

Introducción de llullucha' y su adopción en la comunidad de Sotomayor para remediación natural de la intoxicación por metales pesados”

Leonor Castro & Inés Guachalla

L. Castro & I. Guachalla

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle Calvo N° 132, Sucre, Bolivia.

M. Ramos. (eds.) Ciencias Tecnológicas y Agrárias, Handbooks -©ECORFAN- Sucre, Bolivia, 2014.

Abstract

The mining contamination of the waters of the Pilcomayo River, it causes negative great impact, on the ecosystems and especially to people that live around the sides of the river, because of the heavy metals like (lead, zinc, cadmium, arsenic, antimony, mercury) that they are poured to their waters in polluted muds, provoking high risk for the health of people. Until the moment it hasn't been realized a therapy program to control the intoxication for heavy metals, although they have done some isolated works. Although is known the existence of medications that counteract these processes, the collateral effects when using them can be very harmful. It is for this reason that has been carried out the present investigation work as part of a program of natural healing of the intoxication for heavy metals by the use of natural food like llullucha, which have been introduced to Sotomayor's agro ecosystems in order to achieving that they are part of the day-to-dayness of the cultivations and be also adopted as food, with detoxifying properties of the blood.

It has been done an experimental work for the introduction of these species and a qualification process to promote their applications.

There was a great participation of women and children in the qualification on their applications. Recognizing these foods can be constituted in a great hope for the problem of the intoxication for heavy metals.

Keywords: natural remediation, llullucha, Intoxication..

Resumen

La tradición minera de Bolivia en Potosí, ha provocado la contaminación minera de las aguas del río Pilcomayo que causa un impacto negativo, sobre los ecosistemas y en especial a las personas que viven en la rivera, debido a los metales pesados (plomo, zinc, cadmio, arsénico, antimonio, mercurio) que se vierten en lodos contaminados, provocando alto riesgo para la salud de las personas. Hasta el momento no se ha realizado un programa de terapia para controlar la intoxicación por metales pesados, aunque se sabe de trabajos aislados. Si bien se conoce la existencia de medicamentos que contrarrestan estos procesos, los efectos colaterales al utilizarlos pueden ser muy dañinos. Es por este motivo que se ha realizado el presente trabajo de investigación como parte de un programa de remediación natural de la intoxicación por metales pesados, mediante el uso de la llulluch'a, introducido a los agroecosistemas de Sotomayor con el objeto de lograr que forme parte de la diversidad agrícola y sea adoptada como un alimento con propiedades desintoxicantes de la sangre.

Se ha realizado un trabajo experimental para la reintroducción de esta alga y un proceso de capacitación para promover sus aplicaciones.

La introducción se realizó en forma natural en el humedal del proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo. Hubo una gran participación de mujeres y niños en la capacitación sobre sus aplicaciones. Reconociendo que dichos alimentos pueden constituirse en una gran esperanza para el problema de la intoxicación por metales pesados.

Palabras Clave: Remediación, natural, llullucha, Pilcomayo, Intoxicación.

2 Introducción

Los microorganismos fotosintéticos que pueblan todas las aguas del planeta y que son el inicio de la cadena alimentaria se conocen como fitoplancton. Entre los más antiguos identificados en estos ambientes se encuentran las Cyanophytas formando grandes colonias, principalmente en cuerpos de agua con altos niveles tróficos.

Un gran número de algas marinas se utilizan como alimento desde tiempos remotos. La bibliografía señala que se consumían algas en China desde 800 años antes de nuestra era, citan el valor nutritivo y las propiedades curativas de algunas de ellas

En nuestro país el consumo de algas está limitado a un reducido grupo de personas. Se utiliza *Nostoc spp* (alga azul-verde) conocida con el nombre de Llulluch'a para cocinar guisos, sopas, cazuelas y ajís; sobre todo en lugares donde habitan personas de escasos recursos económicos y de igual manera los que tienen conocimiento sobre esta alga y sus propiedades curativas.

