

Identificación de compuestos volátiles del vinagre de *Guadua angustifolia* Kunth. (guadua)

Identification of volatile compounds in vinegar from *Guadua angustifolia* Kunth. (guadua)

Amanda Inés Mejía Gallón,^I Gladys Ramírez López,^{II} Herman Darío Palacio Torres,^{III} Carlos López^{IV}

^I Doctora en Ingeniería de Alimentos. Investigadora Principal. Grupo Biopolimer, Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Colombia.

^{II} Especialista en Bromatología. Coinvestigador. Grupo Biopolimer, Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Colombia.

^{III} Químico Farmacéutico. Coinvestigador. Grupo Biopolimer, Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Colombia.

^{IV} Magíster en Ciencias Químicas. Coinvestigador. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia, Colombia.

RESUMEN

Introducción: en el mundo se ha obtenido y estudiado la composición de vinagres de diferentes especies de bambúes, los cuales son ampliamente utilizados en los países orientales para elaborar diferentes productos farmacéuticos y alimentarios. La especie *Guadua angustifolia* Kunth (guadua) es autóctona de Colombia y otros países vecinos. Sin embargo, con esta especie no se conocen desarrollos similares. Es necesario obtener y caracterizar sus principales componentes y comparar si tienen una composición similar para definir su uso como materia prima en formulación de productos farmacéuticos y alimentarios de valor agregado, además de contribuir con el desarrollo de la cadena de la guadua en Colombia.

Objetivos: obtener vinagre de guadua y conocer sus principales componentes.

Métodos: el vinagre de guadua se obtiene durante las etapas preliminares de la producción de carbón a partir de residuos de guadua, a temperaturas alrededor de 200 °C. Estos vinagres se recogen, se filtran y se examinan sus características fisicoquímicas. Las fracciones ácida, básica y neutra se analizan por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

Resultados: el vinagre de guadua obtenido es un líquido ligeramente amarillo, con olor a humo. Los principales productos encontrados son el ácido acético, el p-quayacol, el fenol, el siringol.

Conclusiones: los componentes son similares a los reportados por otros investigadores en otras especies de bambúes y permiten demostrar el potencial del vinagre de guadua para su aplicación en el desarrollo de productos farmacéuticos y alimentarios.

Palabras clave: vinagre de guadua, *Guadua angustifolia* Kunth, bamboo, compuestos volátiles.

ABSTRACT

Introduction: the composition of vinegars from different species of bamboos, which are widely used in Asian countries to develop various pharmaceutical and food products, have been obtained and studied worldwide. The species *Guadua angustifolia* Kunth (*Guadua*) is native to Colombia and other neighboring countries. However, similar development of this species is unknown. It is necessary to obtain and characterize the main components of this species, and compare whether they have similar composition, in order to define their use as raw material in the formulation of pharmaceutical and food products of added value, and to contribute to the development of Guadua chain in Colombia.

Objectives: to obtain guadua vinegar and know its main components.

Methods: the guadua vinegar was obtained during the preliminary stages of the production of charcoal from guadua wastes at temperatures around 200 °C. These vinegars were collected and filtered and their physicochemical characteristics were also analyzed. Acidic, base and neutral fractions were analyzed by gas chromatography combined with mass spectrometry.

Results: the obtained guadua vinegar was smoke-smelled slightly yellow liquid. The main products found were acetic acid, p-guaiacol, phenol and syringol.

Conclusions: these components are similar to those reported by other researchers in other bamboo species, which allowed demonstrating the potential of guadua vinegar for the production of pharmaceuticals and foodstuffs.

Key words: guadua vinegar, *Guadua angustifolia* Kunth, bamboo, volatile compounds.

