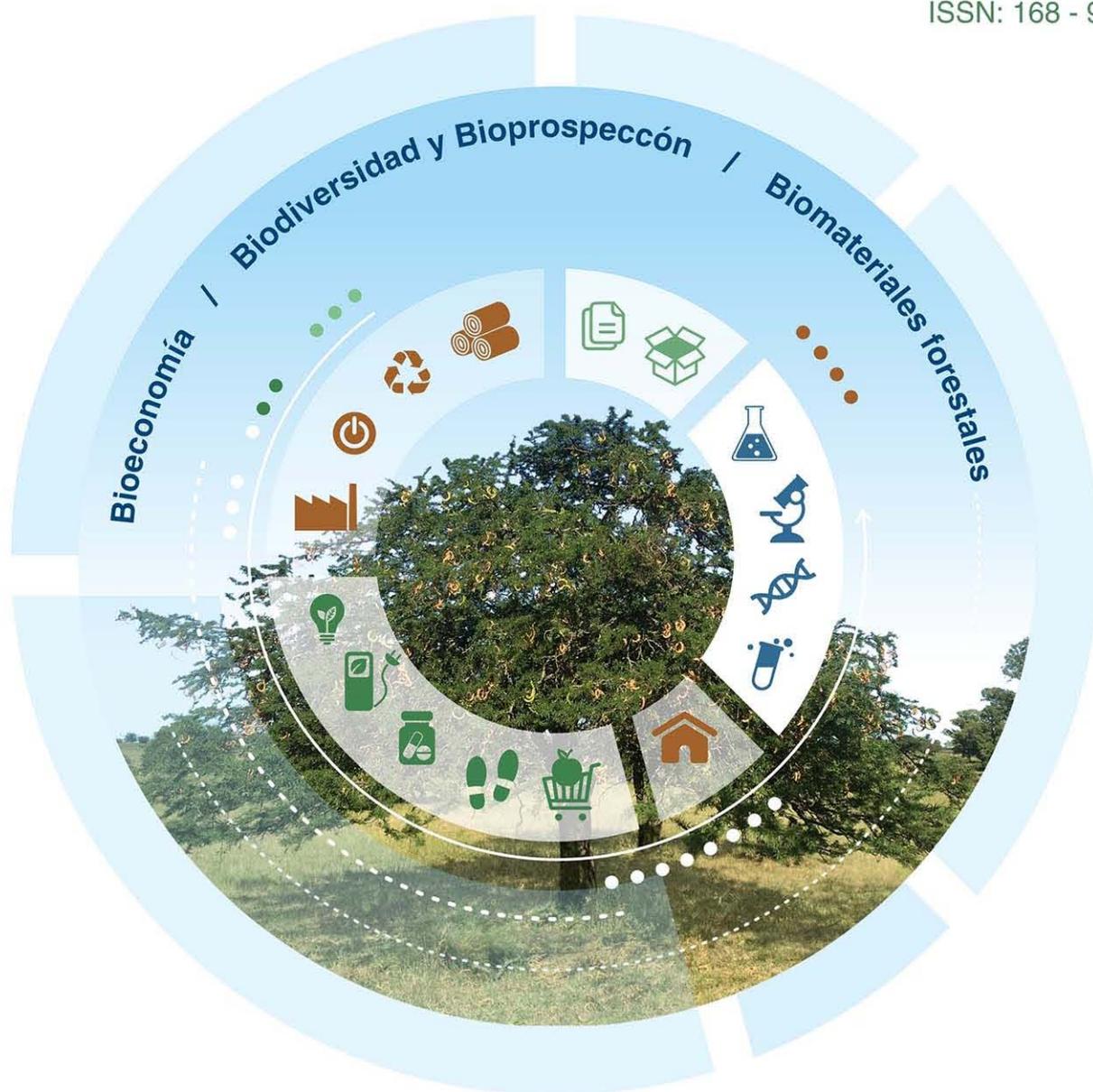


# JORNADA TÉCNICA BIOMATERIALES FORESTALES

ISSN: 168 - 9258



Miércoles 11/10/2017 / INIA Tacuarembó

**INIA**

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

Serie de Actividades de Difusión N° 777



## **SIMPOSIO**

### **Biomateriales Forestales**

**Miércoles 11 de octubre de 2017**

#### **Coordinación:**

Dra. Zohra Bennadji, INIA, Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal (Uruguay).

