

## En busca de alternativas de alimentación frente al cambio climático: estudio preliminar del impacto nutricional del *Nostoc* en estudiantes de primaria de la comunidad de Putucuni, Cordillera del Tunari, Quillacollo, Cochabamba-Bolivia

*In search of food alternatives facing climate change: a preliminary study of the nutritional impact of Nostoc in elementary school students of the community of Putucuni, Cordillera del Tunari, Quillacollo, Cochabamba-Bolivia*

Eduardo A. Morales<sup>1</sup>, Marcela Achá<sup>2</sup> & Ma. Luisa Villarroel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbario Criptogámico Universidad Católica Boliviana-HCUCB y <sup>2</sup>Facultad de Enfermería Elizabeth Seton, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Calle M. Márquez esq. Plaza Jorge Trigo s/n, P.O. Box 5381, Cochabamba, Bolivia

**Resumen:** Se realizó un estudio breve y preliminar con la finalidad de evaluar el impacto de *Nostoc*, una cianobacteria comestible que produce colonias macroscópicas, en el estado nutricional de niños en edad escolar primaria (entre 6 y 11 años de edad) de la localidad de Putucuni (Quillacollo, Cochabamba, Bolivia). De manera aleatoria, se estableció un grupo de estudio y otro de control. El grupo de estudio recibió un total de 13 dosis de *Nostoc*, cada una en intervalos de día por medio, en polvo o líquido, pero siempre mezclado con yogurt saborizado. El control del progreso de ambos grupos se midió mediante la toma de medidas antropométricas en tres fechas, una inicial en la que también se establecieron los grupos (14 de octubre, 2016) y otras dos de verificación de progreso (28 de noviembre, 2016 y 5 de mayo 2017). Los datos de talla no fueron conclusivos debido a problemas durante la toma de estos datos. Sin embargo, los datos de peso muestran que el grupo de estudio en la segunda fecha había incrementado su peso con un promedio de 1,19 kg, mientras que en la tercera fecha este mismo grupo incrementó su peso con un promedio de 2,55 kg. Comparado con el aumento de peso del grupo control en la tercera fecha (promedio 1,87 kg), es notable que el grupo que recibió *Nostoc* como suplemento alimenticio haya incrementado su peso mucho más. Además, este grupo de estudio presentó un comportamiento muy diferente al resto de los niños de la escuela; su estado de ánimo fue muy positivo y su predisposición al estudio y trabajo en aula fue mucho mayor. Se recomienda que se hagan más estudios con grupos más grandes y de clases etarias más diversas, además, con controles más rigurosos. Por ahora, la observación inicial es que *Nostoc* tiene una influencia sobre la dieta de los niños en edad escolar y que podría representar un alimento de mucho beneficio en comunidades altioplánicas.

**Abstract:** A brief preliminary study was performed with the objective to evaluate the impact of *Nostoc*, an edible cyanobacterium producing macroscopic colonies, in the nutritional state of primary school children (6-11 years old). The study was done in Putucuni (Quillacollo, Cochabamba, Bolivia). A study and a control group were established at random. The study group received a total of 13 doses of *Nostoc* every other day, as dry powder or liquid, both mixed with flavored yogurt. Anthropometric measurements were made during three visits to the school (October 15 and November 20, 2016 and May 5, 2017). Height data were not taken into account due to methodological disparities during the study. However, the weight data show that the study group had increased its weight by a mean of 1.19 kg by the second date, while by the third date the increment reached a mean of 2.55 kg. Compared to the mean increase in weight of the control group by the third date (1.87 kg), it is noticeable that children fed with *Nostoc* augmented their weight much more. Moreover, the study group exposed a behavior pattern that was different to that of their classmates. Their attitude was very positive and their predisposition to study and to work in class was much higher as reported by their teachers. It is recommended that more studies are carried out that include larger groups and diverse age classes, with a more rigorous control. For now, the initial observations indicate that *Nostoc* has an influence on the diet of primary school children and that it could represent a food item of much benefit to human communities of the Altiplano.

