

# PROYECTO ANII – ACA

“Determinación de indicadores de sustentabilidad ambiental asociados a distintos usos y manejos en arroz que orienten buenas prácticas agrícolas”



El proyecto surge como continuación del Convenio de la Cadena Arrocera, firmado a mediados de 2005 entre la UdelaR, el INIA, el LATU, el MGAP y las gremiales del sector productivo (ACA y Gremial de Molinos Arroceros), ante la necesidad de evaluar sistemáticamente los potenciales impactos del uso de agroquímicos sobre la producción del arroz, el cultivo y el ambiente.

Uruguay es el principal exportador de arroz de América Latina y ocupa normalmente entre el quinto y octavo lugar a nivel mundial, dependiendo de las áreas de siembra y la variabilidad de los factores climáticos de cada año. Lograr un aumento en los rendimientos implica en general un uso cada vez más intensivo de los campos ya que se utilizan materiales de alto potencial de producción que requieren altas tecnologías e implican riesgos ambientales.

En un estudio realizado en la zafra 2006/2007, con fondos FPTA de INIA y la participación de la Asociación de Cultivadores de Arroz, Gremial de Molinos Arroceros (GMA), UDELAR (Facultad de Agronomía y Facultad de Química-LAO), LATU y MGAP (División de Servicios Agrícolas), se encontró que los niveles de residuos en **grano blanco** de los 14 principios activos analizados así como de Cd y Pb, estuvieron por debajo del límite de detección. Mientras que en muestras de suelo fueron detectados residuos de Quinclorac,

Clomazone, Glifosato y Aminometilfosfónico Ácido (AMPA, primer metabolito de degradación del Glifosato), fundamentalmente en sistemas de mayor intensidad de uso del suelo. En el caso del agua, tanto de efluentes como de riego, se detectaron residuos de agroquímicos en el 6,7 % de las muestras analizadas, detectándose Carbendazim, Quinclorac, Clomazone y Propanil.

Al plantearse este nuevo estudio fue necesario desarrollar procedimientos que permitieran conocer los efectos del manejo realizado al cultivo en el ambiente circundante (suelo y agua), su incidencia directa en el producto, el grano de arroz y conocer el impacto ambiental de las prácticas agrícolas, con el fin de orientar el manejo del cultivo durante toda la cadena de producción. Parte de ese impacto se puede evaluar a través de la determinación de residuos de agroquímicos y metales pesados así como indicadores biológicos, que puedan quedar retenidos en el suelo, contaminar cursos de agua, persistir en el grano que llega a los consumidores o afectar la biodiversidad de los agroecosistemas arroceros.

Los objetivos del proyecto fueron determinar los niveles de residuos de productos fitosanitarios en **grano cargo** (o integral), agua y suelo, asociado a diferentes usos y manejos. Con un abordaje a dos escalas espaciales: a nivel de chacra y de cuenca hidro-

gráfica. Realizando muestreo, extracción, detección y cuantificación de herbicidas usando técnicas EPA (Agencia de Protección del Ambiente de EEUU), QuEChERS modificados –método que permite analizar residuos de agroquímicos en los alimentos mediante una dilución en reactivos químicos y posteriormente se realiza su análisis por cromatografía gaseosa-líquida (GC-MS).

Para este estudio se seleccionaron 20 chacras en las zonas Norte, Centro y Este, que fueron relevadas durante la zafra 2011/2012, eligiéndose sitios donde las historias de las chacras y los manejos de agroquímicos fueran diferentes, como se observa en el Cuadro 1 y Figura 1 donde se aprecia la distribución de las chacras relevadas en el Depto. de Artigas.

Por otra parte se realizaron determinaciones en muestras de agua de los ríos Cebollatí y Olimar, durante los meses que ocurre el cultivo y previo a la zafra de arroz. En este caso se tomaron muestras de agua en las cuencas altas de ambos ríos –donde no hay actividad arrocera- en los cruces de la Ruta 8, en la cuenca media –plena zona arrocera- y en la cuenca baja, a la altura de Charqueada.