Dr. Fernando Ferreira, Centro Universitario de Tacuarembó, Facultad de Química, UdelaR (Uruguay).

#### **Apoya:**

Embajada de Canadá en Uruguay.



---

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	3
<b>Módulo 1 – Bioeconomía: Avances en estrategias y aspectos institucionales a nivel nacional e internacional.....</b>	<b>6</b>
Bioeconomía en Canadá: experiencia del sector forestal.....	7
Bioeconomía en Uruguay: presentación y análisis de los avances del ejercicio de prospectiva con horizonte 2050 aplicado al sector forestal uruguayo. ....	8
<b>Módulo 2 – Biodiversidad y Bioprospección .....</b>	<b>9</b>
Bioprospección: principales resultados del Proyecto L4 “De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay”.....	10
<b>Módulo 3 – Biomateriales forestales .....</b>	<b>12</b>
Avances en biomateriales forestales en Canadá: la experiencia de FPInnovations.....	13
Saponinas totales en <i>Quillaja brasiliensis</i> por el método de la espuma .....	15
Saponinas inmunoadyuvantes de hojas juveniles y adultas de individuos de <i>Quillaja brasiliensis</i> por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem. .	16
De la estructura a la funcionalidad: avances en el estudio de los galactomananos obtenidos de <i>Prosopis affinis</i> .....	17

## INTRODUCCION

En el marco de un llamado competitivo interno de INIA, el Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria inició en 2013 un proyecto para la identificación y obtención de metabolitos secundarios a partir de especies arbóreas nativas, como insumos para biomateriales forestales, titulado "De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay". El Polo de Desarrollo Universitario Espacio de Ciencia y Tecnología Química participó en su ejecución como contraparte del Centro Universitario de Tacuarembó (CUT-UdelaR), además de la colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales.

Este proyecto se planteó varios desafíos innovadores: (i) la valorización del bosque nativo, un capital natural de más de 750.000 ha, a través del desarrollo de tecnologías de punta para la identificación y la obtención de productos naturales de alto valor, (ii) el ingreso pionero en el campo de la bioeconomía y (iii) la capitalización del Campus INIA-MGAP-UDelaR como plataforma de sinergias institucionales para la conformación de grupos de investigación interdisciplinarios.

La valorización del monte nativo constituye, sin duda, un reto candente por décadas en los enfoques científicos, las leyes de protección y las múltiples polémicas ambientales, económicas y sociales en torno a este recurso natural. Este proyecto pretende establecer las bases científicas y tecnológicas para su valorización y su aprovechamiento sostenible, desde una perspectiva utilitaria que no descuida la dimensión de su protección y que contempla y pondera minuciosamente la problemática extractiva, asociada habitualmente al aprovechamiento del bosque nativo.

La identificación y obtención de metabolitos secundarios de especies arbóreas nativas, como insumos para la producción de biomateriales de interés para las industrias forestales ofrece, a su vez, una vía novedosa para un salto cualitativo y cuantitativo en el aprovechamiento del bosque al apuntar a productos de alto valor y a su posterior producción a escala comercial fuera del bosque, a través del desarrollo de paquetes tecnológicos de avanzada en química y en producción de biomasa por macropropagación, micropropagación y bioreactores.

Con relación al ingreso al campo de la bioeconomía, los biomateriales son productos derivados enteramente o parcialmente de biomasa, especialmente diseñados como alternativa al uso de productos obtenidos tradicionalmente a partir de recursos naturales no renovables como el petróleo. Estos productos novedosos ocupan lugares centrales en los escenarios manejados actualmente para la implementación de la bioeconomía y, en este contexto, los recursos naturales de los bosques y más específicamente, su biodiversidad, cobran un papel clave en su obtención y uso en diferentes ramas industriales. La producción de biomateriales, asociados a metabolitos secundarios de especies forestales (saponinas, taninos, polifenoles, resinas, gomas, glicósidos, fitosteroles, etc.), abre campos de investigación e innovación viables desde diferentes perspectivas y ponderados como de alto impacto en ámbitos académicos, empresariales y políticos.

