

**Posibilidades del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para la alimentación humana en la Sierra Nororiental de Puebla, México**  
**Possibilities of bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for human consumption in Sierra Nororiental of Puebla, Mexico**

Juan F. Aguirre Cadena<sup>1</sup>

Benito Ramírez Valverde<sup>2</sup>

Jorge Cadena Íñiguez<sup>3</sup>

Laura Caso Barrera<sup>2</sup>

José P. Juárez Sánchez<sup>2</sup>

Daniel C. Martínez Carrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Posgrado del programa de Doctorado en el Colegio de Postgraduados Campus Puebla

<sup>2</sup> Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados Campus Puebla

<sup>3</sup> Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí

Autor para correspondencia: Benito Ramírez Valverde, E-mail: bramirez@colpos.mx

## **Resumen**

**Introducción:** Los brotes de bambú son una alternativa de comida vegetal no convencional ya que contiene 17 tipos de diferentes enzimas y más de 10 elementos minerales; también contiene un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos, y es bajo en grasas. Sin embargo, contiene ácido cianhídrico (HCN) un compuesto tóxico, que debe eliminarse de los brotes antes de su consumo. El objetivo de la investigación fue evaluar el contenido de HCN y como consecuencia recomendar su consumo.

**Método:** La cuantificación del HCN se realizó por el método propuesto por Hake y Bradbury, el cual consiste en tiras de papel impregnado de picrato que en presencia de HCN produce isopurpurina, la cual puede ser detectada por espectrofotometría. Para conocer la diferencia entre los tratamientos de acuerdo al tiempo de cocción en la reducción de ácido cianhídrico se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El análisis de tejido vegetal y bromatológico se realizó con los siguientes procedimientos: grasa (Soxhlet), fibra cruda (Digestión ácida y alcalina), nitrógeno (Micro Kjeldhal), humedad y cenizas (Gravimetría). El contenido de nutrientes, P y B (Colorimetría) y Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica).

**Resultados:** El contenido de HCN es más alto en brotes crudos y, disminuyó notablemente con los tiempos de cocción. Al hervir durante 15 minutos se redujo en 73 %; con 30 minutos fue del 93.64 % y durante 60 minutos disminuyó 98.7 %. Los componentes bromatológicos de brotes de bambú bajo diferentes tiempos de cocción presentan variaciones más contrastantes en el porcentaje de grasa, proteína y cenizas. La cantidad de grasa, proteína y humedad aumentan de acuerdo al tiempo de hervor, la fibra cruda es mayor en brotes hervidos entre 15 y 30 minutos. El análisis nutrimental del tejido vegetal mostró que el P, K, Fe, Mn y Zn disminuyeron su contenido con el tiempo de cocción (entre 19% y 84%), mientras que el N, Ca, Mg, Na, B y Cu, incrementaron su porcentaje (entre 3% a 34%).

**Conclusión:** El bambú representa una alternativa de nutrición, es una planta abundante en la sierra Nororiental, fácil de cosechar, no requiere cuidados extensivos, representa además un alimento que cuenta con un alto contenido nutricional. Los brotes de bambú en forma cruda no son aptos para consumo humano, requiere de algún método para eliminar toxicidad; los brotes deben procesarse adecuadamente ya que contienen glucósidos cianogénicos tóxicos. El uso de tiempos de cocción elimina la toxicidad por reducción del compuesto cianogénico, conserva sus valores nutricionales y su consumo puede ser una alternativa accesible, económica y nutritiva en comunidades rurales de escasos recursos.

**Palabras clave:** brotes de bambú; ácido cianhídrico; cocción; alimento

## **Abstract**

**Introduction:** Bamboo shoots are an alternative to unconventional vegetable food that contains 17 types of different enzymes and more than 10 mineral elements; it also contains a high rate of

fiber, vitamins, amino acids, and is low in fat. However, it contains hydrocyanic acid (HCN) a toxic compound, which must be eliminated from the outbreaks before consumption. The objective of the research was to evaluate the content of HCN and consequently recommend its consumption.

**Method:** The quantification of HCN was carried out by the method proposed by Hake and Bradbury, which consists of paper strips impregnated with picrate that, in the presence of HCN, produces isopurpurine, which can be detected by spectrophotometry. To know the difference between the treatments according to the cooking time in the reduction of hydrocyanic acid, a completely randomized experimental design was used. The analysis of plant and bromatological tissue was carried out with the following procedures: fat (Soxhlet), crude fiber (acid and alkaline Digestion), nitrogen (Micro Kjeldhal), humidity and ash (Gravimetry). The nutrient content, P and B (Colorimetry) and Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn and Cu (Atomic absorption spectrophotometry).

**Results:** The content of HCN is higher in raw sprouts and, decreased significantly with cooking times. When boiled for 15 minutes it was reduced by 73%; with 30 minutes, it was 93.64% and for 60 minutes, it decreased 98.7%. The bromatological components of bamboo shoots under different cooking times have more contrasting variations in the percentage of fat, protein and ash. The amount of fat, protein and moisture increase according to the boiling time, raw fiber is higher in boiled shoots between 15 and 30 minutes. Nutritional analysis of plant tissue showed that P, K, Fe, Mn and Zn decreased their content with the cooking time, while N, Ca, Mg, Na, B and Cu, increased their percentage.

