

CONTENIDO NUTRICIONAL E IMPORTANCIA ETNOBOTÁNICA DE ÓRGANOS COMESTIBLES DE LA TOTORA *Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey.) SOJÁC

Alfredo Loza Del Carpio¹, María Vallenias Gaona² y Dante Mamani Sairitupac¹.

RESUMEN

La totora en el ámbito peruano del lago Titicaca, aún se aprovecha como alimento para consumo humano, siendo necesario conocer sus cualidades nutricionales y potencialidades, por ello se plantea caracterizar su composición nutricional y el valor etnobotánico. Se realizaron análisis proximales de tallos basales, rizomas y brotes rizomáticos (“chullu”, “siphi” y “saka” respectivamente, por sus nombres locales de las partes consumibles), en seis réplicas cada una y tres para análisis de minerales (Fe, P, K, Ca y I) bajo espectrofotometría UV/VIS y análisis volumétricos; además se entrevistó a 45 personas de comunidades aledañas al Titicaca, para conocer aspectos básicos de su importancia etnobotánica. El chullu y saka presentaron similares niveles de humedad (93,17 % y 92,87 %) y significativamente menor en el siphi (75,89 %); todos presentaron altos contenidos de cenizas (6,04 a 9,85 %), el chullu y saka fueron ricos en fibra (22,59 % y 20,87 %) y el siphi alto en carbohidratos (65,91 %), los tres presentaron moderados niveles de proteínas (6,97 a 10,44 %). El siphi prevaleció en contenidos de calcio y hierro (12,38 y 1,57 mg.(100g)⁻¹, respectivamente); destacando altas concentraciones de yodo en los tres órganos, alcanzando 271,33 mg.(100g)⁻¹ en siphi, superior a cualquier alimento convencional. Prácticamente el 100 % de pobladores manifestaron conocer la totora como alimento para humanos, con el mayor reporte de uso para el chullu (65,08 %) y el menor para el siphi (12,70 %). Por sus cualidades nutricionales y valor etnobotánico, *S. californicus* representa una importante alternativa como recurso alimenticio no convencional.

Palabras clave: alimento humano, análisis proximal, Cyperaceae, minerales, totorales.

ABSTRACT

Nutritional content and ethnobotanical importance of edible organs of californian bulrush *Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey.) Sojác

Cattails in Peruvian sector of Titicaca Lake, is still used as human food, so it is necessary to know its nutritional qualities and potential, therefore, it is proposed to characterize its nutritional composition and ethnobotanical value. Proximal analyses of basal stems, rhizomes and rhizomatic shoots ("chullu", "siphi" and "saka" respectively, by their local names of the edible parts) were carried in six replicates each and three for mineral analysis (Fe, P, K, Ca and I) under UV/VIS spectrophotometry and volumetric analysis; in addition, 45 people from communities surrounding Titicaca were interviewed, to know basic aspects of its ethnobotanical importance. Chullu and saka presented similar humidity levels (93,17 % and 92,87 %) and significantly lower in siphi (75,89 %); all of them had high ash contents (6,04 to 9,85%), chullu and saka were rich in fiber (22,59 % and 20,87 %) and siphi was high in carbohydrates (65,91 %), all three had moderate protein levels (6,97 to 10,44%). Siphi prevailed in calcium and iron contents (12,38 and 1,57 mg.(100 g)⁻¹ respectively), high iodine concentrations were noted in the three organs, reaching 271,33 mg.(100g)⁻¹ in siphi, higher than any conventional food. Almost 100 % of residents stated that they knew cattail as food for humans, with the highest report of use for chullu (65,08 %) and the lowest for siphi (12,70 %). Due to its nutritional qualities and ethnobotanical value, *S. californicus* represents an important alternative as a non-conventional food resource.

Key words: cattails, Cyperaceae, human food, minerals, proximal analysis.

Editor Asociado: Prof. María Elena Sanabria Chópite

INTRODUCCIÓN

Las sociedades rurales quechuas y aymaras aledañas al lago Titicaca, aun aprovechan directamente diversos recursos biológicos según tradiciones y conocimientos ancestrales, siendo la

totora (*S. californicus*) uno de los más valiosos para ellos. La utilizan en la construcción de viviendas, embarcaciones, artesanías, forraje para ganado, medicina y como recurso alimenticio (Heiser, 1979; Hidalgo y García, 2017). Esta ciperácea es la macrófita de más amplia cobertura

Recibido: Julio 14, 2024

Aceptado: Octubre 25, 2024

¹Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales Salud y Biodiversidad – IICASB, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. e-mail: aloza@unap.edu.pe (autor de correspondencia); dantemamani@unap.edu.pe.

² Programa de Ecología, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. e-mail: mvallenias@unap.edu.pe.

en zonas litorales del lago Titicaca, creciendo hasta 4 m de profundidad, en 238 km² de la superficie en la bahía de Puno (Collot et al., 1983); aunque con una aparente disminución, debido al aumento de la población que lo usa con más intensidad, inadecuadas políticas de gestión y la variación de patrones climáticos (Banack et al., 2004).

