

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de Farmacia

Determinación de los componentes químicos del bambú (*Bambusa vulgaris*), reportado para Juma-Bejucal, Municipio Bonaó; Provincia Monseñor Nouel, como fuente de sustancias bioactivas y cosméticos.



Trabajo de Grado

Presentado por:

Anita Hsieh Hsu 11-1103

Stephany Pérez Rodríguez 11-1288

Para la Obtención del Grado de:

Licenciatura en Farmacia

Santo Domingo D.N.

2016

Determinación de los componentes químicos del bambú (*Bambusa vulgaris*), reportado para Juma-Bejucal, Municipio Bonaó; Provincia Monseñor Nouel, como fuente de sustancias bioactivas y cosméticos.

AGRADECIMIENTOS
Y
DEDICATORIA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, permitirme siempre estar al lado de mi familia y por darme la oportunidad llegar a esta etapa de mi vida, ya que, sin el no soy nada.

A mi madre Tamary Rodríguez y a mi padre Rolando G. Pérez por siempre estar ahí para mí, por su amor y apoyo incondicional que siempre me brindan y porque siempre me motivan para salir adelante a pesar de los malos momentos. A ellos les debo todo lo que soy.

A mis hermanos, tíos, abuelos y a todos aquellos que con cariño y amor hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mi sueño, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se tornaba oscuro.

Stephany Pérez Rodríguez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la oportunidad de realizar mi sueño profesional y la fortaleza para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, y haberme dado todo esos buenos consejos que me han ayudado a sobrepasar todos los obstáculos, sin ella nada de esto sería posible.

A mis abuelos quienes me criaron con todos sus valores e hicieron de mi lo que soy ahora, por el amor incondicional que ellos siempre me han brindado.

A mis tíos quienes me apoyaron siempre sin importar lo que pasaba, y siempre han estado a mi lado en los tiempos más difíciles.

Anita Hsieh Hsu

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por su infinito amor por mí, por esas oraciones contestadas. Por el privilegio de poder culminar esta maravillosa etapa de mi vida en la cual solo Él tuvo el control.

A mi madre y a mi padre por ser mi mayor ejemplo a seguir, por su gran apoyo, por estar siempre en los buenos y malos momentos y su gran enseñanza de humildad, profesionalismo, enseñarme el valor de la vida y por siempre impulsarme y guiarme a hacer lo correcto. Mi eterno agradecimiento hacia ellos por nunca dejarme desfallecer, por su apoyo incondicional y siempre motivarme a seguir mis sueños.

A mi familia en general por siempre brindarme su apoyo y confiar en mí.

A mi querida asesora, Carolina Lerebours *MSc.* que con su inteligencia, experiencia, dedicación y sus conocimientos siempre nos dio apoyo para la elaboración de este trabajo. Gracias por motivarnos, por su entrega, esfuerzo y tiempo para colaborar con este proyecto.

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) por su arduo trabajo para la sociedad dominicana al ofrecer e impartir educación superior con excelencia.

A los profesores de la universidad por su apoyo y gran empeño para que seamos profesionales de bien, exitosos y capacitados. En especial a Carolina Lerebours, Gicela Brea, Edgar mercado, Ana Heydi Mercedes, Francisco Herrera, Josefina castillo. Gracias por compartir sus conocimientos con nosotros.

A la Licenciada Rhayza Almánzar por ser una directora de escuela dispuesta y por impartirnos sus conocimientos como profesora.

A mi compañera de tesis Anita Hsieh Hsu, por acompañarme durante esta travesía, por darme la oportunidad de compartir con ella este sueño y por mostrarme su amistad sincera.

A mis compañeros de carrera Natalie García, Alicia Cueva, Mayerling González, Misraim Brazobán, Héctor Ramírez, Raisa Carrasco, entre otros, por hacer este trayecto más divertido y sobre todo por su linda amistad.

A mis amigos que me brindaron su apoyo durante este camino Tiffany Gesualdo, Franshelly Amarante, Desiree Torres, gracias por siempre estar ahí.

A todas esas personas que de una manera u otra nos brindaron su apoyo para que este proyecto se hiciera realidad como el Licenciado William Reyes, al Licenciado Ramón E. Narpier *MSc*, al Ingeniero Emmanuel Echavarría, a la Licenciada Norma Rodríguez, al Ingeniero Edgar Espinal, Licenciado Rafael Rosario, a Fausto de Jesús Fernández, a Carlos Aquino González, Arismendis Gómez *MSc*, Arquitecta Mauricia Domínguez, entre otros. Gracias por aportar su granito de arena para que esto fuera posible.

Stephany Pérez Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada agradezco a Dios por haberme acompañado, ayudado y guiado a lo largo de mi carrera, por dar me fuerza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y nuevas experiencias.

Le doy gracias a mi madre por ser la principal promotora de mis sueños, gracias por su constante apoyo, y de haberme acompañado siempre en mis largas noches de estudio, lo más importante de haber creído siempre en mí, en mis sueños y expectativas, aún cuando yo misma no lo hacía.

A mis abuelos por haberme criado con sus valores, y por ofrecerme todo su amor incondicional, y apoyarme en todas las etapas de mi vida, siendo ustedes mi mayor inspiración.

A mis tíos por haber sido siempre un gran apoyo para mí, por todos los consejos útiles que me ayudaron a sobrepasar todos los obstáculos presentados.

A mi querida asesora, Carolina Lerebours *MSc.* Que siempre ha estado dispuesta en ayudarnos y apoyarnos en todo lo que podía para la elaboración de este trabajo. Y por sus consejos que nos han servido y nos servirán para toda la vida. Gracias por su motivación, por su entrega, esfuerzo y tiempo para colaborar con este proyecto. Por igual agradezco a mi asesor externo Ramón Emilio Narpier Lapuente *MSc.* Por todos sus consejos que fueron de gran ayuda para la elaboración de este trabajo.

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) por su arduo trabajo para la sociedad dominicana al ofrecer e impartir educación superior con excelencia.

Les agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a todos mis profesores de la universidad. En especial a Carolina Lerebours, Edgar Mercado, Ana Heydi Mercedes,

Francisco Herrera, Jeanne Mena García y Josefina Castillo, gracias por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias.

A la Licenciada Rhayza Almánzar nuestra querida directora de escuela y profesora, gracias por todo su apoyo y los valiosos conocimientos que compartió con nosotros.

A mi compañera de tesis Stephany Pérez, por ser una excelente compañera y amiga y por haber formado un equipo de trabajo para lograr esta meta, y la oportunidad de compartir con ella este logro.

A mis compañeros de carrera Mayerling González, Misraim Brazobán, Alicia Cuevas, Carol Lara, Héctor Ramírez, entre otros, por haber compartido conmigo todos estos años y haberme ofrecido su bella amistad.

A la Lic. Norma Rodríguez, Arismendis Gómez *MSc*, Ing. Enmanuel Echavarría, Técnico Fausto de Jesús, Lic. Rafael Rosario, y la Arquitecta Mauricia Domínguez.

Anita Hsieh Hsu

RESUMEN

Esta investigación ha tenido como objetivo investigar la composición química de los extractos de bambú de la especie *Bambusa vulgaris* como fuente de sustancias bioactivas y cosméticos, reportado para Juma, Municipio Bonaó; Provincia Monseñor Nouel.

Se realizaron revisiones bibliográficas sobre investigaciones en el tema de los bambúes, más específicamente la del género *Bambusa* de la especie *vulgaris*, efectuadas en otros países del mundo.

La muestra fue tomada de manera aleatoria específicamente del género *Bambusa* especie *vulgaris* dentro de la diversidad de la población de bambúes cultivados en COOPBAMBU ubicado en Juma-Bejucal, Municipio Bonaó; Provincia Monseñor Nouel. La muestra consiste en diferentes partes del tallo del bambú: nudos, entrenudos y diafragmas.

Las muestras se cortaron para obtener discos de una pulgada de altura, separando nudos, diafragmas y entrenudos. Las muestras trituradas se tamizaron y se pesaron alícuotas de 50 gramos para la extracción. Las extracciones se realizaron por el método de Decocción con el disolvente metanol grado reactivo. Luego los extractos se analizaron por cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Se encontró en el extracto la presencia de las siguientes sustancias: DL-Threitol, P-Hidroxibenzaldehído, 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-, Agmatina, 4-acetoxi-2-azetidinona y otras sustancias.

Palabras clave: extractos, bambú, *Bambusa vulgaris*, cromatografía de gases, principios bioactivos.

ABSTRACT

This research has aimed to investigate the chemical composition of the extracts of bamboo species *Bambusa vulgaris* as a source of bioactive substances and cosmetics, reported for Juma-Bejucal, Bonaó Municipality; Monseñor Nouel province, Dominican Republic.

Other studies about bamboo carried out in other countries, were taken in consideration for this research.

The sample was obtained in an aleatory form, there were bamboos of the species *Bambusa vulgaris* grown in COOPBAMBU located in Juma-Bejucal, Bonaó Municipality; Monseñor Nouel province. The sample consists of different parts of the stalk of the bamboo: nodes, internodes and diaphragms.

Samples were cut to get discs with one inch tall, separating nodes, internodes and diaphragms. The samples were pulverized then sieved aliquots of 50 grams were used for the extraction process. Extractions were performed by the method of decoction with methanol as the solvent. Then the extracts were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry.

The presence of the following substances were found in the extract: DL-Threitol, P-hydroxybenzaldehyde 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-, Agmatine, 4-acetoxy-2-azetidinone and other substances.

Keywords: abstracts, bamboo, *Bambusa vulgaris*, gas chromatography, bioactive principles.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I – ASPECTOS INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN	Pág.
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos: General y Específicos.....	6
1.5 Hipótesis.....	7
CAPITULO II – MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	Pág.
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Descripción del área de estudio.....	12
2.3 Generalidades	14
2.3.1 El Bambú	14
2.3.2 Parámetros Físicos	16
2.3.3 Morfología.....	17
2.3.4 Química	18
2.4 Género <i>Bambusa</i>	18
2.5 Especies de bambúes en la República Dominicana	20
2.6 <i>Bambusa vulgaris</i>	21
2.6.1 Etimología	22
2.6.2 Historia	22
2.6.3 Hábitat	22
2.6.4 Taxonomía	24
2.6.5 Química	24
2.6.6 Silvicultura y la ordenación	25
2.6.7 Plagas y enfermedades	25
2.6.8 Propiedades físicas y mecánicas.....	26
2.6.9 Durabilidad y conservación	26
2.6.10 Usos	26
2.6.11 Toxicidad	28
2.7 Cromatografía de gases.....	29

CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO	Pág.
3.1 Descripción del área de estudio.....	30
3.2 Dimensión de la investigación.....	30
3.3 Tipo de estudio.	31
3.4 Universo.....	31
3.5 Muestra.....	31
3.6 Instrumentos de recolección de datos.....	32
3.6.1 Revisión Bibliográfica.....	32
3.6.2 Observación de campo.....	32
3.6.3 Recolección de muestra	32
3.7 Técnicas de investigación.....	36
3.7.1 Preparación de muestra	36
3.7.2 Extracción.....	37
3.8 Análisis Químico (Cromatografía de gases).....	38

CAPITULO IV – ASPECTOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN	Pág.
4.1 Resultados.....	39
4.2 Análisis y discusión de los resultados.....	52
4.3 Conclusiones.....	54
4.4 Recomendaciones.....	55
4.5 Referencias Bibliográficas	56
4.6 Anexos.....	67

CAPITULO I

ASPECTOS INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La naturaleza ha sido fuente de fármacos desde el inicio de la historia y en muchas culturas lo sigue siendo hoy en día, como por ejemplo en la medicina tradicional china o la ayurveda. Se estima que un 50% de los fármacos actualmente usados en la medicina del mundo occidental derivan directa o indirectamente de la naturaleza. El proceso para que una sustancia proveniente de la naturaleza se convierta en un fármaco nuevo es generalmente largo y muy costoso. Los pasos necesarios van desde el aislamiento de la fuente natural, elucidación estructural de los metabolitos aislados, sus ensayos primero en animales (fase preclínica), hasta llegar a la fase clínica y, finalmente, la aprobación por la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA) o EMEA. (Callies O., 2011).

La naturaleza siempre ha sido una de las fuentes más importantes de principios bioactivos y nos puede proporcionar nuevas sustancias más eficaces y quizás con menos efectos secundarios para enfrentarnos a las enfermedades más impactantes de nuestro tiempo y del futuro. La aparición y descubrimiento de nuevas enfermedades resistentes a los tratamientos tradicionales ha obligado a la humanidad a acudir a la búsqueda de nuevas fuentes de moléculas. (Callies, O., 2011).

Alrededor del 80% de los habitantes del planeta cubren principalmente con medicamentos tradicionales sus necesidades de atención primaria de salud, y se puede asegurar sin temor a equivocarse que una gran parte de los tratamientos tradicionales entrañan el uso de extractos de plantas o de sus principios activos. (Akerele, O., 1993)

En muchas partes del mundo proliferan una gran variedad de plantas con propiedades medicinales, en especial las zonas tropicales, que pueden ser fuentes útiles para el tratamiento de un sin número de enfermedades. Dichas plantas tienen diversos usos también en la medicina moderna: son fuente de agentes terapéuticos directos; se emplean como materias primas para la fabricación de compuestos semisintéticos más complejos; las estructuras químicas derivadas de las sustancias vegetales pueden servir de modelo para

nuevos productos sintéticos; y se pueden utilizar como marcadores taxonómicos en la búsqueda de nuevos compuestos. (Akerlele, O. ,1993).

El bambú es una planta de la familia de las gramíneas sumamente interesante, y data su uso desde hace miles de años por diferentes culturas, esta pertenece a la familia *Poaceae*, forman la subfamilia *Bambusoideae*, son considerados como uno de los árboles forestales más versátiles con múltiples utilidades. Aunque el bambú se distribuye en todo el mundo con más de 250 especies, su presencia se encuentra predominantemente en el sudeste asiático. Se sabe que tienen más de 1,500 usos y son considerados como una de las plantas más importantes económicamente en el mundo. (Nongdam y Tikendra ,2014)

Las plantas del género *Bambusa* han enriquecido nuestra vida en múltiples maneras. Es posible que el bambú sea la especie vegetal de mayor uso en toda el Asia; de ella se obtiene alimento, techo, utensilios, ropas, artesanías, medicinas, herramientas e instrumentos musicales, entre otros. En el continente de Asia, las hojas del bambú son también utilizadas para la alimentación del ganado, por su gran valor nutritivo y son materia prima para numerosos productos como alimentos, medicamentos y cosméticos. Algunos compuestos aislados de las hojas de bambú presentan alta actividad antioxidante y baja toxicidad, por lo cual se utilizan actualmente como aditivos en la producción de alimentos funcionales. (Gallardo, C. *et al* ,2009).

Cuando el bambú se carboniza a altas temperaturas, se convierte en un tipo de carbón altamente poroso, que puede desodorizar, desinfectar, purificar, absorber la humedad, e inclusive bloquear las ondas electromagnéticas. Las fábricas japonesas comenzaron a producir el carbón de bambú hace más de una década. En el proceso de carbonización, también se obtiene otro producto secundario, el vinagre de bambú, que contiene compuestos con actividad desinfectante, antioxidante y estimulante del crecimiento foliar. (Gallardo, C. *et al* ,2009).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es prudente afirmar que la mayoría de los fármacos utilizados en la medicina moderna deben su origen a la naturaleza, por lo que es de suma importancia, incentivar y apoyar el estudio y la investigación sobre nuevas especies tanto de plantas como animales, en las diferentes áreas geográficas del mundo. Se reporta que en América se han identificado 21 géneros y 345 especies, localizadas desde el sur de Estados Unidos, a lo largo y ancho de Centro y Sudamérica, hasta el sur de Chile, y en las islas del Caribe. (Mercedes, José R. ,2006).