**Discussion or Conclusion:** Bamboo represents an alternative of nutrition, it is an abundant plant in the Northeast mountain range, easy to harvest, does not require extensive care, it also represents a food that has a high nutritional content. Bamboo shoots in raw form are not suitable for human consumption, requires some method to eliminate toxicity; the shoots must be processed properly since they contain toxic cyanogenic glycosides. The use of cooking times eliminates the toxicity by reduction of the cyanogenic compound, conserves its nutritional values and its consumption can be an accessible, economical and nutritious alternative in rural communities of scarce resources.

**Keywords:** shoots; hydrocyanic acid; cooking; food

Recibido en 23/03/2018

Aceptado en 27/07/2018

## Introducción

Existe un gran potencial para los brotes de bambú como una alternativa de comida vegetal en el mundo. En países como Filipinas, cuando la comida es escasa debido a la incidencia de fenómenos naturales, la población se siente afortunada de poder alimentarse con recursos naturales que no son comunes en otros países, como sucede en Mindango durante la temporada de “El niño”, que consumen el “kayos”, mientras que en el fenómeno de “La niña” se consumen los brotes de bambú (Caasi-Lit, 1999a).

En Asia, los brotes de bambú siempre se han considerado como una comida especialmente saludable formando parte de su sistema tradicional de alimentación, posee alto contenido de fibra y bajo contenido de grasa. Es por esto que en China y Japón, los brotes de bambú son muy demandados y su precio se ha elevado constantemente (Pao-Chang, 1978).

Los brotes de bambú contienen aproximadamente 88.8% de agua, más de 3.9% de proteína y 17 aminoácidos. El contenido de aminoácidos de los brotes de bambú es mucho más alto que el encontrado en otros vegetales como el repollo, zanahoria, cebolla y calabaza (Caasi-Lit, 1999b; Caasi-Lit *et al.*, 1999b, 4; 2010a). Sin embargo, aunque tienen un amplio uso tradicional en Asia, existen pocos estudios de brotes de bambú como vegetal comestible (Caasi-Lit, 1999b; Caasi-Lit *et al.* 2010a).

Los brotes de bambú son una alternativa de comida vegetal no convencional ya que contiene 17 tipos de diferentes enzimas y más de 10 elementos minerales como Cr, Zn, Mn, Fe, Mg, Ni, Co, Cu por lo que se consideran ideales para una dieta saludable ya que contienen un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos y es bajo en grasas (RFRI, 2008). Sin embargo, contienen, cianoglucósidos, compuestos tóxicos, que se descomponen al romper las células vegetales para formar cianuro de hidrógeno y un aldehído o una cetona (Moller y Seigler, 1999).

El ácido cianhídrico, o ácido prúsico, es una solución acuosa de cianuro hidrolizante. Es un ácido muy débil y al liberarse de sus sales (cianuro de potasio), se genera olor a melocotón, lo cual indica que la descomposición de la sal se ha realizado (Moller, 1999).

Se ha reportado que el brote de bambú contiene cianuro tan alto como 0.3%- 0.8% (Tripathi, 1998, 11) y 0.1% (Anonny, 2004). Sin embargo, el contenido de cianuro disminuye sustancialmente después de la cosecha y debe eliminarse de los brotes que se van a consumir (Lehninger, 1982), poniéndolos a remojar o hirviéndolos (Caasi-Lit, 1999a; Caasi-Lit *et al.*, 2010b). La ingesta de alta concentración de cianuro es letal entre 0.5 a 3.5 mg kg<sup>-1</sup> de peso corporal (Bradbury & Holloway, 1998) porque implica el bloqueo y la reducción del oxígeno en vías respiratorias (Lehninger, 1982).

Los cianógenos se pueden disminuir con mayor eficiencia mediante la cocción por inmersión en agua, y se facilita su migración hacia el agua de cocción que normalmente se elimina (Moncada y Gualdrón, 2006), además conduce a la mejora de las cualidades microbiológicas y organolépticas, destruye las toxinas y aumenta la digestibilidad y la biodisponibilidad de los nutrientes (Gouado *et al.*, 2011). En diversos vegetales, la cocción disminuye el contenido de fibra y vitamina C, pero mejora la biodisponibilidad y los efectos positivos del licopeno, de los carotenoides y del ácido fólico (Oude Griep, 2012).

La cocción puede inducir pérdida de nutrientes mediante reacciones químicas inducidas por la temperatura, y la lixiviación (arrastre) de los nutrientes en el medio de cocción. Muchos nutrientes son térmicamente inestables cuando se calientan y su concentración disminuye exponencialmente con el tiempo (Finglas, 2003).

Para evitar problemas en la alimentación existen varios métodos de procesamiento para eliminación de toxicidad:

**a) Brote de bambú fermentado.** Se consume como una de las comidas tradicionales preferidas por las diferentes comunidades étnicas en Asia (Bhatt *et al.*, 2003), y para ello se pelan los brotes recién cosechados, se limpian en agua y se cortan en rodajas pequeñas, las vasijas de barro o cestas hechas de tallos de bambú se usan como recipientes para la fermentación (Giri y Janmejy, 2000). Cuando se usan cestas de bambú, la superficie interna se recubre con hojas de plátano o láminas de plástico perforadas para drenar el líquido durante el proceso de fermentación (Jeyaram *et al.*, 2009). Los brotes de bambú picados se colocan en el recipiente presionándolos y se cubren con hojas de plátano (*Musa spp.*) o polietileno. Para mantenerlos bajo

presión los brotes están sujetos a piedras o troncos de madera; los brotes se mantienen en esta condición durante 6 a 12 meses (Giri y Janmejy, 2000).