Sobre la importancia alimenticia de la totora existe poca información, aun cuando pobladores como los Uros y de comunidades circundantes al Titicaca, por años complementan su dieta con el consumo del tallo basal y del rizoma, consumiéndolo crudo o elaborando harinas, manifestándose como un aprovechamiento tradicional vinculado a la presencia histórica de pobladores en el lago Titicaca (Banack et al., 2004; Hidalgo y García, 2017). Heiser (1979) reportó la importancia de esta planta indicando que, aunque crece en es humedales del Perú y Ecuador, sólo en la zona del Titicaca se usa como alimento para humanos. Leveil y Orlove (1991) explicaron que los pobladores locales diferencian las partes comestibles de la totora como “saka”, la parte tierna del rizoma, “siphi” a la sección madura y “chullu” a la parte basal del culmo, siendo estos nombres con los que se les conoce actualmente en quechua y en aymara (Figuras 1 y 2a). Macia y Balslev (2000) destacaron el contenido cualitativo en carbohidratos, minerales y fibra, indicando además que, en ciertas ferias locales, aún son comercializadas, y un único estudio provee datos de su contenido nutricional básico con análisis proximales en Ecuador (Gavilanez y Zurita, 2021); en otras especies de Cyperaceae utilizadas con fines alimenticios como en *Scirpus grossus* y *Cyperus esculentus*, estudios más detallados confirman la riqueza en nutrientes del rizoma y tubérculos acuáticos (fibra, grasa, minerales, vitaminas), factores bioactivos y alto valor nutraceútico (Lerdluksamee et al., 2013; Palanga et al., 2021), pudiendo ser equiparables con los productos alimenticios de la totora.

Se requiere conocer mejor el valor nutricional de la totora, la importancia cultural, etnobotánica, socioeconómica y el potencial como recurso alimenticio subutilizado, considerando incluso que vastas áreas del lago Titicaca, desde hace años, están siendo afectadas por graves problemas ambientales, que podrían deteriorarlas, limitando su adecuado usufructo; por lo que, revelando su alto valor económico y social, se comprendería mejor la

necesidad de protegerla de una explotación excesiva y la degradación ambiental (Leveil y Orlove, 1991). La investigación nutricional de especies subutilizadas es fundamental tanto para motivar su conservación, como para su valorización como fuentes importantes de elementos con alto valor nutrimental y funcional (Palanga et al., 2021), similares o mayores incluso que plantas cultivadas, conllevando a diversificar y enriquecer dietas modernas o agregando otros compuestos beneficiosos (Ferreira y Lorenzi, 2014).

La FAO (2012) señaló que los altos niveles de pobreza y desnutrición en determinados países, justifican ampliamente la necesidad de incluir plantas silvestres nativas como complemento alimentario y la ONU (2021) refirió que los ecosistemas acuáticos continentales son fuente importante de estos alimentos, con cualidades únicas y altamente biodisponibles, con los que se pueden lograr dietas saludables, sostenibles, con bajo impacto ambiental, accesibles, inocuas y culturalmente aceptables, contribuyendo a la prevención de diferentes formas de malnutrición (desnutrición, obesidad, por ejemplo). Con la creciente preocupación en la seguridad alimentaria, las plantas de humedales han ganado gran interés, pero este potencial depende de su calidad nutricional y si además representan especies con adicionales servicios ecosistémicos (Lerdluksamee et al., 2013), lo que les permitiría trascender con la posibilidad de que sean reconocidos como productos turísticos y gastronómicos.

Ante ello, la transmisión y mantenimiento de conocimientos tradicionales, es también primordial y posibilita garantizar la seguridad alimentaria de culturas locales, de sociedades desarrolladas y en vías de desarrollo (Masango y Mbarika, 2022), donde la etnobotánica juega un rol importante, porque propicia el rescate y valoración de la diversidad de plantas subutilizadas en distintas regiones del mundo (Pasquini et al., 2014), sobre todo en la actualidad, cuando hay una pérdida constante de conocimientos tradicionales acerca de su aprovechamiento (Ramirez, 2007). Preservar estos conocimientos resulta imperioso para mejorar la nutrición humana, por el aporte en alternativas alimenticias de gran importancia en países en desarrollo o regiones con altos niveles de pobreza y de malnutrición, garantizando con ello, incluso, recursos alimenticios en tiempos de crisis y escasez. Basado en ese

contexto, el presente estudio tiene como finalidad determinar el contenido nutricional de los tres órganos alimenticios de la totora (chullu, siphi y

saka) y describir la importancia etnobotánica para el poblador circundante al lago Titicaca en el sector peruano.

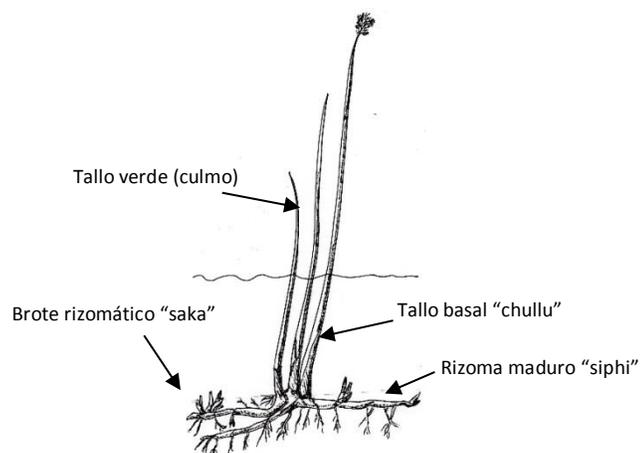


Figura 1. Esquema referencial de la totora (*S. californicus*) y sus tallos comestibles en el ámbito del lago Titicaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los análisis de nutrimentos, se obtuvieron 500 g de muestra de cada tipo de tallo comestible de totora, desde zonas aledañas a la península de Capachica en el lago Titicaca, sector peruano (localidades Llachón, Capicruz, Yapura), durante los meses de noviembre y diciembre del 2023, y se llevaron al Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional del Altiplano para la determinación de humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda y grasas mediante metodologías establecidas por la AOAC (2005). El contenido de humedad fue cuantificado mediante secado en estufa a 110 °C hasta lograr peso constante; la ceniza, mediante incineración en mufla a 550 °C; la grasa cruda extrayendo la materia soluble en hexano en equipo Soxhlet; y el nitrógeno, según el método micro Kjeldahl expresándolo como proteína cruda mediante el factor de conversión 6,25. La fibra cruda se calculó como el residuo orgánico combustible e insoluble después de una digestión ácida y alcalina, y los carbohidratos totales fueron estimados como extracto libre de nitrógeno (ELN) restando a 100 los porcentajes de humedad, ceniza, grasa cruda, proteína cruda y fibra cruda. Todos los valores del contenido proximal fueron expresados en base seca.

