



**PREMIO  
INNOVAGRO 2014**  
El fruto del ingenio



## INNOVACIÓN INSTITUCIONAL

**Sistema uruguayo de fiscalización de inoculantes:  
complementación interinstitucional y aplicación  
de tecnologías de la información.**



# **Sistema uruguayo de fiscalización de inoculantes: complementación interinstitucional y aplicación de tecnologías de la información.**

Elena Beyhaut, Nora Altier, María Mayans, Sebastián Oviedo y Miguel Sierra.

## **Resumen**

Desde 1960, Uruguay dispone de la tecnología para la elaboración de inoculantes de calidad y su uso en leguminosas ha sido ampliamente adoptado por el sector productivo, con significativos beneficios. De acuerdo a estimaciones, cada año la soja y las pasturas inoculadas con rizobios, aportan nitrógeno proveniente de la atmósfera por un valor equivalente a más de 450 millones de dólares. Esto demuestra la relevancia de esta tecnología, tanto por la reducción de costos, como por la disminución del impacto ambiental derivado del uso de fertilizantes químicos. En este trabajo se describen cambios institucionales operados en Uruguay, modernizando el sistema de fiscalización de la producción y comercialización de inoculantes. Estos cambios tienen su base en la cooperación interinstitucional, la inauguración de una plataforma de investigación e innovación y la creación de una plataforma web, con el objetivo de dar continuidad al sistema de registro y control de calidad de inoculantes. De esta forma, el país a través del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) consolida este antecedente nacional con vistas hacia el futuro, en un campo de conocimiento de enorme relevancia para la producción y el uso sustentable del suelo. Las nuevas capacidades creadas y el equipamiento disponible permiten, además, fortalecer la investigación en bioproducción, para desarrollar tecnologías innovadoras en estrecha vinculación con la industria. Uruguay tiene el desafío de desarrollar cadenas de valor agroalimentarias intensivas en conocimiento y sustentables medioambientalmente, creando para ello plataformas científico-tecnológicas que permitan garantizar los mayores estándares de calidad en los productos que se utilizan en el sector productivo.

En esta Plataforma se integran una serie de premisas propias de este comienzo del Siglo XXI: trabajo en red, importancia de las TICs, desarrollo de la biotecnología y necesidad de integrar las capacidades científico-tecnológicas en Plataformas con las cuales puedan interactuar los usuarios con facilidad. A continuación, se resumen las metodologías desarrolladas y se presentan los resultados obtenidos en el registro oficial y en el control de calidad de inoculantes en el período 2009-2012.

## Antecedentes

La Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), resultante de la asociación de mutuo beneficio entre plantas de la familia de las leguminosas y bacteria genéricamente llamadas “rizobios” es, después de la fotosíntesis, el proceso bioquímico más importante sobre la tierra. La FBN provee cantidades sustanciales de nitrógeno a los sistemas de producción y reduce la necesidad de fertilizantes de síntesis, evitando altos costos económicos y ambientales. La inoculación de las semillas de leguminosa con rizobios es probablemente la aplicación agrobiotecnológica más antigua.

Uruguay inició, a partir de 1960, una política de Estado promoviendo la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas, como alternativa al uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis (ver cronografía en Fig. 1). Esta decisión estratégica permitió, mediante el trabajo conjunto del sector público y privado, el desarrollo de la producción nacional de inoculantes para leguminosas con positivos efectos ecológicos, económicos y sociales para el país. (Lindström et al., 2010). En una estimación sumaria a nivel nacional, cada año las pasturas y la soja inoculadas con rizobios realizan un aporte de nitrógeno proveniente de la atmósfera por un valor que supera los 450 millones de dólares.