Desde Taiwán se han introducido al país seis especies de bambúes que son las siguientes: *Phylotachysma kinoi*, *Dendrocalamusla tiflorus*, *Bambusa dolichoclada*, *Bambusa stenostachya*, *Bambusa edulis*, *Bambusa oldhami*, y la *Guadua angustifolia* introducidas desde Colombia. (Mercedes, José R. ,2006).

En la República Dominicana la especie *Bambusa vulgaris* también conocida como *Bambusa vulgarun* es la especie que más se ha propagado, pudiendo considerarse como el bambú dominicano, encontrándose en las zonas de vida de Bosque húmedo subtropical (bh-S) y bosque muy húmedo subtropical (Holdridge, L., 1987). Todas las especies mencionadas son adaptables a condiciones ecológicas presentes en la República Dominicana. Asimismo en el país existe ahora un alto interés en el cultivo e investigación respecto a las labores silviculturales necesarias para el desarrollo del bambú y se ha iniciado un merecido reconocimiento a su valor en el mejoramiento del nivel de vida de las personas de escasos recursos, tanto en zonas rurales como urbanas. (Mercedes, José R.,2006).

Todavía en el país hay desconocimiento de las diversas aplicaciones del bambú, más allá del uso para la elaboración de utensilios, vivienda y como planta ornamental. Mucho menos se ha investigado sobre sus propiedades químicas, utilización en cosmética y su valor nutritivo.

Según Mercedes, José R. 2006 el bambú es una planta de gran importancia para los pobladores de las zonas rurales de varias regiones del mundo. Se usa para construcción de casas, antenas de televisión, postes de tendido eléctrico, escaleras, envases, juguetes, muebles, manualidades y para otros artículos de uso diario, incluyendo la producción de pulpa para la fabricación de papel entre otros múltiples usos. Las hojas maduras y secas son además, usadas para disipar el olor del aceite de pescado, también, usan las hojas como emenagogos, antiparasitarias y tónico. De igual manera, los brotes tiernos del bambú son usados para la alimentación humana.

Preguntas de Investigación

- 1) ¿Cuáles son los componentes químicos y cosméticos del bambú dominicano?
- 2) ¿Cuáles aplicaciones se les puede atribuir al bambú dominicano en el ámbito de la salud humana?
- 3) ¿Cuáles son las diferencias entre el bambú dominicano y el bambú de otras regiones de América?
- 4) ¿Cuáles son los usos potenciales de las posibles sustancias bioactivas contenidos en los nudos del bambú dominicano?
- 5) ¿Cuáles son los usos potenciales de las posibles sustancias bioactivas contenidos en los entrenudos del bambú dominicano?
- 6) ¿Cuáles son los usos potenciales de las posibles sustancias bioactivas contenidos en el diafragma del bambú dominicano?
- 7) ¿Cuál es la región del país donde se reporta más abundancia del cultivo de bambú?
- 8) ¿Cuáles son los parámetros físicos para el cultivo del bambú dominicano (temperatura, luz, humedad)?
- 9) ¿Cuáles son las exigencias edafológicas del cultivo del bambú dominicano?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El bambú es una caña originaria de la India, la cual tras un crecimiento especialmente rápido puede alcanzar más de 10 metros de altura. En lo que se refiere a la medicina tradicional China, se recoge de los nudos del tallo un exudado que recibe el nombre de Bamboosil. El bambú posee un alto contenido en sílice, un oligoelemento que es necesario para la dieta humana. Se trata de una sustancia muy importante para el tratamiento de la Artrosis. (Pérez C., 2008)

Debido a sus múltiples aplicaciones, su rápido crecimiento, su adaptación a diferentes condiciones ecológicas y el grado de protección que ofrece al suelo, el bambú se considera como una especie de mucha importancia para los proyectos de reforestación del país. Aunque el bambú probablemente haya sido introducido en la República Dominicana hace dos o tres siglos atrás, para su uso como planta ornamental y como ejemplar para colecciones de plantas privadas, su introducción como planta de interés comercial o de utilidad en protección se establece en el siglo XX. (Mercedes, José R. ,2006)

En investigaciones realizadas en diferentes países del mundo como Colombia, México entre otros, al bambú se le atribuyen propiedades antiinflamatorias, analgésicas, antiparasitarias, bromatológicas, como base para perfumes y en aromaterapia, por lo que es de suma importancia y justificable realizar investigaciones de esta naturaleza en República Dominicana, pues, hasta la fecha en el país no se ha incursionado en estudios del bambú enfocados en los ámbitos de la farmacología y cosmética. (Mercedes, José R. ,2006)

Con los resultados obtenidos a través de esta investigación que serán posibles sustancias bioactivas del bambú más propagado en el país, se contribuirá para los inicios de estudios sucesivos de seguimiento con el fin de conseguir la elucidación de posibles moléculas, así como extractos importantes para la salud y la industria perfumera.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición química del bambú especie *Bambusa vulgaris* reportado para Juma-Bejucal, municipio Bonaó; provincia Monseñor Nouel, como fuente de sustancias bioactivas y cosméticos.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar revisiones bibliográficas referentes a la ecología, parámetros físicos y especificaciones botánicas del bambú, específicamente de la especie *Bambusa vulgaris*.
- Colectar muestras de bambú de la especie *Bambusa vulgaris*, para realizar extracciones con solventes químicos grado reactivo por el método de “Decocción”.
- Determinar los componentes de las extracciones realizadas por medio de cromatogramas utilizando cromatografía de gases.
- Describir componentes resultantes de los cromatogramas, realizando revisiones bibliográficas de cada principio bioactivo reportado para ser comparado y validado con la bibliografía revisada al inicio de la investigación en fuentes primarias y secundarias.

1.5 HIPÓTESIS

1.- Las sustancias bioactivas del bambú dominicano no son conocidas por las Industrias Farmacológica y Cosmética nacional.

2.- En la República Dominicana no existe un amplio conocimiento sobre los usos, aplicaciones y beneficios que se podrían obtener del bambú dominicano.

3.- De las extracciones del bambú se podrían realizar en un futuro elucidaciones para la obtención de sustancias activas potenciales que podrían ser aprovechadas por su bioactividad farmacológica y cosmética.

4.- El uso etnobotánico del bambú es una fuente para curar diferentes dolencias.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Revisión de Literatura

2.1 Antecedentes

En puerto rico, John K. Francis en 1993 realizó estudio del *Bambusa vulgaris* o bambú común, donde describía todo lo relacionado con esta especie, su hábitat, ciclo vital, usos, temperatura, clima, suelo en el que se desarrolla y métodos de cultivo.

El trabajo realizado por Owolabi, M. y Lajide, L. en el año 2015 sobre el Tamizaje fitoquímico preliminar y antimicrobiano de la actividad de extractos crudos de *Bambusa vulgaris Schrad. Ex J. C. Wendl. (Poaceae)* del suroeste de Nigeria; reportaron que *Bambusa vulgaris Schrad* , es una planta rizomatosa comúnmente conocido como bambú común, que se distribuye ampliamente y crece en zonas tropicales y subtropicales. Es nativo del sur de China. Se cultiva ampliamente en muchas partes del mundo, especialmente en el medio silvestre campos y zonas tropicales húmedas.

La especie *B. vulgaris* consta de verdes y densos tallos brillantes y crecen hasta 10-20 m (30 - 70 pies) de altura y 4 - 10 cm de diámetro con un espesor de 7 - 15 mm. La planta, localmente llamado 'Oparun' (Yoruba), 'Atosi' (Igbo) 'Iko' (Benin) en Nigeria, se utiliza en las zonas rurales para la construcción de casas, cabañas, barcos cercas, muebles, instrumentos musicales, cestas y decoración, pero sus usos se limitan a la caña y no las hojas. La planta también ha sido reportada de haber sido utilizada como astringente, solución oftálmica y febrífugo. En el ámbito etnobotánico, *B. vulgaris* es utilizada en la medicina tradicional para el tratamiento de varias enfermedades (por ejemplo, sarampión), como abortivo, como aperitivo y de la gestión de las enfermedades respiratorias.

En Nigeria la decocción se toma como tratamiento para las enfermedades de transmisión sexual (por ejemplo, la gonorrea), diarrea, fiebre, inflamaciones, úlceras y heridas. Las decocciones también se han utilizado en India para el tratamiento de diversas condiciones inflamatorias. Algunos miembros del género *Bambusa* de otras especies presentan numerosos beneficios para la ciencia y las comunidades. Varios informes sobre los

antimicrobianos y la actividad antifúngica de diferentes partes del *Bambusa vulgaris* han aparecido desde diferentes partes del mundo. En este trabajo se presenta el potencial acción antimicrobiano, la actividad de extractos crudos de *Bambusa vulgaris* que crece en el suroeste de Nigeria.

En la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia de la mano de Mejía, A., y colaboradores, 2009, realizaron estudios sobre las plantas del género *Bambusa*: Importancia y aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria en su estudio dedujeron que las plantas del género *Bambusa* han enriquecido nuestra vida en múltiples maneras.

Sus brotes comestibles presentan características sensoriales especiales para la cultura oriental, el bambú es también materia prima para numerosos productos como alimentos, medicamentos y cosméticos. Algunos compuestos aislados del bambú presentan alta actividad antioxidante y baja toxicidad, por lo cual se utilizan actualmente como aditivos en la producción de alimentos funcionales. En nuestra cultura sus tallos, usados en el pasado para hacer andamios, siguen siendo utilizados en construcción, en muebles y manualidades.

En el estudio realizado por Carey W. y colaboradores en el año 2009 sobre la actividad anti-inflamatoria de extracto metanólico de *Bambusa vulgaris* reveló que la planta *Bambusa vulgaris* se ha utilizado en la medicina popular de la India para el tratamiento de diversas enfermedades inflamatorias también como astringentes, emenogogo, vulnerario, febrífugo y para sanar las heridas incluso para controlar la diarrea en el ganado. También se utiliza en la medicina ayurvédica para la apoptosis y quejas paralíticas. Aunque la planta y sus extractos se han utilizado en la medicina folklórica ampliamente, no hay evidencia científica para este tipo de actividades, por lo que se llevó a cabo un estudio para investigar la potencial acción antiinflamatoria del extracto metanólico de la *B. vulgaris* sobre el edema de la pata del ratón inducido por el formaldehído, la permeabilidad vascular inducida por el ácido acético, el método de "Granuloma Inducido por Algodón" y la estimación del Malondialdehído (MDA) en plasma. Para este estudio se utilizaron ratones albinos suizos de ambos sexos a los cuales se les indujo el estado de inflamación de

diferentes formas mencionadas, luego se les administrará a los ratones el extracto metanólico de la *B. vulgaris*.

El desarrollo de edema en la pata de la rata después de la inyección de formalina es un evento bifásico. La fase inicial del edema es debido a la liberación de Histamina y Serotonina y el edema se mantiene durante la fase de meseta por una sustancia parecida a la Quinina y la segunda fase de aceleración de la hinchazón es debido a la liberación de sustancias de las Prostaglandinas. La inhibición de edema observado en el modelo de la formalina puede ser debido a la capacidad del extracto metanólico de la *B. vulgaris* para inhibir estos mediadores químicos de la inflamación.

La permeabilidad vascular inducida por el ácido acético en un modelo de ratón es un ensayo de permeabilidad vascular de uso común. La respuesta inflamatoria es una característica fisiológica de tejido vascularizado. El extracto metanólico de la *B. vulgaris* reduce la intensidad de la inflamación peritoneal producido por el ácido acético, lo que indica que tiene la capacidad de inhibir la permeabilidad de pequeños vasos sanguíneos en el proceso de la inflamación aguda.

El método de "Granuloma Inducido por Algodón" se utiliza ampliamente para evaluar los componentes trasudado y proliferativas de la inflamación crónica. El peso húmedo del pellet de algodón se correlaciona con la transmutación; el peso seco de la pellet se correlaciona con la cantidad del tejido granulomatoso. La administración del extracto metanólico de la *B. vulgaris* (100, 200, y 400 mg /kg de peso corporal) y la Indometacina (10 mg / kg de peso corporal) parece ser eficaz en la inhibición del peso húmedo de bolita de algodón. Por otro lado, el efecto del extracto en el peso seco de la bolita de algodón era casi igual al de la Indometacina.

Estos datos apoyan la hipótesis del efecto del extracto metanólico de la *B. vulgaris* sobre los mediadores de la inflamación debido a la respuesta anti-inflamatoria observado en los ratones. Este efecto puede ser debido a la migración celular a los sitios lesionados y la acumulación de colágeno.

El presente estudio demostró una reducción significativa de niveles de Malondialdehído (MDA) por el extracto metanólico de la *B. vulgaris*. El estrés oxidativo es la condición donde las Especies Reactivas de Oxígeno (ROS) excede defensa antioxidante endógeno, y es bien conocida que en la inflamación crónica y subaguda, los ROS juegan un papel importante en la modulación de la amplitud de la inflamación, la respuesta y la lesión tisular y celular consecuente. La MDA es un producto metabólico de lipoperoxidación, el nivel de éste se incrementa en el estrés oxidativo. Por lo tanto, la reducción del estrés oxidativo por la actividad anti-lipoperoxidativo puede ser el mecanismo de acción anti-inflamatoria de el extracto metanólico de la *B. vulgaris* en el modelo de inflamación subaguda.

El análisis fitoquímico del extracto reveló que contiene flavonoides, hidratos de carbono, glicósidos, proteínas, y alcaloides. De estos, los flavonoides y alcaloides son bien conocidos por su capacidad para inhibir el dolor y la inflamación. Los flavonoides también tienen propiedades anti-inflamatorias, debido a sus efectos inhibidores sobre las enzimas implicadas en la producción de los mediadores químicos de la inflamación.

Por último, se puede concluir que estos resultados apoyan el uso tradicional de esta planta en algunas condiciones inflamatorias y dolorosas y confirman la presencia de compuestos químicos activos relacionados con estas actividades, aunque en este estudio no se especifica el compuesto al que se les atribuye dicha actividad antiinflamatoria.

En estudios realizados en Colombia por Arrabal M. y colaboradores en el año 2013 sobre la composición química de extractos de bambú (*Guadua angustifolia*) se presenta la composición química de los extractos de bambú (*Guadua angustifolia*). En este estudio se hicieron extracciones del bambú de la especie *Guadua angustifolia* con diferentes solventes y luego los extractos se analizaron por cromatografía de gases - espectrometría de masas y HPLC. Entre los compuestos identificados se encuentran esteroides, vitamina E, hidrocarburos saturados, 4 hidroxí-4 metil-2 pentanona, neofitadieno, vitamina E, fenoles, aldehídos, p-hidroxibenzaldehído y otros benzaldehídos, los ácidos palmítico y linoleico y dietilenglicol.