Existen otros métodos que aplican las mujeres al este de India; en Adi de Arunachal Pradesh, donde utilizan hojas de plátano para la semifermentación de los brotes y las presionan bajo piedras cerca de la corriente de agua durante tres a cuatro meses para reducir el sabor amargo (Bhaskaran, 2015, 159). Del mismo modo, Singh *et al.* (2007, 4) informaron el procesamiento tradicional único de la fermentación de brotes de bambú para reducir el porcentaje de cianuro.

**b) Brotes enlatados.** Los japoneses fueron los primeros en desarrollar y utilizar tecnología moderna para el procesamiento de brotes frescos (Midmore, 1998, 8). La técnica de procesamiento para producir brotes de bambú en conserva implica pasos cruciales que deben seguirse para obtener productos de buena calidad. Esto implica hervir en agua los brotes de bambú en rodajas durante aproximadamente cuatro horas o durante 40 a 60 minutos a 120 ° C, enfriarlos y luego almacenarlos en solución de salmuera que contiene generalmente entre 5 y 10% de NaCl o más, dependiendo de la especie, y 1% de ácido cítrico. Los productos así procesados pueden estar en latas o bolsas de retorta (Nirmala *et al.*, 2011, 163).

**c) Brotes frescos/hervidos.** Después del corte, los brotes se rebanan y se sumergen en agua durante 1 a 2 horas o se hierven en agua durante media hora para eliminar el ácido Cianhídrico (HCN) (Tripathi, 1998, 10). Bhargava *et al.* (1996, 146) informaron de la eliminación de esto durante los brotes de cocción cambiando varias veces de agua durante un tiempo prolongado mediante el cambio subsiguiente de la solución de sal al 2%. Recientemente, Wongsak-pairod (2000) informó que el secado con vapor sobrecalentado elimina el HCN de los brotes de bambú, ya que el ácido Cianhídrico se descompone a aproximadamente 116°C.

La nutrición y la salud son aspectos fundamentales en el desarrollo de los pueblos y no es suficiente con disponer de los procedimientos adecuados de selección, adaptación, desarrollo, cultivo y producción de los diferentes alimentos de origen agrícola y pecuario. Es indispensable verificar el aporte nutricional de los mismos en la dieta de la población. En muchos casos, el desconocimiento de los factores que afectan la estabilidad de los nutrientes en los diferentes procesos de transformación de los alimentos a nivel industrial o artesanal, conduce al consumo de alimentos con bajos aportes de nutrientes esenciales. En la actualidad, los brotes de bambú en

China y Japón, son muy demandados y su precio se ha incrementado en los mercados en los últimos cinco años cosechados en 7,722 hectáreas (Pao-Chang, 1978).

El bambú se cultiva en México al igual que otros países; sin embargo, la pobreza y la crisis de cultivos endémicos de la zona, tales como el café (*Coffea arabica* L.) han obligado a los productores de la Sierra Nororiental de Puebla, a establecer sistemas agroforestales que les permiten enfrentar su situación económica. En 2009, los productores comenzaron a incorporar bambú de especies introducidas como *Guadua angustifolia* y *Bambusa old hamii* Munro como parte de sus predios; por lo tanto, el manejo de estos sistemas contribuye en gran medida para amortiguar la crisis económica en la que se encuentran. Estas combinaciones de recursos permiten producir cultivos, madera u otros productos, todos procedentes de un solo sistema agroforestal (Pérez-García *et al.*, 2009, 337). Ante esta situación en comunidades rurales, el bambú surge como una alternativa económica, además de ser una opción de alimento para los habitantes de la sierra Nororiental de Puebla.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar la posibilidad de introducir los brotes de bambú como una alternativa de alimento en las comunidades de la Sierra Nororiental de Puebla e identificar la concentración de cianuro bajo diferentes tiempos de cocción y el contenido nutrimental de los brotes de *G. angustifolia* procedentes de la Sierra Nororiental de Puebla.

## **Materiales y métodos**

### **Procedencia del material vegetal**

Los brotes de bambú fueron obtenidos del Rancho “El bambusal” Comunidad Loma Alta, en Hueytamalco, Puebla, México (19° 51' y 20° 12' LN, y 97° 12' y 97° 23' LO) a 582 m de altitud. El clima es semicálido húmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual de 2000

mm y temperatura media de 22 °C con suelos Regosoles (INEGI, 2010). Los brotes fueron cortados con dos semanas de edad, y se trasladaron de inmediato en hielera hacia el laboratorio de Fitopatología del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, la fecha de corte se realizó el día 17 de julio de 2017.

Los análisis se realizaron en dos laboratorios. El contenido de ácido cianhídrico en el Laboratorio de Fitoquímica del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. El análisis nutrimental en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Planta (LASAP) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, Huehuetán, Chiapas, bajo la norma Mexicana NMX-13-1992. El análisis de tejido vegetal se realizó bajo la NOM-21-RECNAT-2000.

