

INFORME FINAL

**IMPACTO AMBIENTAL DE LA ADOPCIÓN DEL ARROZ RESISTENTE
A LAS IMIDAZOLINONAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS
CONTRASTANTES DE AMÉRICA LATINA (AL)**

FTG-RF 0608

I. RESUMEN EJECUTIVO

El 40% de la población más pobre y urbana de AL tiene el arroz como el alimento básico en su ingesta diaria, por lo que el suministro seguro y a un precio accesible a la población es de importancia crucial para los gobiernos de los países de AL. Para los países que exportan una proporción importante de la producción es vital mantenerse competitivos en un mercado internacional, donde se comercializa un volumen muy pequeño de la producción mundial y por lo tanto muy sensible a la oferta y demanda.

En términos generales, la estimación de pérdidas de producción debido a las malezas es de 7000 mil millones de dólares respecto a 30000 mil millones de producción real en AL en ocho cultivos evaluados en 1988-90 (IFPRI 2020 Visión). En el caso de cultivo del arroz, el arroz maleza es responsable de una buena proporción del volumen de pérdidas que ocurren. El arroz maleza es un complejo de especie del género *Oryza*. Algunas son nativas de la región y otras son introducidas existiendo una gama muy amplia de tipos producto de la hibridación entre ellos y con las variedades que se cultivaron en el pasado.

El arroz maleza es difícil de controlar con las herramientas disponibles hasta el presente porque implicaba un manejo muy ajustado del cultivo y una alta dedicación del agricultor. El advenimiento de la Tecnología Clearfield®, simplificará el control de malezas, especialmente en el arroz maleza. Esta tecnología permitirá tratar áreas muy importante de manera similar con herbicidas que son muy potentes, porque con relativamente dosis bajas controlan un porcentaje muy alto de la población susceptible, de amplio espectro y más persistentes en el suelo que los herbicidas normalmente usados en arroz.

El vencimiento de la patente del imazetapir ha puesto en el mercado un herbicida genérico de ese principio activo y en los próximos años, por la misma razón, se espera aparezcan genéricos del imazapir y del imazapic. Este hecho generará una oferta de productos muy accesibles en precio, lo que redundará en un incentivo a su uso. Es probable que una situación similar a la de Río Grande del Sur, en donde el área tratada con genéricos es 3 o 4 veces mayor que el área tratada con productos de la BASF, ocurra en otros países de AL.

El uso inapropiado de esta tecnología nos conducirá a problemas más graves de malezas por la generación de resistencia en el arroz maleza y otras especies, pérdidas de herbicidas por falta de eficacia debido a la resistencia cruzada y también se seleccionarán más rápidamente los híbridos generados si se intensifica su uso. La utilización de herbicidas con mayor poder residual determinará que aumenten en el suelo los residuos con el tiempo afectando otras especies en la rotación. La proliferación de genéricos nos obligará a extremar los controles de calidad de lo que importamos en orden de estar seguros que no estamos volcando contaminantes persistentes en el ambiente, preservar los recursos naturales y la biodiversidad.

Este proyecto nace con la idea prevenir y alertar sobre situaciones más complejas que en el futuro se darán si no hacemos un uso adecuado de la Tecnología Clearfield®.

II. ACTUALIZACIÓN DE DATOS BÁSICOS

Período / Año : 2007-2011				
Título completo	Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina (AL)			
Número del Convenio		Fecha de firma del Convenio	2007	
Número del Proyecto	FTG/RF0608RG2006	Fecha de firma del Proyecto	12-Oct-2007	
		Fecha Inicio Proyecto	01-Junio-2007	
		Fecha 1er desembolso	08-Nov-2007	
		Fecha 2do desembolso	22-Set-2008	
Fecha Plazo Ejecución Original	31-mayo-2010	Fecha Plazo Último Desembolso Original	31-Ago-2010	
Fecha Plazo Ejecución Actualizada (si existe prórroga)	30-junio-2011	Fecha Plazo Último Desembolso Actualizada (si existe prórroga)	Sin desembolso	
CONSORCIO				
	Ejecutor Líder	Co-ejecutor 1	Co-ejecutor 2	Asociadas
Institución	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)	Universidad Central de Venezuela (UCV)	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	Universidad Federal de Santa María (UFSM) y Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dirección	Ruta 8 km 281 Treinta y Tres	Av. Universidad El Limón, Maracay, Edo. Aragua	Apartado Aéreo, Cali	Avenida Roraima, n0 1000, Cidade Universitaria, Barrio Camobi, 97105-900 Santa María, RS y Av. Bento Goncalves, 7712. Porto Alegre, RS. Brazil. CEP 91501-970
País	Uruguay	Venezuela	Colombia	Brasil
Investigador Líder	Néstor Saldain	Aída Ortiz de López	Zaida Lentini (1er año del proyecto)	Luis Ávila y Aldo Merotto
Teléfono	598-452-2023, ext 1210	58-43-5507289	57-2-445000, ext 3353	55-811-33996 y 51 3316-6006
Fax	598-452-5701	58-243-5507291	57-2-4450073	
Email	nsaldain@inia.org.uy	aortiz@gmail.com	z.lentini@cgiar.org	laavilabr@gmail.com y 00010298@ufrgs.br
Administrador	Leonardo Hespanol	Ángel Parra	Kathryn Laing	
Teléfono	598-2-9020550	0058-414-3106831	57-2-445-0004	
Email	lhspanol@inia.org.uy	angelparra33@hotmail.com	k.laing@cgiar.org	
PRESENTACIÓN DE INFORMES ANUALES Y FINALES (No se refiere al informe de seguimiento técnico)				
	Fecha de entrega según contrato	Entrega realizada?	Fecha actual de entrega	
1er Informe Técnico Anual	31 agosto 2008	Si / No	18 junio 2008	
1er Informe Financiero Anual	31 agosto 2008	Si/No	27 setiembre 2008	
2º Informe Técnico Anual	31 agosto 2009	Si/No	09 junio 2009	
2º Informe Financiero Anual	31 agosto 2009	Si/No	21 agosto 2009	
3er Informe Técnico Anual	31 agosto 2010	Si/No	21 mayo 2010	
3er Informe Financiero Anual	31 agosto 2010	Si/No	09 agosto 2010	
Informe Técnico Final	30 setiembre 2011	Si/No	23 noviembre 2011	
Informe Financiero Final	30 setiembre 2011	Si/No	23 setiembre 2011	

III.COMENTARIOS INICIALES

Entre la fecha aprobación del proyecto octubre 2006 y la realización del primer desembolso en noviembre 2007, se generó un atraso en el inicio de las actividades, porque a las instituciones del consorcio son renuentes a liberar fondos a cuenta de los ingresos futuros. La prórroga de 13 meses otorgada en la fecha de finalización del proyecto, vino prácticamente a suplir ese corrimiento inicial permitiendo terminar muchos de los experimentos que se tenían en el campo y en el invernáculo. La misma aumentó el porcentaje de cumplimiento en las metas planteadas en los distintos objetivos específicos. De esta manera la información generada en cada uno de ellos contribuyó muy significativamente al logro del objetivo general del proyecto:

Generar recomendaciones que contribuyan a un manejo racional de los herbicidas de la familia de las imidazolinonas y de las variedades resistentes a éstos, permitiendo que esta tecnología de control de malezas sea sostenible en el tiempo.

IV.MEMORIA DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Descripción y valorización técnica de las principales actividades realizadas

OE1 Establecer la curva de disipación del imazetapir, imazapir e imazapic en el suelo y en el agua. Calibrar un bioensayo para determinar la vida media de los herbicidas en el suelo, la concentración más baja en el suelo que no afecte el crecimiento del cultivo en rotación y el intervalo en días que se necesita para plantar el cultivo.

1.1 Efecto en los cultivos subsiguientes. Se realizaron en total cuatro experimentos en Río Branco y la Unidad Experimental del Paso de la Laguna, Uruguay, uno en Calabozo del estado de Guárico, Venezuela, tres en Santa María y dos en Pelotas, Río Grande del Sur. Se estudió el efecto de las imidazolinonas aplicado en el arroz Clearfield® sobre las siguientes especies: arroz (*Oryza sativa*) sin resistencia, sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanensis*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol rojo (*T. pratense*), raigrás (*Lolium multiflorum*) y lotus (*Lotus corniculatus*), siendo la especie de interés de acuerdo a las necesidades de cada país beneficiario. Al estar los mismos en varias localidades y en distintos años, con tipos de suelos contrastantes y con ausencia o realización de laboreo del suelo generó una información muy robusta. Si bien en la región tropical existió un solo sitio, en general, el cultivo de arroz se realiza por dos o tres ciclos/año cuando lo permite las condiciones ambientales, siendo la rotación con otras especies poco relevante hasta la fecha.