En las chacras, durante el ciclo del cultivo, se realizaron 4 muestreos de agua en los siguientes momentos: previo a la primera aplicación de productos, al inicio del riego (aproximadamente 45 días post siembra), al finalizar el mismo y a la cosecha. Las colectas se realizaron en la fuente de agua de la chacra y a la salida de la misma.

Los muestreos de suelo se realizan previos a la aplicación de agroquímicos y a la cosecha en un diámetro de 10 metros. Se estableció que en el caso de ser detectados residuos en suelo al momento de la cosecha, se realizara un seguimiento cada 30 días para

monitorear la evolución de los niveles detectados. Finalmente al momento de la cosecha se efectuó la recolección de grano para el análisis de residuos de productos fitosanitarios, tomándose las muestras en los mismos sitios de donde se georeferenciaron y fueron tomadas las muestras de suelo.

Hay que tener en cuenta que de cada una de las chacras se contó con la información de los productos utilizados, dosis e historia anterior de las mismas.



Cromatógrafo de gases



Figura 1

Cuadro 1: Chacras para el muestreo

Artigas	La Blanca	Campo Nuevo	
Artigas	Svedov	Rastrojo	Bajo Insumo
Artigas	Predebon	Rastrojo	Bajo insumo
Artigas	Paypaso	Retorno	Alto insumo
Artigas	Paypaso Cadorin	Rastrojo	Alto insumo
Artigas	El Águila	Campo nuevo	
Artigas	Luciano Da Luz	Retorno	Alto insumo
Artigas	Olivera Felice Tres cruces	Rastrojo	Alto insumo
Artigas	Piriz Araujo	Retorno	Bajo Insumo
Artigas	Panizza La Rinconada	Retorno	Bajo Insumo

Tacuarembó	El Chaja	Retorno	Bajo Insumo
Cerro Largo	Fernado Rosales Boeira	Rastrojo	Alto insumo
Treinta y Tres	Los Taches	Retorno	Alto insumo
Treinta y Tres	Gómez	Retorno	Bajo insumo
Treinta y Tres	Las pampas Vencato	Campo Nuevo	
Treinta y Tres	Las pampas Vencato	Rastrojo	Bajo insumo
Treinta y Tres	Procipa	Retorno	Alto insumo
Rocha	Gonzalo Pino	Rastrojo	Bajo insumo
Rocha	Martín Olmedo	Campo nuevo	
Rocha	La Maravilla Uriarte	Rastrojo	Alto insumo

Un aspecto que vuelve difícil el análisis de los resultados es establecer cuales son los niveles de referencia por el que se pueda catalogar que los mismos sean aceptables o no. A nivel mundial hay muchos límites de tolerancia para los residuos de agroquímicos en los alimentos si nos referimos al contenido en el grano, pocos en lo que refiere a agua para el riego y ninguno si nos referimos a su presencia en los suelos. El equipo de trabajo resolvió tomar como referencias a los efectos de analizar los resultados las siguientes fuentes:

**Agua:**

- METALES- DECRETO 253/79, CLASE 3 RIEGO QUE NO MOJA EL PRODUCTO; Guía Canadiense y FAO agua para riego, Norma Mexicana. Riego Agrícola; Guía Canadiense-Agua para riego; FAO Agua para riego
- GLIFOSATO-Guía Ambiental Canadiense 2002.



**Suelo:**

METALES: Guía Canadiense.

En el caso de los fitosanitarios no se encontró a nivel mundial o nacional referencias con respecto a los valores máximos permitidos, por lo que para suelos de arroceras se determinó únicamente presencia o ausencia de agroquímicos



**Grano:**

- . PLAGUICIDAS-UE
- METALES-Reglamento Mercosur, Reglamento Bromatológico Nacional