### **Cuantificación del ácido cianhídrico**

Según Hake y Bradbury (2002), la cuantificación del ácido cianhídrico consiste en utilizar tiras de papel impregnado de picrato, que en presencia de HCN produce isopurpurina, la cual puede ser detectada por espectrofotometría. Para tal fin se impregnaron 100 µL (micro litros) de buffer de fosfatos a pH 7 en papel Whatman 3MM y se dejó secar. La tira de papel impregnada con picrato se montó sobre una hoja de acetato. El disco de papel e introduce en el fondo de un frasco ámbar y se añaden 25 mg de muestra y posteriormente 500 µL de agua destilada. En esta condición se introduce la tira con picrato en el frasco ámbar y se incuba por 16 horas a 30 °C.

Después de la incubación, se retiró el papel de cada frasco y se colocó en un tubo de fondo plano previamente marcado. Se agregaron al tubo 20 mL de agua destilada y se agitan vigorosamente por 4 minutos; se decantan, y se lee la absorbancia a 510 nm en espectrofotómetro. La concentración se expresa en partes por millón (ppm) mediante la siguiente ecuación.

$$\text{ppm HCN} = \frac{(396)(\text{absorbancia})(100)}{Z}$$

Donde:



Z= peso en mg de la muestra.

## **Análisis de tejido vegetal**

El análisis vegetal se realizó en una muestra de brotes frescos de bambú, obtenidos de una plantación de cuatro años de edad. El rebrote tenía una edad aproximada de dos semanas y una altura entre 30 y 40 cm.

Del brote se obtuvieron las muestras mediante el corte del mismo con un grosor de 2 cm. Con este material se establecieron cuatro tratamientos de acuerdo al tiempo de cocción. 1) Testigo (sin cocción), 2) Inmerso en agua hirviendo por 15 min, 3) inmerso en agua hirviendo 30 min y 4) inmerso en agua hirviendo 60 min.

## **Análisis estadístico**

Para conocer si existían diferencias entre los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar, seguido por una prueba de Tukey para separación de medias. Se hicieron tres repeticiones. La variable respuesta fue la concentración expresada en partes por millón (ppm); para la variable absorbancia no se realizó el análisis de varianza por ser función de la variable concentración. Previo a la realización del análisis de varianza se comprobaron los supuestos del ANOVA. Para probar la hipótesis de que los residuos siguen una distribución normal se utilizó la Prueba de Shapiro-Wilks y se encontró que no se rechaza la hipótesis nula ( $W= 0.92$ ;  $p=.478$ ) por lo que se concluye que la variable se distribuye normalmente. Para la prueba de igualdad de varianza se empleó la Prueba de Levene y como resultado, la hipótesis nula no se rechaza ( $F=2.43$ ;  $p=.1404$ ) y se concluye que existe homogeneidad de varianza. En Resumen los supuestos del análisis de varianza se cumplen por lo que se procede a su aplicación.

El análisis bromatológico se realizó con los siguientes procedimientos: grasa (Soxhlet), fibra cruda (digestión ácida y alcalina), nitrógeno (Micro Kjeldhal), humedad y cenizas (gravimetría). El contenido de nutrientes, P y B (colorimetría) y Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica, Thermo Fisher Scientific, modelo 400 ¼).

## Resultados y Discusión

El contenido de ácido cianogénico es más alto en el brote sin hervir y el mismo disminuyó notablemente con los tiempos de cocción (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Concentración de Ácido cianogénico expresado en ppm en distintos tiempos de hervor en brotes de bambú de *G. angustifolia* Kunth de la Sierra Nororiental de Puebla.

Repetición	Testigo		15 min		30 min		60 min	
	Absorbancia a 510 nm	mg kg <sup>-1</sup>	Absorbancia a 510 nm	mg kg <sup>-1</sup>	Absorbancia a 510 nm	mg kg <sup>-1</sup>	Absorbancia a 510 nm	mg kg <sup>-1</sup>
1	1.068	1691.71	0.239	378.57	0.051	80.784	0.013	20.59
2	0.920	1457.28	0.284	449.856	0.068	107.71	0.082	129.88
3	1.215	1924.56	0.305	483.12	0.082	129.88	0.033	52.27
Promedio	1.07	1691.18 c	0.28	437.18 b	0.07	106.127 a	0.04	67.58 a

**Nota:** Letras diferentes significan diferencia estadística de acuerdo con la prueba de Tukey.

De acuerdo con el análisis de varianza se encontraron diferencias entre tratamientos (F=113.85; p=0.0001) sin embargo, no se registró diferencia estadística entre hervir por 30 min y una hora, lo cual sugiere que con hervir el brote por 30 min es suficiente, convirtiéndolo apto para consumo humano.

Conforme se incrementó el tiempo de cocción del brote se disminuyó el contenido de ácido cianogénico. Al hervir durante 15 minutos se redujo el ácido cianogénico en 73 %; con 30 minutos de cocción, la disminución fue del 93.64 % y al someterse a cocción durante 60 minutos, el ácido cianogénico disminuyó 98.7 %. Al respecto otros autores informan de resultados

semejantes en la disminución del ácido cianogénico a tiempo diferentes de cocción, como Ferreira y colaboradores(1995) encontraron que las condiciones de cocción que dieron como resultado una reducción del 97% de HCN fueron de 98 °C a 102 °C durante 148 a 180 min. Tripathi (1998) cita que después del corte, los brotes se rebanan y se sumergen en agua durante 1 a 2 horas, o se hierven en agua durante media hora para eliminar la HCN.