La legislación sobre inoculantes en base a rizobios se basó en dos principios básicos: (1) el reconocimiento de la importancia de la calidad de los inoculantes (Catroux et al., 2001; Thompson, 1984) en la implantación y productividad de las leguminosas forrajeras y de grano, y (2) la preservación de la diversidad microbiana del suelo al autorizar sólo la introducción de cepas debidamente evaluadas. Se prohibió la venta de inoculantes y semillas pre-inoculadas que no hubieran sido previamente registrados y aprobadas por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Los requisitos para el registro son: concentración y sobrevivencia, identificación de los microorganismos, pureza, determinación de parámetros de nodulación y producción de biomasa aérea en condiciones controladas y ensayos de eficiencia agronómica en campo. Cada partida de inoculante que se fabrica es objeto de un control de calidad antes de ser liberado para la comercialización, donde se verifica la concentración de células, la ausencia de microorganismos contaminantes (pureza) y la identificación molecular de la/s cepa/s contenida/s en el producto. Los requisitos marcados por la legislación vigente son: (1) >2000 millones de UFC/gr o ml de inoculante, (2) libre de contaminantes, (3) formulados con la/s cepas recomendadas por el MGAP.

Es fundamental que las nuevas tecnologías contribuyan a aumentar la eficiencia de este proceso, que trae consigo la reducción de costos y la minimización del impacto ambiental del agregado de fertilizantes de síntesis mediante el empleo de herramientas sustentables en el sector productivo.

En este trabajo se describen cambios institucionales implementados a partir de 2012 en Uruguay para dar respuesta a los nuevos desafíos, modernizando el sistema de fiscalización de la calidad de los inoculantes y asegurando el cumplimiento de los estándares.



Figura 1. Cronografía del Sistema uruguayo de fiscalización de inoculantes

## Objetivo

Creación de una plataforma científico-tecnológica, con utilización de TICs, con el objetivo de dar continuidad al sistema de registro y control de calidad de inoculantes, creando un sistema amigable y ágil que cuente con información relevante para los usuarios.

¿Qué problema se resolvió?

Si bien existían capacidades en diversas instituciones públicas relacionadas al tema de registro y control de inoculantes, las mismas no estaban articuladas en un proceso protocolizado y on-line que aporta valor por ofrecer un servicio intensivo en conocimiento, ágil y de fácil acceso al usuario.

¿Porqué se resolvió?

Considerando que nos encontramos en una sociedad del conocimiento y en red (Castells, 2011), esta plataforma se concibe dentro de este paradigma y responde a la necesidad de la articulación entre diversas instituciones y a la creación de una arquitectura organizacional que se plasma en un formato virtual, utilizando para ello las TICs.

## Desarrollo

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) acordaron combinar infraestructura, equipamiento y capacidades técnicas para dar continuidad al sistema de registro y control de calidad de inoculantes. Mediante este acuerdo, el Laboratorio de Microbiología de Suelos de INIA proporciona al MGAP los servicios de análisis de laboratorio, en tanto que el MGAP continúa con la responsabilidad legal en la fiscalización de la comercialización de inoculantes. La implementación de este acuerdo implicó la creación de una plataforma científico-tecnológica, con utilización de TICs.

Una nueva plataforma informática fue creada, con base en la World Wide Web, que vincula al MGAP con INIA y a éstos con el sector privado, permitiendo dar seguimiento de la calidad del proceso. Este sistema gestiona la información sobre las muestras extraídas a cada partida, nacional o importada, así como los resultados de laboratorio, emitiendo las autorizaciones de comercialización y publicando la información sobre las partidas autorizadas (Fig. 2). En el sitio <http://www.mgap.gub.uy/dgsainoculantes/inicioweb.aspx> se puede acceder a la información (Fig. 4).



Figura 2. Etapas que sigue una muestra de inoculante

La implementación del sistema se basó en identificación de cinco ejes de trabajo: (1) investigación e innovación, (2) creación de capacidades, (3) formación de recursos humanos, (4) vinculación tecnológica, y (5) articulación del marco normativo (Fig. 3).