En el mismo laboratorio, se determinó potasio, fósforo y hierro mediante espectrofotómetro UV/VIS 2802 Kassel, basado en la relación entre la absorción de la radiación visible o ultravioleta

de una solución y la concentración del analito coloreado, a una longitud de onda de 776.5, 660 y 520 nm, respectivamente, siguiendo las consideraciones de Kastenmayer (1997); el calcio fue determinado mediante EDTA y el yodo por volumetría (WHO, 2007).

Para los análisis proximales, se consideraron seis réplicas por cada tallo de totora (basal, rizoma y brote rizomático) y para los minerales tres réplicas. Con los datos obtenidos se realizaron análisis estadísticos descriptivos e inferenciales, estos últimos mediante un análisis de varianza en diseño completo al azar y la prueba de Tukey para la comparación de medias de cada tipo de alimento, como tratamientos, verificando que se cumplan los supuestos de normalidad de datos y homogeneidad de varianzas, mediante los procedimientos de Shapiro-Wilk y Levene. En todos los casos se consideró un nivel de probabilidad de 5 % y los procedimientos estadísticos se realizaron con el software SPSS v27.

La evaluación etnobotánica se realizó en localidades del sector rural aledañas al lago Titicaca: Yapura (15°42' S, 69°48' W), Capano (15°42' S, 69°48' W), Uros Chulluni (15°49' S, 69°59' W), Ramis (15°16' S, 69°52' W) y Yarecoa (15°17' S, 69°49' W), todas ubicadas alrededor de 3810 msnm (Figura 2b). Se entrevistaron 45 personas, hombres y mujeres mayores de edad, solicitando su consentimiento y elegidas según su disponibilidad de participar en el estudio. Se elaboraron preguntas

semiestructuradas considerando fecha, edad, género, localidad de residencia, así como frecuencia y forma de consumo de los tallos, los cuales fueron mostrados durante las entrevistas; la información fue sistematizada y analizada utilizando estadística descriptiva y la prueba de Chi cuadrado para contrastar diferencias sobre el uso alimenticio de la totora según género, edad y

localidad ($p \leq 0.05$). Además, se calculó el índice reporte de uso (RU), que consiste en la cantidad de veces que el total de entrevistados mencionó consumir algunos de los tallos de la totora, con la expresión: $RU = \sum U_i$; donde U_i es el número de menciones por los informantes de cada parte comestible (Hoffman y Gallaher, 2007).

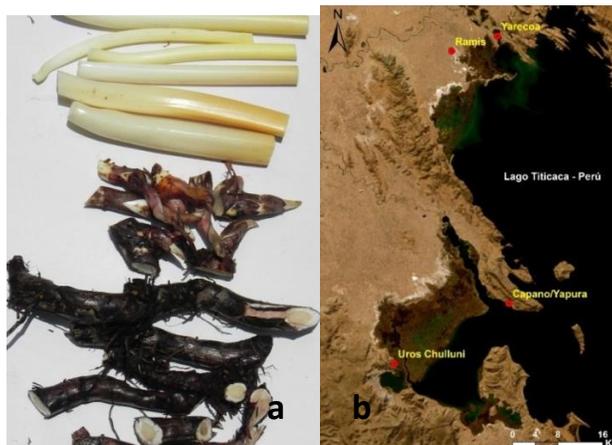


Figura 2. Tipos de tallos comestibles de totora (*S. californicus*) (a), de arriba hacia abajo: chullu, saka y siphi. En (b), esquema de ubicación de los lugares donde se realizaron las entrevistas etnobotánicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis proximal del contenido nutricional

Los valores de humedad en rizomas denominados “siphi” promediaron 75,84 %, resultando significativamente menor al tallo basal o “chullu” (93,17 %) y a los brotes rizomáticos o “saka” (92,87 %), según el ANDEVA y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) (Cuadro 1). La mayoría de hortalizas contienen más de 80 % de humedad y algunos superan el 90 %, por lo que el chullu y saka se podrían clasificar dentro de ese grupo de alimentos, y por la mayor cantidad de materia seca, el siphi podría incluirse en el grupo de tubérculos y raíces comestibles, cuya humedad en general es menor al 80 % (Reyes et al., 2017). En el ámbito del lago Titicaca, tanto el chullu y saka son consumidos crudos por los pobladores locales y tienen alta similitud a las características del palmito (yema apical de palmera amazónica) y su contenido de humedad es parecida a éste; en cambio el siphi se consume previamente transformado en harina o sancochado, similar a otros rizomas o tubérculos de ciperáceas subutilizadas como *Actinoscirpus grossus* cuya humedad alcanzó 66,7 % (Gayathri et al., 2017).

Para el caso de las cenizas, se presentó similitud estadística en los contenidos de los tres productos ($p \leq 0,05$), promediando el chullu 9,85 %, la saka 8,96 % y el siphi 6,04 % (Cuadro 1). Estos porcentajes resultan elevados, considerando que otras ciperáceas comestibles como *C. esculentus* presentan en sus tubérculos concentraciones de 4,74 % (Alu et al., 2020) y relativamente parecidos a lo encontrado en *A. grossus* con 7,96 % (Gayathri et al., 2017); pero coincidente con lo reportado por Gavilanez y Zurita (2021) quienes señalan un promedio de 9,21 % para el tallo basal y rizoma de totora combinados, confirmando los altos niveles de cenizas que presenta esta ciperácea. Estos valores son superiores a la mayoría de hortalizas, pero comparables con el espárrago cuyo promedio es 8,90 % (Reyes et al., 2017). Este componente es importante, porque es indicador de la cantidad total de minerales que presenta un alimento (Dyner et al., 2017), por lo que los tallos comestibles de totora pueden considerarse como una fuente considerable de minerales.