De acuerdo a lo anterior, el tiempo recomendable para eliminar el contenido de HCN en brotes sin que sea dañino para la salud humana, es de 30 min; sin embargo, esto puede variar dependiendo de la especie de bambú, ya que existen casos donde el HCN se elimina de manera directa con 15 min; aunque algunos nutrientes se ven afectados y disminuye su valor alimenticio.

También se han reportado diversos métodos indígenas en comunidades Asiáticas para reducir la acidez/amargor de los brotes de bambú frescos. Algunos de ellos incluyen el corte de brotes tiernos en trozos pequeños, secado parcial de brotes frescos, ebullición en agua / agua salada y drenaje o mantenimiento de brotes en agua caliente durante 10 a 15 min o en agua durante una semana a temperatura ambiente (Nongdam y Tikenda, 2014).

### **Análisis bromatológico de brotes de bambú**

El análisis bromatológico de los rebrotes de bambú obtenido en el análisis de laboratorio bajo diferentes tiempos de cocción mostró variación contrastante en cuanto al porcentaje de grasa, proteína y cenizas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Análisis Bromatológico de brotes de *Guadua angustifolia* procedentes de la Sierra Nororiental del Puebla, México.

<b>Tratamiento</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>
Testigo	6.57	24.92	24.10	95.23	17.89
15 min	7.75	28.90	20.10	94.78	11.00
30 min	6.57	27.80	25.10	95.94	10.85

60 min

8.00

23.00

27.02

95.18

12.00

---

La cantidad de grasa que se encuentra en el brote aumenta de acuerdo al tiempo de hervor al que este sujeto. Este aumento es muy común en especies de bambú como *Bambusa blumeana*, la cual aumenta de 5.55 en fresco a 11.40 hervido por 30 minutos (Caasi-Lit, 1999a). En nuestro caso el mayor incremento se presentó cuando el brote fue sometido a cocción por 60 minutos y representó un incremento de 21 %. Su bajo contenido los convierte en un candidato ideal para proporcionar una nutrición saludable a las personas con enfermedades diabéticas y de la arteria torácica (Kumbhare y Bhargava, 2007).

En *G. Angustifolia*, la fibra cruda fue mayor en los brotes hervidos a los 15 y 30 min, en comparación con el testigo. De acuerdo a autores como Oude Griep (2012), la cocción disminuye el contenido de fibra y vitamina C, pero mejora la biodisponibilidad y los efectos positivos del licopeno, de los carotenoides y del ácido fólico. Esto es distinto a especies como *Bambusa philippinensis* donde los brotes frescos tienen mayor cantidad de fibra cruda. La cantidad máxima de fibra se da cuando el brote se hierve durante los primeros 15 min, y la mínima cuando se hierve por 60 min (Caasi-Lit *et al.*, 2010a). La fibra ahora se denomina fibra dietética y ha asumido una importancia en la educación para la salud. La fibra dietética incluye celulosa y lignina, hemicelulosas, pectinas, gomas, otros polisacáridos y oligosacáridos asociados con plantas (Chawla y Patil, 2010). La importancia de un aumento en su ingesta reduce la posibilidad de presión arterial alta (Anderson y Strong 1983); otros autores como Viuda-Martos *et al.*, (2010), hacen énfasis en el papel de la fibra en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

El contenido de proteína promedio aumenta en brotes hervidos, para *G. angustifolia* Kunth fue de 24 % y corresponde al valor promedio citado por Bhaskaran (2015). En nuestro caso, la cantidad de proteína aumenta significativamente cuando se hierve durante 30-60 minutos, únicamente disminuye en los primeros 15 minutos. Autores como Shi and Yang 1992, generan un especial énfasis en la proteína ya que si la dieta no contiene suficientes cantidades de carbohidratos y grasas, entonces la proteína de la dieta se puede descomponer para proporcionar energía.

El contenido de humedad no cambio significativamente. De acuerdo con estudios realizados en Filipinas con brotes hervidos de otras especies, tales como *Guadua atter* y *B. Philippinensis*, la cantidad de humedad varió entre 80.8% y 59.7% (Caasi-Lit *et al.*, 2010b, 33)

respectivamente. Para el caso de *G. angustifolia*, el porcentaje de humedad fue mayor que en las especies asiáticas. El contenido de humedad no cambio después del tiempo de hervor en brotes recién cosechados, siendo nutricionalmente más ricos que los brotes fermentados (Nirmala *et al.*, 2011, 156).

El contenido de ceniza es mayor en brotes frescos que hervidos. Este patrón se presenta en la mayoría de especies de brotes hervidos, como en *Bambusa blumeana*, donde la cantidad de ceniza disminuye de 6.19 % sin hervir a 0.56 % cuando es sometido a 30 minutos de cocción (Cagampang y Rodríguez, 1980, 9). Autores como Kumbhare y Bhargava (2007, 936), citan disminución en el contenido de ceniza con tiempos de hervor, donde en encontraron una reducción mayor del 20% en el caso de *Bambusa nutans* y la más baja del 6.2% en el caso de *Dendrocalamus asper*.