## 1. Introducción

El cambio climático puede implicar un cambio importante en los patrones de temperatura y precipitación, más aún en zonas montañosas de Bolivia (Andersen, 2009; Comunidad Andina, 2007; Hoffmann, 2012). En muchos casos, tales cambios sobrepasarán los óptimos y rangos de tolerancia de las especies cultivadas actualmente, constituyendo un serio riesgo para la seguridad alimentaria y subsistencia de las comunidades humanas que viven en estas zonas (Anderson et al., 2012; Larsen et al., 2012; Valencia & Andersen, 2009). Se han propuesto dos vías principales de solución: 1) o se empiezan a reemplazar los cultivos por especies mejor adaptadas a las nuevas condiciones, lo cual conlleva la introducción de plantas que pueden no ser aceptadas por las comunidades o pueden llevar años en adaptarse a la situación de montaña, o 2) se manipulan genéticamente las cosechas actuales hasta lograr plantas resistentes a altas temperaturas y a patrones hídricos alterados; proceso muy costoso y para el cual Bolivia carece de tecnología. Pero la Cordillera Andina contiene actualmente recursos que bien se podrían manejar adecuadamente como un mecanismo de adaptación al cambio climático. Uno de estos recursos es la cianobacteria *Nostoc*, representada por colonias macroscópicas que crecen sueltas y sobre fondos en lagunas someras y bofedales de altura (Dodds et al., 1995). Las colonias están constituidas por numerosas cadenas de células microscópicas y que a raíz del proceso de fotosíntesis acumulan una suerte de químicos altamente nutritivos: alta carga de proteínas que sobrepasa la de la carne vacuna, contenido intermedio de carbohidratos y una fracción lipídica. Esto hace de

*Nostoc* un alimento balanceado, nutritivo y sano (Huang et al., 1998; Potts et al., 1998; Schinde et al., 2010); definitivamente una alternativa plausible a la dieta actual de las comunidades que se basa, en gran parte, en el consumo de raíces y tubérculos con alto contenido de carbohidratos pero con muy bajo contenido de proteínas y lípidos. Se conoce, a través de varios estudios, sobre el depauperado estado nutricional de las comunidades andinas, especialmente de niños, precisamente debido al tipo de alimentación actual en estas comunidades (p.e., Cruz Agudo et al., 2010; Morales & Calzadilla, 2004). El uso de *Nostoc* podría también mejorar este estado nutricional y, por tanto, mejorar la calidad de vida al mismo tiempo que se contribuya a la adaptación de estas comunidades al cambio climático. En definitiva lo que se plantea es la extensión del consumo de *Nostoc* en comunidades andinas, un producto que ya se ha consumido tradicionalmente en zonas similares de Perú, Chile y Ecuador y que ha tenido también un consumo tradicional milenario en zonas montañosas de China.

Se presentan aquí datos preliminares sobre la influencia de *Nostoc*, usado como complemento alimenticio en niños de escuela primaria en la comunidad de Putucuni en la zona de la Cordillera del Tunari, parte de la cadena Andina en Bolivia.

## 2. Materiales y métodos

Se recolectó *Nostoc* de forma directa (con redes de malla ancha) de bofedales y lagunas de altura en la zona de influencia de la represa de Misicuni 17°5'48.66"S, 66°19'48.53"O. Una porción de material se envió al Laboratorio de Alimentos de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba para un análisis bromatológico. Otra parte del material recolectado se secó a la intemperie y con radiación solar directa sobre latón o calamina para acelerar el proceso de secado y eliminar cualquier tipo de bacteria o toxina acumulada alrededor de las colonias del *Nostoc*. El material seco se molió en una moladora manual y colocó en frascos de penicilina, debidamente esterilizados antes de su uso. Alternativamente, se conservaron colonias de *Nostoc* en glicerina para evitar su desecación y luego de un lavado de la glicerina con agua pasteurizada, se molió en una licuadora eléctrica, de manera que se produjo una sustancia uniforme y viscosa.

Previo contacto con los profesores de la Unidad Educativa Putucuni (Agustín Yamparre y Edwin Jiménez), en la localidad de Putucuni y en fecha 14 de octubre, 2016, se procedió a la toma de medidas antropométricas de todos los niños (21 en total) entre 6 años y 5 meses y 11 años y 7 meses. Se procedió también a establecer un registro de datos de recordatorio de 24 h de su ingesta alimentaria habitual y a establecer una valoración clínica de cada niño. Posterior a esto, se seleccionaron aleatoriamente (por sorteo) dos varones y 9 niñas (11 en total). Una sola niña

rechazó la mezcla a administrar y por ello se la eliminó del grupo, quedando 10 niños.