INTRODUCCIÓN

El bambú es una hierba perenne que pertenece al grupo de las angiospermas¹ y se clasifican bajo la subfamilia Bambusoideae.^{2,3} Los bambúes crecen muy bien en las zonas tropicales y subtropicales, resultan especies muy adaptables.⁴ China y el Japón han mantenido un interés constante por los productos elaborados de diferentes especies de bambúes e integran en su economía un gran número de productos de alto valor agregado,⁵ entre ellos, los obtenidos con vinagre de bambú, el cual una vez refinado puede procesarse para obtener aromas, preservativos, antisépticos, pesticidas y preservantes de comida de mar.^{6,7} También se le conocen aplicaciones medicinales para curar alergias, dermatitis, diabetes, facilitar el crecimiento del cabello y curar el acné.⁸⁻¹¹ El vinagre de bambú diluido tiene un efecto directo en la aceleración de la germinación y el crecimiento de algunos vegetales.⁹ También tiene propiedades antisépticas, inhibe el crecimiento de tres

especies de bacterias (*Ralstonia* sp, *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp.).⁸ Se encuentra en varias presentaciones como en polvo, concentrado, refinado, vinagre y vinagre sin aromas.

El vinagre de bambú se obtiene durante la pirólisis de los culmos a 200 °C en ausencia de oxígeno.¹² El vapor producido por este proceso es condensado y recolectado. Es un líquido marrón-rojizo. El vinagre de bambú obtenido de *Phyllostachys pubescens*⁹ se compone de 90 % de agua; deshidratado contiene entre 80 y 200 componentes, de los cuales 32 % corresponde a ácidos orgánicos, 40 % a compuestos fenólicos, 3 % de aldehídos, 5 % de cetonas, 5 % de compuestos alcoholes, 4 % de compuestos éster y 5 % de otros componentes.^{13,14}

A los extractos en medio ácido del vinagre de bambú se les atribuye una importante acción antimicrobiana, relacionada con la presencia de ácido acético en su composición; a la fracción fenólica se le reconoce una alta cantidad de compuestos antioxidantes y promisorios para el desarrollo de productos antisépticos. Otros componentes orgánicos dentro del vinagre de bambú desempeñan un papel importante en el uso práctico de este, incluso cuando se presentan en cantidades de trazas.⁹

Guadua angustifolia Kunth es una de las especies de bambú grandes que existen en Colombia. Se distribuye desde los 23 grados latitud norte en México, hasta los 35 grados latitud sur en Argentina y en un rango que va desde el nivel del mar hasta los 4 300 m.¹⁵⁻¹⁸ Su rápido crecimiento es un incentivo importante para su utilización.¹⁹ En Colombia el mercado de la guadua es dedicado en su totalidad a la construcción, elaboración de productos artesanales y en una menor proporción a la elaboración de laminados.⁵ Considerando que la guadua es una planta de la familia del bambú y endémica en Colombia se debe aprovechar su potencial para la obtención de productos para aplicaciones farmacéuticas, cosméticas y alimentarias. Por lo tanto, la caracterización de los compuestos volátiles que posea el vinagre obtenido a partir de residuos de la cosecha de la guadua, se constituyen en un aporte significativo para la formulación de productos de alto valor agregado y el desarrollo de la cadena de la guadua.

MÉTODOS

Obtención del vinagre de guadua

Se obtuvo en la empresa COLGUADUA (de Caicedonia Valle del Cauca) a partir de residuos de guadua que son generados en el proceso de producción de pisos de guadua. Estos residuos se quemaron en hornos con temperatura controlada, se recogieron los vapores generados a temperatura cercana a 200 °C. Se filtraron y se dejaron en reposo 6 meses. Se determinaron, por cuadruplicado, las propiedades fisicoquímicas de muestras de este vinagre estabilizado.

Determinación de los componentes volátiles del vinagre de guadua

Muestras de vinagre de guadua tomadas de un mismo lote se acidificaron con HCl 1 N hasta pH 2, otras se alcalinizaron con NaOH 2 N hasta pH 7 y otras hasta pH 9, cada una de las 3 fracciones se extrajeron con dietiléter. Las fracciones ácidas, neutras y básicas obtenidas se caracterizaron, por triplicado, por cromatografía de gases acoplada a masas (CG-Ms). Equipo GC-MS Varian 3800 saturno 200^o con detector selectivo de masas Varian 3800 y Saturno 2000. Columna DB-WAX

crossbonded carbowax de 30 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 0,5 µm de espesor de película. Detector tipo trampa de iones, rango de detección: 30-400 Da, ionización por impacto electrónico: 70 Ev. Temperatura de línea de transparencia 280 °C.