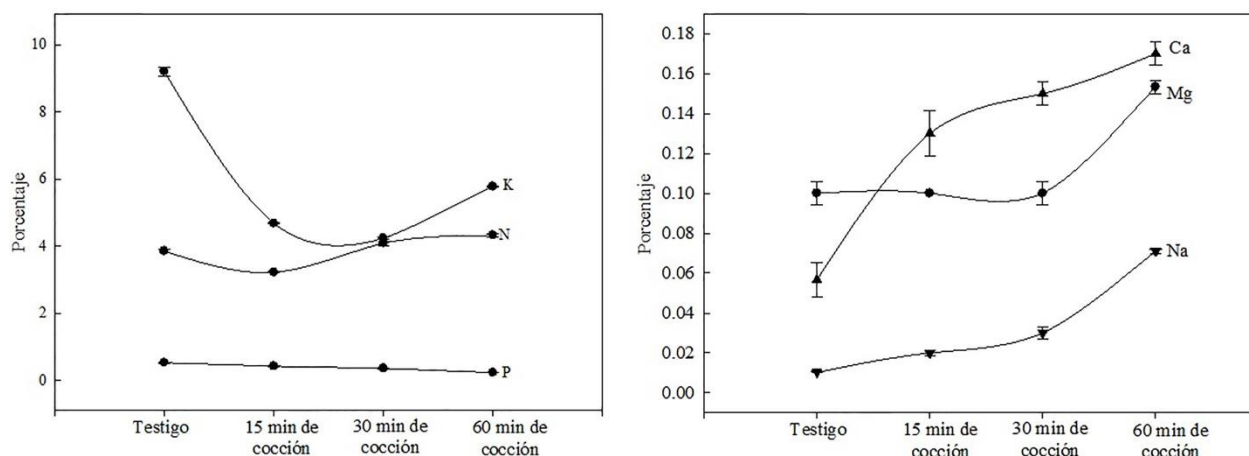
### Análisis nutrimental de Tejido Vegetal

Todos los nutrientes se modificaron con el tiempo de cocción (Cuadro 3), algunos nutrientes como P, K, Fe, Mn y Zn disminuyeron, contrario a nutrientes como N, Ca, Mg, Na, B y Cu, los cuales incrementaron su porcentaje después de la cocción (Figura 1 y 2).

**Cuadro 3.** Variación en el contenido nutrimental de brotes de *G. angustifolia* cosechados en la Sierra Nororiental de Puebla.

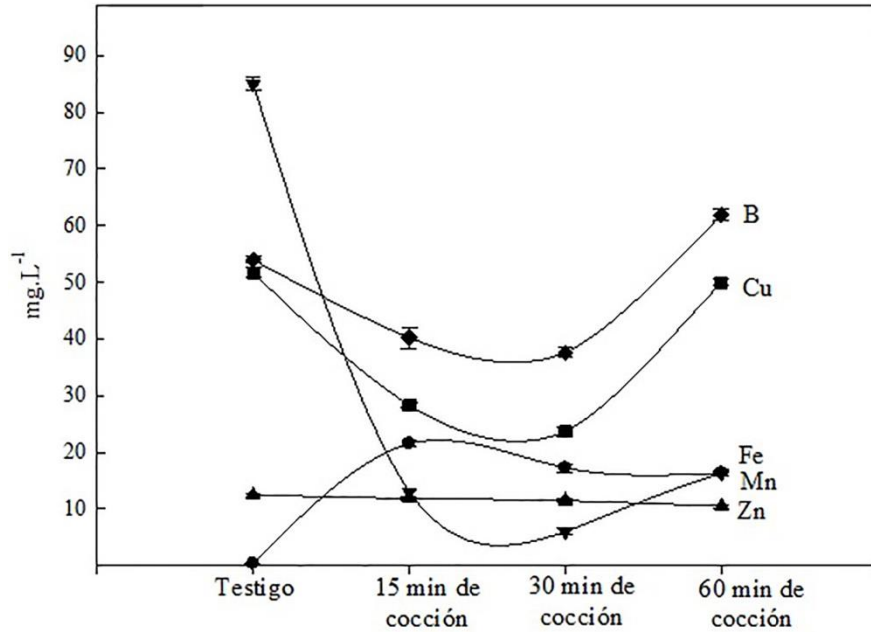
Tratamiento	Porcentaje						mg L <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Testigo	3.85c	0.53a	9.20a	0.01d	0.05c	0.10b	40.0c	12.5a	85.0a	51.5a	53.9b
15 minutos	3.21d	0.42b	4.67c	0.02c	0.13b	0.10b	21.3a	11.9b	13.0c	28.5b	40.2c
30 minutos	4.01b	0.36c	4.23d	0.03b	0.15ab	0.10b	17.3b	11.5ab	6.0d	23.0c	37.5c
60 minutos	4.32a	0.23d	5.78b	0.07a	0.17a	0.15a	16.3b	10.5b	16.5b	50.0a	61.9a
CV (%)	2.0	5.9	1.9	8.6	11.3	6.7	5.4	4.3	3.9	3.1	4.2

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 1.** Contenido de nutrientes en brotes de *G. angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua.