1.2 Disipación de las imidazolinonas en el agua. En Uruguay, se tomaron muestras de agua a partir de la inundación del cultivo de arroz a los 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días en dos experimentos independientes por año y por sitio (uno en suelo franco-arenoso y otro en suelo franco). Las muestras de

agua se colectaron de las parcelas tratadas con 210 g/ha de KIFIX[®] (imazapir + imazapic, relación 3:1) para la determinación de residuos y de las mismas más aquellas del testigo (OX) para la realización de bioensayos con la variedad de arroz más sembrada en el país. El agua colectada para la determinación de residuos se colocó en frascos color ámbar previamente tratadas la superficie interna para que los herbicidas no reaccionaran con el vidrio y con el agregado de ácido fosfórico para bajar rápidamente el pH de la solución cuando se introdujera el agua. Las muestras de agua para el bioensayo se colocaban en los mismos frascos sin tratamiento y sin ácido fosfórico. En ambos casos se almacenaban en cámara fría y las de bioensayo se procesaban al otro día de la colecta.

En la visita realizada al Laboratorio de Análisis de Residuos de Pesticidas en Santa María (LARP-UFSM) se tomó lo básico de esta técnica que se usaba en ese lugar para la determinación de imazetapir e imazapic. El Polo Tecnológico (PT) ajustó la técnica del pre-concentrado por extracción con fase sólida con un cartucho C18 y realizó las determinaciones del imazapir e imazapic con HPLC-UV (Cromatografía líquida de alta presión con detector ultravioleta).

En el sitio de Calabozo en Venezuela, se tomaron muestras de agua en los dos ciclos del arroz Clearfield[®] consecutivos en un año. En el laboratorio del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) detectaron trazas de los principios activos que conforman el Lightning[®] (imazetapir + imazapir, relación 3:1). Cuando trabajaron con los estándares analíticos, detectaron los picos correspondientes a cada principio activo usando HPLC, aunque surgieron interferencias cuando se usaba Lightning[®] para distinguir el imazapir. Sin embargo, se mantenía la relación entre la concentración del imazetapir y del imazapic detectados en el agua. Las muestras de agua fortificadas en el campo mostraron pérdidas significativas en el almacenaje comparadas con muestras fortificadas frescas en el laboratorio. Se analizaron muestras de agua selectas y se detectó un solo pico a nivel de trazas. En Venezuela, al ser las distancias muy grandes, el muestreo y traslado de las muestras desde el experimento a la sede del laboratorio en Caracas demandan mucho tiempo.

1.3 Disipación de las imidazolinonas en el suelo. Se tienen las muestras colectadas durante el día de la aplicación, a los 15, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 730 días después de la aplicación del KIFIX[®] de cuatro ensayos independientes, secas y mantenidas congeladas en Uruguay. De un duplicado tomado de las mismas parcelas más aquellas de los testigos (OX), se realizó un bioensayo para cada uno de los experimentos usando el sorgo forrajero como planta indicadora, lo que nos confirmó la presencia del herbicida a lo largo de la serie dependiendo su persistencia del tipo de suelo. Como no disponemos del valor de los residuos, no podremos determinar el valor que nos asegure que el cultivo pueda crecer adecuadamente. El PT intentó analizar las extracciones de las muestras de suelo usando CG (Cromatografía de gases) con un nivel observable de detección de 200 ppb, sin llegar a distinguir los residuos del herbicida presente aún en las muestras del día cero (momento de la aspersión de las imidazolinonas, máxima concentración en el suelo). Se buscará nuevo financiamiento para que bajo la responsabilidad del PT se realice la determinación de los residuos usando el método modificado de QuEChERS y se contratará al LARP-UFSM para tomar ventaja del nuevo equipamiento automatizado de LS-MS-MS (cromatografía líquida con una

secuencia doble de espectrometría de masa) incorporado. Durante la ejecución del proyecto, personal del PT realizó una pasantía en el LARP-UFSM apoyando el ajuste de algunas variables para usar LC-MS-MS en la determinación del imazetapir e imazapic.

En Venezuela, se tomaron muestras de suelo en el primer ciclo y en el segundo, así podían seguir la acumulación de dos aspersiones del Lightning® en el suelo. El IVIC logró ajustar un método de detección para usar con HPLC cuando trabajó con los estándares analíticos, aunque cuando usó el herbicida formulado tuvo interferencias que no las pudieron resolver, distinguiendo solo un pico a nivel de trazas. En el IVIC se mantienen congeladas las muestras de suelos.

Es de destacar que la interacción obtenida entre Renato Zanella, responsable del LARP, Eleuterio Umpiérrez del PT y Thaura Ghneim del IVIC permitió intercambiar información y tratar de resolver los problemas que se fueron presentando. El técnico del IVIC involucrado realizó las tareas encomendadas, desvinculándose posteriormente de la institución por motivos ajenos al proyecto.

1.4 Vida media del imazetapir e imazapic en el suelo. Luis Ávila del Departamento de Fitotecnia de la UFSM que prestaba servicios al proyecto, actualmente en la UFPEL, determinó los residuos del Only (imazetapir + imazapic, relación 3:1) en muestras de suelos tomadas periódicamente hasta 730 días después de la aplicación en algunos años de experimentos independientes usando LC-MS-MS del LARP. Con esos datos calculó la vida media en el campo tanto del imazetapir y del como imazapic en un suelo arrocero de Santa María. Se tienen muestras de suelos arenosos de dos experimentos independientes conducidos en Pelotas estando los análisis de residuos pendientes.

OE 2 Detectar y prevenir la evolución de la resistencia a inhibidores de la ALS en el arroz maleza (arroz rojo) y las malezas del como consecuencia del empleo de variedades de arroz Clearfield®.

2.1 Malezas resistentes a las imidazolinonas. En ambos países beneficiarios se adquirió una cámara de aspersión experimental, que generó las capacidades para cambiar la escala de trabajo, pudiéndose monitorear mayor número de especies malezas y mayor número de accesiones de ellas. De esta manera, se implementaron los ensayos de dosis respuestas estándares aceptados internacionalmente para la confirmación de un biotipo resistente a un herbicida determinado. Particularmente en Venezuela, se acondicionó un invernáculo que estaba en desuso para poder cultivar malezas en condiciones controladas.

En Uruguay en el verano del 2008, se detectó una situación con 3, 2, 1, 0 año(s) de cultivo de arroz Clearfield® continuo, en la cual se colectó semillas de capín (*Echinochloa crus galli*) de plantas escapadas al control de las imidazolinonas asperjadas. Se condujeron los ensayos de dosis respuesta con la semilla del capín colectado, obteniéndose plantas a las que se les aplicaron una serie de dosis centrada en la dosis de etiqueta (desde cero herbicida hasta

8 veces la dosis de uso) para cada biotipo. A las tres semanas de la aplicación, se evaluó el peso fresco de las plantas por maceta. Cada ensayo se repitió completamente dos veces y de manera independiente. Se estudió la resistencia cruzada con otros inhibidores de la ALS como Nominee® (bispiribac), Ricer® (penoxulam), Agrimet® (metsulfuron) y Strada® (ortosulfamuron). Además, se condujeron ensayos en plantas para estudiar el comportamiento de las distintas mutaciones actualmente en el comercio, cuando eran incluidas en una variedad o en un híbrido frente a la dosis estándar y el doble. Los herbicidas usados fueron los inhibidores de la ALS mencionados anteriormente más el KIFIX® y un testigo sin herbicida para detectar efectos adversos.

En Venezuela, la UCV hizo un relevamiento en algunas especies que ofrecían dificultades de control en el área arrocera. Seleccionó aquellos sitios en donde la historia de uso de otros inhibidores de la ALS era muy frecuente en el control de gramíneas, ciperáceas y malezas de hoja ancha para establecer como se comportaría el Lightning® en las mismas. Se colectó semillas de paja rugosa (*Ischaemum rugosum* Salib) en 68 sitios y estudiaron la resistencia cruzada al Nominee®. Se estudio un biotipo de pelo de indio (*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl) donde nunca se había usado herbicidas inhibidores de la ALS para su control y se estudio la resistencia cruzada a Sirius® (pirasozulfuron). En cuanto a *Echinochloa colona* (L.) Link, se colectaron 37 accesiones y se evaluaron con Lightning®.

En el paraje de Palmares del Sur, Río Grande del Sur en Brasil, se detectó un escape de capin (*E. crus galli*) después de haber usado Only® (imazetapir + imazapic) por cuatro zafras consecutivas y en la ultima Nominee® y Facet® (quinclorac). A. Merotto evaluó la respuesta a las dosis crecientes de Only® y se estudió la resistencia cruzada a otras inhibidores de la ALS pertenecientes a varias familias químicas.