En Europa se ha investigado durante los últimos 30 años, en la desintoxicación natural de metales pesados en la sangre, utilizando el alga *Chlorella*, el ajo y el cilantro como remedios naturales. Debido a la gran amenaza de la contaminación de las aguas del río Pilcomayo y buscando alternativas se determinó que dicha alga puede ser sustituida por otra de características similares pero de agua dulce como es la Llulluch'a por este motivo el alga *Nostoc spp*, se constituye en una alternativa de tratamiento para la intoxicación por metales pesados provocados por factores de contaminación, en la alimentación y en los medios de vida de las poblaciones. Y el presente trabajo de investigación se propuso introducir y lograr su adopción por la comunidad como remedio natural para la intoxicación por metales pesados.

Objetivos

Objetivo general

Contribuir a la mitigación de la contaminación minera de las aguas del río Pilcomayo mediante la introducción de Llulluch'a, logrando su adopción por pobladores de la comunidad de Sotomayor para la remediación natural de la intoxicación por metales pesados.

Objetivos específicos

- Identificar sitios ecológicos de producción de *Nostoc spp* (Llulluch'a) entre Potosí y Chuquisaca, para reconocer su ecología.
- Introducir el *Nostoc spp*, a las condiciones ecológicas de Sotomayor, estableciendo una correlación de la ecología de la Llulluch'a con el agroecosistema de la comunidad de Sotomayor para determinar las probabilidades de multiplicación ex situ.
- Determinar la factibilidad de la adopción de Llulluch'a por la comunidad de Sotomayor, para su uso cotidiano como alimento reconociendo sus propiedades alimenticias y desintoxicantes.

Hipotesis

Ha = La introducción de *Nostoc spp* (llulluch'a) como un remedio natural para el tratamiento de la contaminación por metales pesados (plomo y mercurio) en la sangre de los pobladores de Sotomayor, es factible y puede formar parte de su vida cotidiana.

Importancia y Justificación

Como consecuencia del procesamiento de minerales en Ingenios Mineros (3000kg de mineral procesados por día, Simposio Minero 2005), los procesos extractivos del mineral realizados en Potosí, acciones naturales y los pasivos ambientales, se emiten lodos contaminados con diversos minerales tales como: Pb, Hg., Zn, Cd, Ar, y Antimonio Sb, los que son vertidos a las corrientes de agua mas cercanas, las cuales lamentablemente son afluentes del Río Pilcomayo, este hecho hace que río abajo sucedan diversas consecuencias, uno de los problemas más alarmantes es la comprobación de la existencia de: Metales pesados en la sangre de los pobladores de las comunidades de la Rivera del Río Pilcomayo (DRNMA-PCDSMA,1975).

Es posible que existan metodologías clínicas para realizar el tratamiento de descontaminación de la sangre, pero muchos factores pueden alterar las probabilidades de su aplicación, como el costo de los tratamientos y las consecuencias colaterales en la salud de las personas. Por este motivo en base al conocimiento de estudios realizados por 30 años (Ulf Laubstein, Eco Portal. Net, 14 de nov. 2006) sobre la propiedad de limpiar de la sangre a los metales pesados, con el consumo de remedios caseros tales como el cilantro, ajo y el alga *Chlorella*, aplicaciones en estudio han demostrado eficiencia limpiando de la sangre metales pesados tan peligrosos como son el mercurio y el plomo.

En nuestro caso se reemplazará al alga *Chlorella* por el alga llullucha (*Nostoc spp*) porque se ha comprobado empíricamente que es capaz de prevenir la silicosis (o mal de minas, “limpia los pulmones”, entrevista a familias mineras 1996, Potosí), constituyéndose en una gran alternativa natural de terapia ante la comprobación que el nivel de metales pesados en los pobladores de las comunidades que utilizan el agua contaminada del río Pilcomayo, en especial de plomo, a sobrepasado los limites de la norma internacional de la Organización Mundial de la salud (OMS).

Considerando además que la llullucha, es una especie de alga que taxonómicamente está liga el alga *Chlorella*, y tiene características fitogenéticas similares.

De esta forma justificamos la realización del presente trabajo de investigación sobre: Introducción de la llullucha' y su adopción en la comunidad de Sotomayor para remediación natural de la intoxicación por metales pesados.”