Los brotes de bambú juveniles tienen un alto contenido de minerales como K, P, Na, Mg, Ca y Fe (Figura 1), con 30 min de cocción, los nutrientes se mantienen y, se elimina en gran parte el contenido de ácido cianhídrico, de esta forma el valor nutrimental no se ve afectado y se vuelve apto para consumo humano. Los brotes están etiquetados como vegetales protectores del corazón debido a su alto contenido de Potasio (K) que ayuda a mantener la presión arterial normal y un ritmo cardíaco constante (Rodríguez *et al.*, 2006). El contenido de K en los brotes de bambú varía de 232 a 576 mg100 g<sup>-1</sup> de peso fresco. A las personas propensas a la presión arterial alta a menudo se les aconseja aumentar el consumo de K y disminuir el consumo de Na. La ingesta diaria recomendada de K es de 2.7 a 3.1 g d<sup>-1</sup> (Gabarra, 2006).



**Figura 2.** Contenido de nutrientes en brotes de *G.angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua.

Nirmala *et al.* (2011, 156) también analizaron los elementos minerales como Cadmio (Cd), cobalto (Co), Cobre (Cu), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Calcio (Ca), Fierro (Fe), Potasio (K) Fosforo (P), Sodio (Na) y Selenio (Se). Los brotes hervidos poseen casi la misma cantidad de contenido de Cd, Co, Mn, Ni, P y Se como brotes crudos. El contenido de Cd, Co, Cu, Mg, Mn y Na en los brotes hervidos fue menor que en los brotes frescos. Sin embargo, con el tiempo de cocción de 30 minutos necesario para eliminar HCN, los nutrientes disminuyen pero no pierden su alto contenido nutricional y, continúa siendo una opción de alimentación saludable.

Lo anterior indica claramente la necesidad de una mayor investigación sobre la composición de nutrientes de brotes recién cosechados y procesados de forma diferente en diversas regiones agroecológicas de México. Las aportaciones científicas junto con las prácticas tradicionales existentes pueden proporcionar una nueva visión de la matriz de procesamiento-nutrición del bambú como una alternativa de alimentación complementaria en áreas rurales.

## Conclusiones

El bambú representa una alternativa de nutrición diferente a las comunidades de la Sierra Nororiental de Puebla, ya que es una planta abundante, fácil de cosechar, no requiere de cuidados extensivos y, un alimento que cuenta con un alto contenido de proteína, carbohidratos, minerales y poca grasa, se podría tomar como una alternativa viable para las familias de la zona.

Los brotes de bambú en forma cruda no son aptos para consumo humano, requieren de algún método en específico para eliminar toxicidad; los brotes deben procesarse adecuadamente ya que contienen un alto nivel de glucósidos cianogénicos tóxicos.

El tiempo recomendado de cocción del brote para eliminar el HCN es de 30 minutos, el uso de métodos de procesamiento para eliminar toxicidad no solo reducirá el compuesto cianogénico tóxico sino que también conservará los valores nutricionales de los brotes; estos procesos son sencillos. El consumo del brote puede ser una alternativa accesible, económica y nutritiva en comunidades rurales de escasos recursos que cuentan con bambú.

## **Referencias**

- Anderson J, Strong MF. (1983). The effect of fiber on nutrition of man. *Ind J Nut Diet* 81:279–285.
- Anonymous (2004). Cyanogenic glycosides in cassava and bamboo shoots, a human health risk assessment. Technical report series no. 28. Food Standards Australia New Zealand.
- B.P. Bhatt, L.B. Singha, K. Singh, and M.S. Sachan. (2003). “Some commercial edible bamboo species of North East India: production, indigenous uses, cost-benefit and management strategies.” *The Journal of the American Bamboo Society*, vol. 17, no. 1, pp. 4–20.
- Bhargava, A., Kumbhare, V., Srivastava, A., & Sahai, A. (1996). Bamboo parts and seeds for additional source of nutrition. *Journal of Food Science and Technology*, 33(2), 145-146.
- Bhaskaran, B., Chilkunda, M, S., Jagadishchandra, T, S. (2015). Studies on nutritional and anti-nutritional composition of bambusa multiplex (lour.) Raeusch. Ex schult. *International journal of pharma and biosciences*. 6(4): pp. 158 - 166
- Bradbury JH, WD Holloway. (1998). *Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific*. Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) Monograph No. 6. 201 p.



- Caasi-Lit MT, Mabesa LB, Candelaria RB. (2010<sup>a</sup>). Bamboo shoot resources of the Philippines: I. Edible bamboo and the current status of the local bamboo industry. *Philippine Journal of Crop Science*. 35(2): 54-68.
- Caasi-Lit MT, Mabesa LB, Candelaria RB. (2010<sup>b</sup>). Bamboo shoot resources of the Philippines: II. Proximate Analysis, Cyanide Content, Shoot Characteristics and Sensory Evaluation of Local Bamboo Species. *Philippine Journal of Crop Science*. 35(3):31-40
- Caasi-Lit Mt. (1999a). Bamboo Shoot as substitute Vegetable during La Niña. Terminal Report presented during the Review and Evaluation of El Niño R&D Program. November 1999. Institute of Plant Breeding, UP Los Baños, Collegue, Laguna (may be accesed from the file of Dr. MErdelyn T Caasi-Lit of the Institute of Plant Breeding). 16 p.
- Caasi-Lit Mt. (1999b). Bamboo as food. In bamboo + coconut {Kawayan + Lubi}. Philippine coconut Research and development foundation, Inc (PCRDF), Pasing City, 24 p.
- Cagampang GB, Rodrigues FM. (1980). Methods of analysis for Screening Crops of Appropriate Qualities Analytical Services Laboratory, Institute of Plant Breeding, college of Agriculture, U.P. Los Baños, 8-9 p.
- Chawla R, Patil GR. (2010). Soluble dietary fiber. *Com Rev Food Sci Food Safety* 9:178–196.
- Ferreira, V. L. P., Yotsuyanagi, K., & Carvalho, C. R. L. (1995). Elimination of cyanogenic compounds from bamboo shoots (*Dendrocalamus giganteus* Munro). *Tropical Science*, 35, 342-346.
- Finglas PM, (2003). Vitamins. Overview. En: Caballero B, Editor(s)-in-Chief. 2003. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Academic Press; p. 60466053.
- Gabarra, G, A. Ingesta de nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (2da parte). (2006). *Nutrición Hospitalaria*. (4): pp. 437-447
- Giri SS, Janmejy L. (2000). Effect of bamboo shoot fermentation and aging on nutritional and sensory qualities of soibum. *J Food Sci Tech* 37(4):423–426.
- Gouado, I., Demasse, M.A., Etame, L.G., Meyimbo, O., Ruphine, S. Ejoh, A. y Fokue, E. (2011). Impact of three cooking methods (steaming, roasting on charcoal and frying) on the  $\beta$ -carotene and vitamin C contents of plantain and sweet potato. *American Journal of Food Technology*. 6(11): 994-1001.