2.2 Descripción del área de estudio.

2.2.1 Provincia Monseñor Nouel

La provincia Monseñor Nouel fue fundada el 22 de septiembre de 1982, entrando en vigencia el 1 de enero de 1983. Su nombre recuerda a Monseñor Adolfo Alejandro Nouel. Tiene una superficie de 989.28 kilómetros cuadrados. Está en el 24 ° lugar en cuanto a superficie con 2.1% del territorio nacional. Éste forma parte de la Región II - Cibao Sur. Presenta como límite al Norte y Oeste, la provincia La Vega, al Este las provincias Sánchez Ramírez y Monte Plata, al Sur las provincias San Cristóbal y San José de Ocoa.

Por el Norte y el Oeste de la provincia se localiza la Cordillera Central mientras que un ramal de dicha cordillera, la Sierra de Yamasá, bordea la provincia por el Este. El principal río de la provincia es el Yuna; todos los demás ríos son afluentes de dicho río. Algunos de estos son los ríos Blanco, Maimón, Juma, Masipetro, Jima.

2.2.2 Bonao

Su municipio cabecera es Bonao, con una población de 125,338 (83,638 urbana y 41,700 rural). (Cáceres, F. *et al* ,2012). Las principales actividades económicas de la provincia son la agropecuaria y la minería. En esta provincia se encuentra la explotación de ferroníquel, principal actividad minera metálica del país en la actualidad. Los principales rubros agrícolas de la provincia son arroz, café y cacao. Es importante la ganadería vacuna lechera. (Marcano, J., 2009)

2.2.3 Juma-Bejucal

Juma-Bejucal es el distrito municipal del municipio Bonao de la provincia Monseñor Nouel que cuenta con una población total de 22,545 personas, tiene una superficie de 72.2 km². (Cáceres, F. *et al* ,2012)

2.2.4 COOPBAMBU

COOPBAMBU tuvo sus inicios el 10 de Noviembre del 2012, cuando el Presidente de la República Danilo Medina, visitó la comunidad de Juma-Bejucal, y aprobó un

financiamiento, a través del Fondo Especial Para el Desarrollo Agropecuario (FEDA), a favor de la Cooperativa Bambú. La Cooperativa de productores de bambú (COOPBAMBU) permitió rescatar el taller de producción de los artesanos del bambú en Bonaó, quienes habían adquirido capacidades por parte de la misión técnica de Taiwán.

El proceso les llevo 4 años. Incluso el día del trabajo de campo fueron visitados por un técnico del IDECOOP, con asiento en San Francisco de Macorís, para solicitar un nuevo documento. La falta de definición del estatus legal de este grupo de productores es un elemento que les impide ampliar los mercados para sus productos. En este sentido, debe resaltarse la importancia de que los proyectos de apoyo a los productores sean concebidos de una forma integral, donde las diferentes instituciones del Estado vinculadas a la actividad productiva correspondiente unen esfuerzos por identificar y reducir, y/o eliminar, las trabas que pudieran impedir el avance de los proyectos.

El proceso de registro, la comercialización de los productos, la diversificación técnica, entre otros, son aspectos en los que los productores requieren información, asesoramiento y acompañamiento a fin de lograr un mejor resultado de su actividad productiva.

Los trabajadores del bambú de esta comunidad aprendieron a trabajar con bambú desde 1992, de la mano de la misión de Taiwán. En aquel entonces la misión tenía la Escuela-Taller, que ofrecía capacitación a jóvenes artesanos para enseñar la gran variedad de productos que se pueden elaborar derivados del bambú. A partir del 2010 pasaron de ser una escuela a tener una visión industrial y es cuando estos artesanos iniciaron los aprestos para convertirse en Cooperativa.

En 2012 y con la finalización del proyecto por parte de la misión de Taiwán estos artesanos quedaron un poco desprotegidos, y pensaron en cerrar ya que no tenían capital de trabajo, ni suficientes herramientas, ni estabilidad en el local que era del gobierno. De la mano de su asesor, el ex-secretario de agricultura Carlos Aquino, empezaron a reactivarse, firmaron un acuerdo de 5 años –renovables- con el Ministerio de Agricultura/FEDA para utilizar las

instalaciones donde operaba la Escuela Taller en Juma, Bonaio y diseñaron el proyecto que presentaron al FEDA.

Una vez aprobado el proyecto, y debido a que la Cooperativa aún no estaba incorporada y por tanto no tenían un RNC, el FEDA tuvo que entregar un cheque a título personal del Presidente de la Cooperativa, quien conjuntamente con el técnico encargado del FEDA son quienes autorizan y firman las cuentas del proyecto.

La Cooperativa tiene planificado como segunda etapa del proyecto, esta vez con el apoyo de Taiwán, la instalación de una planta de procesamiento para proyecto de industrialización del bambú. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 2013)

2.3 Generalidades

2.3.1 El bambú

El bambú es una hierba perenne, gigante, arbolada, que pertenece al grupo de las angiospermas y al orden de las monocotiledóneas. La familia de las gramíneas *Poaceae* o *Gramineae* se puede dividir en un pequeño subfamilia, *Centothecoideae*, y cinco grandes subfamilias, *Arundinoideae*, *Pooideae*, *Chloridodeae*, *Panicoideae*, y *Bambusoideae*. En distinción a su nombre, los bambúes se clasifican dentro de la subfamilia *Bambusoideae*. (Ahmad, M., 2000)

La subfamilia *Bambusoideae* se diferencia de otros miembros de la familia por la presencia de láminas pecioladas con nervaduras, cuentan con tres, cuatro, seis o más estambres, un gineceo con un solo estilo, de una a tres estigmas y frutas o cariósides. Y el carácter único de tener células raquimorfias bien desarrolladas, asimétricas e invaginadas en el mesófilo de la lámina foliar. (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

La subfamilia *Bambusoideae*, con aproximadamente 1400 especies descritas en 101 – 118 géneros, se clasifica en dos grandes grupos reconocidos como tribus: la tribu *Bambuseae* o de los bambúes leñosos, y la tribu *Olyreae* o de los bambúes herbáceos. (Londoño, X., 2006)

Los bambúes son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Se conocen como las gramíneas más grandes del mundo y se distinguen del resto de ellas por tener un hábito perenne, con sistema de raíces (rizomas) bien desarrolladas y con tallos (culmos) casi siempre lignificados y fuertes. (Botero, L., 2004)

Se estima que hay alrededor de 60 a 70 géneros y más de 1.200 - 1.500 especies de bambúes en el mundo. Acerca de la mitad de estas especies crecen en Asia, la mayoría de ellos dentro de la región Indo- Birmana, que también es considerada como su área de origen. (Moran, J., 2009)

América posee, de acuerdo a investigaciones botánicas, alrededor de un 40% de las especies de bambú existentes en la naturaleza, sin embargo hasta principios del siglo XX, su uso estaba casi restringido a los grupos indígenas quienes los utilizaban para fabricar sus viviendas, instrumentos para la caza y pesca, así como para sus armas y artículos de uso doméstico. (Moran, J., 2009)

En América se han identificado 21 géneros y 345 especies, localizadas desde el sur de Estados Unidos, a lo largo y ancho de Centro y Sudamérica, hasta el sur de Chile, y en las islas del Caribe. Debido a su gran adaptabilidad, los bambúes exhiben una amplia distribución geográfica en América que abarca desde los 40° Norte, con el género *Arundinaria* en los Estados Unidos, hasta los 47° Sur, con el género *Chusquea* en Chile, y desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altura. No obstante, su crecimiento y desarrollo no siempre es igual en todos los sitios, por lo que se puede hablar de calidad de sitios buenos regulares y malos según sean las condiciones ambientales y ecológicas para el desarrollo del bambú. (Botero, L., 2004)

La calidad de sitio puede determinarse con respecto a factores bióticos como: densidad (número de tallos / ha), estados de madurez, altura, diámetro, sanidad y calidad de maderas, o con respecto a factores y condiciones donde se da dicho crecimiento, como: el clima (temperatura, precipitación, humedad, etc), las propiedades de suelos y la topografía del terreno. (Botero, L., 2004)

2.3.2 Parámetros Físicos

Clima

La mayoría de los bambúes necesitan un clima cálido, abundante humedad y suelo con alta fertilidad como las de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales, aunque algunos pueden crecer de manera significativa en temperaturas bajas (por debajo de -20°C). Los Bambúes crecen particularmente bien en zonas tropicales y subtropicales, pero algunos taxones también prosperan en el clima templado de Japón, China, Chile y los Estados Unidos. (Ahmad, M., 2000)

La mayoría de los bambúes medran en un margen de temperaturas comprendido entre $8,8$ y 36°C . Sin embargo, algunas especies se desarrollan a altitudes mayores, que en el caso de *Arundinaria* son hasta de 3.050 m. en la India y de 3.650 m. en la América Latina o en regiones en que las heladas y nevadas son comunes, al igual que la *Chusquea* en Chile. La lluvia constituye un factor de importancia; el mínimo anual necesario se suele estimar en 1.020 mm. El límite superior se desconoce, pero los bambúes se encuentran en zonas con una precipitación superior a los 6.350 mm.

El margen más común es de 1.270 a 4.050 mm. por año. La humedad relativa es también elevada, desde un 80 por ciento en adelante. La distribución de las lluvias en Asia queda afectada por los monzones del sudoeste y nordeste, con frecuencia acompañados por vientos fuertes. Sin embargo, éstos no parecen constituir factores de limitación en cuanto al desarrollo o distribución de los bambúes. (Huberman, M., 1959)

Suelos

Los bambúes son adaptables a varios tipos de hábitat. Crecen en llanuras, colinas, zonas de gran altitud, y en regiones montañosas. (Ahmad M., 2000). La mayor parte de los bambúes se desarrollan en terrenos variables entre suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso, formados por depósitos de aluvión o lo que es frecuente, por la desintegración de la roca subyacente. Los colores del suelo más frecuentes son amarillo, amarillo parduzco o amarillo rojizo claro.

El humus puede conferir al suelo una coloración azulada. En el subsuelo, el color varía entre rojo claro y amarillo o gris azulado, y en algunos puntos contiene minerales de hierro mangánífero y concreciones ferruginosas. El bambú suele preferir los terrenos con buen desagüe, aunque también se encuentra en los lechos húmedos o pantanosos de cursos de agua. No se ha observado ningún bambú en suelo salino. (Huberman, M., 1959)

2.3. 3 Morfología

Las partes vegetativas de una planta de bambú se componen de: raíces, rizomas, culmos, vainas, ramas y hojas. Las raíces fibrosas profusas de los bambúes forman una densa red en el suelo. La parte basal del tallo que crece horizontalmente bajo la superficie del suelo con entrenudos cortos se llama rizoma. La porción estrechada del rizoma se conoce como el cuello.

Basándose en la estructura del rizoma se reportan dos tipos de bambúes:

1. Paquimorfo (sympodial): Este tipo es sólido y por lo general corto y grueso. Bambúes con este tipo de rizoma son formadores de macizos. Existen algunas excepciones.
2. Leptomorfo (monopodial): Bambúes con este tipo de rizoma continúan su crecimiento horizontal sin formar grumos. Sus yemas laterales dan lugar a nuevos tallos directamente; muy pocos producen largos rizomas huecos y delgados. (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

Las cañas en la mayoría de los bambúes son huecas y el espesor de pared varía según la especie. Los tallos pueden ser arqueados o erectos. El aspecto general, el tamaño, la textura y la forma de las vainas de la caña y sus hojas son caracteres útiles para la identificación.

Cuando la caña alcanza la altura máxima de crecimiento, las ramas se abren hacia fuera desde los nudos de los tallos y el patrón de ramificación es característica para cada género. (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

Basado en su ciclo de floración, los bambúes se clasifican en tres tipos:

1. Los de floración anual o continuo: las especies que florecen cada año y no mueren.
2. Los de floración periódica: el conjunto de flores se agrupan en un área extensa y mueren después del ajuste de la semilla. La floración puede continuar durante dos o tres años en un área o en el mismo grupo.
3. Los de floración esporádica o irregular: se produce en grupos aislados (de uno a dos en un área), o en partes de un grupo (en uno o dos cañas). (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

Algunas especies de bambú tienen la ventaja de contar con un crecimiento rápido, otras podrán desarrollar una amplia cobertura, otras más formarán un eficiente y complejo sistema de rizomas subterráneo. (Cortés, R., 2009)

2.3.4 Química

Los principales componentes químicos de caña de bambú son celulosa, hemicelulosa y la lignina y los componentes de menor importancia son las resinas, taninos, ceras y sales inorgánicas. La composición química varía con las especies, las condiciones de crecimiento, edad, temporada y parte de la caña. (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

Los nudos contienen extractos menos solubles en agua, pentosanos y lignina, pero más celulosa que los entrenudos. El contenido de sílice es alta en la epidermis, muy poco en los nudos y está ausente en los entrenudos. La celulosa en el bambú es holocelulosa y consta de 1, 4 unidades de hidroglicosa unidos y el grado de polimerización es mayor que la de las maderas dicotiledóneas. (Seethalakshmi, K., *et al* ,1998)

2.4 Género *Bambusa*

El género *Bambusa* posee el mayor número de especies, casi todas indígenas de África, la China, la India y el Japón. En la América Latina, el género *Guadua* es muy importante: *G.*

angustifolia en Colombia y Ecuador, *G. amplexifolia* desde el norte de Venezuela hasta Nicaragua y Honduras, *G. inermis* México y *G. superba* en el Brasil. Los géneros *Guadua* se consideran como indicadores de tierras aptas para el cultivo del banano. A mayores altitudes y en los climas templados de la América Latina, el género *Chusquea* muy importante. En los Estados Unidos sólo existen dos especies indígenas, *Arundinaria gigantea* y *A. tecta*. (Huberman, M., 1959)

Consecuencia del cultivo de bambúes ha sido la introducción de muchas especies exóticas en gran número de países. Por ejemplo, en la Argentina, *Phyllostachys aurea*, *P. bambusoides*, *P. nigra*, *Bambusa tuldoidea* y *B. vulgaris* ha alcanzado importancia económica y otras muchas se utilizan como plantas ornamentales. *B. vulgaris* es la especie más ampliamente cultivada en los trópicos del hemisferio occidental llegando incluso a desplazar a las especies indígenas de *Guadua*, como ha sucedido en Guatemala y Nicaragua.

Esta *Bambusa* ha establecido en Jamaica como resultado de haber retoñado los rodrones que se utilizan en la agricultura migratoria de la mandioca y de otros cultivos en laderas escarpadas. Es también común en Puerto Rico. *B. tuldoidea* introdujo en el Brasil desde la China más de cien años atrás, usándose a menudo en setos o para la delimitación de fincas. En modo análogo, *Phyllostachys aurea* quedó introducida en muchos puntos de la América Latina desde la China, y es probablemente el bambú exótico más común después de *Bambusa vulgaris*. En la China y el Japón, muchas de las especies indígenas se cultivan también con gran éxito. (Huberman, M., 1959)

Especies

- *Bambusa arnhemica*
- *Bambusa balcooa*
- *Bambusa bambos* (L.) Voss
- *Bambusa basihirsuta*
- *Bambusa beecheyana* - Beechey bamboo
- *Bambusa blumeana*
- *Bambusa boniopsis*

- *Bambusa burmanica*
- *Bambusa chungii*
- *Bambusa emeiensis*
- *Bambusa forbesii* - bambú de hierro
- *Bambusa glaucophylla* - enano malayo
- *Bambusa lako* - Timor negro
- *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis
- *Bambusa maculosa* Hack.
- *Bambusa tuldoides* Munro
- *Bambusa virgata* Trin.
- *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J. C. Wendl.

