

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI



### MARCO BURBANO PULLES

Magíster en Procesamiento de Alimentos por la Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Diplomado en Investigación Superior Socioeducativa por la Universidad Tecnológica América, Tulcán. Ingeniero Agroindustrial por la Escuela Politécnica Nacional, Quito. Docente Accidental TC en la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA), de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi desde 2011.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (*BOROJOA PATINOI*) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

(Entregado 28/04/2014 – Revisado 16/05/2014)

Universidad Politécnica Estatal del Carchi - Ecuador  
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)  
marco.burbano@upec.edu.ec

### Resumen

*En esta investigación se ha caracterizado uno de los productos agrícolas con mayor proyección para su transformación agroindustrial en la parroquia de Chical, como lo es el borojó (*Borojoa patinoi*). La fama de este producto agrícola trasciende la línea de los conocimientos y costumbres gastronómicas de los pobladores de esta región, reconociéndose al mismo como una fuente alta de energía y como un fruto con potencial medicinal. Sin embargo la información de su composición física, química y bromatológica no es bibliográficamente muy conocida, ya que otros autores han caracterizado al fruto tomando como referencia muestras de otros sectores geográficos del país, lo cual es importante señalar si se conoce que la composición del mismo varía de lugar a lugar.*

*Para el presente estudio se tomaron muestras provenientes de las zonas más representativas y en donde se encuentra con mayor abundancia al borojó y se sometieron a los diversos análisis como lo son determinación de humedad, cenizas, fibra, proteína, grasa y pH bajo las diferentes normativas sugeridas por la FAO, AOAC y el INEN para este tipo de productos. Con este mismo fin se ha trabajado experimentalmente con un ensayo conformado por 4 repeticiones para cada variable.*

**Palabras Claves:** *Borojoa Patinoi, caracterización, composición, Chical.*

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

### Abstract

*This research has characterized one of the agricultural products with the greatest potential for agro-processing in the parish of Chical, as is the borojó (Borojoa patinoi). The fame of this agricultural product line goes beyond knowledge and eating habits of the inhabitants of this region, recognizing the same as a high energy source and as a fruit with medicinal potential. However details physical composition, chemical and bromatological Bibliographically not well known, as other authors have characterized the fruit taking as reference samples from other geographical areas of the country, which is important to note if it is known that the composition of the varies from place to place.*

*For this study samples from the most representative areas were taken and where and subjected to various analyzes such as determination of moisture, ash, fiber, protein, fat and pH under different regulations are found most abundantly in borojó suggested by FAO, AOAC and the NIE for this product. For the same purpose it has been experimentally worked with a staff of 4 replicates for each variable test.*

*Keywords: Borojoa patinoi, characterization, composition, Chical.*

### 1. Introducción

Chical es un poblado ubicado en el cantón Tulcán, a 90 km de la cabecera cantonal y en la parte noroccidental de la provincia del Carchi. Forma parte de la línea fronteriza entre Ecuador y Colombia, entre las confluencias de los ríos Chical y San Juan. Esta parroquia cuenta con una extensión territorial de 425 km<sup>2</sup>.y forma parte de la reserva Awa. Cuenta con un clima subtropical húmedo que oscila entre los 18 y los 25°C de temperatura, lo que contribuye a una rica biodiversidad en toda su extensión. La población de este sector se dedica básicamente a la agricultura, aunque también optan por otras actividades económicas como la ganadería y el comercio. (G.A.D.P.R. “EL Chical”, 2014)

Específicamente uno de los frutos nativos de este sector y que ha despertado gran interés en la comunidad científica y gastronómica es el borojó (Borojoa patinoi), dado a que se han atribuido muchos beneficios nutricionales para quienes lo consumen. Es un fruto nativo de la parte tropical americana que tiene entre 7 a 12 cm de diámetro; presenta un color verde que cambia a una tonalidad marrón durante su madurez; cada fruto tiene un peso entre los 700 y 1000 g, y en donde aproximadamente el 88% corresponde a pulpa