2.1 Desarrollo

Localización de la zona de estudio

El siguiente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Sotomayor que se encuentra a una distancia de 65km. de la ciudad de Sucre, se puede asumir la transitabilidad del camino es permanente, esta comunidad se encuentra ubicada en el Municipio de Yamparáez, Provincia Yamparáez del departamento de Chuquisaca.

Geográficamente se encuentra ubicada a 19° 20' 26” de latitud sur y 64° 20' 26 ” de longitud oeste y a una altitud de 2000 a 2100 metros sobre el nivel del mar.

Comunidad que esta acentuada en la rivera del rio Pilcomayo (cuenca alta).

2.2 Materiales y Métodos

1. Materiales

Material biológico

Talos de *Nostoc* spp (llulluch'a recolectados en el departamento de Potosí).

Material de campo;

Picotas, palas y alambre de púas.

Material de registro

Libreta de registro, bolígrafos, maquina fotográfica, película fotográfica, Encuestas pre elaboradas

2. Metodología

Para el presente trabajo de investigación se plantea dos etapas que son:

En la Primera etapa se realizó la investigación bibliografía aplicando el método Histórico Lógico, haciendo una revisión de los factores más frecuentes de contaminación, los efectos que causan los contaminantes y las características de los remedios naturales con el objeto de introducirlos a los agroecosistemas de la comunidad de Sotomayor.

En la Segunda etapa para caracterizar la zona se aplicó el macroplaneamiento (es decir la investigación participativa del universo de trabajo), caracterizando el agroecosistema macro para lograr la adaptación de los remedios naturales. En el microplaneamiento o estudio de casos, se trabajó con diez familias que estén predispuestas a la contaminación de las aguas de río Pilcomayo.

De esta manera planteamos el siguiente cuadro, en el cual desarrollamos la metodología de acuerdo a los objetivos:

Tabla 2. Desarrollo de la metodología según los objetivos planteados

Objetivo	Metodología	Técnicas	Criterios de investigación (variables de respuesta)
Identificar sitios de producción de <i>Nostoc</i> spp (llulluch'a) entre Potosí y Chuquisaca, para reconocer su ecología.	-Método descriptivo y analítico. - Método histórico lógico con enfoque de sistemas. -Realizar una investigación bibliográfica sobre los requerimientos ecológicos de la llulluch'a.	- entrevistas informales - Prospección en las zonas de referencia de Potosí y Chuquisaca - Observación directa - Revisión de bibliografía. - Recolección e identificación de muestras representativas de la	- Ubicación geográfica Clima - Suelo - Temperatura - Vegetación - Acceso a la llulluch'a. - Requerimiento ecológico de la llulluch'a.

		llulluch'a.	- clasificación taxonómica. - Producción de talos
Determinar la factibilidad de la adopción de la llulluch'a por la comunidad de Sotomayor, para su uso cotidiano como alimento reconociendo sus propiedades alimenticias y desintoxicantes.	-Investigación participativa con estudio de casos. - Experimentación	-Análisis bromatológico de la muestra. - Convivencia. - Talleres - prácticas de campo	-Composición química de la llulluch'a. -Existencia de metales pesados en la llulluch'a. -formas de uso mas frecuentes. -Platos en los que usa. -de donde adquiere la llulluch'a. -Frecuencia de consumo de la llulluch'a. - calidad proteica y energética de la llulluch'a.
Introducir el Nostoc spp, a las condiciones ecológicas de Sotomayor, estableciendo una correlación de la ecología de la llulluch'a con el agroecosistema de la comunidad de Sotomayor para determinar las probabilidades de multiplicación ex situ.	-Investigación participativa con estudio de casos. -Experimentación.	-Reuniones de coordinación de - Elaboración de lagunas artificiales -Siembra de talos. -Cuidados culturales - Análisis del material biológico	-Adaptabilidad de la llulluch'a. -Porcentaje de cobertura en 30 días. -Desarrollo de los talos. -Calidad de agua. -Contenido de metales pesados en las especies recolectadas. -Metales pesados en las especies después de cosecharlas.

Entrevistas informales

Para ubicar las zonas de producción de la llulluch'a se realizó una serie de entrevistas preliminares en las ferias y mercados de la ciudad de Potosí y Sucre.