2.5 Especies de bambúes en la República Dominicana

A pesar de que el bambú ha sido una planta empleada por el hombre desde tiempos prehistóricos, sus caracteres botánicos no se conocen completamente debido a su largo e irregular período de floración, lo cual dificulta coleccionar las flores y frutos que son indispensables para la clasificación.

Por este hecho, es que frecuentemente una misma especie es clasificada por diferentes botánicos, en géneros diferentes. Un dato curioso es que todos los continentes, con excepción de Europa, tienen especies nativas de bambú.

Hasta la fecha ha sido imposible determinar con exactitud el número de especies existentes en el mundo. Se estima que existen 107 géneros y 1300 especies de bambú en el mundo, de las cuales 140 tienen usos industriales o artesanales. En América se calcula que hay unos 20 géneros y más de 400 especies. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de las especies presentes en la República Dominicana. (Mercedes, J.,2006)

**Resumen de las principales especies de Bambú
presentes en la República Dominicana.**

Espece	Características	Usos
<i>Bambusa dolichoclada</i> Hay	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, recta de hasta 20 m. y 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm., Rizoma paquimorfo.	Artesanía, construcciones tejidos, muebles, tutor de plátanos y otros cultivos, reforestación y protección márgenes ríos y taludes.
<i>B. edulis</i> Riviera	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña crece en zig-zag, brote con muchos pelos, comestible y delicioso, crece hasta 20 m. con 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm., Rizoma paquimorfo, Debe repoblarse cada 6 a 10 años	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros
<i>B. oldhamii</i> Munra	Puede plantarse hasta la 700msnm. caña de 6 a 12m, con diámetro de 3 a 12 cm, caña verde en zig-zag, entrenudos de 20 a 35 cm. , Rizoma paquimorfo, Requiere suelos fértiles y húmedos.	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros
<i>B. stenostachya</i> Hack	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, crece hasta 25 m, diámetro de 5 a 20 cm, entrenudos de 13 a 35 cm. Nudos muy ramificados. Ramas con espinas muy filosas, Rizoma paquimorfo.	Elaboración de instrumentos agrícolas, reforestación, cortinas rompevientos en playas, construcciones, artesanía, tutores, muebles y otros. Brote amargo, comestible en forma seca, sabor agrio.
<i>B. vulgaris</i> Scharad ex. Wendl)	Se planta hasta los 800msnm. caña de 10 a 20 m, diámetro de 5 a 15 cm, color verde, entrenudos de 20 a 40 cm., Rizoma paquimorfo, nudos abultados, aprovechable al 3er. Año. Es una especie naturalizada en la República Dominicana	Muy resistente, elaboración de instrumentos agrícolas, tejidos, reforestación, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tutores, muebles y otros.

Fuentes: Lee, M., Gómez, R., 2000 y Jáquez, F., 2002

2.6 *Bambusa vulgaris*

Bambusa vulgaris conocido como bambú común o simplemente bambú, es un tipo de bambú alto, sin espinas y que forma macizos que comparten rizomas. La especie se originó probablemente en el sur de Asia, en donde ha sido cultivada por miles de años. El bambú común se cultiva hoy en día en los Trópicos húmedos para una gran variedad de productos y usos, incluyendo materiales de construcción y muebles. (John, K., 1993)

2.6.1 Etimología

Bambusa: nombre genérico latinizado del nombre vernáculo malayo *bambú*.

vulgaris: epíteto latino que significa "vulgar, común".

2.6.2 Historia

Bambusa vulgaris es una especie de bambú perteneciente a la familia *Poaceae*. Su origen es desconocido, aunque se cree que se originó en una de las zonas tropicales de Asia, el sur de China o Madagascar. Popular como una planta de invernadero en el 1700, fue una de las primeras especies de bambú introducidas en Europa. Se cree que fue introducido a Hawai en la época del Capitán James Cook [finales del siglo XVIII].

Es ampliamente cultivado en Oriente, Asia, África tropical incluyendo Madagascar. También en Estados Unidos y Puerto Rico, donde al parecer desde su introducción por los españoles en 1840, siendo posiblemente la primera especie introducida en Estados Unidos por los europeos. Es muy exitosa en Pakistán, Tanzania y Brasil.

2.6.3 Hábitat

Área de Distribución Natural

La *B. vulgaris* se encuentra solamente bajo cultivo o como un residuo de cultivos. A pesar de que se desconoce su punto de origen exacto, su área de distribución natural se encontraba casi ciertamente en el sur de Asia. La especie ha sido cultivada en Asia por muchos siglos. Las áreas que habrían sido su hábitat original han sido taladas para la agricultura o profundamente alteradas por la tala y quema. El bambú común se cultiva hoy en día hasta cierto punto a través de los trópicos húmedos. Fue introducido en el Caribe por lo menos hace 150 años.

En la República Dominicana la especie *Bambusa vulgaris* es la especie que más se ha propagado, encontrándose en las zonas de vida de Bosque húmedo subtropical y bosque muy húmedo subtropical.

Clima

La *B. vulgaris* se puede encontrar con facilidad en áreas con una precipitación anual abundante. Las agrupaciones a veces crecen en áreas tan secas que pierden las hojas durante la estación seca. En las áreas secas, el bambú común por lo usual está restringido a sitios cerca de riachuelos y lugares en donde se filtra el agua. (John, K., 1993)

Suelos y Topografía

El bambú común crece mejor en suelos continuamente húmedos y bien drenados, pero puede soportar las inundaciones de corta duración o unos niveles de agua subterránea a 30 cm de la superficie. La especie no soporta inundaciones prolongadas. Este crece en los suelos en donde el pH oscila entre 4.5 y 7.5. A pesar de que el bambú común es de los tipos de bambú más tolerantes a la alta salinidad, no soporta la sal libre en el suelo.

El bambú común crece en suelos de cualquier textura si existe suficiente humedad. Las arcillas o suelos arcillosos densos son más apropiados para este que los suelos arenosos, porque aquellos retienen más humedad durante los períodos secos y requieren de menos irrigación durante la fase de establecimiento.

Existen diferentes variedades de *B. vulgaris*: La *Bambusa vulgaris Schrad ex Wendl* (Bambú verde) el cual posee cañas de color verde brillante y *B. vulgaris cv. Vittata McClure* (también conocida como var. *stricta* y var. *striata*) este último posee cañas de color amarillo-oro y con unas pocas franjas de color verde, constituye una planta ornamental muy atractiva. Se cree que la variedad se originó en el Japón o en China. (John K., 1993)

La especie utilizada en este estudio es la variedad *B. vulgaris Schrad ex Wendl*.

2.6.4 Taxonomía

Reino:	<i>Plantae</i>
(sin rango):	<i>Monocots</i>
(sin rango):	<i>Commelinids</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Bambusoideae</i>
Tribu:	<i>Bambuseae</i>
Subtribu:	<i>Bambusinae</i>
Género:	<i>Bambusa</i>
Especie:	<i>Bambusavulgaris</i> <i>Schrad.exJ.C.Wendl.-Bambu común</i>

Fuente: John, K., 1993



Bambusa vulgaris.Foto:Perez, S.,Hsieh, A., 2016

2.6.5 Química

El análisis químico de los tallos mostró la soda cáustica del 22 por ciento, índice Kappa. 24.3, lignina en bambú 22,9 por ciento, en la pulpa de 3,6 por ciento, en pentosanos de bambú 21 por ciento, en pulpa de 17,6 por ciento. Riqueza de la pasta sin apantallar el 44,4 por ciento, 43,8 por ciento proyectado (Singh et al., 1976). Análisis de hojas dio los siguientes resultados. La humedad del 8,6 por ciento, proteína bruta de 10,1 por ciento, extracto etéreo 2,5 por ciento, fibra cruda 21,7 por ciento, la ceniza del 21,3 por ciento, fósforo 86.0, hierro 13.4, vitaminas (B1) 0,1, vitaminas (B2) 2.54 y caroteno 12,32 mg / 100 g.

Los estudios sobre la composición química de las cañas de Filipinas mostraron holocelulosa 66,5 por ciento, pentosanos 21,1 por ciento, 26,9 por ciento de lignina, la solubilidad en agua de alcohol-benceno 4,1 por ciento, 5,1 por ciento en caliente, en el 1 por ciento de NaOH al 27,9 por ciento; cenizas 2,4 por ciento y 1,5 por ciento de sílice (Tamolang et al., 1980). isoenzimas peroxidasas mostraron siete bandas, dos eran oscuro en la baja movilidad, las tres de la movilidad media (dos medianas y una luz) y dos en alta movilidad (luz) . Análisis de almidón y azúcar en los tallos de diferentes edades mostró que

tres años de edad, cañas dieron máxima cantidad de almidón y no se observó ninguna tendencia en la distribución de azúcares (Mohmod et al., 1992).

2.6.6 Silvicultura y la ordenación

Esta especie cuando se plantan en un espaciamiento de 12 m x 12 m, la tasa de productividad es casi 10 toneladas al año. Establece de forma rápida y supone un crecimiento exuberante. Esta es una de las cinco especies de bambú de crecimiento rápido preferidos para elevar plantaciones en la India. La producción de brotes múltiples se informó de brotes maduros en medio MS suplementado con leche de coco, kinetina y BAP.

El tratamiento con una mezcla de auxina y kinetina mejora el enraizamiento. Rizoma Pre-arraigados y esquejes culm también se pueden utilizar. Estratificación del suelo y capas de aire se encuentran con éxito. Fáciles de propagar por esquejes escombreras y sucursales. El enraizamiento reforzada por sustancias reguladoras de crecimiento y sistema de propagación niebla. También se informa de la propagación vegetativa por la cultura del agua ordinaria. Estacas tomadas a partir de 1-2 años de edad, cañas plantadas en los meses de verano dieron una respuesta máxima (Banik, 1984; Jayasree, 1989; Dhuria y Chadhar, 1990; Seethalakshmi, 1991).

2.6.7 Plagas y enfermedades

Esta especie se ve afectada por el tizón causada por el hongo *Sarocladium oryzae*. Tizón puede ser controlado por las prácticas culturales, tales como la eliminación de los tallos con tizón, la quema de los residuos in situ en grumos durante abril-mayo y por la aplicación del fungicida, Dithane M45 como tratamiento del suelo (Rahman y Khisha, 1981).

Tizón foliar causada por *Cercospora sp.* También se informa. Otras enfermedades son la podredumbre basal del tallo causada por *Fusarium sp.*, Tallo vaina de la pudrición por *Glomerella cingulata*, la roya de la hoja por *Dasturella divina*, hoja terreno por *Dactylaria sp.* y *Glomerella cingulata*. Ninfas del pozo de bambú cochinilla, *Bambusae Asterolecanium* y Boisduval sp. se alimentan de la savia bajo la hoja de la vaina. También

se informa de ataque de polvo de post-escarabajo (*Dinoderus minutus*). Para controlar el ataque, la aplicación externa de DDT es efectivo. (Plank, 1947)

2.6.8 Propiedades físicas y mecánicas

La resistencia a la abrasión fue de aproximadamente 30 por ciento superior a la kempas y el 5 % superior a la madera de caucho.

2.6.9 Durabilidad y conservación

Tratamientos de conservación a base de cobre pueden ser dadas por sumergir los extremos cortados en bidones de conservante durante 2-3 días, mediante la conexión de los bambúes con un tubo a un tambor o una bolsa de conservante y permitiendo que el conservante a gotear a través por gravedad. Si las ramas y las hojas se dejan como tal, el proceso se acelera por la transpiración (Jayanetti, 1975).

2.6.10 Usos

El bambú común se usa para una variedad de propósitos. A pesar de estar sujeto al daño por el escarabajo *Dinoderus minutus*, se usa frecuentemente como material de construcción. Las propiedades estructurales de las cañas y tablillas se han determinado mediante experimentos y se han reportado. Las cañas enteras se ocupan para postes, puntales y andamios. Las cañas rajadas a lo largo se ocupan entretejidas en divisiones, se usan como tejado y se ocupan como varillas para trabajos con yeso.

El bambú común también cuenta de una amplia aplicación en la producción de muebles, utensilios, artesanías, astas para banderas y cañerías de agua temporales. Aproximadamente un 80 por ciento del consumo de bambú en Asia es para material de construcción y otros usos locales.

Los segmentos de caña tratada y sin tratar se utilizan comúnmente como postes de cerca. La vida de servicio de los postes sin tratar es de solamente 1.3 años, pero se puede multiplicar por un factor elevado a mediante el tratamiento con preservativos. Es necesario el taladrar o remover los internudos para permitir la penetración del preservativo desde el interior de la

pared de la caña. Los estacas y los puntales obtenidos de esta especie son muy importantes en el cultivo de muchos tipos de vegetales y frutas tropicales.

Las cañas secas se usan regularmente como leña en muchas áreas. Varios estudios han llegado a la conclusión de que el bambú *B. vulgaris* es uno de los mejores tipos de bambú para la producción de papel. La longitud promedio de su fibra se reporta como de 2.33 mm, muy similar a la de las especies maderables de fibra larga. A pesar de que cerca de 80 molinos de papel en la India dependen total o parcialmente del bambú para su materia prima, el consumo mundial de bambú para pulpa es todavía insignificante.

Las tiernas puntas de las cañas nuevas, muy activas en el crecimiento, se pueden preparar en la cocina oriental hirviéndolas por media hora y cambiando el agua una o dos veces para eliminar el sabor amargo. La especie se utiliza regularmente para este propósito en Asia y, en menor escala, en el continente Americano. Existen varias recetas en la medicina herbalista que se preparan usando el bambú común. (Mercedes, J., 2006)

El bambú común es muy útil en plantaciones con propósitos de conservación. La mayoría de las plantaciones en algunos países de Asia y América establecieron como una protección contra la erosión de los bancos de los ríos y para estabilizar el ripio usado para rellenar caminos. También da excelentes resultados al usarlo para proteger las cuencas y de los bordes de los depósitos de agua.

El bambú se planta extensamente como una planta ornamental y como barreras, tabiques, sombra para ganado y barreras contra el viento. Sus hojas se pueden utilizar para el forraje. Por otro lado en medicina natural se utiliza por sus propiedades emenagogas, antiparasitarias. También es estimulante, afrodisíaco, pectoral y tónico. Además en el tallo de esta planta podemos encontrar silicio orgánico el cual es usado para combatir problemas de uñas débiles, falta de asimilación de calcio, reconstrucción de ligamentos, cartílagos, tendones, y tejidos óseos. También en ratas se ha comprobado una reducción de la fertilidad masculina cuando se han suministrado extractos de raíz joven.

Los bambúes, además de sus múltiples aplicaciones tienen otro uso importante en la gastronomía, con la utilización de sus brotes juveniles como alimentos populares. La presencia de alto contenido de proteínas, aminoácidos, minerales, fibras, carbohidratos, y el bajo contenido de grasa hace que el bambú sea uno de los alimentos más aclamados y apreciados en Asia. También la presencia de fitosteroles en los brotes jóvenes proporciona sensación de juventud, de energía, y de longevidad a los consumidores regulares. Los brotes de bambúes son populares en los países asiáticos y forman un componente importante de sus dietas diarias. (Nongdam, P., Tikendra, L., 2014)

A 100 gramos (3,5 oz) que sirve de brotes jóvenes de verde-madre cultivares tiene 90 g de agua, 2,6 g de proteínas, 4,1 g de grasa, 0,4 g de hidratos de carbono digeribles, 1,1 g de insoluble fibra dietética, 22,8 mg de calcio, 37 mg de fósforo, 1,1 mg de hierro y 3,1 mg de ácido ascórbico. De brotes jóvenes de cultivares de color amarillo-tallo tiene 88 g de agua, 1,8 g de proteínas, 7,2 g de grasa, 0,0 g de hidratos de carbono digeribles, 1,2 gramos de fibra insoluble, 28,6 mg de calcio, 27,5 mg de fósforo, y 1.4 mg de hierro.