<b>Ejes de acción</b>	<b>Desarrollo de investigación e innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión agronómica de la FBN</li> <li>• Solubilización de P</li> </ul>
	<b>Creación y fortalecimiento de capacidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma de Bioinsumos</li> </ul>
	<b>Formación de recursos humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de postgrado y pasantías</li> </ul>
	<b>Vinculación tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulación con el sector productivo, la industria y la academia</li> </ul>
	<b>Articulación para el marco normativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inoculantes en base a rizobios</li> <li>• Inoculantes en base a no rizobios</li> <li>• Biocontroladores</li> </ul>

Figura 3. Ejes de acción que dan soporte al sistema.



Figura 4. Vista de pantalla del sitio creado

## Resultados

### Registro oficial de productos 2009-2012

En este período se recibieron un total de 55 solicitudes de registro. El 58% correspondió a semillas pre-inoculadas y el 48% a inoculantes, en su mayoría en soporte líquido para soja. De este total de solicitudes, 16 han culminado satisfactoriamente el proceso. Actualmente existen en total 111 registros de inoculantes y 3 de semilla pre-inoculada aceptados.

### Control de calidad 2009-2012

La tabla 1 muestra el resultado del control de calidad de los lotes de inoculantes para leguminosas comercializados en los cuatro últimos años.

Tabla 1. Número de lotes de inoculantes en base a rizobios analizados y aprobados para comercialización

Cultivo	2009		2010		2011		2012	
	Total	Apto	Total	Apto	Total	Apto	Total	Apto
Soja	95	90	78	71	73	68	90	67
Leguminosas forrajeras	30	27	60	47	51	46	68	50
Abonos verdes	-	-	14	13	22	16	24	10

En el período 2009-2012 se analizaron un total de 605 lotes de inoculantes, de los cuales 505 tuvieron resultado de conformidad. La mayoría de los rechazos se debieron a baja concentración y/o contaminación. Anualmente se analizaron un promedio de 84, 52 y 20 lotes para soja, forrajeras y abonos verdes, respectivamente.

## Conclusiones

Esta iniciativa sirve como modelo para la concreción de tecnologías innovadoras para la agricultura basadas en el uso de microorganismos. El éxito está condicionado a un fuerte compromiso de políticas de Estado para la investigación y la armonización del marco normativo. Asimismo, es necesario asociarla a políticas de educación y extensión respecto al uso de insumos biológicos.

Las capacidades instaladas en plataformas de trabajo integran laboratorios y grupos de investigación que desarrollan líneas estratégicas de investigación e innovación conjugando áreas de conocimiento y nuevos abordajes. Este concepto trasciende el espacio físico institucional y es de alcance regional e internacional.

Los aspectos claves para que este sistema pueda funcionar de forma coordinada y armónica son las fortalezas técnico-científicas acompañadas del respaldo político.

## REFERENCIAS

Catroux G., Hartmann, A., Revellin, C. 2001. Trends in rhizobial inoculant production and use. *Plant and Soil* 230:21-30.

Lindström K., Murwira M., Willems A., Altier N. 2010. The biodiversity of beneficial microbe-host mutualism: the case of rhizobia. *Res Microbiol* 161:453–463

Thompson J.A. 1984. Production and quality control of carrier-based legume inoculants. Information Bulletin No. 17. Patancheru, AP, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

## MATERIAL COMPLEMENTARIO

Firma de acuerdo de trabajo en Microbiología de Suelo: Sistema de control de Calidad de Inoculantes, Ministro de Ganadería Agricultura y Pesca y Presidente del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Conferencia de prensa <https://www.youtube.com/watch?v=X143Sbhqbd8>

Nueva Plataforma de Investigación e Innovación en Biotecnología en INIA

Video institucional <https://www.youtube.com/watch?v=62nyNUV05Og>

Visita del Sr. Presidente de la República Don José Mujica, en oportunidad de la inauguración de una plataforma de investigación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, dedicada a la genómica y a la biotecnología.

Nota de prensa [http://www.montevideo.com.uy/notnoticias\\_217605\\_1.html](http://www.montevideo.com.uy/notnoticias_217605_1.html)