En la cual se entrevistó a vendedoras de llulluch'a, las cuales fueron las informantes claves que indicaron las comunidades donde existía la llulluch'a en el departamento de Potosí.

Prospección de zonas donde se desarrolla la llulluch'a

La prospección consistió en identificar las comunidades donde se desarrolla esta alga Cyanophyta (llulluch'a).

La visita a dichas comunidades se realizó en fecha 25 de enero del año en curso, aprovechando los meses más lluviosos, donde se visitó la comunidad de chaquilla y la comunidad de k'asentilla del departamento de Potosí.

Recolección del material biológico

Después de la realización de las encuestas preliminares (anexo) y la prospección de las zonas productoras de llulluch'a, se procedió a la recolección del material biológico de manera manual.

Teniendo sumo cuidado en el manipuleo y el traslado de las muestras recolectadas por su frágil consistencia.

Elaboración de lagunas artificiales en Sotomayor

Para introducir los talos de llulluch'a se tubo que ubicar las lagunas artificiales a las cuales se dio los medios que requieren los mismos, realizando la siembra con talos en las respectivas lagunas.

Incorporación de los talos de llulluch'a. La incorporación de talos húmedos de llulluch'a se realizó en fecha 29 de enero del año en curso.

Se incorporo los talos de forma directa a la laguna artificial ya elaborada, se tuvo que dar prioridad a estos talos para evitar su pudrición u otros efectos como son el enmohecimiento.

En donde se pudo observar que dichos talos mostraron una rápida adaptabilidad, esto debido a que las células de los talos, tenían un buen contenido de agua en sus células.

Incorporación de talos secos

La incorporación de los talos secos de llulluch'a se la realizó el 29 de enero del año en curso.

Donde se pudo observar que los talos de llulluch'a adquiridos en seco del departamento de Potosí, al ser incorporados en las lagunas artificiales mostraron un retardo en su activación. Esto debido a que las células de estos talos, estaban completamente secas y deshidratadas para poder ser almacenadas.

Cuidados culturales

Se cercó la laguna para evitar el ingreso de animales domésticos que pudieran impedir el desarrollo de la llulluch'a. Al igual que una observación continua para evitar la falta de agua en las lagunas artificiales y por ende evitar que los talos entren en un estado de reposo a falta de agua.

Realización de talleres y prácticas de campo. En la etapa de la investigación se realizaron dos talleres con los comunarios interesados en conocer las propiedades, su manejo y todo lo referente a esta alga cyanophyta como es la llulluch'a con el siguiente contenido:

Taller I de capacitación

Llulluch'a (Nostoc spp.)

- Propiedades.
- Características botánicas.
- Ecología.
- Fisiología.
- Funcionamiento.
- Metodología de siembra.
- Labores culturales.
- Cosecha.
- Almacenamiento.

Taller II de convivencia o día de campo

Se realizó un día de campo con las señoras amas de casa dispuestas a conocer e incorporar a su dieta alimenticia la llulluch'a con el siguiente contenido:

Llulluch'a (Nostoc spp.)

- Propiedades medicinales y alimenticias.
- Uso y consumo.
- Formas de preparación y conservación.
- Practica con la aplicación de recetarios.

2.3 Resultados y Discusión

Según el trabajo de investigación realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2.1 Prospección y requerimiento ecológico de la llulluch'a en Potosí.

Prospección	Ubicación	Altitud m.s.n.m.	clima	suelo	Agua
Chaquilla	70 Km. camino al salar de Uyuni	3677	Cuenta con un clima frio que varía la temperatura de 12°C a 10°C similar al salar de Uyuni.	Los suelos son en general franco arenoso, así mismo presentan bofedales inmensos en donde el suelo es de color negro conocida como turba	El agua es transparente, clara, puras de lluvia que bajan de los cerros a los bofedales y lo mas importante sin contaminante alguno
Kasentilla	Ubicada a 60 km de la ciudad de Potosí hacia la comunidad de Betanzos.	3511	Cuenta con un clima frio que varía la temperatura de 15°C a 17°C.	Los suelos son en general franco arenoso.	El agua es transparente, clara, termales.