2.2 Actividad de la ALS en malezas y en arroz Clearfield®

En ambos países beneficiarios, se aprendió a usar la técnica de la determinación de la ALS *in vitro* en un entrenamiento en servicio realizado en el laboratorio de A. Fischer en la UCD. El entrenamiento estuvo dirigido por la María Dolores Osuna en el 2006 quién había ajustado esa técnica para arroz y capín con anterioridad. En Uruguay, se determinó la actividad de la ALS en arroces Clearfield® tanto en variedades como en híbridos y un material susceptible para visualizar como era la inhibición del imazapir, imazapic, imazetapir y ortosulfamuron para una misma mutación estando en estado homocigota o heterocigota. Además, se determinó la actividad de la ALS en un biotipo de capín proveniente de una parte de una chacra de arroz sin aplicación de KIFIX®. En la actualidad, se esta obteniendo semillas de las plantas que sobrevivieron la aplicación de dosis crecientes de KIFIX® para determinar la actividad y tener claro como se expresa la resistencia encontrada en plantas a nivel de la actividad de la enzima.

En Venezuela, se determinó la actividad de la ALS en pelo de indio tanto en un biotipo susceptible como en uno que había mostrado resistencia a las dosis crecientes de Lightning®.

2.3 Evolución de la flora antes tres intensidades de uso de las imidazolinonas. En Uruguay, se implantó un experimento donde se cultivo arroz Clearfield® con 1, 2 y tres años de continuo y se registró la densidad de las especies malezas presentes previo a la siembra de cada año de arroz para describir su evolución.

OE 3 Estudiar la tasa máxima de hibridación entre el arroz Clearfield® y los biotipos de arroz maleza (arroz rojo). Realizar colecta de plantas que escapan al control en campos con historia contrastante en el uso de las imidazolinonas. Estudiar la productividad y características del ciclo de vida de los híbridos F1 y la generación siguiente.

3.1 Flujo de genes desde el arroz Clearfield®. En Colombia, se financió la culminación del trabajo pionero de Z. Lentini (CIAT) que había usado técnicas moleculares como los SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) para detectar el flujo de genes en plantas. Se colectaron panojas en contacto entre el arroz CF-205® y el arroz rojo para determinar la tasa máxima de cruzamiento en el peor escenario. Se sembró esa semilla y se asperjó Only® en las plantitas para capturar las resistentes y proceder a confirmar el efectivo cruzamiento por el uso de técnicas moleculares que también fueron usadas en los países beneficiarios.

En Uruguay, se usó el mismo sitio donde se colectó capín en el **OE 2** para recoger panojas individuales de plantas de arroz rojo, con fenotipo diferente en cada punto de colecta en el cual habían sobrevivido plantas a dos aplicaciones de imidazolinonas en la zafra 2007-2008. Se tomaron las coordenadas de cada punto de colecta usando un GPS. En otros dos sitios, donde se había realizado arroz Clearfield® el año anterior al muestreo, se repitió arroz sin resistencia y a la cosecha se colectaron las panojas de un determinado número de puntos, tomándose también las coordenadas. Posteriormente, se sembraron en bandejas con testigos resistentes y testigos susceptibles y por dos veces consecutivas se asperjó una dosis alta de KIFIX®. A las plantas que sobrevivieron o a un grupo de ellas, dependiendo de como se comportará la descendencia de una panoja, se les confirmaron la presencia del alelo que ofrece resistencia con SNP, estableciendo si era homocigoto o heterocigoto. La proporción de plantas encontradas resistentes se expresó sobre las efectivamente obtenidas en las almacigueras. Además, se estudiaron otras técnicas de menor costo y buena precisión para detectar los alelos de interés y facilitar el monitoreo de las plantas escapadas a las medidas de control. Actualmente, se conduce una prueba de validación de la técnica KASP con un grupo de materiales conocidos y otros desconocidos entre el INIA, UFRGS, UARK (University of Arkansas) y el DBRRNC-ARS-USDA para ver si funciona bien como prueba para usar en el monitoreo de escapes y orientar el trabajo en el campo. Se estudió también como era el crecimiento y la producción de semillas de los híbridos con los dos biotipos más comunes de arroz maleza con arroces Clearfield® disponibles para el agricultor.

En Venezuela, los estudios de flujos de genes se realizaron en el campo en una parcela de 8500 m², donde se sembraron dos ciclos de arroz en un año con la CF-205® y se asperjó una sola dosis de Lightning® a 220 g ha⁻¹ en cada ciclo. En ambos años ocurrieron escapes de arroz maleza y se cubrieron con

tul 176 y 159 del primer y segundo ciclo; respectivamente. Se expusieron las semillas a la acción de una dosis doble del Lightning® y se colectó tejido foliar de las plantas sobrevivientes. El IVIC extrajo ADN de los tejidos y se analizó un grupo de 35 materiales de arroz rojo. Bajo un acuerdo de confidencialidad, se usaron tres combinaciones de cebadores desarrollados por Lentini et al. (CIAT) para mapear la mutación de la ALS que porta CF-205®. La responsable en el IVIC de estos trabajos se desvinculó de la misma y desde su nueva posición sigue procesando las muestras pendientes. Después de procesado todas las muestras podremos tener una valoración de los individuos resistentes por flujo de genes en el total de individuos evaluados.

En Río Grande del Sur, Aldo Merotto (UFRGS) realizó varios estudios moleculares, aunque era una institución asociada al proyecto no podía recibir información de los marcadores desarrollados en el CIAT. De modo que, el primer paso fue encontrar sus propios marcadores moleculares, enfocándose en el desarrollo SNAP (Single Nucleotide Amplified Polymorphism), una variante del SNP para sus mutaciones de interés. El SNAP permitió detectar la presencia del alelo, sin distinguir si la planta era homocigoto o heterocigoto. Ellos aplicaron esta técnica sobre plantas derivadas de 16 y 21 poblaciones de arroz rojo que el Instituto Riograndense del Arroz había verificado resistentes en 2006-2007 y 2007-2008; respectivamente. En otro trabajo, se tomaron 176 plantas de las que presentaban solamente las mutaciones G₆₅₄E que porta el IRGA 422 CL y usando cuatro marcadores moleculares SSR (Single Sequence Repeat), se identificó en cuales individuos la mutación provenía de la hibridación con el arroz rojo y en cuales eran producto de un proceso de selección independiente.

3.2 Productividad híbridos. En Uruguay, se estudió la acumulación de materia seca y la producción de semillas de los híbridos producidos en forma manual entre los distintos materiales Clearfield® y los dos biotipos de arroz maleza (arroz rojo) más comunes en el país.

OE 4 Fortalecer las capacidades del personal técnico en metodologías específicas que se usarán en este proyecto.

Cuando se inició el proyecto, se apreció que entre los colegas asesores existía interés en aprender sobre los modos de acción de los herbicidas y la resistencia de las malezas a los mismos. En consecuencia, se organizaron actividades de capacitación brindadas por A. Fischer (University of California, UCD). En Uruguay, la primera actividad versó sobre el Modo de Acción de los herbicidas dictada el 19 al 20 de junio de 2007 y la otra trató acerca de la Resistencia de las malezas a los herbicidas durante el 16 de julio de 2008. En el marco del XII Congreso de la Sociedad Venezolana para el Combate de las Malezas, A. Fischer ofreció una presentación sobre mecanismos que cumplen otros roles en las plantas y que recientemente se sabe contribuyen a generar resistencia de las malezas a los herbicidas. Además, el proyecto facilitó el desarrollo de un curso previo al congreso para familiarizar a colegas de la investigación con el uso del paquete estadístico R que posibilita el ajuste de modelos no lineales (diciembre 2008). En el anexo, se adjuntan programas y número de participantes en las actividades referidas.

En febrero del 2008, se concretó una visita de 2 días de duración en la UFSM a cargo de L. Ávila (Departamento de Fitotecnia) y de R. Zanella (LARP). En esa oportunidad participó T. Ghneim del IVIC y Silvina Neill de la Facultad de Química (PT) junto a Néstor Saldain del INIA por Uruguay. Se revisó el protocolo establecido para los experimentos de disipación de los herbicidas en el agua y en el suelo diagramado en la reunión de trabajo que tuvo lugar en el CIAT en octubre 2007. Se realizaron los ajustes pertinentes y se consideraron todos los aspectos de muestreo en el campo tanto para el agua como para el suelo, el procedimiento de extracción de los residuos de las diferentes matrices y el equipamiento para su identificación y cuantificación. Fue de alto valor porque nos permitió aprender de los errores cometidos por otros y fortalecer los vínculos con el LARP que es un laboratorio de referencia en Brasil.