La conformación de un grupo de trabajo que suma capacidades entre ciencias forestales y tecnología y ciencia química, ilustra una de las formas de capitalización de las sinergias

generadas en el Campus INIA-MGAP-UDelAR, como plataforma para la conformación de núcleos interdisciplinarios.

La presente jornada técnica constituye la cuarta actividad de difusión del proyecto, en su etapa de cierre. Estas actividades se han caracterizado por su patrón común de alto grado de interdisciplinariedad, reflejado en la inclusión de módulos de contenidos netamente forestales y químicos, sumados a módulos de contenidos económicos y de desarrollo institucional, con el respaldo de la mayor participación interinstitucional posible, tanto nacional como internacional.

En agosto del 2014, la primera jornada técnica del proyecto presentó sus resultados preliminares con un abordaje interdisciplinario de la temática de biomateriales forestales y la exploración de su potencial de aplicación en el sector forestal del Uruguay y sus cadenas de valor. Esta actividad contó con la participación de conferencistas nacionales e internacionales referentes en bioeconomía, valorización del bosque nativo, usos de metabolitos secundarios y derechos de propiedad intelectual y permitió la presentación de los primeros avances del proyecto en bioprospección y en identificación preliminar de metabolitos secundarios.

En el 2015, la realización de un simposio internacional constituyó la segunda actividad de difusión del proyecto. Esta actividad se articuló en torno a cuatro ejes rectores asociados a biomateriales forestales: productos, tecnologías, cadenas de valor y mercados, agrupados en los siguientes módulos: bioprospección y biorefinerías, biomateriales no madereros, biomateriales madereros y panel de discusión interinstitucional.

En el 2016, la actividad se articuló en torno a tres módulos: estrategias de bioeconomía y aspectos institucionales, biodiversidad y bioprospección, y biomateriales forestales. En estos módulos, se expusieron los avances logrados en estas diferentes temáticas permitiendo vislumbrar la consolidación de una visión interinstitucional sobre el alcance de la bioeconomía, la bioprospección y la obtención de biomateriales forestales en el país.

En el 2017, la presente actividad se articula en torno a tres ejes rectores asociados a biomateriales forestales: productos, tecnologías, cadenas de valor y mercados, agrupados en los siguientes tres módulos:

- Módulo 1: Bioeconomía: Avances en estrategias y aspectos institucionales a nivel nacional e internacional.
- Módulo 2: Biodiversidad y Bioprospección
- Módulo 3: Biomateriales Forestales

En estos módulos, además de la presentación de los avances del proyecto, contaremos con los aportes de expertos internacionales de Canadá (FCAP y FPInnovations) y nacionales (OPP y DGF del MGAP) para la consolidación de una visión conjunta sobre los avances y las perspectivas de los biomateriales forestales y de la bioeconomía.

Destacamos especialmente el apoyo de la Embajada de Canadá en Uruguay en el establecimiento de los contactos con las instituciones canadienses y la concreción de su participación en esta actividad.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

La jornada culmina con un panel interinstitucional de reflexión sobre presente y futuro del Campus INIA-MGAP-UdelaR.

Dra. Zohra Bennadji  
Líder del Proyecto



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

## **Módulo 1 – Bioeconomía: Avances en estrategias y aspectos institucionales a nivel nacional e internacional**

---

## Bioeconomía en Canadá: experiencia del sector forestal.

Nighbor, D.<sup>1</sup>

### **FPAC: Forest Products Association of Canadá**

La Asociación de Productos Forestales de Canadá es el vocero a nivel nacional e internacional de los productores canadienses de madera, pulpa y papel en los ámbitos de gobierno, comercio y medio ambiente. La industria de productos forestales de Canadá representa el 2% del PBI, con un monto de 67 billones de dólares canadienses por año. La industria forestal de Canadá involucra más de 600 comunidades y emplea directamente 230.000 personas en todo el país. (Fuente: Página Web de FPAC; traducción al español Zohra Bennadji).

### **Derek Nighbor: C.V.** (Fuente: Página web FPAC).

Derek is a native of the Upper Ottawa Valley and joined FPAC as CEO in March 2016. He is proud to represent Canada's vibrant and innovative forest products sector and the critical role it plays in over 600 Canadian forest communities.