2.6.11 Toxicidad

Entre todos los bambúes sólo los brotes de *Bambusa vulgaris* contiene Taxiphyllin (un glucósido cianogénico) que funciona como un inhibidor de la enzima en el cuerpo humano cuando se libera, pero se degrada rápidamente en agua hirviendo. Es altamente tóxico, y la dosis letal para humanos es de aproximadamente 50-60 mg.

Una dosis de 25 mg de glucósidos cianogénicos alimentado a ratas (100-120 g de peso corporal) causó signos clínicos de toxicidad, incluyendo la apnea, la ataxia y paresia. Los caballos en Pará, Brasil, fueron diagnosticados con clínicos signos de somnolencia y ataxia severa después de ingerir *B. vulgaris*. Los agricultores en África a veces prefieren comprarlo en lugar de plantarla, ya que creen que daña el suelo. (Yakubu, M., Bukoye, B., 2009).

2.7 Cromatografía de gases

La cromatografía de gases es una técnica separativa que tiene la cualidad de conseguir la separación de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra problema, el único dato de que disponemos para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos.

Este dato no es suficiente para una identificación inequívoca, sobre todo cuando analizamos muestras con un número elevado de componentes, como es frecuente en cromatografía de gases capilar. Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente.

Por lo tanto, la asociación de las dos técnicas, GC (“Gas Chromatography”) y MS (“Mass Spectrometry”) da lugar a una técnica combinada GC-MS que permite la separación e identificación de mezclas complejas. La utilización de la cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas requiere sistemas especiales de conexión. (Skoog, D., *et al*, 2002)

CAPITULO III
MARCO METODOLÓGICO

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

La provincia Monseñor Nouel fue fundada el 22 de septiembre de 1982, entrando en vigencia el 1 de enero de 1983. Su nombre recuerda a Monseñor Adolfo Alejandro Nouel. Tiene una superficie de 989.28 kilómetros cuadrados. Está en el 24 ° lugar en cuanto a superficie con 2.1% del territorio nacional. Éste forma parte de la Región II - Cibao Sur. Presenta como límite al Norte y Oeste, la provincia La Vega, al Este las provincias Sánchez Ramírez y Monte Plata, al Sur las provincias San Cristóbal y San José de Ocoa.

Por el Norte y el Oeste de la provincia se localiza la Cordillera Central mientras que un ramal de dicha cordillera, la Sierra de Yamasá, bordea la provincia por el Este. El principal río de la provincia es el Yuna; todos los demás ríos son afluentes de dicho río. Algunos de estos son los ríos Blanco, Maimón, Juma, Masipetro, Jima. Su municipio cabecera es Bonao, con una población de 125,338 (83,638 urbana y 41,700 rural). (Cáceres, F., *et al* , 2012)

Las principales actividades económicas de la provincia son la agropecuaria y la minería. En esta provincia se encuentra la explotación de ferroníquel, principal actividad minera metálica del país en la actualidad. Los principales rubros agrícolas de la provincia son arroz, café y cacao. Es importante la ganadería vacuna lechera. (Marcano, J., 2009).

Juma-Bejucal es el distrito municipal del municipio Bonao de la provincia Monseñor Nouel que cuenta con una población total de 22,545 personas, tiene una superficie de 72.2 km². (Cáceres, F., *et al* , 2012)

3.2 Dimensión de la Investigación

La investigación se limitará solo al objeto de estudio que será Juma-Bejucal, municipio Bonao, Provincia Monseñor Nouel.

3.3 Tipo de estudio

Esta investigación es experimental, exploratoria, deductiva, descriptiva, analítica, bibliográfica, definiéndose como diseño mixto.

3.4 Universo

Estará constituido por las poblaciones de bambúes de la *Bambusa vulgaris*, reportadas para Juma-Bejucal, municipio Bonao, provincia Monseñor Nouel.

Estarán excluidas las poblaciones de bambúes que no pertenezcan a la especie *Bambusa vulgaris*.

3.5 Muestra

La muestra fue tomada de manera aleatoria específicamente del género *Bambusa* especie *vulgaris* dentro de la diversidad de la población de bambúes cultivados en COOPBAMBU ubicado en Juma-Bejucal, Municipio Bonao; Provincia Monseñor Nouel.



COOPBAMBU: lugar de recolección de muestra.

Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

3.6 Instrumentos de recolección de datos.

3.6.1 Revisión Bibliográfica.

Se realizaron revisiones bibliográficas en las bibliotecas de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Biblioteca del Herbario del Jardín Botánico Nacional Rafael María Moscoso, así como consultas a INTERNET, documentos de archivos, tesis y revistas científicas.

3.6.2 Observación de campo

Se realizaron viajes a la zona de estudio que fue en Juma-Bejucal, municipio Bonao, provincia Monseñor Nouel donde se observó un bosque húmedo subtropical (Holdridge, L., 1987) con humedad promedio de 85.5% y temperatura que oscila entre 23-27 °C. Las características del suelo se clasifican como suelo arenoso de color rojizo, con una precipitación diaria de 50-74.9 mm. (ONAMET, 2016)

La flora es abundante, verde y en buen estado, donde penetran los rayos solares filtrados por las ramas, generando las condiciones ambientales favorables para su crecimiento. Se observó una fauna variada que abarca aves, insectos y algunos roedores, entre otros.

3.6.3 Recolección de muestra

La muestra se colectó de manera aleatoria en el área de estudio donde se han reportado las poblaciones de la especie *Bambusa vulgaris*. Para colectar la muestra se requirió de la ayuda de técnicos del COOPBAMBU y se utilizaron herramientas como: palas, hachas, cuchillos, sierras y fundas Ziploc donde se introdujeron para su traslado a la ciudad de Santo Domingo. Parte de la muestra colectada y envasada en fundas Ziploc, luego debidamente etiquetada se depositó en el Herbario del Jardín Botánico Nacional Doctor Rafael María Moscoso donde se obtuvo la certificación que confirma el género y especie de la muestra depositada.



Recolección de muestra de manera aleatoria por los técnicos. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Recolección de muestra de manera aleatoria por los técnicos. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Parte de la muestra colectada y envasada en fundas Ziploc. Foto : Pérez, S., Hsieh, A., 2016



B. vulgaris. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

Grupo Cooperativo de Ahorros y Crédito
y Servicios Múltiples Bonaó en Bambú
(COOPBAMBU)

10 de diciembre del 2015

Señor Fausto de Jesús Fernández , Presidente de COOPBAMBU

A QUIEN PUEDA INTERESAR

Para su conocimiento y fines de lugar, hacemos constar que las Srtas. Anita Hsieh Hsu , Mat 11-1103 y Stephany Pérez Mat. 11-1288, estudiantes de la carrera de Farmacia de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña , recolectaron en nuestras instalaciones muestras de Bambú que corresponden a la especie *Bambusa vulgaris* , la especie *Bambusa edulis* y la especie *Bambusa oldhamii* , para los fines de tesis de grado "Determinación de los componentes químicos del bambú (*Bambusa vulgaris*), como fuente de principios bioactivos , cosméticos y nutrientes, reportado para Juma, Municipio Bonaó; Provincia Monseñor Nouel."

Atentamente.



Fausto de Jesús Fernández

Presidente de COOPBAMBU



Santo Domingo, D.N.
02 de junio de 2016

A QUIEN PUEDA INTERESAR

Para su conocimiento y fines de lugar, hacemos constar que a la **Srtas. Anita Hsieh Hsu, Mat. 11-1103** y **Stephany Pérez, Mat. 11-1288**, estudiantes de la carrera de **Farmacia de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**, se les identificaron muestras de Bambú correspondientes a la especie *Bambusa vulgaris*, para los fines de tesis de grado "Determinación de los componentes químicos del bambú (*Bambusa vulgaris*), como fuente de principios bioactivos, cosméticos y nutrientes, reportado para Juma, Municipio Bonaó; provincia Monseñor Nouel".

Atentamente,



Francisco Jiménez
Director Depto. De Botánica

3.7 Técnicas de investigación:

- 1) Extracciones realizadas por el método de “Decocción” (Nudos, entrenudos y diafragmas) efectuadas en el Laboratorio de Investigación de Flora Medicinal (LINFLOMED, UASD).
- 2) Concentración de las muestras por Rotavapor, realizadas en el Laboratorio Veterinario Central (LAVECEN).
- 3) Análisis químico por cromatografía de gases realizadas en Laboratorio de la Dirección General de Aduanas (DGA)

3.7.1 Preparación de muestra

Las muestras, de 4 metros de longitud se trocearon con una sierra eléctrica para obtener discos de una pulgada de altura. Los discos se dejaron secar al sol por una semana, se trocearon y trituraron en pedazos pequeños. Se pesaron alícuotas de 50 gramos de las muestras trituradas para la extracción. El protocolo de preparación de muestras fue una adaptación de la norma Tappi T 12m-59: Preparative of Extractive-free Wood, 1960. (Cowling, E., 1960)



Medición de la longitud de la muestra. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Troceo de la muestra en discos. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Secado de la muestra al sol. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Muestras troceadas en discos. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

3.7.2 Extracción

Las extracciones se hicieron por el método de "Decocción" utilizando como disolvente Metanol grado reactivo. Las extracciones que se realizaron fueron de las diversas partes del bambú nudo, entrenudo y diafragma. Para hacer dichas extracciones se pesaron en una balanza analítica 50 gramos de las diferentes partes de las muestras del *Bambusa vulgaris* debidamente rotuladas y etiquetadas.

Luego de las pesadas, se introdujeron las muestras en un matraz de fondo redondo y se le añadió 500 ml de metanol grado reactivo a cada matraz. Cada matraz con las muestras duraron 30 minutos en mantas calefactoras a una temperatura promedio de 65 °C. Una vez realizadas las extracciones se filtraron varias veces con papel de filtro y luego se tomaron 50 ml de cada extracción para concentrarla a través de un rotavapor marca OA-SYS y se reconstituyó cada muestra concentrada con 1 ml del disolvente (Metanol grado reactivo).



Preparación de la muestra para el proceso de extracción. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Extracción por decocción. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016.



Corte de la muestra para la extracción. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016.



Rotavapor utilizado en la preparación de la muestra Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

3.8 Análisis Químico (Cromatografía de gases)

Los extractos de *Bambusa vulgaris* con metanol se colocaron en viales para ser analizados por cromatografía de gases - espectrometría de masas, en un equipo (CG/MS) marca Perkin Elmer modelo Clarus 680. Modo Split: Split 20-35 ml/min.

Las condiciones metodológicas básicas que se usaron para los análisis fueron las siguientes:

- Rango de masas: 40-600 m/z
- Rango de Temperatura: 70-320 °C
- Fase móvil, Gas acarreo: Hidrógeno (2mL/min)
- Columnas: 624 Sil MS Volátiles / Semi-volátiles con 30 m de largo y 0.25 mm de diámetro interno.



Cromatógrafo de gases utilizado para el análisis de muestra.
Foto: Hsieh, A., Pérez, S., 2016.

CAPITULO IV
ASPECTOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 RESULTADOS

Tabla 1. Identificación de muestras

Muestras de la especie vegetal: <i>Bambusa vulgaris</i>	Partes Analizadas
Bambú A-1	Entrenudo
Bambú A-2	Nudo
Bambú A-3	Diafragma

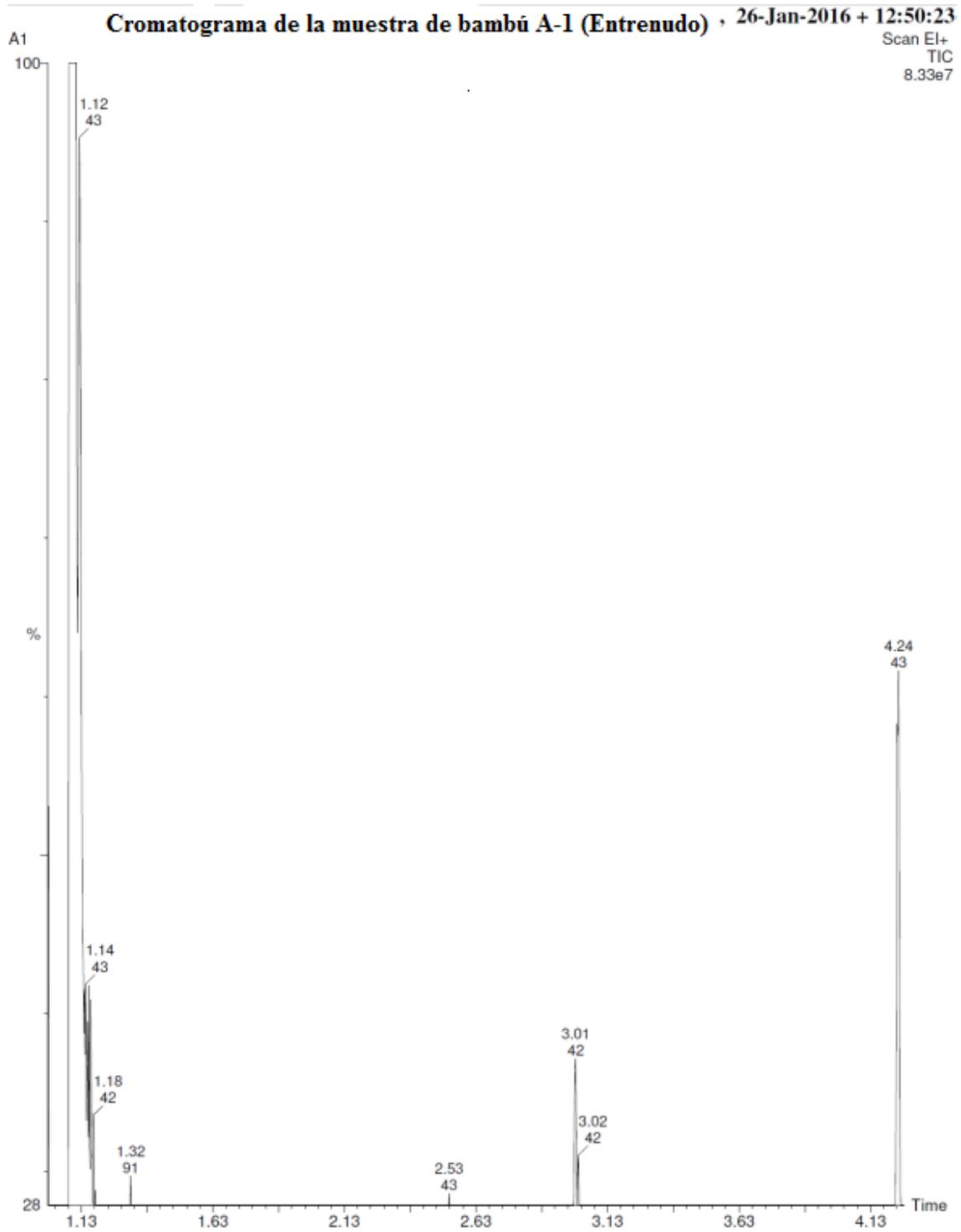
Fuente: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

Tabla2.