En enero del 2008, Luisa Lory capacitó a Carolina Villafane, ciudadana colombiana que en aquel momento se pensaba ingresaría al IVIC en uso de los marcadores SNP, Joe Tohme y Gerardo Gallego (CIAT) entrenaron a Fernando Pérez y Juan Rosas (INIA) desde el 1 al 11 de julio del mismo año debido a que Z. Lentini se había desvinculado de la institución. La capacitación se refirió a varias técnicas moleculares usadas en la investigación agrícola entre ellas los SNPs y SSR en arroz. En el anexo se incluye los certificados correspondientes de F. Pérez y J. Rosas, mientras que C. Villafane no recibió una constancia de su entrenamiento.

En mayo del 2008, se participó difundiendo las actividades del proyecto en el XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas y XXVI Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas y en junio del mismo año se participó en 5th International Weed Science Congress en Vancouver, Canadá. En agosto del 2009, se difundieron algunos resultados obtenidos por Aldo Merotto y Luis Ávila financiados por el proyecto en el VI Congresso Brasileiro del Arroz Irrigado que se realizó en Porto Alegre.

Ese mismo año durante junio, Albert Fischer (UCD y en la Rice Experimental Station en Biggs) entrenó a Cástor Zambrano (UCV) en los procedimientos estándares para la detección de biotipos de malezas resistentes a los herbicidas. En el anexo se incluye carta acreditando el mismo.

Dos meses previo a la finalización de la ejecución del proyecto, se organizó un Taller de Cierre en la sede del INIA Treinta y Tres los días 26 y 27 de abril del 2011. Se invitó a colegas asesores e invitados especiales como el David Gealy del Dale Bumpers Rice Research National Center (DBNRRC-ARS-USDA), Stuttgart, Arkansas, Nelson Amézquita de Fedearroz, Colombia, Alejandro Kraemer del INTA Corrientes y Gustavo Arguissain del INTA Concepción del Uruguay, Argentina, Luis López asesor en Venezuela, y finalmente a Valmir Menezes del Instituto Riograndense del Arroz (IRGA), Brasil. De esta manera, se aprovechó para conformar una buena masa crítica para tener una visión del estado actual de la Tecnología Clearfield® en algunos países claves de América Latina y aprovechar a discutir el conocimiento obtenido y las perspectivas de la misma.

IV. VALORACIÓN DE RESULTADOS / COMPONENTES OBTENIDOS Y LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO

Resultados / componentes alcanzados durante la fase de ejecución

Indicador	Real a la finalización
<p>OE 1.1 Obtención del efecto de la aplicación de KIFIX® en el arroz Clearfield® sobre los cultivos subsiguientes, el intervalo de plantación de los cultivos subsiguientes susceptibles y la dosis más baja de (los) herbicida(s) que no afecte el crecimiento del cultivo lograda.</p>	<p>En Uruguay, se publicó informe referido a que no se habían detectado efecto sobre las plantas forrajeras y sobre las variedades de arroz sin resistencia sembradas con laboreo en los suelos dominantes arroceros con mayor contenido de limo estudiados previamente al proyecto. Durante la ejecución del mismo, se detectó una reducción del 50% en el forraje producido del raigrás y del trébol rojo en suelos con 70% de arena, mientras que se apreció una reducción en el forraje producido del raigrás del orden del 25% en dos experimentos de tres en suelos francos. La productividad del arroz sin resistencia sembrado en directa no fue afectada en ninguno de los suelos y años, ni tampoco el sorgo forrajero en los suelos arenosos, cuando se lo implantó a 12 meses de la aplicación del KIFIX®.</p> <p>En Santa María, sur del Brasil, se redujo la productividad del sorgo forrajero al año de la aplicación de Only® pero no a los dos años. El IRGA 417 sembrado en directa después del arroz Clearfield® fue afectado solamente a la dosis doble del herbicida al año de aplicada en dos experimentos de tres.</p> <p>En Pelotas, también sur del Brasil, la siembra de Querencia directamente mostró disminución del rendimiento de arroz en uno de los experimentos, mientras que solamente la dosis doble de Only® fue adversa al año de la aplicación del herbicida en el otro.</p> <p>En Venezuela, no es un tema relevante dado que se realiza</p>

	<p>solamente arroz.</p> <p>El grado de cumplimiento: 100%.</p>
<p>OE 1.2 Disipación de las imidazolinonas en el agua realizado</p>	<p>En Uruguay, en ninguna de las cuatro series de muestras de agua se detectó el imazapir, mientras que el imazapic se distinguió en una serie de muestras de cuatro evaluadas. La detección se produjo en las muestras de agua tomada al día y a los tres días posteriores a la inundación, mientras que a partir del séptimo día no se distinguió.</p> <p>En Venezuela, se realizaron las determinaciones analíticas de algunas muestras claves, detectándose el imazetapir a nivel de trazas.</p> <p>Grado de cumplimiento: 100%.</p>
<p>OE 1.3 Disipación de las imidazolinonas en el suelo realizado</p>	<p>En Uruguay, se tienen las muestras de suelo de cuatro experimentos tomadas a 2 profundidades en un suelo franco y un suelo franco, con porcentaje más alto de arena, entre los 0 y 730 días después de la aplicación. Se tienen las mismas secas, molidas y almacenadas en un freezer en condiciones óptimas. Se está a búsqueda de financiamiento para realizar la determinación analítica.</p> <p>En Santa María, la vida media en el suelo del imazetapir varió entre 69 a 169 días y para el imazapic el rango obtenido fue 71 a 124 días. Los datos del imazetapir fueron superiores a los encontrados en la literatura en condiciones de campo. En Pelotas, se tienen muestras de suelo de dos experimentos almacenadas en un freezer para realizar las determinaciones analíticas.</p> <p>En Venezuela, se tienen las muestras de suelo de dos ciclos de arroz almacenadas en condiciones óptimas en el IVIC, faltando la determinación analítica.</p>

	Grado de cumplimiento: 70%
OE 1.4 Bioensayo con planta indicadora en muestras de suelo realizada.	<p>En Uruguay, se tienen las respuestas obtenidas con sorgo forrajero en los bioensayos de cuatro experimentos realizados en dos suelos y en dos años diferentes, faltando realizar la curva de calibración.</p> <p>Venezuela determinó que el maíz podría ser una especie indicadora para realizar bioensayos con suelo previamente tratados. Se remitió un informe sobre el trabajo.</p> <p>Los resultados obtenidos en Uruguay, se publicarán antes de junio del 2012.</p>
	Grado de cumplimiento: 80%
OE 1.5 Bioensayo en muestras de agua realizada	<p>En Uruguay, se realizaron bioensayos con las muestras de agua de cuatro experimentos no encontrando efecto adversos en el crecimiento inicial de la variedad El Paso 144, la variedad de arroz más cultivada.</p> <p>Para Venezuela no fue una prueba de interés.</p>
	Grado de cumplimiento: 100%
OE 2.1 Determinación de malezas resistentes a las imidazolinonas obtenida.	<p>En Uruguay, se encontró una asociación entre el uso de arroz Clearfield® entre 1 a 3 años consecutivos y la detección de un biotipo de capín resistente al KIFIX® que no presentó resistencia cruzada a otros inhibidores de la ALS.</p> <p>En Venezuela, se detectó resistencia al Lightning® en 56% de las accesiones de paja rugosa evaluadas, donde nunca se había asperjado este herbicida. Se encontró resistencia cruzada al Nominee® en algunos de los biotipos. Además, se identificó un biotipo resistente al Lightning® en el pelo de indio, presentando resistencia cruzada al Sirius®. En <i>E. colona</i>, todos las accesiones estudiadas fueron susceptibles al Lightning®.</p> <p>En Río Grande del Sur en el 2009, se confirmó resistencia en un biotipo de</p>

	<p>capín al Only[®], determinándose un factor de resistencia superior a 44. Además, se verificó que el biotipo resistente presentaba resistencia cruzada a los otros inhibidores de la ALS como Nominee[®], Ricer[®], Everest[®] (flucarbozone), Sanson[®] (nicosulfuron) y Arsenal[®] (imazapir). No obstante lo anterior, el biotipo fue controlado eficientemente por herbicidas con otros modos de acción empleados.</p> <p>Grado de cumplimiento: 100%</p>
<p>OE 2.2 Determinación de la actividad de la ALS en malezas realizada.</p>	<p>En Uruguay, se esta reproduciendo semilla del biotipo de capín resistente al KIFIX[®] para determinar la actividad de la ALS y el grado de resistencia, contándose con la actividad medida en el biotipo susceptible. Además, se tiene realizada la actividad de la ALS frente a los herbicidas imazapic, imazapir, imazetapir y ortosulfamuron en los materiales de arroz Clearfield[®]. En las variedades se incluyó IRGA 422 CL, CL 146, Puíta INTA CL y en los híbridos a INOV CL, Avaxi CL y APSA CL, mientras que en los materiales sin resistencia se consideraron INOV ST e INIA Olimar.</p> <p>En Venezuela, la comparación de la actividad de la ALS entre el biotipo resistente y el susceptible del pelo de indio sugiere que el mecanismo de resistencia involucrado es de sitio activo, la que estaría dando resistencia cruzada al Sirius[®].</p> <p>Grado de cumplimiento: 90%</p>
<p>OE 2.3 Evolución de la flora antes tres intensidades de uso de las imidazolinonas realizado.</p>	<p>Experimento finalizado y datos entrados en la planilla Excel. Falta procesamiento y análisis estadístico de los datos.</p> <p>Grado de cumplimiento: 90%</p>
<p>OE 3.1 Flujo de genes desde el arroz Clearfield[®] hacia el arroz maleza cuantificado.</p>	<p>Z. Lentini y colaboradores detectaron que tasa de flujo del gen proveniente del CF205[®] al arroz maleza estaba entre 0,2 % y 0,6 % en el primer</p>