Prior to joining FPAC, Derek served for over 7 years as Senior Vice President with Food & Consumer Products of Canada (FCPC), the country's leading voice for consumer packaged goods companies. At FCPC, Derek worked closely with senior executives from over 90 top consumer products manufacturers and distributors and oversaw the association's strategic planning in government relations and corporate, community and regulatory affairs.

Prior to his time at FCPC, Derek served for over 3 years as Senior Vice President of Public Affairs with Retail Council of Canada (RCC) representing over 45,000 retail storefronts across Canada, including leading retailers like Canadian Tire, Walmart, Home Depot and Home Hardware. Derek has also held senior political positions with the Government of Ontario, including two years as chief of staff to the province's Consumer and Business Services Minister.

Derek represents Canada's forest products sector on two global boards, the International Council of Forest & Paper Associations (ICFPA) and Food & Agriculture Organization of the United Nations' Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries (ACSFII).

Derek also sits on the national board of Ronald McDonald House Charities Canada.

He has an Honours Bachelor of Arts in Political Science with an Option in Business Administration from Wilfrid Laurier University in Waterloo, Ontario.

---

<sup>1</sup> CEO. Asociación de Productos Forestales de Canadá. Email: [DNighbor@fpac.ca](mailto:DNighbor@fpac.ca)

---

## **Bioeconomía en Uruguay: presentación y análisis de los avances del ejercicio de prospectiva con horizonte 2050 aplicado al sector forestal uruguayo.**

Lucía Pittaluga<sup>2</sup>

### **Lucía Pittaluga – C.V. Abreviado.**

Actualmente es sub directora de la Dirección de Planificación de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y profesora titular (grado 5) de la cátedra de Economía de la Innovación de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración (FCEA), Universidad de la República (UdelaR). Se ha especializado en temas de Desarrollo Productivo e Innovación Tecnológica, siendo autora de libros, capítulos de libros, artículos e informes en estas temáticas. Ha coordinado y participado en diversas investigaciones y equipos de investigación, y ha realizado consultorías para organismos nacionales e internacionales como CEPAL, UNESCO, BID, Banco Mundial y PNUD en las temáticas de su especialidad. Fue asesora del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM); anteriormente se desempeñó como asesora de Crecimiento Inclusivo en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y antes fue coordinadora del equipo de investigación sobre desarrollo económico en el Instituto de Economía de la FCEA (UdelaR). Es economista de la FCEA-UdelaR y posee un Master en Desarrollo Económico, Universidad de París I-Universidad de Picardie, Francia.

---

<sup>2</sup> Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). Presidencia de la República Oriental del Uruguay. Email: lpittaluga@opp.gub.uy



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

## **Módulo 2 – Biodiversidad y Bioprospección**

## **Bioprospección: principales resultados del Proyecto L4 “De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay”.**

Bennadji, Z.<sup>3</sup>; Alfonso, M.<sup>3</sup>; Mello, S.<sup>3</sup>; Nuñez, P.<sup>3</sup>; Gonzalez, W.<sup>3</sup>; Rodriguez, F.<sup>3</sup>

La bioprospección consiste en la búsqueda sistemática en la biodiversidad de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos con valor económico actual o potencial y en sus posteriores clasificación e investigación. En Uruguay, el monte nativo representa el 44% de la superficie forestada del país, superando levemente las plantaciones actuales con *Eucalyptus* (40%). Su flora arbórea representa una fuente potencial de metabolitos secundarios prácticamente inexplorada para la obtención de biomateriales forestales. Sin embargo, su aprovechamiento se limitó, hasta ahora, a la simple extracción de productos maderos convencionales y al reporte empírico de diferentes usos de productos no madereros. La bioprospección a través de la caracterización específica y genética de esta flora constituye un componente clave para el desarrollo de estrategias de valorización del monte nativo.

El proyecto "De la bioprospección a la biorrefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay" iniciado en 2013, permitió avanzar en la identificación y bioprospección de tres especies promisorias, con potencial de obtención de metabolitos secundarios: *Quillaja brasiliensis*, *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra*.

En *Prosopis* ssp., se capitalizaron avances en bioprospección alcanzados a partir del 2007 con la identificación de doscientos individuos en su área de repartición natural. De este conjunto, alrededor de treinta individuos fueron muestreados como candidatos para análisis químicos de identificación de metabolitos secundarios.