Los lugares mencionados tiene la siguiente ubicación:

Tabla 2.3 Vegetación en las zonas de prospección

Comunidades	Vegetación		
Chaquilla	Pasto acuatico	Paja brava	Romerillo
Kasentilla	Paja brava	eucaliptos	Romerillo

La comunidad de Chaquilla del departamento de Potosí, no cuenta con una gran gama de especies vegetativas, como ser árboles, arbustos, etc. Sin embargo en la comunidad de K'asentilla se pudo observar especies arbóreas, arbustivas, gramíneas y otros.

Tabla 2.5 Producción de talos de llulluch'a

Época	Siembra	Cosecha	Almacenamiento	Destino	
				Venta %	Consumo %
Lluviosas	Dic.- Ene.	_	_	10	90
Secas	_	Feb.- Mar.	Abril	80	20

En este cuadro podemos observar que los pobladores de las comunidades realizan su siembra en épocas lluviosas comprendidas en el mes de Diciembre a Enero, su cosecha los realizan en las épocas secas (febrero a marzo), esto con la finalidad de deshidratar los talos aprovechando el sol, para su posterior almacenamiento (abril). Destinando casi el 90 % al consumo y un 10% a la venta en épocas lluviosas, sin embargo en épocas secas se destina a la venta un 80% y al consumo tan solo un 20%.

Usos y aplicaciones de la llulluch'a en las zonas de prospección

Los pobladores de estas dos comunidades del departamento de Potosí, le dan usos múltiples a la llulluch'a, como ser en la alimentación, en la medicina, forraje para los animales e inclusive como abono.

Tabla 2.6

Nombre	Usos	Aplicaciones	Formas de preparar
Llulluch'a	Sirven en comidas para el alimento del hombre	Se coloca a sopas de trigo y maíz pelado para todos los días.	Se remoja la llulluch'a si esta seca, se lo lava y saca todas las impurezas que puedan existir.
Llulluch'a (murmunta)	Como alimento fresco	Se coloca en laguas de harina de maíz y trigo y sazonar con chuño para hacer mas rica la sopa.	Se recoge la murmunta de los lagos reventados o no reventados, se coloca a la comida como papa.
Lechuguilla del lago.	Sirve para bajar la fiebre de los niños y adultos.	Se lo aplica en la cabeza y en las plantas de los pies como parche.	Se lo prepara moliendo en seco o húmedo muy fino se coloca encima de un periódico y se aplica como un parche en todo el cuerpo.
Lechuguilla del lago.	Calma el dolor de muela y rebaja la hinchazón de la parte afectada.	Se coloca en la cara o en la parte del dolor de muela.	De igual manera que la anterior se lo prepara y aplica como parche.
Llulluch'a	Consumo fresco como lechuga.	En ensaladas para el consumo humano.	Se recoge del rio, colocando sal y aceite se la consume con papa cocida u otro alimento cocido.
Llulluch'a	Esto debe ser consumido en mucha cantidad por los niños y adultos que tienen problemas de estreñimiento.	Se hace comer fresco en cantidad a los niños y adultos.	Se prepara con sal y aceite.

Tabla 2.7 Estudio del agua

Parametros	Muestra original	Referencia
Datos de Potosí		
pH	7,4	6,5-9,
Plomo (mg-Pb/L)	0,06	0,01
Zinc (mg-Zn/L)	0,11	5,0
Arsénico; (mg-As/L)	<0,01	0,01
Cadmio; (mg-Cd/L)	0,002	0,005
Mercurio (mg-Hg/L)	<0,001	0,001
Antimonio; (mg-Hg/L)	<0,005	0,005

Los resultados obtenidos muestran que tiene un pH de 7.4, con un contenido de Plomo de 0.06 mayor al de la referencia, Zinc con 0.11, menor al de referencia, al igual que el Arsénico, Cadmio, Mercurio y Antimonio con índices menores a los obtenidos por referencia.