	<p>ciclo de siembra de la variedad Clearfield CF 205[®] en el Valle del Cauca, mientras que la tasa de introgresión mostró valores entre 2.1 % a 23.6 % luego de tres ciclos consecutivos de siembra de la variedad en el Tolima, Colombia.</p> <p>En Uruguay, la tasa de flujo de genes desde CL 161 al arroz maleza fue menor al 0,2% después de un cultivo de Clearfield[®] en dos sitios y no se detectó en un tercero. El porcentaje de semillas de la maleza colectada, con el alelo de interés, alcanzó el 89,1 % después de tres años consecutivo de cultivo. Se detectaron plantas resistentes sin el alelo de interés.</p> <p>Se validó la técnica molecular KASP de bajo costo y buena precisión para detectar la mutación de interés y prestar un servicio de monitoreo de la maleza.</p> <p>En Venezuela, en una hectárea de CF-205[®] tratada con Lightning[®] en cada ciclo de arroz en un año, se detectaron plantas resistentes al mismo provenientes de semillas colectadas al final de cada uno. En 35 plantas resistentes, el 80% eran híbridas y portaban el alelo que da resistencia al CF-205[®]. Además, se detectaron tres plantas que siendo resistentes no llevaban el alelo de interés.</p> <p>En Río Grande del Sur, sobre poblaciones detectadas resistentes al Only[®] por el IRGA, se identificaron que el 56,1% de las plantas procesadas llevaban la mutación G₆₅₄E del IRGA 422 CL en el año 2006-2007 y el 80,6% en aquellas del año 2007-2008. De una submuestras de las 176 plantas analizadas, se determinó que 98,9% fueron resistentes por flujo de genes y solamente un 1,1% presentaban resistencia por un proceso</p>
--	--

<p>OE 3.2 Productividad de los híbridos entre el arroz Clearfield® y los biotipos de arroz maleza realizado.</p>	<p>independiente de selección por el uso de los herbicidas. Si bien no son muestras representativas ambos procesos tienen lugar en el campo.</p> <p>Grado de cumplimiento: 90%</p> <p>En Uruguay, la productividad de los híbridos F1 medida como acumulación de materia seca y producción de semillas estuvo relacionada a la productividad del material de arroz ya sea variedad o híbrido.</p> <p>En Venezuela, no hubo oportunidad para realizarlo.</p> <p>Grado de cumplimiento: 70 %</p>
--	--

IV. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO

Se organizó el consorcio de una manera sencilla dado que pocos países e instituciones integraban el mismo, lo que facilitó enormemente su funcionamiento. INIA administró y lideró el proyecto recibiendo los fondos desde el CIAT, transfiriéndolos al INIA Treinta y Tres para ser enviados a la UCV los desembolsos que correspondían. INIA recabó tanto del INIA Treinta y Tres, UFRGS, UFSM como de la UCV la información contable que se requería para armar y elevar oportunamente los informes consolidados al CIAT. El última institución retuvo la parte de los fondos asignados para la culminación del proyecto que lideró Z. Lentini, aunque esta institución no rinde cuentas al consorcio, simplemente ejecuta lo asignado.

La primera reunión de trabajo, se organizó en los primeros días de octubre del 2007 en la sede del CIAT en Cali, Colombia. En la misma, se participaron los miembros del consorcio, los asesores del proyecto A. Fischer (UCD) y D. Gealy (DBNRRC) e invitados especiales de la Federación de Arroceros de Colombia (Fedearroz) y del Fondo Latinoamericano de Arroz Irrigado (FLAR). En la misma, se definieron la mayoría de los experimentos, con su correspondiente protocolo, que se conducirían tanto en Uruguay y Venezuela como en Río Grande del Sur, Brasil.

Victoria Genta del área contable de INIA participó con las representantes de las instituciones de los países beneficiarios y de las instituciones asociadas al proyecto para nivelar el conocimiento sobre los requerimientos de Fontagro en los procedimientos de compra y elegibilidad de los rubros a ser financiados. Además, se contactó con el personal del CIAT vinculado a la misma y visitó la UCV en Maracay para conocer directamente a la persona responsable de la misma y facilitar el posterior funcionamiento a la distancia.

Posteriormente, se abrió a presentaciones relacionadas a los objetivos específicos y se realizaron grupos pequeños para discutir los borradores de los protocolos y definir los ajustes necesarios. En general, la reunión fue fructífera y permitió entrar en contacto personal con los que menos conocimiento previo se tenía.

Venezuela es un país muy grande y creo que fue una debilidad no tener de socio al INIA local en el consorcio. Su red de estaciones experimentales hubiese facilitado acceder a la infraestructura, apoyo logístico y tomar ventajas de capacidades para poner parcelas en el campo. Mantener experimentos en el campo de productores es muy demandante de tiempo técnico y siempre es más problemático cuando hay que realizarlo desde un área muy alejada. La frecuencia de visitas tiende a ser menor a la requerida por la distancia involucrada. La UCV coordinó bien las acciones y, además, contaba con la estructura contable para dar el apoyo necesario. Tener otra institución, generalmente, lleva más tiempo de coordinación y de conocer a los cooperadores para realizar una buena selección de ellos y que la articulación sea sinérgica para los resultados esperados del proyecto.

En mayo del 2008, se aprovechó la instancia del congreso en Ouro Preto para ajustar detalles de funcionamiento, pulir los protocolos y definir qué actividades realizaría Aída Ortiz (UCV) como integrante de un país beneficiario y aquellas que conducirían Aldo Merotto (UFRGS) y Luis Ávila (UFES) como servicio al proyecto. En el caso de estos dos últimos, se acordó que el pago de sus servicios al proyecto se realizara a través de las Fundaciones de las respectivas universidades para su relacionamiento con entidad externas.

Previo a la finalización de la ejecución del proyecto, se organizó un Taller de Cierre del mismo donde se discutió los resultados obtenidos entre los participantes y se tuvo la última reunión con V. Genta para finiquitar los detalles contables.

V. PERSPECTIVAS DE SOSTENIBILIDAD

Las Asociaciones de productores de cada país, el FLAR con su proyecto en agronomía (manejo del cultivo) en arroz, las instituciones locales de investigación y de extensión son canales altamente idóneos para difundir a los productores y a los técnicos cómo manejar de manera sustentable la Tecnología Clearfield®.

Es por eso que el monitoreo continuo y el manejo transparente de la información generada en las diversas situaciones de campo permitirán valorar y resolver los problemas que se vayan presentando. A vía de ejemplo, en Uruguay a iniciativa de INIA se planteó a BASF y a Solaris (distribuidor de los productos de BASF para Uruguay y Paraguay) prestar un servicio de monitoreo usando la técnica de KASP. Ésta permite detectar tempranamente en el campo las hibridaciones de los materiales Clearfield® con el arroz maleza (arroz rojo), informando en tiempo real dónde están los problemas y definir un manejo específico para chacra en particular. Además, se podrá elaborar un mapa donde se visualizará la aparición de las hibridaciones en el tiempo y su distribución geográfica. Actualmente, esta iniciativa está a consideración de la

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) para la obtención de recursos para financiar el equipamiento necesario. BASF-Solaris, los arroceros y el INIA se harán cargo de los costos de la colecta, envío y procesamiento de las muestras en una proporción a determinar que se negociará oportunamente.

También, a iniciativa de INIA, está en marcha una actividad de validación de la técnica de KASP con la University of Arkansas, DBNRRRC, la UFRGS y el INTA de Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Se ha comprendido que los escapes del arroz maleza al control ocurrirán y que el seguimiento del uso de la tecnología en el campo es vital para prolongar la vida útil de la misma y tomar ventaja para mantener al subsector arrocerero competitivo.