En *Quillaja brasiliensis*, se realizó un trabajo de comprobación de los límites de su área de repartición natural antes de la identificación, elección y muestreo de individuos para su posterior análisis químico. Para el desarrollo y optimización de protocolos de aislamiento y caracterización a escala analítica de metabolitos secundarios de interés de esta especie, se trabajó sobre un individuo de referencia y su progenie para herborización y colectas de muestras de diferentes órganos (hojas, madera, corteza, frutos y raíces).

El abastecimiento en biomasa es reiteradamente reportado como el mayor obstáculo en los procesos de obtención de compuestos químicos, en general, y de metabolitos secundarios, en particular. Este cuello de botella surge tanto en la etapa de laboratorio como en la etapa de escalado a nivel industrial y se ve agravada en el caso de especies protegidas, al verse excluida la opción de colecta directa de materia prima vegetal desde poblaciones naturales.

En este contexto, una vez identificado, aislado y caracterizado el compuesto químico de interés, el desarrollo de técnicas de masificación de producción de plantas es crucial para el establecimiento de las diferentes etapas del proceso de su obtención a gran escala y de su uso como insumos para la producción de biomateriales.

Las técnicas de masificación de la producción de plantas incluyen la producción sexuada a partir de semillas y la producción asexuada a partir de macro y micropropagación. Las

---

<sup>3</sup> Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal. INIA. Email: [zbennadji@tb.inia.org.uy](mailto:zbennadji@tb.inia.org.uy)

técnicas de macro y micropropagación ofrecen ventajas destacables al asegurar la uniformidad del material vegetal obtenido, altas tasas de multiplicación en espacios reducidos y mayores posibilidades de sistematización de los procesos de aislamiento, caracterización y obtención de los compuestos químicos de interés.

En este proyecto, se han alcanzados avances en técnicas de micropropagación y macropropagación de *Quillajas brasiliensis* y *Prosopis affinis*. Se dispone de los registros del material vegetal madre utilizado, de los protocolos de ajuste de medios de cultivo de micropropagación (introducción, multiplicación, enraizamiento, aclimatación y rustificación) y de técnicas de macropropagación. Se obtuvieron resultados de tasas de multiplicación y enraizamiento en las etapas propiamente dicha de micropropagación in vitro y de sobrevivencia de las plántulas en las etapas de aclimatación y rustificación en cámara de crecimiento e invernáculo. En macropropagación, se obtuvieron también resultados de sobrevivencia y enraizamiento, asociados a variables ambientales estacionales.

**Palabras clave:** bioprospección, biomateriales forestales, metabolitos secundarios, masificación, macro y micropropagación, *Quillaja brasiliensis*, *Prosopis affinis*, *Prosopis nigra*.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

## **Módulo 3 – Biomateriales forestales**

---

## Avances en biomateriales forestales en Canadá: la experiencia de FPInnovations

Jimmy Jong<sup>4</sup>

### FPInnovations

FPInnovations es una organización sin fin de lucro de alcance internacional, especializada en la generación de soluciones científicas innovadoras para respaldar la competitividad del sector forestal canadiense y para responder a las demandas prioritarias de sus miembros y de sus socios gubernamentales.

Cuenta con una posición ideal para el desempeño en el estado del arte de la investigación, el desarrollo de tecnologías de avanzada y la entrega de soluciones innovadoras a problemas complejos para cada área de la cadena de valor, desde las operaciones forestales hasta el consumidor y los productos industriales.

Su equipo humano incluye más de 525 integrantes. Sus laboratorios de Investigación & Desarrollo están ubicados en Montreal, Ciudad de Quebec y Vancouver y dispone de oficinas de transferencia de tecnología a través de todo el país.

Los programas de investigación abarcan desde operaciones forestales, lucha contra incendios, primera y segunda transformaciones de la madera, sistemas avanzados de construcción hasta biomateriales, biorefinería y energía entre otros. El objetivo del programa de biomateriales es el desarrollo de productos madereros no tradicionales para el aprovechamiento del valor de todos los componentes de los recursos naturales, incluyendo los residuos, lo cual permite diversificar los mercados de la madera y favorecer el desarrollo de la nueva bioeconomía. El programa de biorefinería y energía desarrolla canales para la obtención de bioproductos químicos y bioenergía a partir de la madera, enfatizando la integración con la infraestructura ya existente de la industria forestal. (Fuente: Página Web FPInnovations; traducción al español Zohra Bennadji).