Las proteínas tuvieron significativas concentraciones en el chullu (10,07 %) y saka (10,44 %), respecto al siphi (6,97 %) (Cuadro 1), considerando que se trata de órganos en

crecimiento conformados por meristemas y en las plantas el nitrógeno tiende a movilizarse hacia ellos (Núñez et al., 2021) y el siphi, siendo un órgano maduro, contiene menores niveles de proteína. Gavilanez y Zurita (2021) reportaron contenidos de 9,75 % de proteínas en chullu y saka, concordando con lo hallado en este estudio, siendo también similares al de otras hortalizas convencionales que no superan el 10 % en base seca, pero por debajo de la espinaca que puede superar el 20 % en base seca (Reyes, 2017). La

proteína del siphi también estuvo cerca a la de otros tubérculos no convencionales, como de *A. grossus*, *Cyperus rigidifolius* y *C. sculentus* que presentaron entre 7,50 % y 8,57 % de proteína, respectivamente (Gayathri et al., 2017), pero superiores al contenido de raíces convencionales como el camote y yuca, que presentan menos del 6 % (Reyes et al., 2017). Por ello se puede afirmar que la proteína en los tallos comestibles de la totora tiene niveles destacables.

Cuadro 1. Calidad nutricional en tallos alimenticios de totora (*S. californicus*) del lago Titicaca – Perú (promedio \pm SE), con significancia del Anova y prueba de Tukey en literales estadísticas (n = 6)

Parámetros (%)	F _{GL=2-15}	p	Chullu (Culmo basal)	Saka (brotes)	Siphi (rizoma)
Humedad	506,28	0,000	93,17 \pm 0,66 a	92,87 \pm 0,34 a	75,84 \pm 0,18 b
Materia seca	506,28	0,000	6,82 \pm 0,66 b	7,13 \pm 0,34 b	24,16 \pm 0,18 a
Ceniza	3,43	0,60	9,85 \pm 1,07 a	8,96 \pm 1,39 a	6,04 \pm 0,65 a
Proteína	2,66	0,04	10,07 \pm 1,32 ab	10,44 \pm 1,27 a	6,97 \pm 0,84 b
Grasa	1,42	0,27	9,08 \pm 1,18 a	8,58 \pm 0,82 a	7,04 \pm 0,56 a
Fibra cruda	7,25	0,006	22,59 \pm 2,57 a	20,87 \pm 0,94 a	14,05 \pm 0,98 b
Carbohidratos totales	15,13	0,000	48,32 \pm 3,19 b	51,15 \pm 1,73 b	65,91 \pm 2,12 a

Letras diferentes entre columnas por parámetro indican diferencias significativas con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

La grasa reveló niveles relativamente altos y similares estadísticamente en los tres productos, promediando 9,08 % en el chullu, 8,58 % en saka y 7,04 % en siphi (Cuadro 1), respecto al reporte de Gavilanez y Zurita (2021) que promedió 1,95 %. Aunque para tallos aéreos de totora, Dick et al. (2017) refieren un contenido de 3,6 % y Loza y Roque (2022) encontraron valores entre 4 y 10 %. Si bien ambos estudios no conciernen a rizomas o tallos basales, evidenciaron que los niveles de grasa pueden variar según la parte del tallo de que se trate; además, otras ciperáceas también suelen presentar altas concentraciones de grasa en sus rizomas o tubérculos acuáticos, como en *Cyperus esculentus* que superan el 20 % (Ayo et al., 2016). Otra posibilidad es que los niveles altos o moderados de salinidad en el lecho acuático propicien incrementos en el contenido lipídico de ciertas plantas (Salas y Monteghirfo, 2019), situación que pudo suscitarse en este caso porque las aguas del lago Titicaca y sus tributarios también son relativamente salobres (Iltis et al., 1991).

La fibra cruda fue un componente importante en los tres productos de la totora, alcanzando valores significativamente superiores en el chullu

y saka con 22,59 % y 20,87 %, respecto al siphi que promedió 14,05 % (Cuadro 1). Gavilanez y Zurita (2021) refirieron contenidos de 22,9 % en este nutriente, casi coincidente al presente estudio; resultando inferior al culmo forrajero de la totora cuyas concentraciones están entre 28 y 30 % (Loza y Roque, 2022). Estos contenidos son superiores al de la mayoría de hortalizas, incluso de la espinaca que es la que presenta las más altas concentraciones, cuyo promedio puede llegar en base seca a 20,4 % (Reyes et al., 2017). Las concentraciones en el siphi, fueron más altas que tubérculos de *C. esculentus* que alcanzaron un promedio de 5,29 % (Alu et al., 2020). Por lo encontrado, se considera que el chullu y saka son ricas fuentes de fibra, necesarias para una saludable alimentación y beneficiosas para la salud humana.

