

## “MÁS ARROZ CON MENOS EMISIONES Y MENOR CONSUMO DE AGUA”

**F**ONTAGRO es un mecanismo único de cooperación entre países de América Latina y el Caribe y España,, que como estrategia para mejorar la seguridad alimentaria, con criterios de equidad y sostenibilidad, contribuyendo a la reducción de la pobreza, ha priorizado la investigación y la innovación a través del apoyo a proyectos e iniciativas, dentro de los cuales se encuentra el proyecto denominado “Más arroz con menos emisiones y menor consumo de agua”, liderado por la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), de Colombia y con la participación de Universidad Agraria La Molina, de Perú y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile.

Este proyecto busca la inclusión de manejos más eficientes del uso de agua en los sistemas de producción de arroz de riego en América Latina, representando un importante cambio de paradigma para los productores y una respuesta necesaria a la disminución y/o variación en la disponibilidad de los recursos hídricos.

Pretende, además, validar localmente los beneficios del manejo del agua que incluyen períodos alternados de inundación y secano durante las fases de crecimiento no crítico del arroz (denominado internacionalmente como AWD por sus siglas en inglés “Alternate Wetting and Drying”), en las fincas familiares. Una vez evaluados a

fondo y optimizados a través de ensayos de campo en múltiples sitios, se prevé que AWD pueda ser incluido como parte de los programas nacionales dirigidos a aumentar la competitividad en los agricultores de arroz. Así mismo, las autoridades nacionales podrán usar los productos de este proyecto para tener valores de referencia en la disminución de Gases Efecto Invernadero – GEI, provenientes de los cultivos de arroz.

Para lograr los objetivos de este proyecto también participan como asociados el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la Alianza Global de Investigación para los Gases de Efecto Invernadero de la Agricultura (GRA) y el Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR).

En su primer año se ha establecido sitios experimentales en cada uno de los países del consorcio, en zonas en las que convive la agricultura familiar arrocera. En Colombia, se establecieron lotes demostrativos en Centro de Investigación Las Lagunas de la Federación Nacional de Arroceros municipio de Saldaña, en el departamento del Tolima. En Chile, se estableció un sitio de estudio en Parral, región del Maule y en Perú en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

## ✓ CE Las Lagunas – Colombia



La implementación de la primera etapa está enfocada en los resultados de la investigación que se está haciendo en los países del consorcio. Para el segundo y tercer año se tiene establecido un enfoque de vinculación buscando llevar las experiencias y resultados a los agricultores más pequeños, los cuales deben ejecutarlo incluyendo los parámetros del programa de Adopción Masiva de Tecnología, AMTEC, el cual vincula sobre la investigación a través de transferencia de tecnología.

### QUE SE BUSCA:

Las innovadoras prácticas de manejo del agua que incluyen períodos alternados de inundación y secado durante las fases de crecimiento no crítico del arroz, aumentan la eficiencia en el uso del agua y a la vez reducen las emisiones de Gases Efecto Invernadero. Esta práctica de riego inteligente de alternancia de mojado y secado permite una mayor resiliencia de los productores familiares a las variaciones climáticas y aunque ha sido ampliamente evaluada en Asia aún no hay investigaciones robustas en buena parte de América Latina.



## CE Las Lagunas - Colombia

Es por ello que este proyecto busca generar información confiable del cultivo del arroz con el método AWD en las explotaciones familiares de Colombia, Chile y Perú. El conocimiento generado informará a los productores de arroz, a los técnicos asesores de campo, a los distritos de riego, a los encargados de la formulación de políticas y la comunidad científica acerca de los beneficios de la AWD para los pequeños y medianos productores de arroz.

### LO QUE SE ESPERA:

- Aumentar la eficiencia del uso de agua en al menos de 20-30% (y por lo tanto la resiliencia de los pequeños propietarios frente a la escasez de agua), teniendo en cuenta también que bajo las condiciones del trópico, en condiciones de largos periodos de sol es necesario complementar el

AWD con la utilización de enmiendas y prácticas de almacenamiento y retención de humedad del suelo, de tal manera que AWD se pueda implementar a largo plazo dentro del desarrollo del cultivo.

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%.

- Estabilizar los ingresos de los productores al reducir los riesgos de crisis hídricas en el cultivo e incluso aumentarlos hasta en un 10% en los casos en que él es el responsable del costo del riego (disminución en los costos de irrigación y menos tierras debido a la falta de agua).

Los resultados generados a partir de este proyecto permitirán desarrollar programas de extensión dirigidos a los productores familiares de arroz.

En el caso de Colombia AWD irá integrado al programa de Adopción

Masiva de Tecnología, AMTEC, con el cual se logra reducción en costos de producción en un 30% y disminución en 5000 m<sup>3</sup> de agua en el riego. Las reducciones en el uso del agua pueden aumentar los ingresos de los agricultores a través de la disminución de los costos de riego (donde los agricultores usan la energía para bombear el agua de riego).

### IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIARIOS FINALES

Nuevos conocimientos sobre la productividad del arroz, los costos de producción, los impactos ambientales y el ahorro de agua bajo manejos de riego intermitentes moderados y severos en comparación con la inundación continua, permitirán la formulación de estrategias dirigidas a apoyar la adaptación al cambio climático y mejorar el bienestar de

los productores familiares de arroz en los países objetivo: Colombia (~16,000), Perú (~120,000) y Chile (~1,120). Las publicaciones científicas y los informes de política generados durante este proyecto informarán a las regulaciones locales y la política dirigida a apoyar la adaptación de los productores de arroz a condiciones climáticas más variables.

## ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

Las evaluaciones de campo en la finca se realizarán en Saldaña (Colombia), Ferreñafe (Perú), Parral (Chile), todos ellos sitios caracterizados por la agricultura familiar de comunidades de arroz irrigado. Específicamente, en cada uno de los sitios de estudio se llevará a cabo un experimento con diseño de bloques al azar (cuatro parcelas de repetición por tratamiento) para evaluar el desempeño agronómico, económico y ambiental de dos tratamientos AWD y un tratamiento de riego convencional (inundación continua-CF) durante dos temporadas de cultivo de arroz. El tratamiento AWD leve se caracterizará por permitir que la profundidad del agua disminuya a 15 cm por debajo de la superficie del suelo antes de volver a aplicar el agua de riego.

Por otro lado, el AWD severo implicará permitir que la profundidad del agua disminuya a 30 cm debajo de la superficie del suelo antes de retomar la inundación. En el tratamiento CF la inundación se realizará en los momentos tradicionales en cada sitio y la misma será mantenida hasta el fin del ciclo.

Las prácticas agronómicas en el tratamiento de CF serán similares a las de los tratamientos de AWD. En todos los tratamientos, los campos se mantendrán inundados desde la floración a la etapa de la masa. Los socios nacionales colaborarán con los agricultores para evaluar el desempeño del sistema mediante la calificación del rendimiento de grano, los costos de producción, CH<sub>4</sub> y las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).



Fotos CE Las Lagunas - Colombia

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de los diferentes tratamientos se medirán mediante técnicas de cámara estática y se cuantificarán mediante cromatografía de gases. La cantidad de agua aplicada en cada parcela será monitoreada usando un medidor de agua (hidrómetro).

Se instalarán tubos de agua (de PVC) y tensiómetros para monitorear de forma correspondiente la dinámica de la profundidad del agua y el potencial de agua matricial. Los niveles de estrés hídrico en las plantas se determinarán utilizando porómetros.

La validación se hará a escala de campo en al menos dos agricultores innovadores de cada país. Estos campos permitirán confirmar la validez de las nuevas propuestas de manejo del riego y proveerán una excelente plataforma para la extensión y comunicación a otros agricultores. Las áreas de validación no se extenderán más del 10% de la superficie total del agricultor, para mantener bajo el riesgo de algún inconveniente productivo.

Durante las evaluaciones a escala de campo el foco estará en demostrar que no hay penalización de rendimiento con AWD, sin necesidad de hacer mediciones de gases.



Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú

Los resultados obtenidos en este estudio se utilizarán para validar un modelo biogeoquímico, DNDC, que posteriormente podría utilizarse para estimar las emisiones de GEI bajo otras condiciones climáticas y del suelo. Además, los datos generados informarán a los responsables de las políticas sobre el potencial de mitigación del cambio climático de los sistemas arroceros y cómo estos sistemas podrían apoyar a los países regionales para alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones en el marco del Acuerdo Climático de París de 2015.

El proyecto está organizado en cuatro paquetes de trabajo (WP) con selección de campo y evaluaciones biofísicas en WP1, evaluaciones socioeconómicas en WP2, análisis de escenarios y síntesis en WP3 y gestión de proyectos y comunicación en WP4.

### **WP1: Evaluaciones biofísicas**

El proyecto generará datos sobre los impactos de AWD en los indicadores clave de sostenibilidad en los tres sitios de destino en los tres países: consumo de agua en cada uno de los tratamientos, emisiones de GEI y rendimiento del cultivo. Los datos generados serán fundamentales para informar las prácticas de los agricultores, las regulaciones locales y las políticas nacionales dirigidas a aumentar la competitividad de las granjas familiares de arroz y reducir simultáneamente su huella de carbono. Las conclusiones de cada sitio darán como resultado una publicación revisada por pares y otro material de comunicación dirigido a los productores de arroz, a los encargados de formular políticas y otras partes interesadas.