Sustancias con potenciales acciones terapéuticas y otros usos según las revisiones bibliográficas	
DL-Threitol	Intermedio en la síntesis química de otros compuestos.
P-hidroxibenzaldehído	Farmacéutica: Bactericida, síntesis de amoxicilina y trimetobenzamida, tratamiento de anemia drepanocítica. Cosmética: aditivo de fragancias y aromas, disolvente de aceites y resinas. Industrial: herbicida, emulsionante fotográfico, agente de brillo, cristal líquido.
4H-Pyran-4-one,2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (DDMP)	Anti-cancerígena, Anti-alfa-glucosidasa, anti-mutagénica, antimicrobiano, antiinflamatorio y antioxidante.
Agmatina	Analgésico, tratamiento de drogadependencias, neuroprotector y antidepresivo.
4-acetoxi-2-azetidiona	Antimicrobiano

Fuente: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

Los análisis químicos de la muestra fresca analizados en el Laboratorio de la Dirección General de Aduanas (DGA) reflejaron los siguientes resultados:

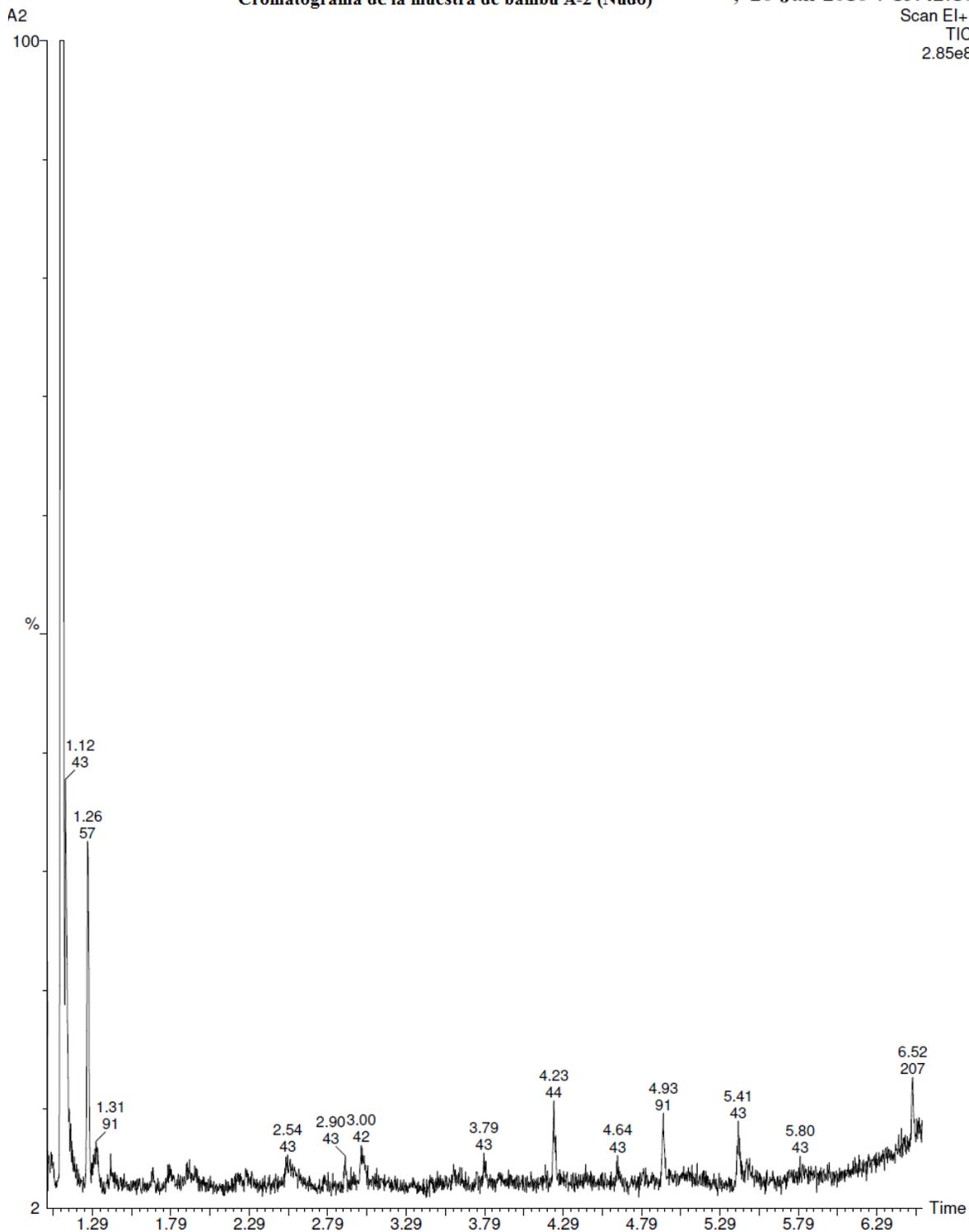


Fuente: Echavarría, M. 2016

Sustancias que representan los picos del cromatograma de la muestra A-1

BAMBU A-1 (Entrenado)			
Compuestos	CAS #	Peak	RT
METHYL 2-O-BENZYL-D-ARABINOFURANOSIDE	900129-90-7	91	1,32
DL-THREITOL	6968-16-7	91	1,33
BENZALDEHYDE, 4-HYDROXY-	123-08-0	121/127	6,508
AGMATINE	306-60-5	43	5,409
4H-PYRAN-4-ONE, 2,3-DIHYDRO-3,5-DIHYDROXY-6-			
METHYL-	28564-83-2	43	4,235
4-ACETOXY-2-AZETIDINONE	28562-53-0	42	3,008

Fuente: Pérez, S., Hsieh, A., 2016.

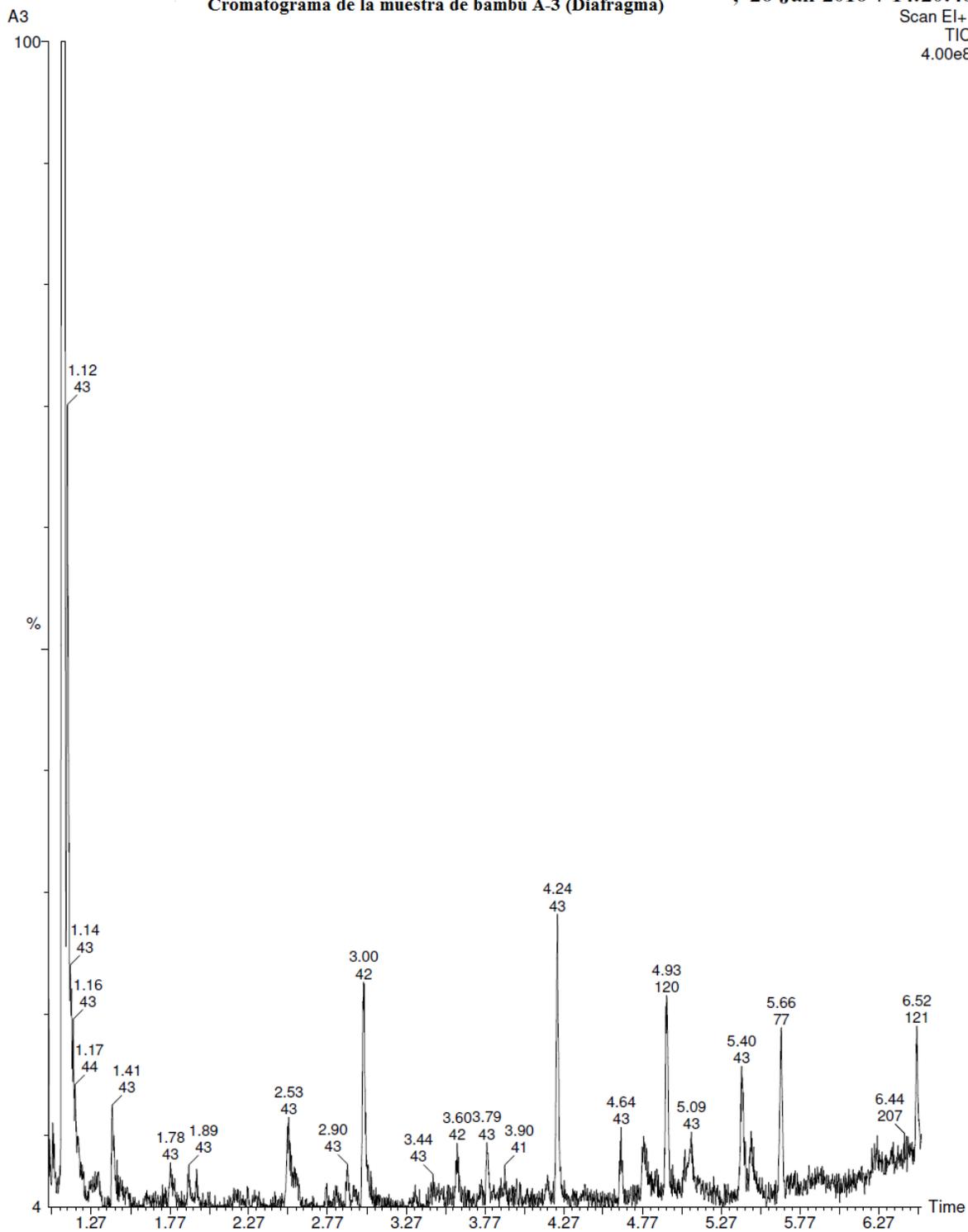


Fuente: Echavarría, M. 2016

Sustancias que representan los picos del cromatograma de la muestra A-2

BAMBU A-2 (Nudo)			
Compuestos	CAS #	Peak	RT
BENZALDEHYDE, 3-METHYL-	620-23-5	91	4,927
P-CYANOPHENYL P-(2-PROPOXYETHOXY)BENZOATE	67131-97-9	207/65	6,519
1,2,4,5-TETRAZINE, HEXAHYDRO-1,2,4,5-TETRAMETHYL-	20717-38-8	42	3,006
4H-PYRAN-4-ONE, 2,3-DIHYDRO-3,5-DIHYDROXY-6-METHYL-	28564-83-2	44	4,231

Fuente: Pérez, S., Hsieh, A., 2016.



Sustancias que representan los picos del cromatograma de la muestra A-3

BAMBU A-3 (Diafragma)			
Compuestos	CAS #	Peak	RT
DL-GLYCERALDEHYDE DIMER	26793-98-6	42	3,001
4H-PYRAN-4-ONE, 2,3-DIHYDRO-3,5-DIHYDROXY-6-METHYL-	28564-83-2	44	4,231
OXIRANE, 2-BUTYL-3-METHYL-, CIS-	56052-93-8	55	1,77
L-ALANINE, N-METHYL-	3913-67-5	58	3,292
N-BENZENESULFONYLAZETIDIN-3-ONE	82380-59-4	51	5,079

Fuente: Pérez, S., Hsieh, A., 2016.

Sustancias activas seleccionadas de los resultados según fueron halladas en las revisiones bibliográficas realizadas:

Muestra A-1

DL-Threitol

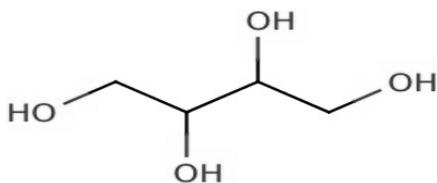
Sinónimo : DL-1,2,3,4-Butanetetrol

Número de CAS : 6968-16-7

Peso molecular: 122.12

Fórmula Molecular: C₄H₁₀O₄

Estructura química :



(O`Neil , M. J. , *et al* , 2013)

Usos : El DL- Threitol es un alcohol de azúcar de cuatro carbonos con la fórmula C₄H₁₀O₄ molecular. Se utiliza sobre todo como un intermedio en la síntesis química de otros compuestos. Es el diastereómero de eritritol (alcohol de azúcar). (National Institute of Standards and technology, 2016)

Muestra A-1

P-Hidroxibenzaldehído

Número de registro CAS: 123-08-0

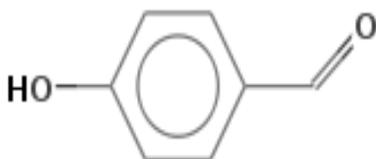
Nombre químico: p-Hidroxibenzaldehído

Sinónimos: Benzaldehyde, p-hydroxy-; p-Formylphenol; p-Hydroxybenzaldehyde; p-Oxybenzaldehyde; 4-Formylphenol; 4-Hydroxybenzaldehyde; Parahydroxybenzaldehyde; USAF M-6; 4-Hydroxybenzenecarbonal

Fórmula molecular : C₇H₆O₂

Peso molecular: 122.12

Estructura química:



(O'Neil , M. J. , *et al* , 2013)

Usos : EL p-hidroxibenzaldehído se ha utilizado como reactivo en química orgánica sintética. Éste mantiene la actividad bactericida cuando se prueba contra las cepas de ciertas bacterias. También muestra el potencial antioxidante cuando se analiza a través de ensayos.

En el área industrial el p-hidroxibenzaldehído se usa para la síntesis de bromoxinil y chloroxinil los cuales son un tipo de herbicidas, y también se utiliza en la fabricación de emulsionante fotográfico, niquelado agente de brillo, cristal líquido, etc.

En el campo farmacéutico, puede ser utilizado para la síntesis de amoxicilina, agente sinérgico antibacteriano nombrado TMP, 3,4,5-trimetoxibenzaldehído. También para la síntesis de la Trimetobenzamida una sustancia empleada como antiemético.

En el campo de la cosmética, se usa como aditivo en la elaboración de fragancias y como disolvente de aceites y resinas. Se usa en la síntesis de diferentes aromas, por ejemplo: vainillina, etil vainillina, piperonal, p-anisalaldehído, cetona de frambuesa natural, etc. (Gomis, J. ,1996)

Además en estudios realizado por Dieguez, J. y colaboradores se determinó que el p-Hidroxibenzaldehído presenta efecto inhibitor sobre la polimerización de la hemoglobina S, razón por el cual se cree que dicho compuesto junto con otros aldehídos aromáticos pueden ser utilizados para el tratamiento de la anemia drepanocítica. (Dieguez, J. E. F. , *et al* , 2006)

Muestra A-1; A-2; A-3

4H-Pyran-4-one, 2,3-dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (2, 3-dihidro-3, 5-dihidroxi-6-metil-4H-piridona) (Conocido también como DDMP)

Número de registro CAS: 28564-83-2

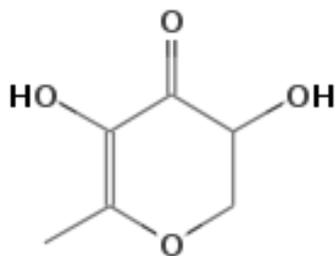
Nombre químico : 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl-

Sinónimos : 3,5-Dihydroxy-6-methyl-2,3-dihidro-4H-pyran-4-one; 2,3-dihidro-3,5-dihydroxy--6-methyl-4H-pyran-4-one; Pyranone; 2,3-Dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4-pyrone; 3-Hydroxy-2,3-dihydromaltol; 3,5-Dihydroxy-2,3-dihidro-6-methyl-4-pyran-4-one, dihydroxy maltol; 2,3-dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4(4H)-pyranone; 2,3-Dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one (pyranone); 2,3-Dihidro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyrene-4-one

Fórmula: C₆H₈O₄

Peso molecular: 144.1253

Estructura química:



(National Institute of Standards and Technology, 2016)

Usos : El compuesto 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- o mejor conocido como DDMP ha reportado tener efectos inhibidores en el crecimiento de las células cancerosas ubicados en el colon humano, mediante la inducción de muerte celular por apoptosis a través de la inhibición de NF- κ B (Ban, J. O, *et al*, 2007). Estudios más recientes sobre efectos de extractos de plantas como el de *Euphorbia hirta* reafirman la actividad anti-cancerígena del compuesto DDMP para el cáncer de colon.