Los carbohidratos totales resultaron significativamente superiores en el siphi ($p \leq 0,05$), con un promedio de 65,91 %, respecto al chullu y saka que llegaron a 48,32 % y 51,15 % respectivamente (Cuadro 1). El siphi, como rizoma subterráneo, tiene consistencia más compacta respecto a los otros productos, de color

blanquecino al retirar la corteza y la parte medular es azucarada, por lo que se infiere altas concentraciones de azúcares y almidones dentro del contenido de carbohidratos. Gavilanez y Zurita (2021), encontraron un 47,59 % de este nutriente, coincidiendo con lo encontrado para el chullo, aunque los culmos aéreos alcanzan menores promedios, con valores desde 40 a 60 % (Dick et al., 2017; Loza y Roque, 2022), lo que denota que el siphi es un importante órgano de reserva de la totora. En efecto, los carbohidratos totales contienen diversos monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos solubles entre los que se incluyen almidones y azúcares (FAO, 2003), por lo que estos rizomas son fuente de energía y potencial materia prima para su transformación y elaboración de harinas.

Contenido de minerales. Las concentraciones de calcio entre chullu y saka fueron similares,

cada uno con $10,11 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ y $11,54 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ respectivamente y significativamente superior en el siphi que promedió $12,38 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ ($p \leq 0,05$), implicando que este último tiende a acumular más que los primeros (Cuadro 2). Estos valores resultan comparables con frutas como el plátano y la piña (9 y 10 $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$, respectivamente), pero inferiores a hortalizas como espárrago y espinaca (con 35 y 80 $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$) (Reyes et al., 2017), por lo que pueden considerarse alimentos con un contenido de calcio moderado, fundamental para el desarrollo óseo y otras funciones reguladoras. Los tubérculos de *C. esculentus* presentaron concentraciones más bajas de calcio, promediando $4,97 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ (Iboyi et al., 2021) aunque estas variaciones dependen del lugar de procedencia, condiciones del hábitat, época o variedad de la planta (Ayo et al., 2016), lo cual es factible que también ocurra en la totora.

Cuadro 2. Contenido de minerales ($\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$) en tallos alimenticios de totora, lago Titicaca - Perú (promedio \pm SE), con significancia del Anova y prueba de Tukey en literales estadísticas ($n = 3$)

Mineral ($\text{mg}/100 \text{ g}$)	$F_{GL=2-6}$	P	Chullu	Saka	Siphi
Calcio	18,76	0,003	$10,11 \pm 0,10 \text{ b}$	$11,54 \pm 0,36 \text{ a}$	$12,38 \pm 0,26 \text{ a}$
Hierro	919,28	0,000	$0,23 \pm 0,03 \text{ c}$	$1,12 \pm 0,01 \text{ b}$	$1,57 \pm 0,03 \text{ a}$
Fósforo	85,92	0,000	$8,61 \pm 0,15 \text{ c}$	$10,81 \pm 0,13 \text{ b}$	$11,71 \pm 0,22 \text{ a}$
Potasio	4,51	0,064	$58,41 \pm 0,28 \text{ a}$	$60,15 \pm 0,14 \text{ a}$	$59,54 \pm 0,65 \text{ a}$
Yodo	1092,03	0,000	$84,33 \pm 4,49 \text{ b}$	$258,57 \pm 2,41 \text{ a}$	$271,33 \pm 2,30 \text{ a}$

Letras diferentes entre columnas por parámetro indican diferencias significativas con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Los niveles de hierro promediaron 1,57 y 1,12 $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ respectivamente en el siphi y saka, ambos estadísticamente similares, pero superiores al chullu con $0,23 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ ($p \leq 0,05$), reflejando también mayor capacidad de los rizomas para concentrar este mineral. Estos valores son comparables con los de otras hortalizas como la lechuga (1 a $1,60 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$) o el espárrago ($1,33 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$), pero no superó al de la espinaca ($4,60 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), que es una de las hortalizas con mayores concentraciones de hierro (Reyes et al., 2017). En *C. esculentus* las concentraciones estuvieron entre 0,65 hasta $0,80 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$, con variaciones según el lugar donde se desarrollan (Oladele y Aina, 2007); ante la anterior información, destacan los valores de la totora como fuente de hierro, necesarios para fabricar hemoglobina y prevenir anemia ferropénica (NIH, 2022a), cuyo consumo regular

coadyuvaría a mitigar enfermedades por deficiencias de este mineral.

Para el fósforo, el chullo presentó un promedio de $8,61 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$, saka $10,81 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ y siphi $11,71 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$, siendo significativamente superior en este último, evidenciándose también mayor capacidad de acumulación de minerales en el rizoma (Cuadro 2); aunque estos valores fueron relativamente bajos comparados con hortalizas de consumo común, cuyas concentraciones superan los $20 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ (Reyes et al., 2017), pero mayores a los reportados para *C. esculentus* y *C. rotundus* que alcanzaron promedios de 0,15 y $0,52 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ de fósforo respectivamente en sus rizomas (Ibrahim et al., 2016). En ese sentido, los tallos comestibles de totora son también fuente adicional de fósforo, necesario para el metabolismo de huesos y dientes principalmente.

Los contenidos de potasio en el chullu, saka y siphi fueron estadísticamente similares,

promediando 58,41 mg.100⁻¹ g⁻¹, 60,15 mg.100⁻¹ g⁻¹ y 59,54 mg.100⁻¹ g⁻¹ respectivamente (Cuadro 2), muy por debajo de otras hortalizas o tubérculos convencionales que superan los 100 mg.100⁻¹ g⁻¹ (Reyes et al., 2017), por lo que su aporte sería básicamente secundario con el consumo.