### Jimmy Jong: C.V. (fuente: Jimmy Jong)

**Jimmy Jong**, currently an Interim Research Manager for the Cellulosic Biomaterial Program at FPInnovations.

He was previously a Research Leader for Biomaterials manufacturing group. He received his B.Eng. (1991) from Concordia University, a M.A.Sc. (1993) and a Ph.D. (1998) from the University of Toronto in the Department of Mechanical Engineering in Canada. His PhD thesis topic covered the experimental and theoretical investigation of drainage behavior in a twin-wire roll forming paper machine.

He also worked for Institute of Paper Science and Technology in Atlanta, USA between 1998-2001 as an Associate Engineer. His main responsibilities were to carry out research activities in applying non-contact ultrasonic measurements for key paper properties and process improvement including implementation at a paper mill.

---

<sup>4</sup> Líder del Programa Biomateriales Forestales de FPInnovation de Canadá. Email: [Jimmy.Jong@fpinnovations.ca](mailto:Jimmy.Jong@fpinnovations.ca)

He joined FPIInnovations (formerly Pulp and Paper Research institute of Canada - PAPRICAN) in 2001 as a research engineer. His papermaking expertise has grown through management of several research projects to provide scientific and innovative solutions to operational optimization in paper machine process such as headbox, forming, pressing, and how certain paper making practices can influence key paper properties and sheet structure such as formation, strength & stretch, porosity, dimensional stability, z-directional fines & filler structures, linting, etc. He has also been actively involved for the development of tissue expertise at FPIInnovations including the conversion of pilot paper machine to pilot tissue machine and managing several tissue making research projects.

His current role involves the development and application of new cellulosic biomaterials such as Cellulose Filament in pulp and paper mills.

He has published over 40 papers in scientific journals and conference proceedings, and made numerous presentations at international conferences. He has given many lectures in papermaking areas both at FPIInnovations to external clients and through PAPTAC as a form of online lecture.

He also served as a chairman of Tappi Fulid Mechanics Committee in 2008-2010, and served on Tappi Engineering Division Council from 2011-2012. He has chaired many technical sessions at Tappi Papermaking conferences and other international conferences. He has also peer-reviewed numerous manuscripts for technical journals such as JPPS and J-FOR and Technical Information Sheet for Tappi.

## Saponinas totales en *Quillaja brasiliensis* por el método de la espuma

Federico Wallace, F.<sup>5</sup>; Bennadji, Z.<sup>6</sup>; Mello, S.; de Souza, G., Ferreira, F.<sup>5</sup>; Olivaro, C.<sup>5</sup>

Las saponinas son compuestos tensoactivos cuyas soluciones acuosas pueden formar espuma estable, poseen capacidad emulsionante y forman soluciones micelares con un comportamiento similar al de los detergentes. La mayoría son producidas por plantas [1] y en menor grado por invertebrados marinos [2]. Numerosos reportes han demostrado que este grupo de compuestos presenta diversas actividades biológicas, entre ellas, actividad antimicrobiana, citotóxica, insecticida, molusquicida y alelopática, si bien sus mecanismos de acción aún son desconocidos en la mayoría de los casos.

La principal fuente tradicional de saponinas de uso industrial y biotecnológico ha sido y es la especie arbórea chilena *Quillaja saponaria*. La sobreexplotación de sus bosques nativos, junto a prácticas no sustentables de producción, llevó a la escasez de este recurso natural. La posibilidad del desarrollo de nuevos biomateriales de elevado valor agregado surge del hecho que las hojas de la especie forestal arbórea nativa de Uruguay y Brasil, *Quillaja brasiliensis*, son también una fuente renovable de saponinas con comprobada efectividad como adyuvantes de vacunación [3]. A los efectos de aumentar el rendimiento de extracción y buscar nuevas fuentes de saponinas con potencial efecto inmunoadyuvante, se evaluó la concentración de saponinas en distintos órganos de la especie *Q. brasiliensis*, incluyendo un individuo adulto e individuos juveniles (1-2 años). Los materiales vegetales del individuo adulto (Qb147) se colectaron en Valle Edén (Tacuarembó) y se analizaron corteza, ramas y hojas en distintas estaciones. Los individuos juveniles consistieron en plántulas de 1 a 2 años de edad, obtenidas por germinación de semillas colectadas del mismo individuo adulto (Qb147) de las cuales se analizaron hojas, tallos y raíces en 4 muestreos estacionales. Existen varias técnicas para la cuantificación de saponinas, entre los cuales se incluyen los métodos afrosimétrico, hemolítico, volumétrico, espectrofotométrico y cromatográfico. De estos métodos se eligió el de la medición de la espuma (afrosimétrico) por su facilidad de manejo y buena correlación [5] con el contenido de saponinas. Las concentraciones de saponinas totales en los extractos acuosos de hojas fueron aproximadamente 5 veces mayores en los individuos juveniles respecto al árbol adulto; los tallos y las raíces de estas plántulas también presentaron una concentración elevada de saponinas.