En una segunda visita, el 28 de noviembre, 2017. Se procedió al pesaje de los niños del grupo de estudio y un nuevo registro de datos de recordatorio de 24 h de su ingesta alimentaria habitual. Ni la talla ni la toma de medidas antropométricas del grupo control se pudo realizar en esta visita debido a conflictos con el horario de clases y a una reunión programada con la comunidad de Putucuni, compuesta en gran parte por los padres de familia de los niños de la escuela. La reunión se realizó en quechua, idioma nativo de la comunidad, y en ella se intercambió información verbal sobre *Nostoc*, sus propiedades, su hábitat, la aceptación por parte de la gente que vive en la zona de Putucuni y detalles del estudio que se estaba realizando.

Cada frasco con *Nostoc* en polvo contenía una porción de 10 g la cual se suministró pasado 1 día a cada niño, mezclando con yogurt saborizado. La preparación líquida se suministró en cantidades de 15 g, también mezcladas con yogurt y a razón de una ración día por medio.

Al cabo de un total de 7 dosis de *Nostoc* en polvo y 6 dosis en estado líquido y al retorno de las vacaciones de fin de año, en fecha 5 de mayo de 2017 se procedió a una nueva toma de medidas antropométricas. Esta vez, fueron los profesores quienes tomaron los datos, para lo cual habían sido previamente capacitados en la segunda visita en noviembre.

Los 11 niños del grupo estudio recibieron un suplemento de 10 g. de *Nostoc* en polvo con un aporte proteico de 2,8 g por cada dosis y 15 g de *Nostoc* líquido con un aporte de 0,048 g por dosis. El grupo control solo recibió el yogurt sin ninguna adición de *Nostoc*.

Se calcularon dos indicadores de valoración de estado nutricional, peso/talla y talla/edad. El primer indicador muestra la desnutrición aguda, mientras que la talla/edad es el indicador de desnutrición crónica.

Estadísticamente se utilizó la norma de evaluación del estado nutricional a nivel nacional (Bolivia) para determinar cuáles de los niños en los dos grupos establecidos caían por debajo de valores  $<-2$  para la desviación estándar en la distribución de los valores de los indicadores peso/talla y talla/edad, es decir, quiénes presentaban algún grado de desnutrición ya sea agudo o crónico.

Los resultados se presentan por medio de tablas, organizadas al estilo de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

### 3. Resultados y discusión

Se recolectaron por lo menos 6 morfo especies diferentes de *Nostoc* en la Cordillera del Tunari, en la zona de influencia de la represa de Misicuni. La identificación molecular de estas entidades a nivel de especie se está realizando en laboratorios del Instituto de Botánica de Sao Paulo, Brasil. Para el presente estudio se utilizaron 2 de las 6 morfo especies, las formas de crecimiento esférico y oscuras (*Nostoc* sp. 1N) y las esféricas pero de color café claro (*Nostoc* sp. 2R), que correspondieron a las dos formas más abundantes y susceptibles a cosecharse en la localidad llamada laguna Socara 2 (Fig. 1). Estas dos formas se enviaron para análisis bromatológico, el cual arrojó resultados bastante altos de contenido proteico (entre 27 y 29%) y de carbohidratos (entre 66 y 68%) que hacen que ambas formas sean altamente apropiadas como complemento alimenticio, incluso conteniendo más proteína que la carne vacuna (20–24%) y un aporte calórico significativamente alto (alrededor de 380 Kcal) (Tabla 1).



Figura 1: A. Laguna de Socara 2 ubicada en la zona de influencia de la represa de Misicuni y en la que se halló un mayor desarrollo de *Nostoc*. B. Colonias de las dos formas de *Nostoc* (oscuras y color café claro) en etapa de crecimiento. C. Cosecha de colonias grandes de *Nostoc*, se seleccionaron las formas más grandes y se devolvieron al agua las formas pequeñas. Producto de la cosecha en un periodo de dos horas en la laguna Socara 2: aproximadamente 20 kg en peso húmedo.

Tabla 1. Resultados del análisis bromatológico de dos formas de crecimiento de *Nostoc* halladas en la etapa de recolección.