### **WP2: Evaluaciones socioeconómicas**

Los costos asociados a cada sistema de riego serán registrados y utilizados para evaluar las implicaciones económicas (costos de producción, ingresos, seguridad alimentaria, etc.), asignación de recursos, riesgo asociado a cada sistema, percepciones de los agricultores y cambios en los ingresos netos vinculados a cada sistema. Para una evaluación más sólida de los sistemas de riego, los resultados de las evaluaciones socioeconómicas propuestas se incluirán en las publicaciones revisadas por pares y otros materiales de comunicación propuestos en WP1.

### **WP3: Análisis y síntesis de escenarios**

Los resultados de las evaluaciones biofísicas y socioeconómicas se utilizarán para validar un modelo biogeoquímico y económico optimizado. Los resultados de estas validaciones se incluirán en una publicación conjunta sintetizando la rentabilidad de los diferentes sistemas de riego bajo diferentes condiciones de suelo y clima.

### **WP4: Gestión de proyectos y comunicación**

El equipo de coordinación multi-institucional del proyecto garantizará que las actividades del proyecto se ejecuten de manera oportuna. Las normas y los resultados de los proyectos se presentarán y discutirán en las reuniones anuales del equipo del proyecto. Anticipamos tener al menos una reunión de proyecto por año para discutir los resultados y planes. Todos los datos del proyecto se almacenarán en una base de datos ACCESS donde es accesible para su uso por todos los miembros del proyecto.



Región del Maule - Chile

Los días de campo, abiertos a agricultores y asesores se llevarán a cabo cada año en al menos una finca por país, durante la temporada de cultivo. Además, los resultados se comunicarán a los agricultores y al público en general a través de revistas, blogs y medios de comunicación. Se desarrollará y mantendrá un sitio web del proyecto.

### POSIBLES RIESGOS

Eventos imprevistos tales como plagas e incidentes de enfermedades, falta de agua en la implementación de sistema, pueden afectar el éxito de la experimentación y las percepciones de los agricultores sobre los sistemas de riego. Para mitigar el impacto de plagas y enfermedades, se tomarán medidas preventivas y correctivas, tales como el uso de semillas certificadas y tener los agroquímicos adecuados para plagas y enfermedades comunes.

Otro riesgo que debe tenerse en cuenta, es la sequía severa en algunos de los sitios del proyecto que puede comprometer la disponibilidad de agua en algunas fincas escogidas para el experimento. Esta ocurrencia es de una probabilidad baja y será tenido en cuenta al momento de identificar los sitios para los experimentos.

### OPINION DE EXPERTOS PARTICIPANTES

Algunos de los participantes del proyecto entregaron a la Revista ARROZ sus opiniones sobre este proyecto que ya se encuentra en ejecución.

**NGONIDZASHE CHIRINDA, investigador de agroecología del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.**

“Estos tipos de proyectos son muy importantes porque ahora tenemos dos desafíos, hay incremento de la población humana y se necesita más comida y también hay otro gran desafío los gases de efecto invernadero en el aire y esto afecta la temperatura del planeta. Con este proyecto ayudaremos a resolver estos tipo de cosas, el metano que es un gas de efecto invernadero, el óxido nitroso y de cosecha y ahora el agua”.

**SANDRA PATRICIA LOAIZA hace parte del grupo agro-sistemas y paisajes sostenibles del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.**

“Este proyecto es importante para el CIAT porque estamos buscando solucionar los problemas que tiene el cultivo de arroz que es la parte del consumo del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero. Para nosotros es significativo determinar cuál es el impacto ambiental de esos sistemas para dar respuestas a esas inquietudes que hay sobre el impacto ambiental. Estamos dando soporte científico, porque tenemos experiencia en cuantificaciones de gases de efecto invernadero”.

**ELIZABETH CONSUELO HEROS AGUILAR, investigadora del cultivo del arroz de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Perú.**

Trabajan en transferencia de tecnología que busca mejorar la eficiencia del uso de los insumos de recursos como agua, nitrógeno y mejoramiento genético buscando desarrollar líneas que tengan una tolerancia al estrés hídrico.

“Este proyecto es de suma importancia frente al cambio climático, conocemos que el arroz consume alto volúmenes de agua y ese manejo inundado favorece las emisiones de gases de efecto invernadero unido al alto uso de nitrógeno.



Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú

Favorece las emisiones tanto de metano como de óxido nitroso, sin embargo, hay que considerar que cuando el arroz es inundado el que se favorece es el metano, y cuando vamos a dar esos ahorros de agua también vamos a favorecer el óxido nitroso, la importancia de este proyecto es que va a generar información a nivel de Sudamérica y sobre todo de países que aún no tienen una información robusta de esto, y que permitirá la concientización. Esta información va a permitir a los dadores de políticas públicas establecer medidas que permitan mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz y hacer que el agricultor sea más eficiente en el uso del recurso hídrico, del insumo nitrógeno y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero”.