Sin embargo, el yodo ha tenido niveles sorprendentemente altos en los tallos evaluados, principalmente en el siphi y saka, cuyas concentraciones fueron de 271,33 mg.100⁻¹ g⁻¹ y 258,57 mg.100⁻¹ g⁻¹ respectivamente, ambos similares estadísticamente y superiores al chullu que promedió 84,33 mg.100⁻¹ g⁻¹ (Cuadro 2). Weng et al. (2008) demostró que, en un sustrato enriquecido con este elemento, la mayor parte se acumula en raíces y una pequeña porción se transporta hacia tejidos aéreos y cloroplastos, suscitándose similar situación probablemente en rizomas de la totora, entendiendo que el agua y sedimentos del Titicaca tendrían también elevados niveles del mineral. Pocas hortalizas, frutas o tubérculos superan los 20 mg.100⁻¹ g⁻¹ de yodo, sólo la leche, pescados y mariscos tienen concentraciones entre 30 y 90 mg.100⁻¹ g⁻¹ (Moreiras et al., 2001); excepcionalmente algunos alimentos muy peculiares superan los contenidos del chullu, saka o siphi, tal es el caso de algas marinas como *Calpomeria sinuosa* con 2250 mg.100⁻¹ g⁻¹ y *Spatoglossum variabile* con 875 mg.100⁻¹ g⁻¹ (Afroz et al., 2016). Esto implica que los tallos comestibles de totora son fuente extraordinaria de este mineral y pueden ser utilizados como suplemento en casos de deficiencia, ya que con el consumo eventual de una porción, se cubriría los requerimientos diarios de una persona, que no son más de 0,29 mg.día⁻¹, evitando con ello enfermedades que conllevan a daños permanentes en el feto, retrasos en el crecimiento y discapacidad intelectual (NIH, 2022b).

Collot et al. (1983), en tallos aéreos verdes de totora, reporta concentraciones más elevadas de calcio (900 mg.100⁻¹ g⁻¹), hierro (95 mg.100⁻¹ g⁻¹), fósforo (95 mg.100⁻¹ g⁻¹) y potasio (5850 mg.100⁻¹ g⁻¹), lo que sugiere una alta capacidad de esta ciperácea para trasladar minerales desde los rizomas y raíces hacia los tallos aéreos, los cuales son captados desde las aguas y sedimentos del lago Titicaca, cuyas concentraciones son también elevadas según lo demostró Iltis et al. (1991). Similarmente, *Schoenoplectus corymbosus* presentó también alta capacidad de traslocación de

minerales como calcio, hierro, fósforo y potasio, incluyendo otros metales pesados, desde sus órganos sumergidos hacia los vegetativos aéreos (Munyai y Dalu, 2023).

Importancia etnobotánica. En las localidades evaluadas, el 96 % de los pobladores conocían sobre el consumo de algunos productos de la totora, con fines alimenticios humanos al igual que entre grupo etario y entre localidades ($p \leq 0,05$); aunque entre los varones más jóvenes de Uros Chulluni, se encontraron las personas que lo desconocían (Cuadro 3). Todos los informantes proceden de áreas rurales y se dedican principalmente a la actividad agropecuaria, excepto en Uros Chulluni, que trabajan en turismo y comercio de artesanías, por lo que probablemente algunos jóvenes de esta localidad están perdiendo el interés en sus conocimientos tradicionales.

Cuadro 3. Características demográficas de los informantes respecto al conocimiento del uso alimenticio (UA) de la totora (*S. californicus*) y significancia estadística con la prueba de X² ($p \leq 0,05$)

Características	n (%)	UA (%)	p
Género (ns)			0,94
Mujeres	18 (40)	100	
Hombres	27 (60)	92.6	
Grupo etario (ns)			0,49
19 – 30	11(24)	81.8	
31 – 40	7(16)	100	
41 – 50	10(22)	100	
50 a más	17(38)	100	
Localidades (idioma) (ns)			0,76
Capano/Yapura (quechua)	11(25)	100	
Uros Chulluni (aymara)	25(55)	92	
Ramis (quechua)	4(9)	100	
Yarecoa (aymara)	5(11)	100	
Total informantes	45 (100)		

ns = no significativo entre factores por característica

El reporte de uso total alcanzó un valor de 63; en otros términos, los entrevistados mencionaron 63 veces consumir uno o más productos alimenticios de la totora. Para el caso del chullu se registró un uso específico de 41 (65,08 %), siendo

la parte más consumida en los poblados evaluados, la saka alcanzó 14 (22,22 %) y el siphi solo 8 (12,70 %), indicativo de que este último en la actualidad tiene un menor nivel de consumo y probablemente se está perdiendo su uso como alimento humano.

Las entrevistas respecto a la frecuencia de consumo, confirmaron que el chullu es el órgano más aprovechado como alimento, ya que el 93,34 % manifestaron consumirla con alguna frecuencia y un 6,67 % ya no lo hacen. Para el caso de la saka, el 64,44 % de encuestados no la aprovechan y el

35,56 % aún la consumen, siendo este órgano relativamente explotado; pero el siphi es el órgano comestible de la totora que menos se utiliza con este fin; sólo el 20 % de informantes indicó consumirla, pero el 80 % refieren que no (Figura 3). Según estos resultados, hay un menor consumo de saka y siphi en las localidades evaluadas, quizás por la mayor demanda de trabajo que implica su extracción, porque son rizomas que crecen bajo el lecho acuático y requieren incluso el uso de herramientas para extraerlos.

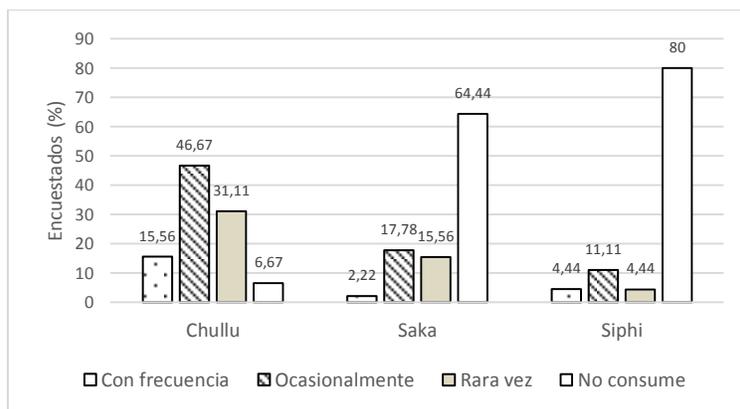


Figura 3. Frecuencia de consumo de tallos comestibles de totora (*S. californicus*) según entrevistas a pobladores rurales aledaños al lago Titicaca, sector peruano (n = 45).