[1] Sparg, S.G, Light, M.E., VanStaden, J. J Ethnopharmacol 2004, 94 (2-3), 219-243.

[2] Ivanchina, N.V., Kicha, A.A., Stonik, V.A. Steroids 2011,76(5), 425-454.

[3]de Costa, F. et al. Mini Rev. Med. Chem 2011, 11, 857–80.

[4] Puente-garza, C.A., García-lara, S., Gutiérrez-uribe, J.A. Ind. Crop. Prod 2017, 105, 225–230.

[5] Koziol M.J. J. Sci. FoodAgric1991, 54 (2), 211–219.

**Palabras clave:** saponinas; *Quillaja brasiliensis*; método de espuma; hojas juveniles e adultas.

<sup>5</sup> Espacio Ciencia y Tecnología Química, Centro Universitario Tacuarembó, Udelar, Tacuarembó, Uruguay

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Tacuarembó, Uruguay.

## Saponinas inmunoadyuvantes de hojas juveniles y adultas de individuos de *Quillaja brasiliensis* por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem.

Wallace, F.<sup>7</sup>; de Souza, G.<sup>8</sup>; Mello, S.<sup>8</sup>; Bennadji, Z.<sup>8</sup>; Ferreira, F.<sup>7</sup>; Olivaro, C.<sup>7</sup>

*Quillaja brasiliensis* (palo de jabón) es una especie forestal arbórea endémica del sur de Brasil, norte de Uruguay y noreste de Argentina. Se ha demostrado en vacunas experimentales en modelos animales que el extracto acuoso y fracciones purificadas de saponinas obtenidas a partir de hojas de *Q. brasiliensis* poseen actividad inmunoadyuvante comparable con Quil-A®, el principal producto adyuvante comercial actual basado en saponinas de *Q. saponaria*, y la referencia en la práctica para la industria biotecnológica de vacunas [1,2,3,4,5].

Nuestro grupo ha desarrollado un proceso para la producción de una fracción estandarizada de saponinas de hojas de *Q. brasiliensis* que ha demostrado ser muy efectiva como adyuvante de vacunación per se [5], pero también puede ser empleado para la preparación de formulaciones adyuvantes coloidales muy efectivas [4], a la que hemos denominado Fracción B. Recientemente hemos publicado la identificación de 27 saponinas en dicha fracción por espectrometría de masas en tándem (DI-ESI-IT-MS<sup>n</sup> y LC-ESI-IT-MS<sup>n</sup>) [6].

En el presente trabajo se identifican nuevas saponinas por LC-ESI-IT-MS<sup>n</sup> de la Fracción B producida por hojas de un individuo adulto de *Q. brasiliensis* y además se estudian por primera vez las saponinas de la Fracción B producida a partir de hojas de individuos juveniles, bajo la forma de plántulas producidas en vivero de *Q. brasiliensis*. Estas plántulas (1-2 años de edad) se obtuvieron por germinación de semillas colectadas de un árbol adulto seleccionado en Valle Edén (Tacuarembó, (Qb147)), con la finalidad de asegurar un abastecimiento regular en plantas, como materia prima para la producción a escala de saponinas en condiciones ambientales controladas, como insumo para la elaboración de un inmunoadyuvante comercial. Las saponinas de las hojas juveniles son triterpénicas también, encontrándose las mismas 4 geninas que en las hojas adultas (ácido quillájico, ácido phitolaccínico, ácido fitolaccínico acetilado en O-23 y gipsogenina) pero con una proporción relativa de las mismas diferente.