De acuerdo a la información generada, al tener algunos de los herbicidas usados con la Tecnología Clearfield® una vida algo mayor, a saber imazetapir y probablemente imazapir, en suelos donde se cultiva arroz bajo inundación al menos en la zona templada, presentan un riesgo medio de acumularse en los primeros 20 cm de profundidad en el suelo, especialmente los que presentan contenidos de arena más altos y/o pH más ácidos.

Esto nos obliga a conseguir recursos nuevos para finalizar los análisis de residuos pendientes. A su vez, cuando contemos con esos datos, como tenemos series de varios años en suelos contrastantes y tenemos registros de la temperatura del suelo en el primer año después de la aspersión en varias de ellas, se podrá modelar distintos escenarios en el uso de la tecnología y ajustar un modelo para predecir qué nivel de residuos se alcanzará en un suelo determinado. En consecuencia, se podrá identificar áreas con más chances de expresar problemas permitiéndonos orientar su manejo para no generar problemas de interferencia con especies susceptibles o con el arroz sin resistencia.

El aprendizaje y difusión de la técnica de la actividad de la ALS *in vitro* permitirá prestar un servicio en tiempo real para orientar en el uso de los herbicidas en el cultivo de arroz y otros cultivos donde el uso de inhibidores de esta enzima es muy común. En la actualidad con el advenimiento de la telefonía móvil se podrá transmitir los datos rápidamente, incluso como imágenes que transmiten más información y son fácilmente decodificable por el usuario con un entrenamiento básico. Sin dudas que este apoyo será una herramienta útil en retrasar la aparición de la resistencia de las malezas a los herbicidas inhibidores de la ALS y guiará su manejo.

Tener una página web o un blog de los usuarios de la Tecnología Clearfield® ayudará a darle más visibilidad al manejo sustentable de la misma. Podrá ser utilizado por los agricultores y los técnicos donde esas herramientas están más difundidas. No obstante lo anterior, se tiene claro que los días de campo en las chacras de los productores líderes y en las escuelas de productores, mostrando los trabajos e intercambiando ideas va generando un capital intangible que facilitará la tarea de vigilancia posterior y que es inevitable transitarlo.

La información generada en el proyecto muestra claramente que la Tecnología Clearfield® usada con prudencia e inteligencia, disminuirá las infestaciones de arroz maleza (arroz rojo) a un nivel poblacional bajo. Para lograr esto, habrá

que implementar una vigilancia entre los actores por muchos años hasta que se vayan declarando las chacras particulares libres del arroz maleza (arroz rojo) hasta ir ampliando el área con esas características.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para este proyecto la metodología usada trabajo bien. El uso del correo electrónico y el teléfono suplieron las necesidades de comunicación entre los integrantes del consorcio. Además, aparte de la reunión inicial del proyecto existieron actividades en el marco de la Asociación Latinoamericana de Malezas y del Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado que facilitaron tener instancias extras para conversar y aclarar procedimientos, requisitos y metas que había que cumplir.

Actualmente, el uso de la video conferencia facilita conversar entre varios sitios al mismo tiempo (siempre que los equipos sean compatibles) sin gastar en viajes, hoteles y usando más eficientemente el tiempo técnico de los integrantes del consorcio. De cualquier manera, hay que tener instancias de reunión presencial del consorcio para conocerse y fortalecer el relacionamiento lo que facilitará resolver los problemas cotidianos que se presentan y homologar los criterios y procedimientos.

Por otro lado, siempre que se pueda es bueno tener instituciones de investigación, universidades locales y otros actores de la investigación además del CIAT para crear una masa crítica de calidad a la hora de diseñar los experimentos y establecer la congruencia entre éstos y las metas propuestas que son el corazón de un proyecto. El seguimiento del proyecto es una herramienta muy poderosa, porque permite valorar los resultados logrados y verificar que el rumbo que se sigue está alineado con las metas propuestas.

VII. MATERIALES PUBLICADOS

Para acceder a la información de este proyecto, a los Informes Seguimiento Técnico Anual (ISTA) y los diversos materiales publicados como Tesis de Maestría, Tesis de Grado, Informes al proyecto, Resúmenes ampliados, resúmenes, póster, presentaciones y artículos publicados en revistas arbitradas a la fecha entrar en la página web de Fontagro:

<http://www.fontagro.org/proyectos/impacto-ambiental-de-la-adopci%C3%B3n-del-arroz-resistente-las-imidazolinonas-en-sistemas-produ>

Este informe ha sido preparado por:

Apellidos: Saldain Crocche

Nombres: Néstor Elio

Cargo: Investigador Principal

Institución: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Fecha: 23 de noviembre de 2011

ANEXOS AL INFORME FINAL

Curso Modo de Acción de Herbicidas



Los días 19 y 20 de junio de 2007 se llevó a cabo en INIA Treinta y Tres el Curso Modo de Acción de herbicidas. El mismo contó con presentaciones a cargo del Ing. Agr. PhD. Albert J. Fischer, Profesor Asociado, Departamento de Ciencias de las Plantas, Universidad de California, EEUU y del Dr. Luis A. Ávila de la Universidad Federal de Santa Maria (UFMS).

Los temas tratados fueron los siguientes:

19 de junio 2007

- **Absorción foliar de los herbicidas**
- **Absorción radicular**
- **Translocación**
- **Metabolismo de los herbicidas en la planta y selectividad**
- **Características de los herbicidas más usados en Uruguay**

20 de junio 2007

- **Repaso de los puntos más críticos y dudas de la audiencia**
- **Características de los herbicidas y factores que afectan la biodisponibilidad en el suelo**
- **Dinámica de las imidazolinonas en el ambiente**
- **Repaso sobre herbicidas en el suelo y dudas de la audiencia**
- **¿Cómo se genera la resistencia en las malezas?**
- **Mecanismos de Resistencia**
- **Manejo de la resistencia y medidas de mitigación**

En el marco de este curso también se realizó una teleconferencia que repasó los aspectos más destacados del Seminario de Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio y del curso de referencia.

Asistieron 145 personas de los cuales la mayoría eran técnicos.

La actividad estuvo organizada por INIA y contó con el apoyo de Facultad de Agronomía, SUL y la Universidad de California - Davis.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS

BERKELEY • DAVIS • IRVINE • LOS ANGELES • MERCED • RIVERSIDE • SAN DIEGO • SAN FRANCISCO



SANTA BARBARA • SANTA CRUZ

DEPARTMENT OF PLANT SCIENCES
WEED SCIENCE PROGRAM
MAIL STOP 4
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
ONE SHIELDS AVE
DAVIS, CALIFORNIA 95616-8780
TELEPHONE: 530-752-7386
FAX: 530-752-4604
ajfischer@ucdavis.edu

COLLEGE OF AGRICULTURAL AND
ENVIRONMENTAL SCIENCES
AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
COOPERATIVE EXTENSION

Octubre 05, 2008

Ciudadano

Profa. Aida Ortiz

Proyecto FONTAGRO FTG 0608

Maracay. Aragua

Me dirijo a usted en la oportunidad de comunicarle que el Profesor Castor Luis Zambrano Navea, realizó un programa de capacitación en el tópico de resistencia de malezas a herbicidas bajo la tutoría del Dr. Albert Fischer en la Universidad de California, Davis, USA, actividad contemplada en el proyecto FTG 0608 "Impacto de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes en América Latina"

Sin otro particular a que hacer referencia, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

Albert Fischer

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "A. Fischer".

Associate Professor

EL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT

Certifica que

El doctor **Fernando Pérez de Vida**, estuvo vinculado a este centro en calidad de Investigador Visitante, desde el pasado 1 al 11 de Julio, 2008, llevando a cabo una capacitación especializada en el área de **Impacto Ambiental del Uso de la Tecnología Clearfield, Estudio de Flujo de Genes Usando Marcadores SNPs y SSR en Arroz y Uso de otros Marcadores Moleculares en Investigación Agrícola**, bajo la coordinación científica del Dr. Joe Tohme y Gerardo Gallego y con una intensidad de 8 horas diarias.

Se adjunta el programa de capacitación respectivo.

Dado en Palmira, Valle del Cauca, el día 22 de Julio de 2008.



Alfredo Caldas
Coordinador,
Capacitación Científica

EL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT

Certifica que

El Licenciado **Juan Rosas**, estuvo vinculado a este centro en calidad de Investigador Visitante, desde el pasado 1 al 11 de Julio, 2008, llevando a cabo una capacitación especializada en el área de **Impacto Ambiental del Uso de la Tecnología Clearfield, Estudio de Flujo de Genes Usando Marcadores SNPs y SSR en Arroz y Uso de otros Marcadores Moleculares en Investigación Agrícola**, bajo la coordinación científica del Dr. Joe Tohme y Gerardo Gallego y con una intensidad de 8 horas diarias.

Se adjunta el programa de capacitación respectivo.