Tabla 2.8: Estudio de la muestra de llulluch'a

Parametros	Muestra llulluch'a	Referencia
Datos Potosí		
pH	5.41	-
Plomo (mg-Pb/L)	0.29	0,10
Zinc (mg-Zn/L)	0.61	5,00
Arsénico; (mg-As/L)	<0,01	0,20
Cadmio; (mg-Cd/L)	0.11	0,10
Mercurio (mg-Hg/L)	<0,05	0,50
Antimonio; (mg-Hg/L)	<0.01	0,20

Según los análisis realizados, podemos deducir que:

El pH de la muestra es de 5.41, con un contenido de 0.29 de Plomo índice mayor al de la referencia, Zinc con 0.61 esta cantidad es inferior al de la referencia. Los metales pesados como son Cadmio, Arsénico, Mercurio y Antimonio muestran índices relativamente inferiores a los resultados obtenidos por referencia

Tabla 2.9 Incorporación de la llulluch'a a los agroecosistemas de Sotomayor.

Adaptabilidad.	Evaluaciones (cm/días).						Cobertura % (30 días).
	Cm ² (inicio)	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4		
N. commune	30	-	3	3	7	40	
N. verrucosum	10	-	-	5	5	20	
N. sphaericum	20	-	2	4	4	30	

En el siguiente cuadro (cuadro 2. 10), podemos observar que N. commune fue aumentando d población paulatinamente alcanzando un porcentaje de cobertura del 40%. N. verrucosum mostró un retardo en el aumento de población esto debido a que esta alga prefiere las rocas calcáreas para su desarrollo alcanzando un porcentaje de cobertura de tan solo 20%. Sin embargo N. sphaericum al igual que el primero fue aumentando de población de manera lenta, alcanzando un porcentaje de cobertura del 30%.

Tabla 2.10: Cobertura total alcanzada de la llulluch'a

Adaptabilidad	Evaluaciones (cm ² /mes).						Cobertura total %
	cm ² (inicio)	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4		
N. commune	30	8	12	19	24	93	
N. verrucosum	10	5	9	11	10	45	
N. sphaericum	20	7	12	15	8	62	

Siembra de talos en la laguna artificial

Incorporación de talos	Activación (días)
Talos húmedos	1
Talos secos	5-7

Tabla 2.11 Formas de uso más frecuentes de la llulluch'a

¿Conoce la llulluch'a?%		¿En que lo utiliza?%				¿Con que frecuencia consume?%			
Si	No	Salud		Alimentación		Mensual		Anual	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
93	7	10	90	97	3	0	100	40	60

En la comunidad de Sotomayor un 93% de los pobladores conoce la llulluch'a y un 7% no lo conoce, tan solo un 10% lo utiliza con fines médicos y el resto no lo practica. Sin embargo cabe mencionar que un 97% de estos pobladores consumen la llulluch'a y un 3% no lo consume, la frecuencia de consumo al mes es del 0%. Un 40% lo consume 1 vez al año y un 60% no consume ni 1 sola vez al año.

Tabla 2.12 Lugar de obtención de la llulluch'a

¿De donde adquiere la llulluch'a?			
En el pueblo	Mercado de sucre	Mercado de Potosí	No adquiere
3%	10%	15%	72%

Las amas de casa de la comunidad de Sotomayor adquieren la llulluch'a en el pueblo el 3% (cuando traen), en el mercado de Sucre tan solo el 10% y un 15% lo adquiere en los diferentes mercados de Potosí (cuando viajamos). Sin embargo un 72% no puede adquirirlo, porque la llulluch'a no se encuentra todo el año y por encontrarla rara vez.

Tabla 2.13 Especies Identificadas e introducidas en la comunidad de Sotomayor

Comunidad	Nostoc commune	Nostoc verrucosum	Nostoc sphaericum
Chaquilla	X	X	X
K'asentilla	X	X	-

Según lo que nos muestra el cuadro (cuadro 2.13). Podemos mencionar que se pudieron identificar tres especies diferentes de Nostoc como son: N. commune, el N. verrucosum, y N. sphaericum. En las zonas de prospección, las cuales fueron introducidas a la comunidad de Sotomayor.

Nostoc commune vauch.