Parámetro	Unidad	Valor por 100 g (%)	Valor por 100 g de materia seca (%)	Método de Ensayo, referencia
A. <i>Nostoc</i> sp 1N, formas esféricas y oscuras				
Humedad	g	98,34	0,00	POF – INA
Proteína	g	0,48	28,92	POF 2
Grasa	g	N.D.	N.D.	POF – 9NA
Cenizas	g	0,08	4,82	POF – 5INA
H. Carbono	g	1,10	66,27	TCAB, Bolivia (1984)
Valor Energético	Kcal	6,32	380,72	TCAB, Bolivia (1984)
B. <i>Nostoc</i> sp 2R, formas esféricas color café claro				
Humedad	g	98,81	0,00	POF – INA
Proteína	g	0,32	26,89	POF 2
Grasa	g	N.D.	N.D.	POF – 9NA
Cenizas	g	0,06	5,04	POF – 5INA
H. Carbono	g	0,81	68,07	TCAB, Bolivia (1984)
Valor Energético	Kcal	4,52	379,83	TCAB, Bolivia (1984)
N.D. → No Detectable				

En la primera fecha, se realizó una valoración antropométrica, clínica (Tabla 2) y el recordatorio de 24 h del aporte calórico que recibieron los niños en su dieta habitual. Durante el análisis de datos se pudo determinar que varios niños del grupo de estudio presentaron datos muy dispares y que muy probablemente se debían a errores de medición. Por ello, el grupo de estudio se redujo a 10 niños, mientras que el grupo control quedó reducido a 4 niños. Los datos del recordatorio de 24 h no se presentan aquí también debido a su disparidad. Como se trató con niños de distintas edades, fue difícil establecer el tamaño de porción de los alimentos y por ello se decidió no tomar en cuenta estos datos. Sin embargo, el recordatorio sirvió para determinar el tipo de alimentos que reciben, mostrándose que ingieren porciones aparentemente adecuadas de carne (vacuno, ovino, caprino y llama), tanto en forma fresca como deshidratada.

Se llegó a determinar que uno de los niños del grupo de estudio se encontraba con talla baja y desnutrición crónica. Así mismo, un solo niño del grupo control

presentaba condiciones similares. El resto de los niños en ambos grupos presentan un estado de nutrición normal (Tabla 2).

Cabe mencionar que el desayuno escolar que reciben diariamente todos los niños contiene alimentos balanceados en los que se mezclan proteínas, carbohidratos y lípidos. Este desayuno combinado con la dieta con base en carne es lo que mantiene a los niños estudiados en un estado nutricional aceptable. Por tanto, el estado de desnutrición crónica de los niños mencionados se debe a circunstancias no necesariamente relacionadas con la alimentación.

La valoración clínica, por otra parte, permitió evidenciar que muchos de los niños tenían una constitución física delgada pero no emaciados, con signos de sequedad, principalmente de mucosas y conjuntivas, hipoactivos y algo indiferentes.



Figura 2: A. Escuela en la localidad de Putucuni, Quillacollo, Cochabamba, Bolivia, donde se realizó el presente trabajo. B. Toma de medidas antropométricas. C. Recolección de datos de recordatorio de 24 h. D. Toma de datos clínicos y constatación de la información.

En la segunda visita se tomó un mayor cuidado en la aplicación del recordatorio de 24 h y se pudo determinar que cada niño recibe en promedio un aporte de 1449 kcal (en un rango que oscila entre 934 y 1965 kcal), lo cual se considera como adecuado para su edad y peso. No se realizó la valoración clínica en esta oportunidad debido a una actividad que existía en el colegio por el cierre de la gestión 2016 y el comienzo de las vacaciones de fin de año. Mediante los indicadores antropométricos se determinó que el grupo en estudio incrementó su peso entre 0 y 2,4 kg (promedio 1,19 kg). La talla del grupo de estudio no se tomó debido a que no se iban a registrar cambios en tan solo un mes del inicio del

estudio. No se tomaron medidas para el grupo control por el corto tiempo que duró la visita, por las actividades de fin del año escolar y la reunión que debía realizarse con la comunidad.

Tabla 2. Resultados de las determinaciones de peso y talla durante las tres visitas a la escuela de Putucuni.