Dado en Palmira, Valle del Cauca, el día 22 de Julio de 2008.



Alfredo Caldas
Coordinador,
Capacitación Científica

Curso sobre Resistencia de las Malezas a los Herbicidas



El pasado miércoles 16 de julio de 2008 se llevó a cabo un Curso sobre Resistencia de las Malezas a los Herbicidas, siendo el Dr. Albert Fischer de la Universidad de California, Davis, el responsable académico del mismo.

El programa desarrollado en la oportunidad fue el siguiente:

- Inscripción
- Bienvenida
- Introducción a la problemática de la resistencia
- ¿Cómo se origina la resistencia? ¿Quién tiene la culpa la maleza o el herbicida?
- ¿Qué mecanismos determinan la resistencia? ¿Qué tipos de resistencia existen?
- ¿Qué significa resistencia cruzada y resistencia múltiple? ¿Cómo nos paramos ante ella y la manejamos? ¿Podremos? ¡Si, podemos!
- ¿Cómo nos paramos ante ella y la manejamos?
- Casos emblemáticos que nos pueden ayudar a situarnos en la problemática y poner las barbas en remojo: Atrazina, 2,4D, Haloxifop, Metsulfurón, Glifosato

Participaron del mismo 85 técnicos.

Foto asistentes al curso



XII Congreso Sociedad Venezolana para el combate de malezas Programa General Diciembre 2008



XII CONGRESO
SOCIEDAD VENEZOLANA PARA
EL COMBATE DE MALEZAS

PROGRAMA GENERAL

HORARIO	LUNES 01	MARTES 02	MIÉRCOLES 03	JUEVES 04	VIERNES 05		
08:00am - 08:30am	Curso Pre-Congreso "Uso del paquete estadístico gratuito R en la Ciencia de las Malezas: Cómo utilizar gráficos de alta calidad y modelos de regresión lineal y no lineal" Lugar: Aula Virtual, Postgrado de Agronomía-UCV-FAGRO.	Curso Pre-Congreso "Uso del paquete estadístico gratuito R en la Ciencia de las Malezas: Cómo utilizar gráficos de alta calidad y modelos de regresión lineal y no lineal" Lugar: Aula Virtual, Postgrado de Agronomía-UCV-FAGRO.	Proceso de Inscripción del Congreso Lugar: Auditorio de Economía Agrícola, Fagro-UCV, Maracay	Conferencia ¿EXISTE RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A HERBICIDAS Y LA TOLERANCIA DE LAS MALEZAS AL ESTRÉS? Dr. Albert Fischer, University of California, USA	Conferencia MANEJO DE MALEZAS CON BASE AL USO DE PRODUCTOS NATURALES, Dr. Stephen O. Duke, USDA-ARS Natural Products Center.	Conferencia ARROZ SILVESTRE EN AMÉRICA LATINA, FLUJO DE GENES Y CULTIVO DE ARROZ CON RESISTENCIA A HERBICIDA Dra Zaida Lentini Universidad ICESI, Colombia	
08:30am - 09:00am				REFRIGERIO	Conferencia LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS EN MALEZAS ES SÓLO RECOMENDAR HERBICIDAS? CÓMO DIFUNDIR LAS INNOVACIONES A PRODUCTORES: LAS ECAS UNA ALTERNATIVA? Dra. Marjorie Cásares, UCV-FAGRO.	Conferencia ESTRUCTURA GENÉTICA DE LAS POBLACIONES DE ARROZ MALEZA/ROJO EN VENEZUELA Dra. Thaura Ghneim - Instituto de Investigaciones Científicas, Venezuela.	
09:00am - 09:30am				REFRIGERIO	Conferencia RESISTENCIA DE MALEZAS A HERBICIDAS EN LATINOAMÉRICA. Dr. Bernal Valverde, The Royal Veterinary & Agricultural University.	Conferencia PROLIFERACIÓN DE LA MALEZA ACUÁTICA LEMNA OSCURA EN EL LAGO DE MCBO, Dr. Federico Troncione Instituto para el Control y Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo	Conferencia USO DE MARCADORES MOLECULARES PARA LA DETECCIÓN DE ARROZ MALEZA EN LOTES DE SEMILLAS Dra. Catalina Ramis UCV-FAGRO
09:30am - 10:00am				REFRIGERIO	Conferencia TOXICOLOGÍA DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS Dra. Daniela Pasqualatto Servicio de Información de Medicamentos y Tóxicos (SIMET). UCV. Caracas.	REFRIGERIO	REFRIGERIO
10:00am - 10:30am				REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO
10:30am - 11:00am				REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO
11:00am - 11:30am				REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO
11:30am - 12:00am	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO			
12:00m - 02.30pm	L	I B R E		L I B R E			
02:30pm - 03:00pm	Curso Pre-Congreso "Uso del paquete estadístico gratuito R en la Ciencia de las Malezas: Cómo utilizar gráficos de alta calidad y modelos de regresión lineal y no lineal" Lugar: Aula Virtual, Postgrado de Agronomía-UCV-FAGRO.	Acto de Instalación del Congreso	PRESENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	PRESENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	PRESENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN FORO "MALEZA Y SOCIEDAD"		
03:00pm - 03:30pm		Conferencia "FISIOLOGÍA DE LAS MALEZAS EN CONDICIONES DE SOMBRA BAJO UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR" Dra. Jocelyne Ascencio UCV-FAGRO					
03:30pm - 04:00pm		Conferencia USO Y APLICACIÓN DE FIRMAS HIPERESPECTRALES EN LA CIENCIA DE LAS MALEZAS Dr. José Vicente Lazo Ariza UCV-FAGRO				CLAUSURA DEL CONGRESO	
04:00pm - 04:30pm		Acto Cultural				ASAMBLEA DE SOVECOM	
04:30pm - 05:00am							
05:00pm - 05:30pm							
05:30pm - 06:00pm							
06:00pm - 06:30pm							
06:30pm - 10:00pm							



XII CONGRESO DE SOCIEDAD VENEZOLANA PARA EL COMBATE DE MALEZAS

2 al 5 de Diciembre de 2008 - UCV - Maracay



Curso Precongreso del Grupo de Trabajo en Educación y Adiestramiento
de la *European Weed Research Society*

Uso del paquete estadístico gratuito *R* en la Ciencia de las Malezas: Cómo utilizar gráficos de alta calidad y modelos de regresión lineal y no lineal

Dr. Jens C. Streibig

Professor, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Life Science University of Copenhagen
(Denmark)

Dr. José Vicente Lazo (UCV/FAGRO)

Dr. Albert Fischer (University of California, Davis, USA)

Dr. Bernal Valverde (The Royal Veterinary & Agricultural University, Copenhagen, Denmark)

Horario: Lunes 1/12/08 de 8:00-16:00 y martes 2/12/08 de 8:00-12:00

Lugar: Aula Siglo XXI del Postgrado de la Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
Maracay. Aragua. Venezuela

Dirigido a: Investigadores y Docentes

Costo del curso: BsF. 900 (\$ 400). Participantes máximos: 20 personas.

Enviar resumen curricular para postularse al curso.

Requerimientos: Conocimientos básicos de estadística y regresión. Computadora Portátil con Windows Xp
y conexión inalámbrica.

R es un Lenguaje y Ambiente Estadístico de Computación de formato libre para la realización de Gráficos y Análisis Estadísticos. **R** provee una amplia variedad de técnicas estadísticas y de graficación. Una de las fortalezas de **R** es su facilidad para producir gráficos de excelente calidad para publicaciones y presentaciones. **R** está disponible como Software Libre bajo los términos y condiciones de la *Free Software Foundations GNU General Public License*. El Programa corre en

una amplia variedad de plataformas UNIX y sistemas similares (incluyendo FreeBSD y Linux) así como en los sistemas operativos Windows y MAC.

Se recomienda a las personas que van a tomar el curso, traer sus propios datos a fin de obtener el máximo beneficio del mismo

Programa

Hora	Tipo de enseñanza	Tema	Contenido
1 ^{ero} de diciembre de 2008			
8:00	Interactivo	Bienvenida	Bienvenida. Presentación del instructor y de los participantes. Explicación del taller. Por qué escoger R?
9:00	Charla	Aspectos biológicos	Gráficos para representar los datos, modelos lineales y no lineales. Cómo comprender la jerga estadística
10	Práctico	Instalación de R	Instalación de R en las computadoras portátiles de los participantes
11:30	Interactivo	Primeros pasos en R Datos propios	Ingreso de datos y obtención de ayuda. Estructuras básicas y funciones del lenguaje R, gráficos, paquetes adicionales. Su primer análisis.
12:30		Almuerzo	
14:00	Charla /Interactivo	Modelos Datos propios	Modelos lineales Análisis de varianza Análisis de regresión Modelos no lineales
15:00-16:00	Charla /Interactivo	Aspectos de modelado	Supuestos del modelo, diagnóstico, tratamiento de violaciones al modelo. Empleo de datos propios.
2 de diciembre de 2008			

8:00	Charla /Interactivo	Modelos no lineales	Modelo de respuesta a dosis crecientes y de competencia
9:00	Práctico /Interactivo	Estudio de casos Datos propios	Ajuste de modelos a varias series de datos y visualización de resultados
10:00	Práctico	Análisis de datos propios	Participantes emplean sus propios datos y realizan un análisis completo. Los análisis dependerán de los problemas e intereses de los participantes
11:50		Conclusión	Evaluación del curso

Se recomienda a los participantes que traigan sus propios datos organizados de modo que haya **una columna por variable y una fila por observación**.

