ISSN: 1688 - 9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Simposio

Biomateriales Forestales

Miércoles 28 de setiembre de 2016

Serie de Actividades de Difusión Nro. 768
INIA Tacuarembó

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA URUGUAY

CENTRO UNIVERSITARIO TACUAREMBÓ

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria URUGUAY

SIMPOSIO

Biomateriales Forestales

Miércoles 28 de Setiembre de 2016

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).

TABLA DE CONTENIDO

Introducción 3

Bioeconomía: hacia un nuevo enfoque de cara a la Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050. 5

Cultivo *in vitro* de especies forestales: una herramienta para la masificación de plantas y la obtención de biomateriales 6

Caracterización estructural y funcional de galactomananos de *Prosopis affinis* (Algarrobo) 7

Aislamiento y caracterización estructural de saponinas inmunoadyuvantes de *Quillaja brasiliensis* 9

Metabolitos secundarios y biopolímeros de *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra* 10

Listado de publicaciones del proyecto "De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay"..... 12

Introducción

El presente simposio constituye la tercera actividad de difusión del proyecto "De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay". Desde su inicio en el 2013, este proyecto avanzó en el establecimiento de las bases científicas y tecnológicas para la valorización y el aprovechamiento sostenible del bosque nativo. Se procura identificar y obtener metabolitos secundarios de especies arbóreas nativas, como insumos para la producción de biomateriales de interés para la industria forestal.

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.

En este contexto, los recursos naturales de los bosques y más específicamente, su biodiversidad, cobran un papel clave en la obtención de biomateriales en diferentes ramas industriales. La producción de biomateriales, asociados a metabolitos secundarios de especies forestales (taninos, polifenoles, resinas, gomas, glicósidos, fitoesteroles, etc.), abre campos de investigación e innovación viables desde diferentes perspectivas y ponderados como de alto impacto en ámbitos académicos, empresariales y políticos.

Las actividades de difusión del proyecto "De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay" se han caracterizado por un patrón común de alto grado de interdisciplinariedad, reflejado en la inclusión de módulos de contenidos netamente forestales y químicos a módulos de contenidos económicos y de desarrollo institucional.

En agosto del 2014, la primera jornada técnica del proyecto presentaba 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 el 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 cuatro módulos: bioprospección y biorefinerías, biomateriales no madereros, biomateriales madereros y panel de discusión interinstitucional.

En el 2016, la actividad se articula en torno a tres módulos: estrategias de bioeconomía y aspectos institucionales, biodiversidad y bioprospección, y biomateriales forestales. Estos

módulos exponen los avances logrados en estas diferentes temáticas y permiten vislumbrar la consolidación de una visión interinstitucional sobre el alcance de la bioeconomía, la bioprospección y la obtención de biomateriales forestales en el país.

Dra. Zohra Bennadji
Líder del Proyecto

Bioeconomía: hacia un nuevo enfoque de cara a la Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050.

Macarena González[1]

El largo plazo ha llegado para quedarse en Uruguay. La actual administración, a partir de la creación de la Dirección de Planificación en la órbita de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), se encuentra trabajando en estudios de prospectiva de cara a la elaboración de una Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050. Dentro de los complejos productivos estratégicos, la bioeconomía ocupa un rol central. ¿Por qué bioeconomía?. ¿Cuáles son sus principales drivers?. ¿Cuál es el rol del complejo forestal en la bioeconomía?. ¿Cuáles son las principales tendencias en el mundo y qué oportunidades se presentan para Uruguay en este contexto?

Palabras clave: prospectiva, bioeconomía, complejo forestal, Uruguay.

Curriculum Vitae resumido:
Senior Economist, with M.Sc. in International Business and Economics (University of Hohenheim/Germany) and Master in Biotechnology, Industry and Commerce (University of Quilmes/Argentina). International experience (6 years in Germany), multilingual, experience at private sector, government and academic sector. Currently Strategic Planning Coordinator at the Planning Direction/Presidency of the Republic of Uruguay, leading foresight/scenario planning in social, economic and environmental areas for Uruguay 2050.