Esta especie tiene un color azul verdoso a verde pardo, forman colonias de consistencia gelatinosa, alcanzando grandes colonias de aproximadamente de medio metro, las colonias macroscópicas tienen de 6-10 cm de largo, 4-5 cm de ancho y 1.5-2 cm de espesor.

Figura 2.



La forma de la especie es lisa y murmunta. Se encuentra en las superficies de los bofedales. (Incluir las figuras)

Nostoc verrucosum vauch.

Los talos de esta especie son crenulados o verrugosos de color verde oscuro de consistencia gelatinosa, las colonias adultas se reúnen alcanzando hasta 10 cm de diámetro adheridas a las rocas, otros en superficies muy ondulados o verrugosa en ríos, arroyos, estos prefieren rocas cuya superficie es calcárea.

Figura 2.1



Nostoc sphaericum vauch.

Son talos de forma globosa verde azulado a verde parduzco, forman colonias esféricas de tamaño variable, la superficie del talo es de color amarillento con tricomas visibles, la parte interna de las vainas son hialinas y transparentes, el diámetro es de 3cm y flotan libremente en los bordes de los lagos, lagunas y charcos. La forma de encontrarse es de murmunta y lisas que estas a la vez revientan y se desarrollan en las superficies de los bofedales.

Figura 2.2



Tabla 2.14 Estudio del agua de Sotomayor

Parámetros	Muestra	Referencia
pH	8,1	6,5-9,0
Plomo (mg-Pb/L)	0,10	0,01
Zinc (mg-Zn/L)	0,22	5,0
Arsénico; (mg-As/L)	<0,01	0,01
Cadmio; (mg-Cd/L)	0,005	0,005
Mercurio (mg-Hg/L)	<0,001	0,001
Antimonio; (mg-Hg/L)	0,043	0,005

El contenido de pH del agua es de 8.1 permisible al de la referencia, con un mayor contenido de plomo de 0.10 al de la referencia, sin embargo Zinc con 0.22 menor a lo que se tiene.

Cadmio en iguales porcentajes. Los metales Arsénico, Mercurio y Antimonio en cantidades menores a los obtenidos por referencia.

- Clasificación de la llulluch'a según los análisis obtenidos
- Salinidad . Mesohalobio (agua salobre, concentración salina de 0.5 – 30 mg.l).
- Las llulluch'a por su tolerancia a la sal es clasificada como:
- Indiferente (tolera bajas cantidades de sal, comportamiento optimo en agua dulce).
- PH. El PH es de igual manera importante para el desarrollo de las algas, por el contenido de PH registrado en el agua, la llulluch'a se clasifica en:
- Alcalinobiónto (ocurre apenas en PH arriba de 7, mayormente Cyanophyceae).
- Realización y capacitación de los talleres en la comunidad

Participación en los talleres:

Taller I

Hombres	Mujeres	Niños
10	30	10

Cabe mencionar que en este primer taller se tuvo una participación de alrededor de 50 personas entre hombres, mujeres y niños dispuestos a aprender todo lo referente de esta alga como es la llulluch'a.

En esta oportunidad se pudo dar a conocer sus propiedades, ecología, fisiología, cosecha, almacenamiento, enfermedades relacionadas por los metales y lo más importante para ellos la desintoxicación de los metales pesados por medio de esta alga.

Taller II

Hombres	Mujeres	Niños
5	30	40

Para la realización del segundo taller o día de campo se pudo contar con una asistencia de 75 personas entre hombres, mujeres y niños. Durante esta convivencia tuvimos la oportunidad de realizar algunos platos utilizando la llulluch'a como ser: sopas, guiso de llulluch'a con maíz y trigo pelado, en esta misma jornada se impartieron recetarios con la preparación de platos tradicionales y novedosos para que el ama de casa pueda prepararlos sin ningún problema en la casa.

2.4 Conclusiones

De acuerdo a los resultados expuestos y objetivos trazados en el presente trabajo de investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En primer lugar se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que.” La introducción de *Nostoc spp* (llulluch'a) como un remedio natural para el tratamiento de la contaminación por metales pesados (plomo y mercurio) en la sangre de pobladores de Sotomayor, es factible y puede formar parte de su vida cotidiana.