El curso, particularmente la parte que se refiere a regresión no-lineal, incluyendo curvas de dosis-respuesta, se ha venido dictando desde el año 2005, cuando se ofreció en el Congreso Anual de SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental), en Europa (Lille, Francia, La Haya en Holanda; Porto en Portugal y Varsovia en Polonia). En el año 2006 se dictó en Montreal, en el Congreso de SETAC en Norteamérica y en los Congresos de la EWRS: (European Weed Research Society) realizados en Bari, Italia y en Hørm, Noruega y en los Congresos de la WSSA (Weed Science Society of America) celebrados en Nueva York y en San Antonio. Más recientemente se dictó este mismo año 2008 en el Congreso de la IWSS (International Weed Science Society) realizado en Vancouver, Canadá. Además de los eventos mencionados anteriormente, también se ha dictado el curso en Rehovot, Israel y un curso especial que fue dictado en Samsun, Turquía.

Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes en América Latina (Proyecto FTG-RG 0608)



Durante el martes 26 y miércoles 27 de abril de 2011, se realizó el Taller de Cierre del proyecto FTG-RG 0608 financiado por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) en la sede del INIA Treinta y Tres (Estación Experimental del Este).

INIA es el ejecutor principal del proyecto siendo la Universidad Central de Venezuela con sede en Maracay y el Centro Internacional de Agricultura Tropical con sede en Cali, Colombia, coejecutores del mismo. Participan como instituciones asociadas, la Universidad Federal de Santa María, la Universidad Federal de Río Grande y el Polo Tecnológico de la Facultad de Química de la UDELAR. Además, se contó con el asesoramiento de la Universidad de California en Davis y del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

De esta actividad participaron 90 técnicos. Se realizaron varias presentaciones por expertos y se discutieron los resultados obtenidos en el proyecto de acuerdo a los detalles del programa que se detalla.



Taller de Cierre



“Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina”

Proyecto FTG-RG 0608

Treinta y Tres, 26 y 27 de abril de 2011

PROGRAMA

Martes 26 de abril

- 8:00-8:15 Acreditaciones
- 8:15-8:25 Bienvenida del Dr. Walter Ayala
Director de INIA Treinta y Tres (EEE)
- 8:25-8:35 Palabras del Ing. Agr. MSc. Pedro Blanco
Director Programa Arroz INIA
- 8:35-8:45 Ing. Agr. MSc. Néstor Saldain
Coordinador Proyecto FTG-RG 0608, Programa Arroz INIA T. y Tres

Sección I

- Moderador Ing. Agr. MSc. Gonzalo Zorrilla
Director Ejecutivo Fondo Latinoamericano de Arroz Irrigado (FLAR)
- 8:45 a 9:15 Clearfield rice status in the southern USA: acreage, management, and new challenges
Dr. David Gealy, Dale Bumpers National Rice Research Center (DBNRR), ARS-USDA, Suttgart, Arkansas
- 9:15 a 9:45 Situación del arroz Clearfield en Brasil
Dr. Valmir Gaedke Menezes, Instituto Riograndense do Arroz (IRGA)
- 9:45 a 10:15 Situación del arroz Clearfield en Argentina
Ing. Agr. MSc. Gustavo Arguissain, INTA Concepción del Uruguay, E. Ríos
Ing. Agr. MSc. Alejandro Kraemer, INTA Corrientes
- 10:15 a 10:45 Descanso
- 10:45 a 11:15 Situación del arroz Clearfield en Colombia
Ing. Agr. Nelson Amezcua, Fedearroz, Cali, Colombia
- 11:15 a 11:45 Producción de arroz en Venezuela
Ing. Agr. Luis López, Consultor

- 11:45 a 12:15 Situación del arroz Clearfield en Uruguay
Ing. Agr. MSc. Pedro Blanco, Director Programa Arroz INIA
- 12:15 a 12:45 Mesa Redonda
- 12:45 a 14:00 Almuerzo en la Sede INIA Treinta y Tres, gentileza de Solaris-BASF

Sección II

- Moderador Ing. Agr. MSc. Pedro Blanco, Director Programa Arroz INIA
- 14:00 a 14:30 Estudios sobre flujos de genes en California
Dr. Albert Fischer, University of California, Davis, CA
- 14:30 a 15:00 Gene flux in the southern USA: quantification, magnitude, and expected phenotypes
Dr. David Gealy, DBHRR, ARS-USDA, Stuttgart, AR
- 15:00 a 15:30 Descanso
- 15:30 a 16:00 Estudios del flujo de genes en Río Grande do Sul, Brasil
Dr. Aldo Merotto, Universidad Federal de Río Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS
- 16:00 a 16:30 Estudio de flujo de genes en Venezuela
Dra. Aída Ortiz, Universidad Central de Venezuela (UCV), Maracay
Dra. Thaura Ghneim, Univerdidad Icesi, Cali, Colombia
- 16:30 a 17:00 Flujo e introgresión de genes en arroz rojo de cultivos Clearfield en Uruguay: estudio de casos
Dr. Fernando Pérez de Vida, Lic. Juan Rosas
Programa Arroz INIA Treinta y Tres
- 17:00 a 18:00 Mesa redonda
- 20:00 a 24:00 Cena en el Parador del Río Olimar

Miércoles 27 de Abril

Sección III

- Moderadora Dra. Claudia Marchesi, Programa Arroz INIA Tacuarembó
- 8:30 a 10:00 ¿Cómo se origina y cómo manejar la resistencia de las malezas a los herbicidas?
Dr. Albert Fischer, University of California Davis, CA
- 10:00 a 10:30 Descanso
- 10:30 a 11:00 Resistencia de malezas al Only (imazetapir+imazapic) en Río Grande do Sul, Brasil
Dr. Aldo Merotto, UFRGS, Porto Alegre, RS
- 11:00 a 11:30 Resistencia de malezas al Only en Venezuela
Dra. Aída Ortiz, UCV, Maracay

11:30 a 12:00 Resistencia de las malezas al Kifix (imazapir + imazapic) en el Este de Uruguay
Ing Agr. MSc. Néstor Saldain, Programa Arroz INIA Treinta y Tres

12:00 a 12:30 Mesa Redonda

12:30 a 14:00 Almuerzo en la Sede de INIA Treinta y Tres

Sección IV

Moderador: Dr. Álvaro Roel, Programa Arroz INIA Treinta y Tres

14:00 a 14:30 Disipación del Only en el agua, suelo y efecto en los cultivos subsiguientes en Río Grande do Sul (Brasil)
Dr. Luis Ávila, Universidad Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS

14:30 a 15:00 Disipación del Only en agua y suelo en Calabozo, Venezuela
Dra. Aída Ortiz, UCV, Maracay
Dra. Thuara Ghneim, Univ. Icesi, Cali, Colombia

15:00 a 15:30 Disipación del Kifix en agua, suelo, y cultivos subsiguientes en la región Este de Uruguay
Ing. Agr. MSc. Néstor Saldain, Programa Arroz INIA Treinta y Tres
Eleuterio Umpiérrez y Virginia Villagrán, Polo Tecnológico Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay

15:30 a 16:00 Mesa redonda

Moderador Ing. Agr. MSc. Nestor Saldain

16:00 a 16:30 Mesa redonda final y recomendaciones generales

16:30 a 17:00 Cierre del Taller
Dr. Alfredo Picerno, Director Nacional INIA
Ing. Agr., MSc. Pedro Blanco, Director Programa Arroz INIA
Dr. Walter Ayala, Director Regional INIA Treinta y Tres

17:00 a 17:30 Descanso y despedida

Solamente para los ejecutores y asociados al Proyecto FTG-RG 0608

17:30 a 18:00 Estado de la rendición de cuentas
Cra. Victoria Genta, Unidad de Finanzas INIA



Taller de Cierre

**“Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en
Sistemas productivos contrastantes de América Latina”**

Proyecto FTG-RC 0608

26 y 27 de abril de 2011, Treinta y Tres.