Condiciones cromatográficas

Programación del horno: inicia a 60 °C 2 min, sube a 5 °C/min hasta 200 °C; se mantiene a esta temperatura por 15 min.

Gas de arrastre: helio 40 cm/s. Temperatura del detector: 50 °C. Temperatura del inyector: 250°. Relación split 40:1.

RESULTADOS

Las propiedades fisicoquímicas del vinagre de guadua son: líquido ligeramente amarillo, con leve olor a humo; peso específico en un rango entre 1,000 y 1,015, el pH oscila entre 3,3 y 3,7. La acidez expresada en porcentaje por peso de ácido acético en el vinagre de guadua y determinada por titulación con hidróxido de sodio 0,25 N, está en un rango de 2,5-3,5 %. El índice de refracción entre 1,330 y 1,334 a 25 °C. El contenido de agua 92 %, a partir de un proceso de liofilización.

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan los compuestos que se encuentran en las diferentes fracciones extraídas con eter dietílico, los tiempos de retención y la concentración por área relativa obtenidos por CG-*Ms*.

Tabla 1. Compuestos orgánicos volátiles en vinagre de *Guadua angustifolia* a pH 2

No.	Tiempo de retención	Compuesto	Concentración por área relativa (%)		
			M1	M2	M3
1	13,35	2-ciclopenten-1-ona-2-metil	1,194	1,257	1,271
2	15,06	Ácido acético	19,652	20,780	20,915
3	15,58	Furfural	1,998	2,102	2,127
4	16,67	Etanona-1-(2-furanil)	1,272	1,339	1,354
5	17,23	2-ciclopenten-1-ona-3-metil	1,504	1,583	nc
6	17,33	Ácido propanoico	3,060	3,792	3,836
7	17,75	2-ciclopenten-1-ona-2,3-dimetil	nc	nc	nc
8	18,70	2-hidrazinopiridina	nc	0,936	nc
9	19,53	Ácido butanoico	1,805	1,900	1,922
10	20,46	2-furanmetanol	4,020	4,230	4,279
11	24,18	2-ciclopenten-1-ona-2-hidroxi-3-metil	3,050	3,209	3,246
12	24,82	p-guayacol	7,849	8,259	6,973

13	25,59	2-ciclopenten-1-ona-3- etil-2-hidroxi	1,252	1,318	1,333
14	26,82	Fenol-2-metoxi-4-metil	3,260	3,431	3,471
15	27,18	Desconocido (M/Z 126)	1,766	1,858	nc
16	27,66	o-cresol	2,004	2,109	2,134
17	27,73	Fenol	13,990	14,721	14,890
18	28,29	Fenol-4-etil-2-metoxi	2,156	2,268	2,295
19	29,23	p-cresol	3,860	4,062	4,109
20	29,39	m-cresol	1,669	1,756	1,777
21	31,08	p-etilfenol	5,222	5,494	5,558
22	33,28	Siringol	12,696	13,359	13,512
23	35,74	Fenol-4-metoxi-3- metoximetil	3,671	3,863	4,000
24	37,69	Benzeno-1,2,3-trimetoxi- 5-metil	2,494	2,624	2,654
25	41,98	1,2-benzenodiol-3-metoxi	nc	nc	2,343

*nc: no cuantificado.

Tabla 2. Compuestos orgánicos volátiles en vinagre de *Guadua angustifolia* a pH 7