A Grupo de Control							
Sexo	Edad	14-oct-2016		28-nov-2016		5-mayo-2017	
		Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla
F	6a 5m	18	1,09	19,1	ND	20	1,10
F	10a 4m	31	1,32	31,8	ND	34	1,35
F	8a	25,5	1,26	25,5	ND	28	1,27
F	9a	25	1,28	26,7	ND	28	1,30
F	6a 10m	17	1,07	19,4	ND	19	1,10
F	7a 1m	19	1,16	20,9	ND	22	1,18
F	9a 2m	27	1,29	28,1	ND	29	1,32
M	6a 1m	18	1,11	19,4	ND	20	1,14
F	6a 5m	20	1,14	22	ND	23	1,18
F	9a 2m	24	1,26	25,9	ND	27	1,25
B Grupo Control							
Sexo	Edad	14-oct-2016		28-nov-2016		5-may-2017	
		Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla
F	5a 9m	24	1,17	ND	ND	26	1,23
M	6a 10m	19	1,09	ND	ND	20	1,11
F	9a 2m	25	1,28	ND	ND	28	1,34
F	8a 8m	23,5	1,23	ND	ND	25	1,26

Ver texto para explicación de datos no determinados (ND). Datos en celdas resaltadas corresponden a niños con desnutrición crónica.

En la tercera fecha, los indicadores antropométricos muestran que los niños del grupo estudio incrementaron su peso (en relación a octubre) entre 2,0 a 3,0 kg (promedio 2,55 kg) en 100% de los niños que recibieron el suplemento del *Nastoc*, en relación al grupo control que incrementaron su peso de 1 a 3 kg (promedio de 1,87 kg). Para la talla, el grupo estudio incrementó desde 0 a 4 cm (promedio 2,2 cm), mientras que el grupo control incrementó su talla entre 2 y 6 cm (promedio de 4 cm). Se sugiere que en la toma de los datos de talla, existe una mayor posibilidad



de error que para las medidas de peso y además, las mediciones de talla fueron realizadas por los profesores, quienes no contaban con la experiencia como para producir datos más uniformes.

El indicador clínico en esta tercera fecha refleja señales de mejor salud, reflejado en el color y condición de sus conjuntivas y mucosas; siendo más llamativa la actitud de los estudiantes del grupo de estudio, quienes a percepción de los profesores se muestran con mayor energía, hiperactividad, motivación para aprender y mayor rendimiento. Junto con el incremento promedio de peso, estos aspectos son los más llamativos dentro de los resultados obtenidos y pueden estar directamente relacionados con la cantidad de proteína extra y carbohidratos proporcionados por la dieta de *Nostoc*. Sin embargo, los indicadores de evaluación utilizados en este estudio no constatan de forma directa que ese cambio en actitud y predisposición se haya debido exclusivamente al aporte nutritivo de *Nostoc*.

En la entrevista con la comunidad en la segunda visita, principalmente los varones (las mujeres se mantuvieron más calladas), manifestaron conocer el *Nostoc* con el nombre de “Murmutana” y que de niños solían consumirlo en su estado natural pero desconocían los beneficios nutricionales del mismo. Con la intervención de los profesores y estudiantes de enfermería se les dio a conocer los beneficios nutricionales de la “Murmutana”. Los profesores enfatizaron los cambios en el comportamiento y aprendizaje de los niños del grupo de estudio, recalcando la importancia del aprovechamiento de este recurso natural con el que cuentan (se hizo un registro de audio correspondiente a este intercambio con la comunidad). Conversando también con los niños fuera del ámbito escolar se estableció que el consumo de *Nostoc* no es habitual sino más bien esporádico y limitado por su disponibilidad en los ecosistemas acuáticos aledaños a las viviendas o zonas de cultivo y pastoreo. No existe ninguna forma de cultivo del *Nostoc* generalmente el ganado accede primero a las colonias y las consume. Se ha observado también que las bandadas de aves que generalmente se hallan en lagunas de la zona consumen activamente *Nostoc*.

También durante la entrevista con la comunidad, el entusiasmo de los niños llevó a que uno de ellos guiara a nuestra comitiva hacia uno de los bofedales cercanos en el que se evidenció la presencia de *Nostoc* en forma de colonias muy pequeñas y en etapa de crecimiento, lo que permitió a los niños y padres de familia visualizar las características de los lugares en los que pueden encontrarlo, la forma que tienen y como poder consumirlo.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

El uso de *Nostoc* como complemento alimenticio en niños en edad escolar primaria tiene un efecto positivo sobre su peso promedio, aumentando el mismo de

manera notoria cuando se compara con niños que no han recibido el suplemento. También parece haber un cambio muy conspicuo en la actitud y nivel energético de los estudiantes, lo que los torna más predispuestos al estudio y a su involucramiento en las actividades escolares. Por lo menos en la zona de Putucuni, el consumo de *Nostoc* es ampliamente aceptado, aunque su consumo no es regular ni frecuente. Un programa de educación ambiental que incorpore la concientización sobre los potenciales beneficios de *Nostoc* y el cuidado de los hábitats donde crece, es esencial dentro de un programa de aprovechamiento de este recurso andino.