[1]Dirección Nacional de Planificación. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. macarena.gonzalez@opp.gub.uy

Cultivo *in vitro* de especies forestales: una herramienta para la masificación de plantas y la obtención de biomateriales

Zohra Bennadji[2]; Stefani Mello[2]; Marcelo Alfonso[2]; Pablo Nuñez[2]; Wilfredo González[2]; Federico Rodríguez[2]

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 la conformación de las diferentes etapas del proceso de su obtención a gran escala y de su uso como insumos para la producción de biomateriales novedosos.

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 técnicas de macro y micropropagación ofrecen ventajas notables 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 trabajo, se reportan avances en técnicas de micropropagación de dos especies forestales arbóreas nativas: *Quillaja brasiliensis* y *Prosopis affinis.* Se describe el material vegetal madre utilizado y se reportan los medios de cultivo ajustados en las diferentes etapas del proceso de micropropagación (introducción, multiplicación, enraizamiento, aclimatación y rustificación). Se presentan y discutan resultados de tasas de multiplicación, 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.

Palabras clave: cultivo in vitro, masificación, micropropagación, biomateriales, *Quillaja brasiliensis*, *Prosopis affinis*.

[2]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA-Tacuarembó, zbennadji@tb.inia.org.uy

Caracterización estructural y funcional de galactomananos de *Prosopis affinis* (Algarrobo)

Pilar Vilaró[3], Zohra Bennadji[4], Guillermo Moyna[5], Eliana Budelli[6], Luis Panizzolo[3,7] y Fernando Ferreira[3,8]

Los galactomananos extraídos del endospermo de semillas de algunas leguminosas constituyen una valiosa fuente renovable 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* (goma guar) y *Ceratonia siliqua* (goma garrofín). Si bien dichos productos son todos galactomananos, algunas diferencias estructurales explican las diferencias funcionales que son muy relevantes para su uso en diferentes aplicaciones.

En este trabajo se presenta el estudio comparativo de las estructura del galactomanano extraído de semillas de *Prosopis affinis* (*Leguminosae, Mimosaceae*) a temperatura ambiente y a 80 ºC (GMPRT y GMP80) y las gomas comerciales guar y garrofín. El análisis de azúcares por TLC y HPLC mostró la presencia exclusiva de galactosa y manosa, con una proporción Man:Gal de 1,5:1. Se realizó el análisis de metilación según Morelle (2007), y se confirmó la estructura con experimentos de RMN, en particular 1D-TOCSY y 2D-HSQC-TOCSY.

Las propiedades funcionales estudiadas fueron la distribución de peso molecular y la estimación de la viscosidad intrínseca por reometría. La distribución de pesos moleculares se obtuvo por HPLC/SEC/ MAALS/ IR y se procesó la información con el programa ASTRA 6.1 (Wyatt Technologies, USA). La viscosidad intrínseca fue determinada por reometría empleando una sonda con geometría de doble abertura de cilindros, y los datos fueron ajustados a un modelo a concentraciones límite (Huggins, Kraemer y Fedor). De los resultados obtenidos puede concluirse que este nuevo material posee propiedades funcionales similares a las de la goma guar.

En este trabajo se presentan las estructuras tanto de los nuevos galactomananos obtenidos de *P. affinis* como de productos comerciales, y se discute el efecto de sus características estructurales y distribución de PM sobre la viscosidad. La existencia de una relación estructura - funcionalidad abre la posibilidad del diseño y obtención de productos con propiedades funcionales específicas mediante tratamientos químicos o enzimáticos que introduzcan modificaciones estructurales específicas en esta familia de biopolímeros.

[3]Espacio de Ciencia y Tecnología Química, Centro Universitario de Tacuarembó, Tacuarembó (pilar.vilaro@cut.edu.uy).
[4]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA-Tacuarembó.
[5]Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte, Paysandú.
[6]Departamento de Reactores, Facultad de Ingeniería, Montevideo.
[7]Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Montevideo.
[8]Laboratorio de Carbohidratos y Glicoconjugados, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Montevideo.

Palabras clave: caracterización estructural, caracterización funcional, biopolímeros, galactomananos, *Prosopis affinis*.