[1] Fleck, J.D. et al. *Vaccine* 2006, 24(49), 7129-7134.

[2] Silveira, F. et al. *Vaccine* 2011, 29(49), 9177-9182.

[3] de Costa, F. et al. *Plos one* 2014, 9(8), 105374.

[4] Cibulski, S.P. et al. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2016, 45, 1-8.

[5] Yendo, A.C.A. et al. *Vaccine* 2016, 34, 2305-2311.

[6] Wallace F. et al. *Phytochem. Lett.* 2017, 20, 228-233.

**Palabras clave:** saponinas; *Quillaja brasiliensis*; Fracción B; espectrometría de masas en tándem.

<sup>7</sup> Espacio Ciencia y Tecnología Química, Centro Universitario Tacuarembó, Udelar.

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Tacuarembó, Uruguay.

## De la estructura a la funcionalidad: avances en el estudio de los galactomananos obtenidos de *Prosopis affinis*

Vilaró, P.<sup>9</sup>; Bennadji, Z.<sup>10</sup>; Boudelli, E.<sup>11</sup>; Moyna, G.<sup>12</sup>; Panizzolo, L.<sup>9,13</sup>; Ferreira, F.<sup>9,14</sup>

Los galactomananos son biopolímeros extraídos del endospermo de semillas de leguminosas que constituyen una valiosa fuente de polisacáridos de alto peso molecular para la industria farmacéutica y alimentaria. Son solubles en agua, neutros, actúan como espesantes, co-gelificantes y estabilizantes de emulsiones. A nivel comercial se producen principalmente a partir de *Cyamopsis tetragonoloba* y *Ceratonia siliqua* (gomas guar y garrofín). Si bien dichos productos son galactomananos, sus diferencias estructurales y fisicoquímicas explican las diferencias funcionales que condicionan su aplicación.

En este trabajo se presenta la estructura preliminar del galactomanano extraído de semillas de *Prosopis affinis* (*Leguminosae*, *Mimosaceae*) a temperatura ambiente (GMP<sub>RT</sub>) y 80°C (GMP<sub>80</sub>), utilizando gommas guar y garrofín como referencia. El análisis de azúcares mostró la presencia exclusiva de galactosa y manosa, con una proporción Man:Gal de 1,5:1. El análisis de metilación de GMP<sub>RT</sub> y GMP<sub>80</sub> mostró la presencia de una cadena lineal de residuos de manosa unidas en C4, con ramificaciones de residuos galactosil en C6 en cada segundo residuo de manosa. Estas estructuras se confirmaron por experimentos de RMN (1D-TOCSY y 2D-HSQC-TOCSY).

Se estudiaron parámetros moleculares por SEC-HPLC/MALS/QELS/RI: peso molecular (Mw), radio de giro ( $S^2$ )<sub>z</sub>, índice de polidispersibilidad (Mw/Mn) y radio hidrodinámico (Rh), y se compararon los resultados mediante ANOVA y post-test de Tukey. El  $S^2$ <sub>z</sub> y Rh resultaron mejores predictores de los parámetros de solubilidad de estas moléculas. Se estimaron las viscosidades intrínsecas de los polímeros purificados por reometría, ajustando modelos a concentraciones límite (Fedor).

La caracterización estructural y fisicoquímica de los galactomananos de *Prosopis affinis* muestran que son heteropolisacáridos con una distribución monomodal, cuyas características dependen de las condiciones de extracción, especialmente una solubilidad diferencial a temperatura ambiente y propiedades funcionales similares a las de goma guar, posicionándolos como un biomaterial interesante a producirse de forma sustentable a partir de la flora nativa arborea.

**Palabras clave:** galactomanano; *Prosopis affinis*; extracción; estructura; reometría; funcionalidad.

<sup>9</sup> Espacio de Ciencia y Tecnología Química, Centro Universitario de Tacuarembó, UdelaR. E-mail: [pilar.vilaro@cut.edu.uy](mailto:pilar.vilaro@cut.edu.uy)

<sup>10</sup> Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA

<sup>11</sup> Departamento de Reactores, Instituto de Ingeniería Química, UdelaR

<sup>12</sup> Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte, UdelaR

<sup>13</sup> Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química

<sup>14</sup> Laboratorio de Carbohidratos y Glicoconjugados, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, UdelaR