No.	Tiempo de retención	Compuesto	Concentración por área relativa (%)		
			M1	M2	M3
1	13,33	2-ciclopenten-1-ona-2-metil	1,360	0,977	1,036
2	15,56	Furfural	2,812	1,815	2,009
3	16,65	Etanona-1-(2-furanil)	1,659	1,354	1,235
4	16,82	Trans-2-metil-4-hexen-3-ol	1,706	1,472	0,855
5	18,33	2-furancarboxaldehido-5-metil	1,124	0,924	0,831
6	18,67	Piridine-4-metoxi	0,929	0,874	0,855
7	20,26	2-furanmetanol	5,427	4,515	3,992
8	24,17	2-ciclopenten-1-ona-2-hidroxi-3-metil	3,572	3,478	3,715
9	24,81	p-guayacol	8,076	7,450	6,984
10	25,57	2-ciclopenten-1-ona-3-etil-2-hidroxi	1,651	1,559	1,770
11	26,79	Fenol-2-metoxi-4-metil	4,152	11,294	3,915
12	27,15	Maltol	1,383	1,473	2,020
13	27,64	o-cresol	2,733	2,589	2,157
14	27,72	Fenol	16,524	15,513	14,303
15	28,27	Fenol-4-etil-2-metoxi	2,770	2,875	2,864
16	29,22	p-cresol	4,787	4,575	4,469
17	29,37	m-cresol	2,174	1,976	1,852
18	31,05	p-etilfenol	6,851	6,180	6,532
19	33,25	Siringol	16,577	15,960	20,728
20	35,69	1,2,4-trimethoxibenceno	5,710	5,227	7,197
21	37,65	benceno-1,2,3-trimethoxibenceno-5-metil	3,714	3,330	5,157
22	41,91	1,2-bencenodiol-3metoxi	4,309	4,590	5,524

Tabla 3. Compuestos orgánicos volátiles en vinagre de *Guadua angustifolia* a pH 9

No.	Tiempo de retención	Compuestos	Concentración por área (%)		
			M1	M2	M3
1	13,32	2-ciclopenten-1-ona-2-metil	1,532	1,747	1,653
2	15,55	Furfural	2,428	2,526	2,424
3	16,64	Etanona-1-(2-furanil)	1,803	1,876	1,795
4	16,81	Trans-2-metil-4-hexen-3-ol	1,664	1,608	1,583
5	17,20	2-cyclopenten-1-ona-3-metil	1,145	1,042	1,022
6	17,71	2-cyclopenten-1-ona-2,3-dimetil	1,225	1,233	1,197
7	18,66	Piridina-4-metoxi	1,184	1,027	1,145
8	20,26	2-furanmetanol	5,342	5,590	5,377
9	24,16	2-ciclopenten-1-ona-2-hidroxi-3-metil	3,272	2,903	2,937
10	24,80	p-guayacol	8,252	8,173	8,306
11	25,56	2-ciclopenten-1-one-3-etil-2-hidroxi	1,496	1,393	1,412
12	26,79	Fenol-2-metoxi-4-metil	4,199	4,099	4,112
13	27,64	o-cresol	2,532	2,830	2,511
14	27,72	Fenol	18,272	17,492	17,513
15	28,26	Fenol-4-etil-2-metoxi	2,631	2,861	2,767
16	29,21	p-cresol	5,444	4,834	5,013
17	29,37	m-cresol	2,234	2,164	2,153
18	31,05	p-etilfenol	6,819	6,669	6,865
19	33,24	Siringol	18,405	18,884	19,475
20	35,68	1,2,4-trimetoxibenceno	6,138	6,673	6,573
21	37,64	Benceno-1,2,3-trimetoxi-5-metil	3,981	4,374	4,168

En la fracción ácida se encuentran 25 sustancias en un barrido de tiempo de 41,98 min. En la tabla 1 se presentan los datos de las 3 réplicas (M1, M2 y M3).

En la fracción neutra se detectaron 22 compuestos en un barrido de 41,91 min.

En la tabla 2 se observan los datos de las tres réplicas.

En la fracción alcalina se encuentran 21 compuestos en un barrido de 37.64 como se ve en la tabla 3. Todos los compuestos presentes en este pH fueron identificados en las fracciones anteriores.

Los compuestos encontrados se pueden dividir por grupos de acuerdo con su estructura química en:

Compuestos fenólicos: guayacol, 4-metil guayacol, siringol, 4-etil guayacol, o, m, p-cresol. fenol, p-etilfenol fenol-4-metoxi-3 (metoximetil), fenol-2-metoxi-4-metil, fenol-4-etil-2-metoxi, 1,2-benzenediol-3-metoxi, siringol. Todos estos compuestos se relacionan con el ahumado de maderas (58).

Ácidos orgánicos: ácido acético, ácido propanoico, ácido butanoico.

Alcoholes: trans-2-metil-4-hexen-3-ol.