El borojó es una fruta nativa de América tropical, tiene de 7 a 12 cm de diámetro, es verde y cambia a café cuando madura; cada fruto tiene un peso entre 700 y 1000 g donde el 88% corresponde a pulpa; pertenece a la familia Rubiaceae y existen dos especies: Borojoa patinoi Cuatrec. y Borojoa sorbilis Cuatrec. En algunos países suramericanos grupos indígenas y afroamericanos le atribuyen propiedades medicinales e incluso lo han empleado para embalsamar cadáveres. (Hincapié, Palacio, Páez, Restrepo, & Vélez, 2012)

Pese a las ventajas nutricionales y medicinales atribuidas a este fruto en el sector ya mencionado, su producción se limita a una escala pequeña, en la que únicamente se cultiva el fruto para el consumo en la comunidad o para su venta en pequeñas cantidades a los poblados cercanos a Chical, siendo la agroindustria un ámbito en el que no se ha incursionado al respecto.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

### 2. Materiales y métodos

#### Materiales

- Pulpa de borojó
- Despulpadora
- pHmetro
- Balanza gramera
- Probetas
- Estufa
- Equipo Kjeldahl
- Sistema de extracción de reflujo (Soxhlet)
- Embudo Buchner
- Mufla
- Perlas de ebullición
- Papel filtro
- Erlenmeyers
- Crisol de vidrio de poro grueso
- Matraces aforados

#### Reactivos y soluciones

- Hidróxido de Sodio 0,01 N, grado reactivo.
- Fenoftaleína
- Sulfato de Potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), grado reactivo.
- Óxido mercúrico (HgO), grado reactivo.
- Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), grado reactivo.
- Trisulfato de Sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), grado reactivo
- Rojo de metilo.
- Verde de bromocresol
- Celite SiO<sub>2</sub>
- Ácido clorhídrico HCl, 01 N, grado reactivo.

### 3. Métodos

#### *Determinación de pH*

La concentración de iones hidronio (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) o potencial hidrógeno de la pulpa fue evaluado a través del pHmetro, instrumento que basa su funcionamiento en principios electroquímicos, ya que posee electrodos calibrados para establecer un diferencial de potencial en el fluido analizado, lo que posteriormente se ve traducido en una lectura de pH.

#### *Determinación de humedad*

Para la determinación de la humedad se empleó la desecación con estufa, para lo cual se calentó la muestra bajo condiciones específicas y se empleó la pérdida de peso como referente.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

Diversos métodos han sido aprobados por la AOAC Internacional para determinar la cantidad de humedad en muchos productos alimentarios. Los métodos son generalmente sencillos y permiten el análisis simultáneo de gran cantidad de muestras. El tiempo necesario puede variar desde unos pocos minutos hasta más de 24 horas (Nielsen, Análisis de los alimentos 2009). Cuando el contenido de agua se expresa en relación a la materia seca (m. s.) la expresión resultante es:

$$H_2O \% m. s. = \frac{mi - mf}{mf} \times 100$$

La diferencia entre peso inicial y final del producto, son la base para este método gravimétrico (Dauvillier 2000).

### *Determinación de proteína*

El método clásico empleado para la determinación de la cantidad de proteína de un producto (Método Kjeldahl) se sustenta en el contenido de nitrógeno en el mismo. La convención tácita, sobreentendida, es que la totalidad del nitrógeno está en forma proteica, aun cuando en la realidad es que según la naturaleza del producto, una fracción considerable del nitrógeno procede de otros compuestos nitrogenados (bases púricas y pirimídicas, creatina y creatinina, área, amoniaco, etc.) (Dauvillier 2000).

El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se pesaron exactamente 40 mg de muestra seca y se los introdujo en el balón de digestión Kjeldahl.
- Posteriormente se añadieron 1,5 g de  $K_2SO_4$  o  $Na_2SO_4$ ; 40 mg de HgO, 2 ml de  $H_2SO_4$  concentrado procurando no manchar las paredes del balón.
- Se colocó el balón en el digestor y se calentó hasta obtener un líquido de apariencia transparente.
- Se dejó enfriar el balón y su contenido, para luego colocar 4ml de agua destilada para disolver el contenido que se solidifica durante el enfriamiento.
- Se vertió lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4 ml de agua destilada para enjuagar el balón.
- Se cerró la llave y en un vaso de precipitación de 50 ml se preparó la mezcla de 8 ml de NaOH al 40% y 2 ml de  $Na_2S_2O_3$  al 5%; se abrió la llave y se vertió dejando pasar lentamente al balón de destilación.
- Se recibió el destilado en un vaso conteniendo 12 ml de  $H_3BO_3$  al 4% y 8 ml de agua destilada al que se le añadió 3 o 4 gotas del indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol. El tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos.
- Se destiló hasta obtener 30 ml de solución.
- Finalmente se tituló la solución con HCl 0,1 N
- El contenido de nitrógeno fue dado por la relación:

$$\% N_2 = 1,4 \times V \times \frac{N}{m}$$

Dónde:

N= Normalidad del ácido sulfúrico

V= Volumen gastado de ácido sulfúrico en la titulación

m= Masa de la muestra (Jordán 2011).

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

### *Determinación de cenizas*

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo. El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se colocó la muestra sobre un baño de vapor hasta una sequedad aparente.
- Se pesaron 0,1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada ( $m_0$ ) entre 2 a 5 g de muestra homogenizada ( $m_1$ )
- Se procedió a calcinar previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego se colocó en la mufla y se incineró hasta una temperatura de 550°C, hasta obtener cenizas blancas o grisáceas.
- Se preenfrió en la mufla apagada y luego se traspasó al desecador, pesando la muestra a temperatura ambiente. Las cenizas que contienen manganeso o hierro pueden presentar cierta coloración.
- Se enfrió en el desecador y se pesó ( $m_2$ ).
- La cantidad de cenizas totales fue dada por la siguiente relación:

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (\text{Jordán 2011}).$$

### *Determinación de grasa*

Una cantidad previamente homogenizada, medida o pesada de la pulpa se sometió a una hidrólisis ácida con HCl concentrado para liberar la materia grasa, de las redes moleculares de hidratos y de proteínas que le confinan, para luego ser absorbida por un soporte de filtración y retención (Celita). Posteriormente se realizó la extracción total de la materia grasa en un sistema de extracción de reflujo (Soxhlet). El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se pesó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml entre 2 a 5 g de muestra, previamente homogenizada, se adicionaron 10 ml de agua y 10 ml de ácido clorhídrico más algunas perlas de ebullición.
- Se conectó al sistema refrigerante, calentando por 45 minutos y agitando a intervalos de 10 minutos.
- Se preparó una suspensión que contenga 3 g de Celite en 20 ml de agua.
- Una vez terminado el calentamiento, se adicionó 1 g de Celite y se agitó.
- Se filtró en un embudo Buchner con papel filtro, adicionados de la suspensión de Celite preparada previamente.
- Se secó el papel filtro con la Celite y la grasa adsorbida en estufa a 105°C por 30 minutos. La grasa está lista para ser extraída por Soxhlet.
- Se envolvió en papel filtro libre de grasa.
- Se colocó el dedal en el tubo de extracción y se adicionó el solvente al matraz previamente tarado.
- Se extrajo la muestra con solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3 – 6 gotas/s.
- Cuando se completó la extracción se eliminó el solvente en rotavapor o evaporando con precaución bajo campana, hasta que se evaporó todo el éter.
- Se secó el matraz en estufa a 105°C por 30 minutos, se enfrió en el desecador y se pesó. (Jordán 2011)
- La cantidad de materia grasa estuvo dada por la siguiente ecuación:

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

$$\% \text{ materia grasa} = \frac{(\text{peso matraz con grasa} - \text{peso del matraz tarado}) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