Los grupos que se utilizaron en el presente estudio fueron muy pequeños y se recomienda que se haga un estudio similar pero con grupos que incluyan un mayor número de estudiantes y que se expanda a adolescentes e incluso adultos. Se recomienda también establecer si existen diferencias entre varones y mujeres así como hacer mediciones más rigurosas, estableciendo, de ser posible, estaciones de control que permitan el uso de los mismos equipos y metodologías por los mismos operarios a fin de aminorar errores.

En vista que los niños de Putucuni tienen acceso a una diversidad de alimentos, se recomienda hacer estudios en comunidades más alejadas donde tal diversidad sea menor. Son estos grupos los que están en mayor riesgo de ser afectados por las consecuencias del cambio climático que se podrían ver más beneficiados con una dieta rica en *Nostoc*.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Andersen, L. E. 2009. Cambio climático en Bolivia: impactos sobre bosque y biodiversidad. Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo, Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo. No. 11/2009. La Paz, Bolivia.
- [2] Anderson, E. P., Marengo, J.A., Villalba, R., Halloy, S.R.P., Young, B.E., Cordero, D., Gast, F, Jaimes, E. & Ruiz Carrascal, D. 2012. Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas y servicios ecosistémicos de los Andes tropicales. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jorgensen, P.M. & Tiessen, H. Cambio climático y biodiversidad en los Andes. pp. 1-22. Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Global (IAI), Sao José dos Campos, Brasil & Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), París, Francia.
- [3] Comunidad Andina. 2007. ¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y cambio climático en la comunidad andina. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima, Perú. 130 pp.

- 
- [4] Cruz Agudo, Y., Jones, A.D., Beti, P.R. & Larrea Macías, S. 2010. Lactancia materna, alimentación complementaria y malnutrición infantil en los Andes de Bolivia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60 (1): 7-14.
- [5] Dodds, W.K., Gudder, D.A. & Mollenhauer, D. 1995. The ecology of Nostoc. *Journal of Phycology* 31:2-18.
- [6] Hoffmann, D. 2012. Cambio climático y desarrollo sostenible en regiones de montaña de Bolivia. *Revista Virtual REDESMA* 6(1): 39-45.
- [7] Huang, Z., Liu, Y., Paulsen, B.S. & Klaveness, D. 1998. Studies on polysaccharides from three edible species of Nostoc (Cyanobacteria) with different colony morphologies: comparison of nonosaccharide compositions and viscosities of polysaccharides from field colonies and suspensión cultures. *Journal of Phycology* 34: 962-968.
- [8] Larsen, T.H., Brehm, G., Navarrete, H., Franco, P., Gómez, H., Mena, J.L., Morales, V., Argollo, J., Blacutt, L. & Canhos, V. 2012. Desplazamientos de los rangos de distribución y extinciones impulsados por el cambio climático en los Andes tropicales: síntesis y orientaciones. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jorgensen, P.M. & Tiessen, H. Cambio climático y biodiversidad en los Andes. pp. 57-82. Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Global (IAI), Sao José dos Campos, Brasil & Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), París, Francia.
- [9] Morales, R., Aguilar, A.M. & Calzadilla, A. 2004. Geography and culture matter for malnutrition in Bolivia. *Economics & Human Biology* 2(3) 373-389.
- [10] Potts, M., Olie, J.J., Nickels, J.S., Parsons, J. & White, D.C. 1998. Variation in phospholipid ester-linked fatty acids and carotenoids of dessicated Nostoc commune (Cyanobacteria) from different geographic locations. *Applied Environmental Microbiology* 53(1): 4-9.
- [11] Schinde, G.S., Pingle, S.D. & Davange, S.B. 2010. Biochemical analysis o five nitrogen fixing Nostoc species: a quantitative assessment. *Asian Journal of Experimental Biology Sci.* Spl. 2010: 126-128.
- [12] Valencia, H. Andersen, L.E. 2009. Cambio Climático en Bolivia hasta el 2100: Análisis de los impactos en el sector agropecuario. Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo, Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo. No. 13/2009. La Paz, Bolivia.