- Haque, M. R., & Bradbury, J. H. (2002). Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. *Food Chemistry*, 77, 107-114.
- INEGI (2010). Marco Geoestadístico 2010, versión 4.3. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hueytamalco, Puebla. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- Jeyaram K, Anand Singh T, Romi W, Ranjita Devi W, Mohendro Singh W, Dayanidhi H, Rajmuhon Singh N, Tamang JP. (2009). Traditional fermented foods of Manipur. *Ind J Trad Know* 8:115–121.
- Lehninger, A. L. (1982). *Principles of Biochemistry*. Worth Publishers, Inc. New York, p. 483.
- Midmore D. (1998). Culinary bamboo shoots. In: Hyde KW, editor. *The new rural industries*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corp. p 8.
- Moller, B. L., & Seigler, D. S. (1999). Biosynthesis of cyanogenic glycosides, cyanolipids and related compounds. In B. K. Singh (Ed.), *Plant amino acids biochemistry and biotechnology* pp. 563- 609
- Moncada-Rodríguez L.M., Gualdron, L. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación*. Vol. 6 (2). 179-187, pág.
- Nirmala, C., Bisht, M, S., & Haorongbam. (2011). Nutritional Properties of bamboo shoots: Potential and prospects for Utilization as health food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 10. Pp. 153-169.
- Nongdam P., Tikenda, L. (2014). The nutritional Facts of Bamboo shoots and theri usage as important traditional foods of Norheast India. Doi. 10.1155/2014/679073. *International Scholarly Researches, Notices*. Vol. 2014. Pág. 1-17.
- Oude Griep LM, (2012). Raw and processed fruit and vegetable consumption and 10-year coronary heart disease incidence in a population-based cohort study in the Netherlands. *PLoS One*. 5(10):e13609. P 6.
- Pao-chang Kuo. (1978). Machi-ku, a Taiwan bamboo as source of vegetable food. *Canopy International*, 4(4), 7.
- Pérez-García, N., Rueda-González, M., Rojo-Martínez, G.E., Martínez-Ruíz, R., Ramírez-Valverde, B., Juárez-Sánchez, P. (2009). El bambú (*Bambusa* spp.) Como sistema agroforestal: una alternativa de desarrollo mediante el pago por servicios ambientales en

la Sierra Nororiental del estado de Puebla. Ra Ximhai, septiembre-diciembre, Vol. 5, Número 3. 335-346 pág.

RFRI (2008). Bamboo as food and medicine. Report of Rain Forest Research Institute (RFRI). Jorhat, India. [www.icfre.gov.in/new/rfri/ Bamboo %20food\\_%20medicine\\_221206.pdf](http://www.icfre.gov.in/new/rfri/Bamboo%20food_%20medicine_221206.pdf).

Rodríguez EB, Máxima EF, Rodríguez-Amaya DB, Amaya-Farfán. (2006). Phytochemicals and functional foods. Current situation and prospect for developing countries. *Seguranaca Alimentar e Nutricional*, Campinas 13(1):1–22.

Shi QT, Yang KS. (1992). Study on relationship between nutrients in bamboo shoots and human health. Proceedings of the International Symposium on Industrial Use of Bamboo. International Tropical Timber Organization and Chinese Academy, Beijing, China: Bamboo and its Use; p 338–346.

Singh, A., Singh, R. K., & Sureja, A. K. (2007). Cultural significance and diversities of ethnic foods of northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 6(1), p. 19.

Tripathi, Y. C. (1998). Food and nutrition potential of bamboo. *MFP- News*, 8(1), p.11.

V. Kumbhare and A. Bhargava. (2007). “Effect of processing on nutritional value of central Indian bamboo shoots. Part I,” *Journal of Food Science*, vol. 44, no. 3, pp. 935–936.

Viuda-Martos M, López-Marcos MC, Fernández-López J, Sendr E, López-Vargas, Pérez-Álvarez. (2010). Role of dietary fibre in cardiovascular diseases: a review. *Com Rev Food Sci Food Safety* 9:240–248.