Evidencia reciente ha sugerido que la activación del NF- κ B está relacionado a varios aspectos de la oncogénesis . se encontró que la actividad de NF- κ B es mayor en líneas celulares de cáncer de colon y en muestras de tumores humanos. Se ha informado que la DDMP suprime genes anti-apoptóticos (células B linfoma [Bcl] -2) controlada por NF- κ B e induce la expresión de varios genes pro-apoptóticos . Por lo tanto, DDMP es un agente prometedor para el tratamiento del cáncer de colon. (Sharma, N., *et al*, 2014)

Además, algunos investigadores han encontrado varias actividades biológicas importantes de DDMP, como la actividad anti-alfa-glucosidasa en pacientes con diabetes mellitus, la actividad de removedor de oxígeno reactivo, actividad anti-mutagénica contra arilamina y 2-acetoxiacetylaminofluoreno (2AAAF) inducida por el daño en el ADN en células de ovario de hámsteres chino. (Quan, J., *et al*, 2003)

También se han reportado efectos antimicrobianos , anti-inflamatorios y antioxidante del DDMP encontrados en extractos de la semilla del *Mormodica balsamina* Linn (Cundeamor)

lo que indica que este compuesto tiene una amplia gama de aplicaciones , y es un agente de gran potencial para el tratamiento de múltiples afecciones . (Uchegbu R., *et al*, 2015)

Muestra A-1

Agmatina

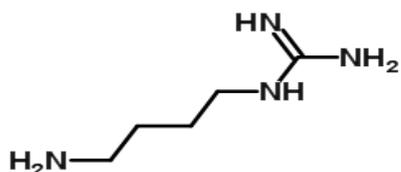
Número de registro CAS: 306-60-5

Nombre químico: N-(4-Aminobutil) guanidina

Fórmula: C₅ H₁₄ N₄

Peso molecular: 130.19458000

Estructura química:



(O`Neil , M. J. , *et al* , 2013)

Muestra A-1

4-acetoxi-2-azetidinona

Número de registro CAS: 28562-53-0

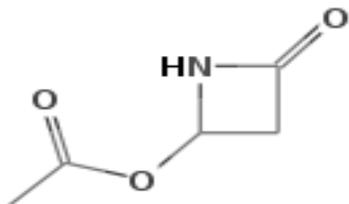
Nombre químico : 4-acetoxi-2-azetidinona

Sinónimos : 2-Azetidinona, 4-(acetiloxi)-

Fórmula: C₅H₇NO₃

Peso molecular: 129.1140

Estructura química:



(National Institute of Standards and technology, 2016)

Usos: La mayoría de los trabajos publicados sobre los efectos conductuales y fisiológicos de la agmatina se ha centrado en su posible acción analgésica. Estudios recientes revelan que la agmatina en si no produce efectos analgésicos . Sin embargo, incrementaba la analgesia inducida por morfina de manera dependiente de la dosis. Por lo que se sugiere que la combinación de ambas sustancias (la agmatina y la morfina) podría ser una estrategia terapéutica efectiva para el tratamiento médico del dolor. (Navarro, J. F., 2002)

Una prometedora línea de investigación está relacionada con el posible papel de la agmatina en el tratamiento de algunas droga dependencias. Estudios revelaron la capacidad de la agmatina (20, 40, 80 y 160 mg/kg) para prevenir el síndrome de abstinencia al alcohol en ratas. La administración de agmatina produjo un efecto inhibitorio dependiente de la dosis de las conductas estereotipadas, los temblores y los *wet dog shakes*, sugiriendo que podría ser una sustancia útil en el tratamiento de la dependencia al etanol.

Por otra parte, también se observaron que la agmatina atenuaba de manera significativa y dependiente de la dosis todos los signos de un síndrome de abstinencia inducido por morfina en ratas. Por lo que estudios subsecuentes demostraron que el pretratamiento con agmatina puede prevenir el desarrollo de dependencia a morfina en ratones. (Navarro, J. F., 2002)

Diversos estudios han demostrado que la agmatina también ejerce efectos neuroprotectores en diferentes modelos de daño cerebral *in vitro* e *in vivo*, reduciendo el tamaño de los infartos isquémicos o la pérdida de neuronas hipocámpales. Estos efectos pueden ser debido a la capacidad de la agmatina en bloquear el subtipo NMDA de receptores de glutamato y otros canales iónicos receptor activado (Zeidan, M. P., 2004)

Recientemente, se demostraron que la agmatina administrada de forma aguda por vías intraperitoneal y intracerebroventricular era eficaz para producir un efecto antidepresivo. Se sugiere que la acción antidepresiva "in vivo" de agmatina puede relacionarse con la modulación de la actividad del receptor NMDA, y /o reducción del contenido de la monoamina y sobrecarga de Ca²⁺ + inducida por NMDA. (Zeidan, M. P., 2004)

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las hipótesis planteadas (#1, 2, 3) en esta investigación permiten afirmar que no hay conocimiento sobre la composición química de la especie vegetal *B. vulgaris*, basados en la ausencia de investigaciones por parte de las industrias Farmacéutica y Cosmética nacional, reflejado en la Revisión de Literatura o Estado del Arte correspondiente a este estudio. Según Mercedes, J., 2006 todavía en el país hay desconocimiento de las diversas aplicaciones del bambú, más allá del uso para la elaboración de utensilios, vivienda y como planta ornamental. Mucho menos se ha investigado sobre sus propiedades químicas, utilización en cosmética y su valor nutritivo.

La hipótesis #4 se confirma amparados en la Revisión de Literatura con investigaciones en otras latitudes que reflejan el uso del bambú para curar diferentes dolencias de la población de dichos lugares. Según Gallardo, C., 2009 es posible que el bambú sea la especie vegetal de mayor uso en toda el Asia; de ella se obtiene alimento, techo, utensilios, ropas, artesanías, medicinas, herramientas e instrumentos musicales, entre otros. En el continente de Asia, los bambúes son también utilizados para la alimentación del ganado, por su gran valor nutritivo y son materia prima para numerosos productos como alimentos, medicamentos y cosméticos.

Algunos compuestos aislados del bambú presentan alta actividad antioxidante y baja toxicidad, por lo cual se utilizan actualmente como aditivos en la producción de alimentos funcionales. Además las fábricas japonesas comenzaron a producir el carbón de bambú hace más de una década. En el proceso de carbonización, también se obtiene otro producto secundario, el vinagre de bambú, que contiene compuestos con actividad desinfectante, antioxidante y estimulante del crecimiento foliar. (ver página 3)

Carey W. y colaboradores en el año 2009 en sus estudios sobre la acción anti-inflamatoria de extractos metanólicos de la *Bambusa vulgaris* al inducir inicialmente diferentes estados de inflamación por métodos como : edema de la pata del ratón inducido por el formaldehído, la permeabilidad vascular inducida por el ácido acético, el método de "Granuloma Inducido por Algodón" y la estimación del Malondialdehído (MDA) en plasma, luego a estos ratones se le administraron las extracciones las cuales redujeron significativamente las condiciones de inflamación y dolor por lo que demostraron que el extracto de la planta tiene en efecto actividad anti-inflamatoria sobre los ratones utilizados en la investigación. Ese estudio se limitó solo al hallazgo mencionado sin embargo en esta investigación los resultados reflejaron que esa acción anti-inflamatoria se debe específicamente a la sustancia bioactiva 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- o mejor conocido como DDMP. (ver páginas 8 y 9)

En estudios realizados en Colombia por Arrabal M. y colaboradores en el año 2013 sobre la composición química de extractos de bambú (*Guadua augustifolia*) se encontró en sus extractos la presencia de la sustancia p-hidroxibenzaldehído y otros tipos de benzaldehídos al igual que en los extractos de *Bambusa vulgaris*. Lo que demuestra que a pesar de pertenecer a diferentes especies de bambúes y desarrollarse en diferentes condiciones y lugares los bambúes presentan cierta similitud en sus componentes químicos. (ver página 9)

Los análisis realizados a las muestras de *B. vulgaris* desde las extracciones y cromatografía de gases mostraron como resultado otras sustancias bioactivas que en los antecedentes y Revisión de Literatura no figuran en ningún estudio de otras latitudes del mundo, sin embargo son un aporte de esta investigación. (ver tabla 2)

4.3 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos, hipótesis previas y los resultados obtenidos y discutidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

1. En los extractos de *B. vulgaris* reportados para Juma-Bejucal, Municipio Bonao existen sustancias que poseen numerosas acciones terapéuticas y cosméticas que podrían beneficiar las Industrias Farmacéutica y Cosmética del país.
2. Se confirman las hipótesis previas con respecto al poco conocimiento que posee la población dominicana con respecto a las acciones terapéuticas potenciales de la *B. vulgaris*.
3. Los extractos de la *B. vulgaris* contienen sustancias bioactivas que poseen acciones terapéuticas que por elucidación podrían ser una fuente potencial para la Fitoterapia.
4. Esta investigación contribuye para el ámbito del Sector Salud con relevantes aportes para las Industrias Farmacéutica y Cosmética por el hallazgo de importantes sustancias bioactivas, con acciones anti-cancerígenas, anti-inflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas, entre otras.

4.4 RECOMENDACIONES

- 1- A las Escuelas de Farmacia de las diferentes universidades del país para que incluyan en las investigaciones de tesis temas relacionados con las diferentes especies de bambú, el cual no ha sido profundamente estudiado en la República Dominicana.
- 2- A la Industria Farmacéutica Dominicana para la implementación del fraccionamiento de sustancias bioactivas del bambú reportadas para la ciencia, por sus usos terapéuticos y cosméticos.
- 3- Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para que se haga conciencia de la riqueza que contiene el bambú y se implementen en programas de educación, protección y fomento de esta especie vegetal.
- 4- Se recomienda a otros sustentantes de la carrera de Farmacia a que profundicen las investigaciones referentes al bambú, especialmente en la especie *Bambusa vulgaris* sobre el cual se reportan tantas propiedades y usos.

4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, M..2000. *Analysis of calcutta bamboo for structural composite materials*. Dissertation, Wood Science and Forest Products, VT. 210 páginas.

Akerele, O.1993. *Las plantas medicinales: un tesoro que no debemos desperdiciar*. Foro mundial de la salud, OMS, vol. 14(4). Ginebra. 390-395 páginas.

Arrabal Miguel, C., Montoya Arango, J. A., Cortijo Martínez, M.. 2013. *Composición química de extractos de bambú (Guadua angustifolia)*. Congresos Forestales. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Colombia. 11 páginas.

Ban, J. O., Hwang, I. G., Kim, T. M., Hwang, B. Y., Lee, U. S., Jeong, H. S., Hong, J. T..2007. Anti-proliferate and pro-apoptotic effects of 2, 3-dihydro-3, 5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyranone through inactivation of NF- κ B in human colon cancer cells. *Archives of pharmacal research*, vol. 30(11), 1455-1463 páginas.

Botero, L. F. 2004. *Manual de Industrialización del Bambú*. Apoyo a la mejora de la competitividad de las PYMES de Sector Forestal Industrial de Argentina, Compymefor, Argentina. 117páginas.

Cáceres F., Martínez M., Cavero W., Ruíz S., López B..2012 . *IX Censo Nacional de Población y Vivienda. Oficina Nacional de Estadística (ONE)*. República Dominicana .61 páginas.

Callies, O.2011. *La farmacia naturaleza-fuente de fármacos en el siglo XXI*. Revista Ciencia Amazónica, vol. 1(2), Iquitos, Perú. 149-153 páginas.

Carey, W.M. , Man, i J. , Dasi , B. , Rao, N.V, Gottumukkala, K. M .. 2009. *La actividad antiinflamatoria de extracto metanólico de Bambusa vulgaris* . Revista Internacional de verde Farmacia, vol. 3 : 234-238 páginas .

Cowling, E.. 1960. *Methods for chemicals analysis for decayed wood*. United States Department of agriculture forest service. Wisconsin. 24 páginas.

Cushnie, T.P.Cordero, A.J .. 2005. *Antimicrobial activity of flavonoids*. International Journal of Antimicrobial Agents , vol. 26 : 343-356 páginas.

Dieguez, J. E. F., García, G. D. T., Geli, Y. A..2006. *Evaluación de la actividad antipolimerizante de 4 aldehídos aromáticos en hemoglobinas usando relajación magnética protónica*. *Bioquímica*, vol. 31(4), Medigrafic.132-139 páginas.

Francis, J. K. 1993. *Bambusa Vulgaris Schrad Ex Wendl: Common Bamboo: Gramineae*. US Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. New Orleans, LA. 6 páginas.

Gallardo, C., Ramírez, G., Arboleda, C., Cadavid, E..2009. *Plants of the genus Bambusa: Importance and application in the pharmaceutical, cosmetic and food industry*. *Revista Vitae*, vol. 16(3). Medellín, Colombia. 396-405 páginas.

García Ramírez, Y., Freire Seijo, M., Fajardo, L., Tejada, M., Reyes, M..2007. *Establecimiento in vitro de yemas axilares de Bambusavulgarisvar. Vittata*. *Revista Biotecnología vegetal*, vol.7 (3). Cuba. 155-159 páginas.

Gomis, J..1996. *Síntesis electroquímica de p- hidroxibenzaldehído a partir del acido p- hidroximandélico*. Doctorado. Universidad de Alicante. 10-11 páginas.

Hidalgo López, O..1981. *Manual de construcción con bambú. Estudios técnicos Colombianos*. Impresión Universidad Nacional de Colombia. Centro de investigación de Bambú y Madera. (CIBAM). Bogotá. 70 páginas.

Holdridge, L. R..1987. *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica. San Jose. Costa Rica, 219 páginas.

Huberman , M. A..1959. *La silvicultura del bambú*. *Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*. FAO, Unasyuva , vol.13 (1) , 36-42 páginas.

Yakubu, M. T., & Bukoye, B. B. (2009). *Abortifacient potentials of the aqueous extract of Bambusa vulgaris leaves in pregnant Dutch rabbits*. *Contraception*,80(3), 308-313.

Katzung, B. G..2010. *Farmacología Básica y Clínica*. 11ª Edición. Mc Graw Hill. México DF. 1158 páginas.

Knobloch, K. , Pauli. A. , Iberl, B. , Weigand, H. , Weis, N..1989. *Antifungal effect of various essential oils against Candidaalbicans. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from Thymus vulgaris*. *Phytotherapy Research* , vol.1 (3) : 119-128 páginas.

Liogier , H.. 1990. *Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe*. Iberoamericana de Ediciones, Inc. San Juan , Puerto Rico. 566 páginas.

Little, E. L. , Wadsworth , F. H..1964. *Común árboles de Puerto Rico y las Islas Vírgenes*. Washington, DC: Departamento de Agricultura de los EE.UU. 548 páginas.

López, O. H..1974. *Bambú: su cultivo y aplicaciones en fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía*. Estudios Técnicos Colombianos. Cali, Colombia. 318 páginas.