**OBJETIVOS DEL PROYECTO.**

**Objetivo General:** Incorporar al producto arroz un nuevo atributo, que además de sus reconocidas características de calidad y homogeneidad, le agregue valor al certificar la sustentabilidad ambiental de su producción en Uruguay y potencie el mantenimiento de los actuales mercados mundiales, así como la apertura de nuevos mercados y/o nichos de mercados.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Determinar los niveles de residuos de productos fitosanitarios y metales pesados en grano, agua, suelo, asociado a diferentes manejos y usos.
- 2) Determinar bajo condiciones controladas las curvas de disipación de los principales productos fitosanitarios empleados en la producción de arroz.
- 3) Publicar, difundir y capacitar el uso de la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas, para la producción de arroz en Uruguay. Esta guía será validada para ser utilizada como elemento de entrada para definir las pautas y criterios a ser utilizados en el diseño y la implementación de un Sello de Calidad de arroz uruguayo a desarrollarse a mediano plazo.
- 4) Desarrollar y validar un set de indicadores biológicos para evaluar el efecto de los productos fitosanitarios empleados en la producción de arroz.
- 5) Formación de recursos humanos.

La meta del Objetivo General fue planteada en el año 2009, donde las exportaciones a la UE se ubicaban en el 17% (zafra 2008/2009).

En la zafra 2009/2010 las exportaciones a la UE descendieron a un 8% y en la del 2010/2011 aumentó a 15%. En la zafra 2011/2012 este valor fue de 9%.

Si bien se aclaró en la descripción del proyecto que es una meta a cumplir a mediano plazo, en forma gradual, la crisis europea sin dudas influye en el acceso al mercado del arroz uruguayo. Sin embargo, debemos destacar que a pesar de la misma, dadas las características del arroz uruguayo como libre de transgénicos, su calidad física y la no presencia de residuos por encima de los niveles tolerados, el flujo comercial a este mercado se ha mantenido de manera interrumpida. Se continuará trabajando para aumentar el acceso al mismo.

**Es de hacer notar que la industria realizó un relevamiento entre los principales clientes de la Unión Europea en lo que refiere a requerimientos**

de calidad. Se desarrolló un protocolo privado de certificación, de 7 características del arroz, que tienen alto impacto en los consumidores. Bajo este protocolo, se pretende certificar el 1% de la producción de la empresa, y empezar a "sondear" que interés puede generar en los clientes.

Se implementó un plan piloto de producción de arroz certificado que se llevó a cabo en el 2010, 2011 y ahora se encuentra en proceso el programa 2012.

Se desarrollaron folletos para promocionar el arroz certificado. Si bien este programa no está directamente relacionado con el proyecto, es una referencia para evaluar qué impacto podría tener la implementación de la Guía de Buenas Prácticas y una futura certificación del arroz uruguayo.

## OBJETIVO ESPECÍFICO NO 1

### *Residuos en grano sin cáscara (arroz cargo)*

#### **Fitosanitarios:**

De las 20 muestras analizadas, en 3 de las mismas se detectó Thiametoxan por encima del LMR de la UE (Límites Máximos de Residuos en la Unión Europea). En estas muestras la historia de chacra, la carga de insumos y el momento de aplicación del producto no son consistentes con los resultados obtenidos debido a que en una sola chacra de esas tres se aplicó el producto pero como cura semillas, o sea por lo menos cinco meses antes de la fecha de cosecha de los granos para su análisis. Se entiende necesario realizar nuevos análisis de este producto siendo aplicado como insecticida al cultivo y como curasemilla, para evaluar la presencia de residuos.



#### **Metales Pesados:**

Del total de muestras de arroz cargo analizadas, 2 presentaron Arsénico por encima del LMR del Reglamento MERCOSUR. A estos efectos se estudiarán las fuentes de fertilizantes utilizadas en las chacras, se

recabarán datos geológicos y fisiológicos del cultivo respecto a su capacidad de concentrar arsénico y se realizarán análisis en arroz parbolied que es el peor escenario para encontrar residuo en grano.

### *Residuos en agua en chacra y ríos*

#### **Metales Pesados: Arsénico, Cadmio y Plomo**

No se detectó Cadmio en la mayoría de las muestras (96,5% del total, 109 muestras), y solamente 1 de ellas dio un valor similar al LMR establecido por el Decreto Nacional 253/79 (0,001 mg/L) y las normas extranjeras revisadas. Esta muestra corresponde al Río Cebollatí. En las demás muestras (4 en total), se detecta Cadmio pero por debajo del Límite Cuantificable (0.0005 mg/L).