Cetonas cíclicas: 2 metil-2-ciclopenten-1-ona, 2-ciclopenten-1-ona-3-metil, 2-ciclopenten-1-ona-2,3-dimetil, 2-ciclopenten-1-ona-3-etil-2-hidroxi.

Derivados furánicos: furfural, etanona-1-(2-furanil), 2-furanmetanol, 2-furancarboxaldehído-5-metil

Piridona: 2-hidrazinopiridina

Otros hidrocarburos aromáticos: benceno-1,2,3-trimetoxi-5-metil, 1,2,4 trimetoxi-benceno.

Los compuestos encontrados en las 3 fracciones ácida, neutra y alcalina, aparecen con muy pequeñas diferencias de tiempo de retención; las variaciones se dan principalmente en las concentraciones relativas de área de los picos.

Los principales compuestos encontrados en el vinagre de guadua son: el ácido acético con área relativa promedio de 20,45 a los 24,82 min, se encuentra solamente en la fracción ácida (tabla 1); el p-guayacol se detecta en las 3 fracciones con áreas relativas promedio de 7,69 a los 24,82 min en la fracción ácida (tabla 1), de 7,5 a los 24,81 en la neutra (tabla 2) y de 8,24 los 24,8 min en la alcalina (tabla 3). El fenol aparece a los 27,73 con áreas promedio de 14,53 en la fracción ácida (tabla 1) y a los 27,72 min en las fracciones neutra y alcalina, con áreas relativas de 15,45 y 17,76 (tablas 2 y 3). El siringol aparece a los 33,28 con área relativa promedio de 13,19 en la fracción ácida (tabla 1), de 17,76 a los 33,25 en la neutra (tabla 2) y de 18,92 a los 33,24 min en la fracción alcalina (tabla 3).

DISCUSIÓN

Con esta investigación se confirma que los compuestos volátiles de las fracciones ácidas, neutras y básicas de muestras de vinagre de *G. angustifolia* tienen una composición similar a la reportada por otros investigadores y, por lo tanto, el potencial para desarrollar a partir de ellos diversos productos con aplicaciones farmacéuticas y alimentarias. Varios investigadores han llevado a cabo estudios de la caracterización de los vinagres obtenidos de diferentes especies de bambúes en el mundo. *Yoshihiko* y otros⁷ determinaron por cromatografía de gases los componentes volátiles del vinagre de la especie *Phyllostachys pubescens*, reportaron una relación de los componentes volátiles similar a la presentada en este trabajo, donde los componentes más importantes son el ácido acético, el guayacol, el p-cresol y el siringol, entre otros, que son los principales causantes del olor característico a ahumado y medicinal. *Sulaiman* y otros⁸ utilizaron el vinagre obtenido de la pirólisis de los culmos de *Gigantochloa scortechinii* para inhibir el crecimiento de los microorganismos *Ralstonia* sp, *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp. *Mu* y otros^{9,10} caracterizaron por cromatografía de gases vinagres de las especies *Phyllostachys bambusoides* y *Phyllostachys pubescens*, también encontraron una composición similar y los utilizaron para la regulación y germinación en el crecimiento de semillas de plantas como lechugas, berros y crisantemos. Existen además varias patentes, una de ellas presenta la composición antialérgica de una solución destilada del vinagre de bambú.²⁰

Al analizar la importancia de los compuestos encontrados en el vinagre de guadua, en la fracción ácida predomina el ácido acético. Es un ácido carboxílico importante

que cuando es diluido en solución acuosa a una concentración entre 5 y 8 %, se le conoce como *vinagre*. A una concentración de 5 % puede ser bactericida; concentrado es altamente corrosivo y produce lagrimeo.^{21,22} El mequinol o para-guayacol es un compuesto ampliamente utilizado como antioxidante y para estabilizar soluciones.²³ El fenol es uno de los mejores desinfectantes conocidos. Las soluciones diluidas son antisépticas y más concentradas son cáusticas y cicatrizantes de los tejidos.²⁴ Aparecen varios compuestos relacionados como el p-cresol, conocido también como p-toluol, usado como desinfectante, antiséptico, desodorizante y para eliminar olores. Su comportamiento químico es semejante al de los fenoles y cuando están mezclados se conocen como hidroxitolueno;²⁵ el fenol-4-etil-2-metoxi conocido también o etil guayacol, es un aromático que contribuye al aroma del vino y la cerveza a través de la fermentación por las levaduras, y el fenol-2-metoxi-4-metil o 4 metil fenol, aromático usado como desinfectante, se encuentra en los humos utilizados para el ahumado de alimentos.