Aislamiento y caracterización estructural de saponinas inmunoadyuvantes de *Quillaja brasiliensis*

Federico Wallace[9], Zohra Bennadji[10], Fernando Ferreira[9,11] y Cristina Olivaro[9]

Quillaja brasiliensis (Qb), es una especie arbórea nativa, productora de saponinas, nativa del sur de Brasil y norte del Uruguay. Las saponinas de Qb han mostrado similitudes estructurales y funcionales con las producidas por *Quillaja saponaria* (Qs), especie chilena relacionada y fuente principal de saponinas utilizadas como adyuvantes en vacunas. Recientemente se demostró la actividad adyuvante de extractos definidos enriquecidos en saponinas de Qb al ser co-administrados con antígenos virales en modelos murinos, y su menor toxicidad comparados con Quil-A®, el principal adyuvante comercial basado en saponinas. Los adyuvantes potencian la capacidad del antígeno para generar respuestas inmunes protectoras (inmunoprotección), y los esfuerzos para el desarrollo de nuevos productos son muy intensos a nivel mundial.

El extracto acuoso de Qb fue fraccionado por diferentes procesos de purificación (solventes, diafiltración y SPE), y las fracciones aisladas fueron caracterizadas principalmente por técnicas cromatográficas y espectroscópicas, incluyendo TLC, HPLC-DAD, DI-ESI-IT-MSn y LC-ESI-IT-MSn. Mediante éstas técnicas pudieron identificarse varias saponinas triterpénicas que presentan como principales agliconas al ácido quillájico, ácido fitolaccínico y ácido fitolaccínico acetildado en O-23.

Palabras clave: inmunoadyuvante, *Quillaja brasiliensis*, saponinas, triterpenos.

[9]Espacio Ciencia y Tecnología Química, Centro Universitario Tacuarembó, UdelaR, federico.wallace@cut.edu.uy
[10]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA-Tacuarembó.
[11]Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, UdelaR.

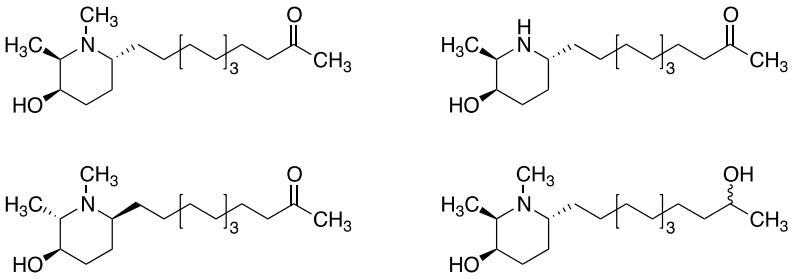
Metabolitos secundarios y biopolímeros de *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra*

Luis Reina[12,13], Zohra Bennadji[14], Vittorio Vinciguerra[15], Fernando Ferreira[12,13], Guillermo Moyna[16], Pilar Menendez[12]

El género *Prosopis* abarca unas 44 especies distribuidas en América, África y Asia [1]. En el Uruguay existen dos especies de este género que han sido seleccionadas por su potencial como especies multipropósito, *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra*. Ambas son adecuadas para su uso en la producción de madera sólida y productos forestales no madereros, así como en sistemas agroforestales a través de la provisión de sombra y abrigo para el ganado [2]. De estas especies se ha estudiado la estructura de la lignina y la composición de alguno de sus metabolitos secundarios.

En el caso de la lignina, se estudió la estructura de ésta mediante pirólisis-cromatografía gasesosa-espectrometría de masas (Py-GC-MS) de esta forma se pudo establecer una relación entre las unidades siringílicas y guayacilicas (S/G) de 0.5 para *P. affinis* y 1.1 para *P. nigra*. Sumado a lo anterior fue posible mediante el uso de herramientas estadísticas como el análisis de componentes principales discriminar entre muestras de madera de ambas especies. Esto se logró utilizando como variables para dicho análisis la abundancia relativa de distintas unidades siringílicas y guayacilicas obtenidas por pirólisis.