En cuanto al Arsénico, de las 113 muestras analizadas, 16 (14%) muestran valores por encima del LMR definido en el Decreto 253/79 (0,005 mg/l), el más exigente dentro de los LMR revisados.

De las 16 muestras que superan el LMR, 4 corresponden al Agua de Entrada a la chacra y 12 al Agua de Salida.

Como en grano, se continuará estudiando las fuentes de este elemento en el sistema productivo.

Respecto al Plomo, solamente 1 muestra presenta un valor superior al LMR del Decreto 253/79 (0,03 mg/L), correspondiente al Agua de Salida de la chacra.

#### **Fitosanitarios:**

Se analizaron 25 productos en 123 muestras para plaguicidas, en LATU, DGSA y Facultad de Química.

Para el caso del Glifosato, considerando el LMR de la Guía Ambiental Canadiense (280 ppb), ninguna muestra dio resultado superior a dicho valor.

Dado que no se cuenta con LMR para los demás productos analizados en el agua de riego, se toma como valor de referencia el límite para agua potable (0,5 ppb) de las Normas de Calidad de Agua del Uruguay. Si bien este parámetro no es acorde al uso que se realiza del agua, es una forma relativa de evaluar en qué grado se presentan los diferentes ingredientes activos en ella.

De los productos analizados, Propanil se presenta por encima de 0,5 ppb en la mayoría de las muestras (89%). Le siguen Quinclorac (24%), Clomazone (15%), Tebuconazole, Glifosato y AMPA (9%), Imidacloprid (8%), Thiametoxam y Kresoxim metil (1,6%), y Cipermetrina (0,8%).

Analizando el sistema productivo, en el Agua de Fuente de las 30 muestras, 29 presentan Propanil y 6 de ellas tienen Quinclorac, por encima de 0,5 ppb.

En el Agua de Entrada, de las 20 muestras analizadas, 14 presentan Propanil, 11 Clomazone y 9 Quinclorac.

El Agua de Salida (38 muestras) es donde se registran más valores superiores a 0,5 ppb; siendo Propanil (27), Quinclorac (10) y Clomazone (8) los productos que se presentan mayoritariamente.

En los Ríos, de las 35 muestras, 33 superan el LMR del agua potable presentando Propanil (30) principalmente.

En general, el Propanil aparece en casi todas las muestras, tanto en agua de la fuente, entrada y salida de chacra y en los ríos. Dado que se está comparando con el LMR para agua potable, no se puede afirmar que se esté frente a un posible riesgo ambiental con este producto pero sí puede ser considerado como información complementaria para futuros estudios, ya que el mismo se está utilizando muy poco.

#### Nutrientes:

Se detectaron diferencias significativas de PT (Fósforo Total) y NH4 (Nitrógeno amoniacal) a la entrada y salida en el agua de las chacras. Las diferencias de NH4, parecen no tener consecuencias ambientales. El PT a la salida del agua de las chacras al final del cultivo supera el valor de referencia internacional más tolerante. Respecto a los ríos, en la cuenca media del Olimar es donde se presenta mayor cantidad de

muestras que superan el valor de referencia de la EPA (128 ppb). El NT tanto en el río Cebollatí como en el Olimar, se mantuvo por debajo del valor de referencia de EPA (2180 ppb) durante todo el período

#### Residuos en suelo

##### Metales Pesados: Arsénico, Cadmio y Plomo

En ninguna de las 50 muestras analizadas, se encontraron valores de Arsénico y Cadmio por encima del LMR de la Guía Ambiental Canadiense para Metales Pesados (12 y 70 ppm, respectivamente).

En el caso del Plomo, el mismo figura en el 70 % de las muestras superando el LMR de la Guía Canadiense (1,4 ppm). El máximo valor encontrado fue de 19 ppm, en un retorno con baja utilización de insumos en Artigas. Cabe destacar que se presentan mayores niveles de plomo en las chacras que utilizaron bajos niveles de insumos.