### *Determinación de fibra*

- Se pesó 1,0 g de muestra y se la transfirió a un Erlenmeyer de 250 ml esmerilado.
- Se agregó en el siguiente orden: 100 ml de solución de detergente neutro, 10 gotas de antiespumante y 0,5 g de sulfito de sodio.
- Se conectó el condensador y se calienta de tal manera que entre en ebullición entre 5 y 10 minutos.
- Se hirvió la muestra durante 60 minutos, agitando periódicamente para suspender los sólidos adheridos a las paredes.
- Se filtró inmediatamente a través de un crisol de vidrio de poro grueso previamente tarado, aplicando vacío en forma suave.
- Se lavó el Erlenmeyer con un mínimo de agua caliente (80°C – 90°C), se vertió en el crisol y se succionó hasta casi sequedad.
- Se repitió el lavado con agua caliente dos veces más para luego lavar con acetona y succionar hasta sequedad.
- Se secó el crisol en estufa a 100°C durante 8 horas.
- Finalmente se calcinó durante 3 horas a una temperatura entre 500 y 550°C, se enfrió y se pesó. La diferencia de peso obtenida se refiere a porcentaje de muestra y se consigna como fibra insoluble en detergente neutro (Universidad de Buenos Aires 2010).

### *Determinación de carbohidratos totales*

La cantidad de carbohidratos totales presentes en las muestras se obtuvo a través de la diferencia entre la cantidad de materia seca preestablecida y la sumatoria de los porcentajes tanto de cenizas, proteína, grasa y fibra.

### *Determinación de cantidad de energía*

Según la FAO La energía metabolizable se calcula aplicando los factores para: proteína, materia grasa, carbohidratos disponibles, ácidos orgánicos y alcohol. En particular para fibra dietética, alcoholes azúcares, oligosacáridos, no hay aún acuerdo para estos componentes. La expresión kilocalorías se sigue usando, a pesar que se recomienda el sistema internacional de kilojoule. El factor de conversión es 1 kcal = 4,184 Kj.

La energía bruta, que es la energía liberada como calor cuando el alimento se quema en la bomba calorimétrica. Se pudo obtener por cálculo en base a la composición química del alimento utilizando los siguientes factores de conversión: Proteína (5,4 kcal o 23 kJ/g), carbohidrato (4,1 kcal o 17 kJ/g), y grasa (9,3 kcal o 39 kJ/g) (FAO 1997).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar los resultados obtenidos en la determinación de los principales componentes físicos, químicos y bromatológicos de la pulpa analizada.

El producto frutícola presentó un pH de 3,35 demostrando tener un nivel de acidez similar al de frutas como la naranja, la fresa, la frambuesa o la piña mismo, siendo esto un factor bene-

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

ficioso si se toma en cuenta que dichas frutas son muy empleadas en la industria alimenticia. En cuanto al porcentaje de humedad (65,98%), es un valor relativamente bajo en relación a otros frutos, por lo que se constituye en producto atractivo para su conservación por periodos de tiempo más largos, aunque la cantidad de humedad tiene una relación directa con las propiedades mecánicas y reológicas del mismo incidiendo en factores como son la consistencia de su pulpa y el grado de dificultad para la obtención de la misma.

La cantidad de fibra determinada en el borojó resulta ser otro aspecto interesante a considerarse, ya que el contenido de la misma fue superior al de frutas como la piña, el plátano, las fresas, las ciruelas o la pera, siendo una característica muy favorable si se relaciona la misma con los beneficios digestivos que puede ocasionar su consumo.

Pese a no contener un porcentaje de proteína relativamente alto, el 1,18% establecido es superior al de frutas como la fresa, el durazno o la piña, Tiene una cantidad similar en este nutriente al de la mora; cabe recalcar que las frutas anteriormente mencionadas son muy empleadas en la industria de los alimentos como saborizantes, teniendo una alta aceptación en el mercado que lo consume.

En cuanto al porcentaje de grasa (0,05%), se puede mencionar que se trata de un fruto con un nivel bajo de este nutriente, volviéndolo un fruto atractivo para aquellas personas que gustan de una dieta sana y libre de un contenido alto de lípidos.