Mercedes, José R..2006. *Guía Técnica del cultivo de Bambú*. Centro de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CEDAF). Santo Domingo, República Dominicana. 38 páginas.

Morales, J. F.. 2003. *Poaceae.Manual de Plantas de Costa Rica*. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 93: 598–821páginas.

Navarro, J. F..2002. *Agmatina: perfil farmacológico y efectos conductuales*. *Psiquiatría Biológica*,vol. 9(3). Málaga, España.130-132 páginas.

Nongdam, P., Tikendra, L..2014. *The nutritional facts of bamboo shoots and their usage as important traditional foods of Northeast India*. *Review International Scholarly Research Notices*, vol. 2014. Manipur University, India. 17páginas.

O`Neil , M. J. , Heckelman, P. E. , Dobbelaar, P. H. ,Roman, K. J.. 2013. *The Merck Index a n enciclopedia of chemicals , drugs and biologicals*. 15va ed.The royal Society of chemistry.

Owolabi, M., Lajide, L..2015. *Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of crude extracts of Bambusa vulgaris Schrad. Ex J.C. Wendl. (Poaceae) from southwestern Nigeria*. American Journal of Essential Oils and Natural Products. Vol. 3 (1), 42-45 páginas.

Pérez, Odalís G..2011. *La Escritura Académica*. Las fases del proceso de investigación; EDIT.as, Santo Domingo, República. Dominicana.392 páginas.

Quan, J., Yin, X., Jin, M., Shen, M..2003. *Study on the inhibition of alpha-glucosidase by soyasaponins*. Zhong yao cai= Zhongyaocai= Journal of Chinese medicinal materials, vol. 26(9), 654-656 páginas.

Rimoli, Renato O..2012. *Diccionario de Términos Ambientales, Instituto Panamericano de Geografía e Historia*. Santo Domingo, República. Dominicana. 479 páginas.

Sánchez Peña, R. O..2006. *Establecimiento y manejo de áreas protegidas: Notas básicas para la enseñanza*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana. 266 páginas.

Seethalakshmi, K. K., Kumar, M. M., Pillai, K. S., &Sarojam, N..1998. *Bamboos of India: A compendium* .Kerala Forest Research Institute ., Kerala, India. 342 páginas.

Sharma, N., Samarakoon, K. W., Gyawali, R., Park, Y. H., Lee, S. J., Oh, S. J., Jeong, D. K..2014. *Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer activities of Euphorbia hirta ethanolic extract*. Molecules, vol. 19(9), 14567-14581páginas.

Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T., Settle, F. A., Rubinson, K. A., Rubinson, J. F., & Chasteen, T. G. (2002). *Principios de análisis instrumental*.México2008. 793-795 páginas.

Tamolang, F. N., Valbuena, A. B., Lomibao, A. B., Artuz, A. E. , Kalaw C., Tongacan, A..1958. *Fiebre dimensions of certain Philippine broadleaved and coniferous woods, palms and bamboos II*. Tappi, 614-621 Páginas

Tripathi, Y.C. , Jhumka, Z. , Anjum, N.. 2015.. *Evaluation of Total Polyphenol and Antioxidant Activity of Leaves of Bambusa nutans and Bambusa vulgaris*. Journal of Pharmacy Research. Vol. 9 (4) : 271-77 páginas.

Tyler Varro, E.; Brady, Lynn R.; James, E..1979. *Farmacognosia*. Segunda edición. Editorial El Ateneo. Argentina. 459 páginas.

Uchegbu R., Bako S., Ngozi L., Achinihu O. I..2015. *GC/Ms Analysis and Identification of Phytochemicals Present in the Fruits of Mormodica Balsamina Linn*. IOSR Journal of Applied Chemistry, vol. 8(1). Nasawara, Nigeria. 39-42 páginas .

Valero, S. W., Reyes, E., Contreras, W..2005. *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú (Bambusa vulgaris), de tres años de edad y proveniente de las plantaciones ubicadas en la ribera de la margen derecha del Río Chama, Municipio Francisco Javier Pulgar, Estado Zulia, Venezuela*. Revista Forestal Latinoamericana, vol. 37, 87-107 páginas.

Vital, B. R., Haselein, C. R..1988. *Cualidades de chapas de aglomerado producidas con embaúba (Cecropiasp.) e bambú (Bambusavulgaris)*. Revista Árvore, vol.12 (2), 134-145 páginas.

Zeidan, M. P.. 2004. *Efeito antidepressivos da administração aguda e crônica da agmatina* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Neurociências.). Florianópolis, Brasil.46 páginas.

WEBGRAFÍA

Aguilar, R.. 2005. *Morfología: el Rizomadel bambú*. Revista Electrónica Biobambú, No.1: (1).www.bambumex.org/paginas/RIZOMA.pdf

Ame Noire. *Propiedades del Bambú para las Articulaciones y la Piel*. Extraído el 25 de octubre del 2015 desde: <http://alimentosparacurar.com/n/154/propiedades-del-bambu-para-las-articulaciones-y-la-piel.html>

Cortés Rodríguez GR.. 2009 .*Consideraciones sobre la reforestación con Bambú en México*. Extraído el 10 de enero del 2016 desde [http://www.bambumex.org/Reforestación con Bambu.pdf](http://www.bambumex.org/Reforestación%20con%20Bambu.pdf).

Londoño, X..2006. *Aspectos generales de los bambúes americanos*. Revista electrónica Bio bambú. Extraído el 11 de enero del 2016 desde [http://www. bambumex.org/paginas/ASPECTOS% 20GENERALES. pdf](http://www.bambumex.org/paginas/ASPECTOS%20GENERALES.pdf).

Moran J.. 2009. *El Bambú en la historia de América (I Parte)*. Extraído el 10 de enero del 2016 desde <http://lac.inbar.int/boletines/marzo2009.pdf>.

Marcano J.. 2009. *Provincias dominicanas*. Extraído el 20 de noviembre del 2015 desde http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/province/prov_mnouel.html

Missouri Botanical Garden. (n.d.) *TROPICOS. Catalogue of New World Grasses*. Extraído 1 de noviembre 2015 desde: www.mobot.org/

National Institute of Standards and technology (NIST).The U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. 2016. *Libro del web de química del NIST*. Extraído el 11 de mayo del 2016 desde : <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=123-08-0&Units=SI>

National Institute of Standards and technology (NIST).The U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. 2016. *Libro del web de química del NIST*. Extraído

el 11 de mayo del 2016 desde : <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=28562-53-0&Units=SI>

Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).2016. *Lluvias acumuladas en milímetros.* .
Extraído el 30 de mayo del 2016 desde : <http://www.onamet.gov.do/?param=mapas-hidro>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO)..2013.
Proyecto: Reconversión Productiva de la Industria del Bambú Juma-Bejucal, Monseñor
Noel. Extraído el 10 de enero del 2016 desde:
http://www.do.undp.org/content/dam/dominican_republic/docs/odh/publicaciones/pnud_do_eval%20Proyecto%20Reconversi%C3%B3n%20Productiva%20de%20la%20Industria%20del%20Bamb%C3%BA%20Juma-Bejucal,%20Monse%C3%B1or%20Noel.pdf

Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. *Hipertensión Arterial. Guía de Diagnóstico y Manejo 20.* Extraído el 01 de febrero del 2016 desde : <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/gericuba/guia20.pdf>

Pérez C..2008. *Bambú: beneficios de un alimento remineralizante.* Extraído el 22 de octubre 2015 desde: <http://www.natursan.net/propiedades-bambu-beneficios/>

USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network (GRIN). *Genera of Poaceasubfam. Bambusoideae* (en inglés). Consultado el 10 de octubre de 2015. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/gnlist.pl?1465>

Acrónimos

- 1- **LAVECEN:** Laboratorio Veterinario Nacional
- 2- **UNPHU:** Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.
- 3- **LINFLOMED:** Laboratorio de investigación Farmacéutica y Flora Medicinal Dominicana.
- 4- **DGA:** Dirección General de Aduanas.
- 5- **COOPBAMBÚ:** Cooperativa de Bambú.
- 6- **UASD:** Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- 7- **CG-MS:** Cromatografía de Gases- Espectrofotómetro de Masa.
- 8- **ONAMET:** Oficina Nacional de Meteorología.
- 9- **FEDA:** Fondo Especial Para el Desarrollo Agropecuario.
- 10- **IDECOOP:** Instituto de Desarrollo y Crédito Cooperativo.
- 11- **FDA:** Administración de Drogas y Alimentos.

Glosario:

Abrasión: (del lat. *abradere*, "raer") a la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

Anemia drepanocítica: enfermedad de la hemoglobina SS (Hb SS) o enfermedad de células falciformes es una enfermedad hereditaria y en la cual los glóbulos rojos presentan una forma semilunar anormal. (Los glóbulos rojos normalmente tienen una forma de disco.)

Apoptosis: es una destrucción o muerte celular programada o provocada por el mismo organismo, con el fin de autocontrolar su desarrollo y crecimiento, está desencadenada por señales celulares controladas genéticamente.

Bidón: Recipiente de metal, de mayor tamaño que la lata o el bote.

Brotos: Los brotes del árbol de bambú, que son los tallos antes de que estén totalmente maduros, son comestibles.

Cromatografía: es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, la cual tiene aplicación en todas las ramas de la ciencia.

Decocción: Se llama cocimiento o decocción a toda bebida, medicinal o de degustación, o de simple consumo nutritivo, hecha de vegetales u otras sustancias tras haber sido filtradas por un líquido mientras éste estaba en ebullición.

Deducción: Forma de razonamiento que consiste en partir de un principio general conocido para llegar a un principio particular desconocido.

Emenagogo: se utiliza para referirse a los principios activos, medicamentos o remedios a base de hierbas, que pueden estimular el flujo sanguíneo en el área de la pelvis y el útero, y en algunos casos, fomentar la menstruación.

Etnobotánica: estudia las relaciones entre los grupos humanos y su entorno vegetal, es decir el uso y aprovechamiento de las plantas en los diferentes espacios culturales y en el tiempo.

Extractos: Un extracto es una sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua. Los extractos pueden comercializarse como tinturas o en forma de polvo.

Farmacognosia: es la ciencia farmacéutica que se ocupa del conocimiento de las materias primas de origen biológico que el farmacéutico o la industria farmacéutica emplean para la preparación de medicamentos.

Febrífugo: Sustancia o medicamento que sirve para reducir o eliminar la fiebre.

Fitoquímicos: son sustancias que se encuentran en los alimentos de origen vegetal, biológicamente activas, que no son nutrientes esenciales para la vida (por lo menos a corto plazo), pero tienen efectos positivos en la salud. Se encuentran naturalmente en las plantas (frutas, vegetales, legumbres, granos enteros, nueces semillas, hierbas y especias).

Fitoterapia: es la Medicina que aprovecha las plantas medicinales con la finalidad de prevenir, tratar o curar las enfermedades. Las especies vegetales que suelen emplearse son de cualquier tipo, desde hojas a raíces, desde plantas herbáceas a árboles, desde especies marinas a terrestres.

Gramíneas: Familia de plantas monocotiledóneas de tallo cilíndrico, nudoso y generalmente hueco, hojas alternas que abrazan el tallo, flores agrupadas en espigas o en panojas y grano seco cubierto por las escamas de la flor.

Glucósidos cianogénicos: son metabolitos secundarios de las plantas que cumplen funciones de defensa, ya que al ser hidrolizados por algunas enzimas liberan cianuro de hidrógeno, proceso llamado cianogénesis.

Infusión: es una bebida obtenida de las hojas, las flores, de los frutos o de semillas de diversas hierbas y plantas, que pueden ser aromáticas, y se les vierte o se les introduce en agua caliente, sin que ésta llegue al punto de ebullición.

Inhibidores enzimáticos: son moléculas que se unen a enzimas y disminuyen su actividad. Puesto que el bloqueo de una enzima puede matar a un organismo patógeno o corregir un desequilibrio metabólico, muchos medicamentos actúan como inhibidores enzimáticos. También son usados como herbicidas y pesticidas.

Manganífero: que produce o tiene manganeso.

Oligoelemento: Elemento químico que se halla en muy pequeñas cantidades en las células de los seres vivos y es indispensable para el desarrollo normal del metabolismo.

Rizoma: es un tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos.

Silvicultura: es el cuidado de los bosques, cerros o montes y también, por extensión, la ciencia que trata de este cultivo; es decir, de las técnicas que se aplican a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad.

Sintético: Se aplica al material que se obtiene mediante procedimientos industriales o Químicos y que imita una materia natural.

Tamizaje fitoquímico: es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés. El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de la planta con solventes apropiados y la aplicación de reacción de color y precipitación. Debe de permitir la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo.

Toxicidad: es la capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

4.6 Anexos

Recolección de muestras COOPBAMBU (BONAO)



Selección de muestra. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Taladro del bambú. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Corte del bambú. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Inspección del bambú. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

Preparación de las muestras :



Secado de la muestra . Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Corte de la muestra en discos. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Muestras cortadas en rodajas. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Separación y rotulación de la muestra. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

Laboratorio LINFLOMED (Extracción del extracto de Bambú)



Laboratorio LINFLOMED. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Trituración de la muestra. Foto: Pérez,S., Hsieh, A., 2016



Pesado de la muestra. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Muestras trituradas y pesadas. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Introducción de la muestra pesada en el balón. Foto: Pérez,S., Hsieh, A., 2016



Solvente utilizado (metanol grado reactivo). Fuente: Pérez,S., Hsieh, A., 2016



Montaje del equipo de extracción .
Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Vertiendo el solvente a la muestra. Foto:
Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Equipo de extracción. Foto:
Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Extracción en proceso. Foto: Pérez, S.,
Hsieh, A., 2016

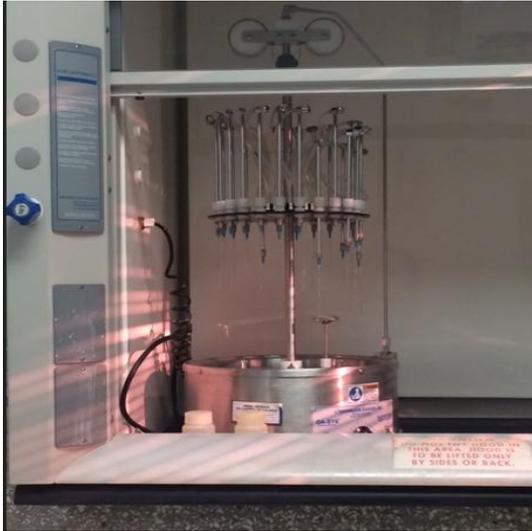


Proceso de extracción. Foto: Pérez, S.,
Hsieh, A., 2016



Filtración del extracto obtenido.
Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016

LAVECEN (Concentración del extracto)



Rotavapor. Foto Pérez, S., Hsieh, A. , 2016



Preparación de muestras. Foto: Pérez, S. , Hsieh, A., 2016



Rotulación de las muestras. Foto: Pérez, S., Hsieh, A. , 2016



Personal del laboratorio. Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Filtrado de la muestra con filtros microporo.
Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Viales del cromatografía de gases. Foto:
Pérez,S., Hsieh, A., 2016

Análisis de la muestra por Cromatografía de gases.



Sala de cromatografía de gases del LDGA.
Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Cromatografía de gases. Foto: Pérez, S.,
Hsieh, A., 2016



Nevera de almacenamiento de la muestra.
Foto: Pérez, S., Hsieh, A., 2016



Cromatografía de gases. Foto: Pérez, S.,
Hsieh, A., 2016