##### Fitosanitarios:

De los 27 productos analizados (herbicidas y fungicidas) en las 50 muestras, se detectaron los siguientes, principalmente:

	Cantidad de Muestras	Valor Promedio (ppm)	Valor Máximo (ppm)	Valor Mínimo (ppm)
AMPA	42 (84%)	0,3	1,9	0,01
Glifosato	31 (62%)	0,2	1,01	0,03
Quinclorac	25 (50%)	1,6	3,4	0,0005
Clomazone	15 (30%)	0,004	0,01	0,0007
Tebuconazole	4 (8%)	0,03	0,05	0,02
Propanil	3 (6%)	0,6	1,4	0,6
Carbendazim	2 (4%)	0,02	0,02	0,02
Azoxistrobin	2 (4%)	0,03	0,04	0,03
Isoprotiolane	1 (2%)	0,03	0,03	0,03
Bispiribac Sodio	1 (2%)	0,2	0,2	0,2

De acuerdo a los resultados obtenidos, se evidencia la tendencia de que a mayor intensidad en el uso de agroquímicos, mayor cantidad de residuos se detectan.

Quinclorac presentan el mayor valor en promedio y como máximo. Este último valor proviene de una chacra de rastrojo, con alta carga de insumos.

La revisión bibliográfica realizada no brindó LMR para plaguicidas en suelo, por lo cual no es posible comparar los resultados con valores permitidos en el mismo.

Se encontró una muy baja correlación entre los valores de residuos detectados y las variables de suelo consideradas (% MO y arcilla).

#### Análisis biológicos

Los potenciales impactos del cultivo de arroz sobre el estado de salud de los ecosistemas acuáticos fueron evaluados a través del análisis de los cambios espaciales y temporales de las poblaciones de peces. En tal sentido se constató que la etapa más crítica, en cuanto al manejo del cultivo, es el drenaje de las chacras debido a que esto ocurre en los momentos en que los cursos de agua presentan menor caudal y se produce un pulso de nutrientes, materia orgánica, sedimentos y fitosanitarios. Esto genera cambios en las características estructurales y funcionales del ensamble de peces, que fueron más acentuados en la zona Este.

Algunos de los principales efectos observados fue-



ron la alta inestabilidad temporal en la composición de especies, un elevado porcentaje de variabilidad en relación a las especies presentes en los momentos de pre y pos impacto, importantes cambios en sus abundancias relativas y el elevado porcentaje de especies raras que conforman la comunidad. Por su parte, los atributos densidad, biomasa, largo y peso mostraron variaciones temporales, observándose una disminución en sucesivas zafras, principalmente en la zona Este. Finalmente cabe resaltar, que tanto la zona Norte como la Este presentaron abundancias relativas altas de especies tolerantes a ambientes

degradados durante los muestreos de pos impacto. Dado que el estudio se realizó durante dos zafras sería conveniente implementar monitoreos a largo plazo de modo tal de abarcar la ventana temporal de las rotaciones arroz-pasturas para determinar el riesgo para los ecosistemas acuáticos, el grado de reversibilidad de los efectos y la implementación de medidas correctivas y/o de mitigación.

#### CONCLUSIONES PRIMARIAS

Lo primero a considerar es que en general en **grano cargo no se encuentran residuos de los agroqui-**

*Luego de la cosecha*  
**PONGA A PUNTO SUS MÁQUINAS**  
 Productos a precios muy competitivos y con la calidad, confianza y respaldo que nos caracteriza.

**REPUESTOS PARA TODAS LAS MARCAS**

<b>MWM</b> Para tractores, camiones, pickups, Valtra, VW, GM S10, Ford. 	<b>ZF</b> Transmisiones delanteras para Valtra, Massey, IW, JD. 	<b>ASIENTOS</b> Para todas las marcas. 
<b>MANCALES Y SEPARADORES</b> Todas las marcas. 	<b>DISCOS RASTRAS</b> Medidas para todas las marcas. 	<b>CARDANES</b> Amplia gama de medidas. 



