53 p.

Artículo recibido en: 18 de agosto 2019

Aceptado en: 12 de diciembre 2019