En base a los datos de bibliografía [3,4] se efectuó una búsqueda de alcaloides en la corteza de ambas especies. Los extractos de los alcaloides obtenidos fueron purificados y se lograron aislar tres alcaloides principales en *P. affinis* y uno en *P. nigra*. Estos se caracterizaron utilizando espectrometría de masas de baja (EIMS) y alta resolución (HR-ESIMS), espectroscopia infrarroja (FTIR), y resonancia magnética nuclear (RMN). La combinación de estas técnicas permitió identificar a dos de los alcaloides de *P. affinis* como estereoisómeros de la N-metilcassina y al tercero como un estereoisómero de la N-metilcarnavalina, ninguno de los cuales había sido reportado con anterioridad. En el caso del alcaloide aislado de *P. nigra*, la elucidación estructural permitió identificarlo como la ya descrita 6-isocassina.



[1] Burkart, A. J. Arnold Arbor. 1976, 57, 219-249.
[2] Bennadji, Z.; Fagúndez, C.; Puppo, M. et al., Revista INIA 2007, 12, 31-33.

[12] Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, UdelaR, luis.reina@cut.edu.uy
[13] Centro Universitario de Tacuarembó, UdelaR.
[14] Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
[15] Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università della Tuscia.
[16] Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte, UdelaR.

[3] Singh, S.; Verma, S.K. Nat. Prod. Bioprospect. 2012, 2, 206–209.
[4] Khuong-Huu,Q.; Ratle, G.; Monseur, X. et al., Bull. Soc. Chim. Belges 1972, 81, 425-442.

Palabras clave: *Prosopis affinis, Prosopis nigra,* alcaloides, lignina.

Listado de publicaciones del proyecto "De la bioprospección a la biorefinería: desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay"

Zohra Bennadji[17]

- Bennadji, Z.; Ferreira, F.; Castillo, D.; Alfonso, M. 2014. Desarrollo de estrategias para la valorización de la flora arbórea nativa del Uruguay: de la bioprospección a la biorefinería. Revista INIA Uruguay, n°. 39, pp. 57 - 61, 2014. http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3896/1/Revista-INIA-39-57-61pdf.pdf

- Bennadji, Z.; Ferreira, F.; (Coord.). 2014. Jornada técnica: Biomateriales forestales. In: Jornada técnica Biomateriales Forestales. INIA Tacuarembó, 28 de agosto de 2014. Tacuarembó (UY): INIA, 2014 10 p. (SAD 737). http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=50118&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1

- Bennadji, Z. 2014. Biomateriales forestales: una síntesis. In: Jornada técnica Biomateriales forestales. INIA Tacuarembó, 28 de agosto de 2014. Tacuarembó (UY): INIA, 2014 p. 4 (Serie Actividades de Difusión; 737). http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=50120&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1

- Bennadji, Z.; Ferreira, F.; Castillo, D.; Alfonso, M. 2015. Secondary metabolites of native forest trees as raw materials for innovative non-wood forest products: an Uruguayan case study. Poster. WFG 2015, XIV World Forestry Congress. 7 - 11 September, Durban, South Africa.

- Bennadji, Z.; Ferreira, F.; Panizzolo, L. (Coord.). Biomateriales Forestales: Productos, Tecnologías, Cadenas de Valor y Mercados. Simposio Internacional, 2015, Tacuarembó. Montevideo, UY: INIA, 2015. 16 p. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=52953&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=3

- Castillo, D.; Bennadji, Z.; Alfonso, M. 2014. Potencial socioeconómico de especies forestales nativas del Uruguay: avances en bioprospección de algarrobos y palo de jabón. Revista INIA Uruguay, n°. 39, p. 62 - 66. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=51958&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2

- Reina, L.; Menéndez, P.; Vinciguerra, V.; Bennadji, Z.; Castillo, D.; Alfonso, M.; Ferreira, F. 2014. Metabolitos secundarios de madera de procedencias uruguayas

[17] Instituto Nacional de Investigación agropecuaria, Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA-Tacuarembó, zbennadji@tb.inia.org.uy

de algarrobos (*Prosopis affinis* y *Prosopis nigra*) In: Jornada técnica Biomateriales forestales. INIA Tacuarembó, 28 de agosto de 2014. Tacuarembó (UY): INIA, 2014 p. 8 - 9 (Serie Actividades de Difusión; 737). http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=50139&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2

- Reina, L.; Bennadji, Z.; Vinciguerra,V.; Ferreira, F.; Moyna, G.; Menendez, P. 2015. Obtención y caracterización de alcaloides de *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra*. Cuarto Encuentro Nacional de Química, 4 - 6 de noviembre, Montevideo, Uruguay.