El siringol o 2,6dimetoxifenol, junto con el guayacol, constituyen productos característicos de la pirólisis de la lignina, responsables del olor a humo, en tanto que el guayacol tiene que ver también con el gusto.²⁶⁻²⁸

Otros compuestos interesantes son: el corilone o 2-ciclopenten-1-ona-2-hidroxi-3-metil es un compuesto con sabor semejante al jarabe de caramelo de arce, ha sido aislado de productos naturales como granos de café o aceite tar de la madera, es muy usado como un compuesto saborizante en la industria de alimentos.^{29,30} El 3-etil-2-ciclopenten-2-ol-1-ona o etilciclo-pentenolona, catalogado como aromatizante por el Comité de Expertos de la FAO (JEFCA), tiene olor a caramelo de arce ahumado o parecido al café.³¹

En la fracción neutra: el 1,2,4-trimethoxybenzene es usado como insecticida y repelente de insectos en gatos y perros. No se detecta en medio ácido. A diferencia de la fracción ácida, en esta no se detectó la presencia de ácidos orgánicos como el ácido acético, ácido butanoico y el ácido propanoico.

En la fracción alcalina no se encuentran compuestos diferentes a los antes citados.

La caracterización de los compuestos del vinagre de guadua es un aporte significativo para avanzar en el desarrollo de productos de alto valor agregado y la promoción de la cadena de la *Guadua angustifolia* Kunth en Colombia, donde se encuentra en abundancia. En su cadena productiva se generan muchos desechos que se pueden utilizar para producir vinagres de guadua, lo que a su vez se convierte en una alternativa económica para el mercado mundial de productos farmacéuticos y(o) alimentarios.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a la Universidad de Antioquia. A Kosmein, a la Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío y a Colguadua por la financiación del proyecto Desarrollo de un producto farmacéutico innovador a partir de vinagres de *Guadua angustifolia* Kunth. Contrato 2007M3674.892

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chapman GP. The biology of grasses. Department of Biochemistry and Biological Sciences, Wye College, University of London, UK: CAB International: 1996.
2. Chapman GP. The bamboos. London: Linnean Society Symposium Series (19); 1997.
3. Andy WCL, Gang Ch, Frank H. Tainter Comparative treatability of Moso bamboo and Southern pine with CCA preservative using a commercial schedule. *Bioresource Technol.* 2001;77(1):87-8.
4. Grosser D, Liese W. On the anatomy of Asian bamboos, with special reference to their vascular bundles. *Wood Sci Technol.* 1971;5:290-312.
5. Amanda I. Mejía G, Cecilia Gallardo C, Jhon Jairo Vallejo O, Gladys Ramírez L, et al. Plantas del género bambusa: importancia y aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. *Vitae* 2009;16(3)396-405.
6. Design and fabrication of kiln for bamboo charcoal and light distillate [Serie en Internet]. [Consultado 27 Ene 2010]. Disponible en: http://www.pcarrrd.dost.gov.ph/CIN/bamboo/index.php?option=com_content&task=view&id=785&Itemid=385
7. Yoshihiko A, Yuka T, Soota I, Miho T, Takeshi N. Volatile Organic compounds with characteristic odor in bamboo vinegar. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2006;70(11):2797-9.
8. Sulaiman RJ, Murphy RH, Sanchis CG. The inhibition of microbial growth by bamboo vinegar. *J Bamboo Rattan.* 2005;4(1):71-80.
9. Jun M, Tohru U, Takeshi F. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. *J Wood Sci.* 2003;49(3):262-70.
10. Jun M, Tohru U, Takeshi F. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants II: composition of moso bamboo vinegar at different collection temperature and its effects. *J Wood Sci.* 2004;50(5):470-6.
11. United States Patent. Assignees: Yamanashiyagen Corporation. Anti-allergy composition comprising wood vinegar-or bamboo vinegar-distilled solution. Patent Nº US7214393 B2. May 8, 2007.
12. Nishimura T. Apparatus for carbonization production of bamboo charcoal and bamboo pyrolytic vinegar liquid. *Fuel Energy Abstract.* 2003;44(5):305.
13. Jinhe F. Bamboo charcoal and bamboo vinegar [Serie en Internet]. [Consultado 20 Sep 2009]. Disponible en: <http://www.inbar.int/Upfiles/200877162939764.pdf>
14. Zhang WB, Hua YK, Wang WL, Fu Q-H. Study on technology of high purity bamboo vinegar production. *Chemistry Industry Forest Products.* 2003;23(1):46-50.
15. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de trabajo Nº 65. La cadena de la guadua en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. [Serie en Internet]. [Consultado 5 Ago 2009]. Disponible en:

http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511216197_caracterizacion_guadua.pdf

16. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Anuario 2004. Observatorio Agroclimas. Cadena de la Guadua. Bogotá: IICA; 2003.
17. Forero M. Bambúes de las montañas del Quindío-Colombia. Quindío: CRQ; 2005.
18. Espinosa DC. Características y estructura de la cadena de la Guadua en Colombia [Serie en Internet]. [Consultado 22 Abr 2009]. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/>
19. Lee AWC, Xuesong B, Perry NP. Selected physical and mechanical properties of giant timber bamboo grown in South Carolina. Forest Prot J. 1994;44(9):40-6.
32. Eiyuu I, Yasuo W, Yamanashiyagen Corporation. Application No. 11015393 filed on 12/17/2004. US Patent 7214393 - Anti-allergy composition comprising wood vinegar- or bamboo vinegar-distilled solution, US Patent Issued, May 8; 2007.
21. Ficha técnica de ácido acético [Serie en Internet]. [Consultado 19 Feb 2010]. Disponible en: <http://www.oxidial.com.ar/assets/files/es/acido-acetico.pdf>
22. Momma N, Yamamoto K, Simandi P, Shishido M. Role of organic acids in the mechanisms of biological soil disinfestation (BSD). J Gen Plant Pathol. 2006;72:247-52.
23. Loo AY, Jain K, Darah I. Antioxidant and radical scavenging activities of the pyrolytic acid from a mangrove plant, *Rhizophora apiculata*. Food Chemistry. 2007;104(1):300-7.
24. Técnicas de eliminación y de conservación de microorganismos [Serie en Internet]. [Consultado 22 Feb 2010]. Disponible en: http://www.uv.es/curafisiologica/documentos/publicaciones/libro_antisept_web.pdf
25. Uso industrial del cresol, creosota e hidroquinona [Serie en Internet]. [Consultado 23 Feb 2010]. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/quimica/aromaticos/uso-industrial-4>
26. Kostyra E, Bary³ko-Pikielna N. Volatiles composition and flavour profile identity of smoke flavourings. Food Quality Preference. 2006;17:85-95
27. Daun H. Sensory properties of phenolic compounds isolated from curing smoke as influenced by its generation parameters. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie. 1972;5:102-5.
28. Estados Unidos. Oaky Natural Co.,Ltda. Pharmaceutical composition containing guaiacol derivatives and syringol derivatives extracted from natural plant vinegar. Patente N° US0065524 A1. Chicago; 2007.
29. Blanco I, Redondo D, Queris O. Estudio de los compuestos fenólicos en extractos de roble en el proceso del tratamiento térmico de la madera. Braz J Food Technol. 2005;5:24-29.

30. Miyazawas T, Gallagher M, Preti G, Wise P. Odor Detection of mixtures of homologous carboxylic acids and coffee aroma compounds by humans. *J Agric Food Chem.* 2009;57(21):9895-9901.

31. Especificaciones de aromatizantes [Serie en Internet]. [Consultado 23 Feb 2010]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-flav/details.html?lang=es&flavId=3182>

Recibido: 30 de marzo de 2010.

Aprobado: 28 de febrero de 2011.

Amanda Inés Mejía Gallón. Carrera 50 A N° 63-85. Teléf.: 57-4-2198332 Ext 2310. Medellín, Colombia. Correo electrónico: amejia@quimbaya.udea.edu.co