Vendedor de zona Cel. 099580415  
 Cuareim 1797 | Tel.: (598) 2924 0622\* Fax: (598) 2924 6087  
 ventas@cumsa.com.uy | Montevideo - Uruguay  
 www.cumsa.com.uy

**micos utilizados, ni presencia de los metales pesados considerados.**

Como ya se dijo, la detección del Thiametoxan en 3 chacras donde no había sido aplicado dicho producto sobre el cultivo, es un aspecto a tener en cuenta en futuros estudios.

Por tanto, dados los resultados de los análisis realizados en grano, suelo y agua, se considera más que relevante continuar con el monitoreo de las “alertas” que surgen en algunos casos, tomando en cuenta los LMR nacionales e internacionales:

- Arroz cargo: Thiametoxan y Arsénico
- Agua de Salida de Chacra: Arsénico, PT
- Cuenca Media Río Olimar: PT
- Suelo: Plomo

Se realizarán los estudios necesarios para evaluar estos resultados y determinar posibles acciones a seguir.

Otro producto del proyecto, que en el mismo se estableció como uno de los Resultados Esperados, fue la obtención de la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas.

Partiendo de una elaboración inicial al comienzo del proyecto, se fue implementando paulatinamente en un grupo de productores llegándose al establecimiento de tres talleres en cada una de las zonas donde, con la colaboración de los productores, se fueron realizando ajustes de la misma, como forma de difusión y a la vez para volverla más “amigable” en su ejecución.

Asimismo se realizaron varias reuniones de capacitación en todas las zonas arroceras (en once localidades cada vez) para lograr levantar aquellos aspectos más difíciles de implementar, como lo que tiene que ver con Salud y Seguridad de los Trabajadores, donde inciden aspectos culturales y de costumbres adquiri-

das, difíciles de cambiar, en las que participaron productores y trabajadores.

Es claro que se requiere de mayor seguimiento, capacitación y estímulo a los productores y trabajadores del arroz. Y en el primer caso, dado que no hay un incentivo económico para su implementación, esto aparece como una barrera en general, por lo que los productores no la encuentran atractiva para implementarla. Sería muy importante continuar con los talleres y reuniones para que paulatinamente incorporen el concepto de que las BPAs son el camino a seguir si se quiere agregar valor a un producto como el arroz.

En este Convenio se manifestó la importancia de evaluar sistemáticamente los potenciales impactos del uso de agroquímicos sobre el cultivo y el ambiente.

Esta actividad debería continuar de manera de seguir controlando posibles desvíos en niveles de residuos, principalmente en grano que es lo que define el acceso a los mercados de manera directa.

Hasta el momento los compradores reconocen la calidad del arroz uruguayo y cada vez más exigen la sustentabilidad del sistema de producción. Bajo las condiciones de producción de arroz en Uruguay el acceso a los mercados más exigentes es posible, dado que se cumple con los requisitos establecidos por ellos. En este proyecto se obtuvo información fundamental para detectar alertas que serán tenidas en cuenta para mantener y de ser posible, aumentar el acceso a dichos mercados.

Como lección aprendida en el marco del proyecto, frente a un equipo de trabajo tan numeroso, es prioritario el definir las responsabilidades de cada integrante de manera clara para todos.

En la última reunión de evaluación del proyecto, se manifestó la necesidad de que la información proveniente de la Unidad de Análisis de Agua (Facultad de Química) – que fue la encargada de realizar los muestreos- y los resultados enviados por los Laboratorios tengan el mismo formato de planilla, de manera que su procesamiento sea más sencillo de realizar.

Finalmente es necesario destacar que el financiamiento del proyecto estuvo solventado por el Sector Privado Arrocerero y la contribución de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Y el sector privado recibió una significativa colaboración económica de tres empresas proveedoras de insumos: Agritec, Cibeles y Rutilan.





Obras de arte realizadas en equipo.

**Gramanex Capinex Bypex Protex Clomanex CYPEREX**

**RHINO® Repidex SONG Curvis Azoxcy Geonex**

Ruta Nacional 101, Km 24,500. Canelones, Uruguay. Tel.: 598 2683 8815  
[www.tafirel.com](http://www.tafirel.com) [tafirel@tafirel.com](mailto:tafirel@tafirel.com)

  
**TAFIREL**  
COMPAÑÍA DE AGROQUÍMICOS