Si bien en la actualidad muy poco se aprovecha el siphi, pobladores de mayor edad refieren que en la década de 1940, cuando se presentó la mayor sequía conocida en el altiplano, y el nivel del lago descendió 3,72 m respecto a su nivel histórico de 3810 msnm (Roche et al., 1991), la gente pudo sobrevivir al consumirlo, preparando diferentes potajes a base de su harina (sopas, mazamorras, tortas u otros). Por ello, este rizoma podría tener un importante potencial gastronómico y agroindustrial, bajo un manejo y aprovechamiento sostenible.

En cuanto a la forma de ingesta, de las 42 personas que consumen chullu, 36 lo hacen crudo (86 %), resultando la forma preferida de uso alimenticio. Su extracción consiste en arrancarlo halando el tallo aéreo de la planta, con el que sale también la parte basal blanquecina o chullu; luego separan esta porción con un corte y eliminan la corteza para comerlo. Un entrevistado de Uros Chulluni manifestó que lo incluyen en sopas, como verdura y otros refirieron que hacen también harinas, moliéndolos una vez secado al sol. Este órgano surge en zonas con más de 1 m de

profundidad, por lo que la temporada de lluvias es la más propicia para su usufructo (noviembre hasta marzo), adquiriendo ahí la coloración blanquecina y consistencia tierna, requerida para su consumo, pudiendo incluso ser comercializada en diferentes ferias locales de pueblos aledaños al lago Titicaca, incluyendo la ciudad de Puno.

De las 16 personas que manifestaron consumir saka, el 100 % indicaron que lo hacen sin cocción y para su extracción, tiran fuertemente de varios tallos aéreos verdes de totora o utilizan rastrillos o ganchos, para arrancar la planta desde las raíces, conjuntamente con los rizomas de donde seleccionan los brotes, los cuales tienen una consistencia más suave y agradable que el chullu.

Para el siphi, entre las nueve personas que manifestaron consumirlas, la mayoría (56 %) prefiere comerlas transformadas previamente en harinas y usada en sopas, mazamorras, pasteles; tres (33 %) indicaron ingerirlo crudo y una (11 %) dijo que también se come cocido. Se extraen principalmente cuando el nivel del lago ha descendido o tiene poca profundidad, quedando al

descubierta los totorales, aprovechando para extraer los rizomas con picos y azadones; luego los secan al sol y los descortezan manualmente, luego los muelen y obtienen una harina similar a la de mandioca. El consumo crudo lo hacen eliminando la corteza del rizoma fresco y buscando principalmente la porción central que tiene un sabor azucarado.

De los pocos estudios etnobotánicos sobre la totora, Levieil y Orlove (1991) refirieron que son ampliamente aprovechados el chullu, saka y siphí como alimento, por pobladores del lago Titicaca (uros). Similarmente, Heiser (1979) y Banack et al. (2004) describieron la gran importancia etnobotánica de la totora y su uso como alimento para humanos, señalando que también es consumida por poblados aledaños al Titicaca y que se comercializaba regularmente en diferentes localidades del altiplano.

CONCLUSIONES

Por su contenido nutricional, la totora tiene amplio potencial para su uso en la alimentación humana. El chullu y la saka son valiosas fuentes de fibra, con concentraciones superiores al 20 %, necesarios para una alimentación saludable y con potencial para regímenes dietéticos. El siphí destaca por sus cantidades en carbohidratos totales (más de 65 %), denotando apreciables contenidos de almidón y azúcares que faculta su aprovechamiento en procesos agroindustriales. Los tres productos alimenticios son también ricos en cenizas (más del 6%), indicio de sus altos niveles en minerales, complementándose con moderadas cantidades en proteínas (6 al 10 %).

También destacaron como fuentes de calcio y hierro, especialmente el siphí ($12,38 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ en calcio y $1,57 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ hierro), presentando valores comparables a algunas hortalizas convencionales y superiores al de otras ciperáceas comestibles; además, presentan un extraordinario contenido de yodo (promedio de $271,3 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$) en el siphí, superiores a cualquier otro tipo de alimento convencional, acercándose sólo a las concentraciones de algunas algas marinas.

En las comunidades evaluadas, es casi generalizado el consumo del chullu crudo (93 %), aunque de forma ocasional; pero pocos indican haber consumido el siphí (20 %) y estos principalmente lo aprovechan transformado en

harina. Ello pone en evidencia la importancia etnobotánica de la totora en estas localidades, donde aún se conserva este conocimiento tradicional, por lo que es necesario considerar su aprovechamiento sostenible y la protección de sus hábitats teniendo en cuenta que se trata de una potencial fuente alimenticia para la sociedad en general.