### TABLAS

*Tabla 1. Resultados del análisis realizado en las muestras*

Repeticiones	Humedad	Materia Seca	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	CHT	Energía Total	pH
1	65,76	34,24	1,23	1,16	0,05	2,76	29,04	125,79	3,42
2	62,39	37,65	1,02	1,24	0,06	1,95	33,38	144,11	3,20
3	68,97	31,03	0,98	1,02	0,04	2,45	26,54	114,69	3,65
4	66,81	33,19	1,05	1,30	0,05	2,16	28,63	124,87	3,13

Elaboración: Propia

*Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión de las variables analizadas*

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Var(n)	E.E.	CV	Min	Máx	Mediana
Humedad (%)	4	65,98	2,74	7,52	5,64	1,37	4,16	62,39	68,97	66,29
Materia Seca	4	34,03	2,76	7,62	5,71	1,38	8,11	31,03	37,65	33,72
Cenizas	4	1,07	0,11	0,01	0,01	0,06	10,32	0,98	1,23	1,04
Proteína	4	1,18	0,12	0,01	0,01	0,06	10,26	1,02	1,30	1,20
Grasa	4	0,05	0,01	6,7E-05	5,0E-05	4,1E-03	16,33	0,04	0,06	0,05
Fibra	4	2,33	0,35	0,12	0,09	0,18	15,13	1,95	2,76	2,31
CHT	4	29,40	2,87	8,25	6,19	1,44	9,77	26,54	33,38	28,84
Energía Total	4	127,37	12,24	149,92	112,44	6,12	9,61	114,69	144,11	125,33
pH	4	3,35	0,24	0,06	0,04	0,12	7,02	3,13	3,65	3,31

Elaboración: Propia

## 5. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una media de humedad del 65,98%, por lo que se puede mencionar que se trata de un fruto relativamente óptimo para su conservación en relación a otros frutos de la zona.

## **CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL BOROJÓ (BOROJOA PATINOI) PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DE CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI**

- En cuanto a la cantidad de cenizas media establecida fue del 1,07 %; las cenizas son residuos inorgánicos presentes en las muestras, dichos residuos están conformados por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales.
- Uno de los indicadores más llamativo lo fue el porcentaje medio de proteína, el cual fue del 1,18%, haciendo que el producto se constituya en una fuente rica en esta variable.
- El porcentaje de grasa que presenta el borojón es relativamente bajo, con un 0,05% se constituiría en una excelente alternativa para quienes optan por una alimentación sana y baja en este componente.
- La cantidad de fibra encontrada tiene un rol vital y proporcional en la cantidad total de carbohidratos presentes en la pulpa del borojón. La media establecida para el total de carbohidratos fue del 29,40%, lo que a su vez implica un aporte energético muy alto con una media de 127,27 kcal por cada 100 g.
- El ph medido de 3,35 encajona al borojón como una materia prima ideal para su utilización en la elaboración de productos alimenticios.

### **6. RECOMENDACIONES**

- Seleccionar épocas adecuadas para la recolección del fruto, ya que su composición bromatológica está directamente relacionada con el grado de madurez fisiológica del mismo.
- Se deberán descartar frutos con daños físicos en su superficie ya que estos influyen en el intercambio de fluidos desde el interior al exterior o viceversa, repercutiendo directamente en la composición de la matriz.
- Realizar el diagnóstico del potencial del borojón como materia prima para el sector agroindustrial en la zona.

### **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Dauvillier, P. (2000). Análisis nutricional de los alimentos. Zaragoza: ACRIBIA.
- FAO. (Diciembre de 1997). Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol en alimentos. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s16.htm>
- G.A.D.P.R. “EL Chical”. (7 de Julio de 2014). Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de “El Chical”. Obtenido de <http://www.chical.gob.ec/>
- Hincapié, G., Palacio, J., Páez, S., Restrepo, C., & Vélez, L. (2012). Elaboración de una bebida energizante a partir de borojón (Borojoa patinoi Cuatrec.). Revista Lasallista de Investigación, 33-43.
- Jordán, M. (2011). Obtención de colágeno por hidrólisis alcalina - enzimática del residuo de “wet blue” en el proceso de curtición. Riobamba: ESPOCH.
- Mott, R. (2006). Mecánica de fluidos. México D. F.: PEARSON.
- Nielsen, S. (2009). Análisis de los alimentos. Zaragoza: Acribia.
- Nielsen, S. (2009). Análisis de los alimentos. Zaragoza: ACRIBIA.
- Universidad de Buenos Aires. (2010). Bromatología. Guía de trabajos prácticos. Buenos Aires: Facultad de Ciencias exactas y naturales.