Las poblaciones de Llulluch'a se desarrollan en ecosistemas de bofedales en el altiplano, se encontró sitios ecológicos propicios en: Chaquilla (Provincia Quijarro), K'asentilla.

Los lugares de obtención de la llulluch'a no son específicos un 3% lo obtiene en el pueblo (cuando traen), en los diferentes mercados de Sucre el 10%, un 15% de Potosí (cuando viajamos). Sin embargo casi más del 70% no puede obtenerlo por diferentes razones, uno de ellos es que no es conocido, ni comprado por muchas personas, esto suscita el hecho de que no traen de manera consecuente.

El agroecosistema de Sotomayor brinda las condiciones para la introducción de talos de llulluch'a por la fácil adaptación de las mismas, en especial de *Nostoc commune*, esta alga no es muy exigente con respecto a suelos, agua, pH, temperatura y otros.

La producción de talos de llulluch'a solo se realiza durante la época de lluvias esto debido a que en esta época la llulluch'a se activa con el agua. Durante la época seca (después de las lluvias), se procede a la cosecha, secado y su posterior almacenamiento y destino.

Pocos comunarios tienen conocimientos sobre usos y aplicaciones en el campo de la salud y alimentación.

La frecuencia de consumo de la llulluch'a es del 5%, y mas del 65% no consume con frecuencia esta alga, aunque les gustaría hacerlo, esto está limitado por la reducción de las poblaciones de Llulluch'a y que no se tiene la costumbre de cultivarla y la oferta en general es muy reducida.

Se pudo identificar tres diferentes especies como son: *Nostoc commune*, *Nostoc verrucosum* y *Nostoc sphaericum*. Las cuales fueron introducidas en la comunidad de Sotomayor con fácil adaptabilidad.

Por su similitud con el alga *Chlorella*, se puede afirmar que la Llullucha es un desintoxicante de metales pesados por formar quelatos con los mismos y ser excretados.

La llulluch'a mejora el sistema nutricional de la comunidad de Sotomayor constituyéndose en un remedio natural, sin efectos secundarios, sino más bien con efectos positivos para la salud de las personas afectadas, como preventivos para los niños y otras personas que no sufren los efectos de la intoxicación por metales pesados.

En los dos diferentes talleres realizados con los comunarios solo se tuvo una participación del 15% de varones, un 60% de mujeres y un 35% lo constituyen los niños. Estas actividades tienen efectos positivos por la información y el conocimiento que se les brindó a los pobladores de Sotomayor.

Los pobladores de la comunidad de Sotomayor están más enfocados en producir los cultivos agrícolas que les generan ingresos económicos y no así en lo que les genera un bien a su salud.

2.5 Agradecimientos

Los investigadores agradecen a la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT) de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca por el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo.

2.6 Referencias

Cadima, M., Fernandez, E., Lopez, L. 2005. Algas de Bolivia con enfoque en el fitoplancton: importancia, ecología, aplicaciones y distribución de géneros.

Aldave, A. 1965. Algas, Libertad E.I.R.L. Huerta Grande Trujillo Perú.

Aldave, A. 1985. Algas Andino Peruanos boletín de lima N° 37 revista cultural científica.

Cronquist, 1981. An Integrated Sisten of Clasification of Flowering Plants New York Botanical Garden.

DDRNMA. (2005)”Plan de mitigación minera de la cuenca del pilcomayo, para los municipios afectados en el departamento de Chuquisaca.” Prefectura de Chuquisaca, Sucre, Bolivia.

PCDSMA, 2005. Compatibilización y complementación de efectos de la contaminación minera de las aguas del rio Pilcomayo. “programa de cooperación Danesa al sector medio ambiente,” DRNMA, Prefectura de Chuquisaca, Bolivia.

CAEM, 2004. “Perfil avanzado de micro cuencas Jatun Khakha” Prefectura de Chuquisaca.

LIDEMA, 2003. Alerta por la contaminación del río “Pilcomayo” La Paz – Bolivia.

Defensor del pueblo, 2003. “Cuando el río suena” Sucre – Bolivia.

Linea Base Sotomayor, 2006. Línea base ambiental “Pilcomayo” Sotomayor prefectura de Chuquisaca.