LITERATURA CITADA

1. Alu, S.E., F.S. Oseze y E.J. Ogoshi. 2020. Nutritional value of tiger nut (*Cyperus esculentus*) offal on the performance of broiler chickens. Nigerian Journal of Animal Production 47(1): 174-185.
2. AOAC (Association of Analytical Communities). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Edit. AOAC. Maryland, USA.
3. Ayo, J.A., O.E. Adedeji y G. Ishaya. 2016. Phytochemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*). Trends in Sci. and Technol. Journal 1(1): 261-266.
4. Banack, S.A., X.J. Rondón y W. Díaz. 2004. Indigenous cultivation and conservation of totora (*Schoenoplectus californicus*, Cyperaceae) in Peru. Economic Botany 58(1): 11-20.
5. Collot, D., F. Koriyama y E. Garcia. 1983. Répartitions, biomasses et productions des macrophytes du lac Titicaca. Revue d'Hydrobiologie Tropicale 16(3): 241-261.
6. Dick, P.C., J.L. Colodette, R.C. Oliveira, R. Coldebella, B.M. Giesbrecht y A.F. Saccol. 2017. Cellulose pulp produced from bulrush fiber. Ciencia Rural 47(5): e20160652.
7. Dyer, L., V. Ferreyra, E. Sánchez, C. Cagnasso y O. Margarita. 2017. Composición centesimal y contenido de minerales de harinas de sorgo blanco utilizadas en productos de consumo general y en productos libres de gluten. Diaeta 35(160): 16-21.
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Food energy, methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. Rome.
9. FAO. 2012. Sustainable diets and biodiversity. Nutrition and Consumer Protection Division, Proceedings of the International Scientific Symposium. Rome, Italy.
10. Ferreira, V. y H. Lorenzi. 2014. Plantas

- alimenticias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa. Sao Paulo, Brazil.
11. Gavilanez, I.M. y S.M. Zurita. 2021. Divulgación de la obtencion y usos de la harina de totora (*Schoenoplectus californicus*), producto no maderable por sus características físico químicas. Dominio de las Ciencias 7(4): 1798-1811.
 12. Gayathri, K., S. George y C.R. Chithrma. 2017. Nutritive value and safety of greater club rush as livestock feed. Indian Journal of Weed Science 49(1): 75-78.
 13. Heiser, C. 1979. The Totora (*Scirpus californicus*) in Ecuador and Peru. Economic Botany 32(3): 222-236.
 14. Hidalgo, J.F. y J. García. 2017. Review on the traditional uses and potential of totora (*Schoenoplectus californicus*) as construction material. IOP Conferences Series: Materials Science and Engineering 245: 022068.
 15. Hoffman, B. y T. Gallaher. 2007. Importance indices in ethnobotany. Ethnobotany Research and Applications 5: 201-218.
 16. Iltis, A., J.P. Carmouze y J. Lemoalle. 1991. Características físico químicas del agua. In C. Dejoux y A. Iltis (eds.). El lago Titicaca síntesis del conocimiento limnológico actual. Horstom-Hisbol. La Paz, Bolivia. pp. 107-113.
 17. Kastenmayer, P. 1997. Análisis de minerales y elementos traza en alimentos. In: C. Morón y I. Zacarías (eds.). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. FAO, Universidad de Chile. pp. 271- 294.
 18. Lerdluksamee, C., K. Srikaeo, J.A. Tutusaus y J.G. Diéguez. 2013. Physicochemical properties and starch digestibility of *Scirpus grossus* flour and starch. Carbohydrate Polymers 97(2): 482-488.
 19. Levieil D. y B. Orlove. 1991. Importancia socio-económica de las macrofitas. In: C. Dejoux y A. Iltis (Eds.). El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. Horstom-Hisbol. pp. 509-515.
 20. Loza A. y B. Roque. 2022. Effect of prescribed burning on the nutritional value of aerial *Schoenoplectus tatora* stems, Lake Titicaca, Peru. Bioagro 34(3): 253-264.
 21. Macia M. y H. Balslev. 2000. Use and management of totora (*Schoenoplectus californicus*, Cyperaceae) in Ecuador. Economic Botany 54(1): 82-89.
 22. Masango C.A. y V.W. Mbarika. 2022. Indigenous knowledge application in increasing food security: A measure to consider?. Inkanyiso 14(1): 1-10.
 23. Núñez, J.A., C. García-De la Peña, L.M. Valenzuela-Núñez, A.G. Torres, J.R. Esparza-Rivera y R.R. Martínez. 2021. Factores ambientales y su relación con el nitrógeno contenido en proteínas solubles totales (PST) en *Carya illinoensis*. Acta Universitaria 31: 1-10.
 24. ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2021. Los alimentos acuáticos en unas dietas saludables sostenibles. Secretaría ONU. Roma.
 25. Palanga, K.K., G.C. Akabassi, E.A. Padonou, Y.D. Dagnon, K. Tozo y A.E. Assogbadjo. 2021. Nutritional value of *Cyperus esculentus* L. (neglected and underutilized crop species): implication for valorization. CAB Reviews 16(053): 1-8.
 26. Pasquini M., C. Sánchez-Ospina, y J. Mendoza. 2014. Distribución del conocimiento y usos por generación y género de plantas comestibles en tres comunidades afrodescendientes en Bolívar, Colombia. Luna Azul 38: 58-85.
 27. Ramirez C.R. 2007. Etnobotánica y la pérdida de conocimiento tradicional en el Siglo 21. Ethnobotany Research and Applications 5: 241-244.
 28. Reyes M., I. Gómez y C. Espinoza. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud-INS . Lima.
 29. Roche M., J. Bourges, J. Cortes y R. Mattos. 1991. Climatología e hidrología de la cuenca del lago Titicaca. In: C. Dejoux y A. Iltis (eds.). El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. Orstom-Hisbol. pp. 70-83.
 30. Salas R., y M. Monteghirfo. 2019. Cuantificación química de lípidos en cultivos semihidropónicos de tomate en estrés salino— alternativa para proyectos en cursos semestrales. Educación Química 30(4): 47-56.
 31. WHO (World Health Organization). 2007. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination A guide for programme managers. 3rd ed. WHO/ UNICEF/ICCIDD. France.