- Reina, L.; Bennadji, Z.; Vinciguerra, V.; Ferreira, F.; Moyna, G.; Menéndez, P. Isolation and structural characterization of new piperidine alkaloids from *Prosopis affinis*. Phytochemistry Letters, 2015, v. 14, p. 265-269. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=53905&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2

- Reina, L.; Bottini, G.; Bennadji, Z.; Vinciguerra,V.; Ferreira, F.; Menendez, P.; Moyna, G. 2015. Aggregation Behavior of 6-Isocassine and N-Methyl-6-Isocassine: Insights into the Biological Mode of Action of Lipid Alkaloids. NPC Natural Product Communications. Vol. 10 N°. 0 1 – 2.

- Reina, L.; Bennadji, Z.; Vinciguerra, V.; Ferreira, F.; Moyna, G. y Menéndez, P. 2016obtención y caracterización de alcaloides de *Prosopis affinis* y *P. nigra.* Libro de Resúmenes. Encuentro de Investigadores del Noreste 2016.Campus Interinstitucional de Tacuarembó. Tacuarembó, Uruguay. 12 Agosto 2016.

- Vilaró, P.; Bennadji, Z.; Panizzolo, L.; Ferreira, F.; 2015. *Prosopis affinis* (ñandubay) como fuente alternativa de galactomananos; Séptimo Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos, INNOVA 2015 y Décimo Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos, CIBIA, 7 - 9 de octubre, Montevideo, Uruguay.

- Vilaró, P.; Bennadji, Z.; Moyna, G.; Panizzolo, L.; Ferreira, F 2015. Aislamiento, caracterización y distribución de peso molecular de galactomananos de Prosopis affinis. Resumen. En: Encuentro Nacional de Química, ENAQUI4 (4°., Montevideo (UY), 4 al 6 de noviembre de 2015. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=55121&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1

- Vilaró, P.; Bennadji, Z.; Moyna, G.; Panizzolo, L.; Ferreira, F. Isolation, characterization and molecular size distribution of gatactomannans trom Prosopisalfinis seeds endosperm. Abstract. In: EPNOE International Polysocchari de Conference (4., Warsaw, Poland). Book of abstracts. Polysaccharides and polysaccharide-based advanced materials: from science to industry. Warsay:

EPNOE, 2015. p. 269 - 270 19 - 22 October. Poster 59. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=54072&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2

- Vilaró, P.; Bennadji, Z.; Moyna,G.; Panizzolo, L. y Ferreira, F. 2016. Estudio estructural y funcional de galactomananos de *Prosopis affinis*. (algarrobo). Libro de Resúmenes. Encuentro de Investigadores del Noreste 2016. Campus Interinstitucional de Tacuarembó. Tacuarembó, Uruguay. 12 Agosto 2016.

- Wallace, F.; Bennadji, Z.; Olivaro, C.; Ferreira, F. Aislamiento y Purificación de saponinas de *Quillaja brasiliensis*. Resumen. En: Encuentro Nacional de Química, ENAQUI4 (4º., Montevideo (UY), 4 al 6 de noviembre de 2015. http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=55148&biblioteca=TBO&busca=bennadji&qFacets=bennadji&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1

- Wallace, F.; Bennadji, Z.; Ferreira, F. y Olivaro, C.2016. Productos biotecnológicos de alto valor agregado a partir de la flora nativa: *Quillaja brasiliensis* como fuente alternativa del inmunoadyuvante qs21. Libro de Resúmenes. Encuentro de Investigadores del Noreste 2016.Campus Interinstitucional de Tacuarembó. Tacuarembó, Uruguay. 12 Agosto 2016.