**ALFREDO BEYER, docente del área de extensión agraria de la Universidad Agraria de la Molina – Perú.**

“Como sabemos la extensión es transversal, trabajo con distintos investigadores, profesores y hemos laborado varias veces en este tipo de investigaciones, esto no es nuevo, esto se viene estudiando, lo hemos hecho en Chiclayo en el norte del Perú, acerca del uso del nitrógeno, como ahorrar nitrógeno y dar un mejor manejo del agua etc. Lo importante desde el punto de vista de la extensión agraria y de las comunicaciones, es que el agricultor se convenza, no solamente hacer este tipo de ensayos que son muy importantes, sino que es necesario replicarlos en parcelas demostrativas con ellos para que se convenzan que efectivamente pueden ahorrar nitrógeno, ahorrar costos y así el medio ambiente se ve menos afectado, se contaminan menos acuíferos al igual con el manejo del agua.

“Aquí en Colombia y al norte del Perú los agricultores se están dando cuenta que el agua es un recurso escaso; por los turnos de riego y las disminuciones de los caudales, se está dando cuenta que tiene que mejorar en este aspecto, analizar su campo, ver cómo reacciona la planta, indicadores en las hojas, cuanto puede aguantar la planta etc., y de esta manera, él puede ir regulando el manejo de agua. Perú está entre los cinco países más susceptibles al cambio climático, y cuidar el uso, el manejo del agua, aumentar su eficiencia es de suma importancia”.

**SARA HUBE S. Investigadora en el área de medio ambiente del Instituto de Investigaciones Agropecuaria- INIA Remehue.**

“En INIA Remehue, estamos trabajando con la Dra. Marta Alfaro y el equipo de Medio Ambiente, en generar alternativas de mitigación y adaptación al cambio climático, objetivo que se vincula con este Proyecto Fontagro. Hoy cobra aún mayor importancia trabajar en arroz, ya que, Chile ha tomado compromisos internacionales de reducción de emisiones al 2030, para lo cual debemos aportar en obtener factores de emisión locales y precisos para todos los cultivos, tanto para las prácticas convencionales, como para distintas opciones de mitigación que se estén evaluando y reportar esta información en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).

Aunque, la superficie de arroz sembrada en Chile no es tan importante, respecto a otros países de Latino América, este cultivo es de gran importancia para los agricultores que lo producen, la actividad económica de la región, y la producción nacional.

Nuestra participación tiene relación con el análisis de las muestras de GEI y de cuantificación de las emisiones totales y factores de emisión de acuerdo a los efectos de los tratamientos que se están aplicando.

Paralelamente, los colegas de INIA Quilamapu están estudiando el uso eficiente del agua en arroz, para lo cual, están evaluando la metodología de AWD, que podría ayudar a los agricultores a contar con más estrategias en el uso de este escaso recurso, intentando mantener o aumentar los rendimientos que ellos obtienen de forma más tradicional”.

**GABRIEL DONOSO, Dr., Investigador del Laboratorio de Biotecnología en el Instituto de Investigaciones Agropecuaria- INIA Quilamapu.**

“En INIA Quilamapu, es de suma importancia participar en este proyecto, debido a la urgencia que tiene la búsqueda de soluciones que permitan un mejor cuidado de nuestro planeta. Desde el 2013, comenzamos con los primeros estudios en GEI en arroz con los colegas de INIA Remehue, hasta lograr establecer los protocolos de medición de estos gases. Con esta iniciativa obtendremos información acerca de la emisión de gases de efecto invernadero en dos sistemas de siembra utilizados en Chile: arroz pregerminado y siembra directa. Nosotros desarrollamos los ensayos agronómicos de campo en la zona centro sur del país, donde se cultiva el arroz. Las condiciones climáticas, el uso de agua, el desarrollo de la planta y la emisión de GEI, son monitoreados periódicamente. El muestreo de los GEI se realiza, dependiendo del estado del cultivo y del manejo cultural y agronómico que se le da al cultivo. Estos experimentos de AWD nos permitirá conocer el efecto del menor uso de agua en la emisión de gases de efecto invernadero, a través de este cultivo. Si bien Chile es un país privilegiado en la disponibilidad de agua, al ser más eficientes en su uso, podríamos incrementar la superficie sembrada y probablemente emitir menos gases de efecto invernadero, lo cual tendría un gran impacto para el país y también serviría de precedente para otros países que están intentando seguir este camino”. Este trabajo es dirigido por

Viviana Becerra y participan los investigadores Hamil Uribe y Jorge González.

**EDUARDO GRATEROL Director Ejecutivo del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego - FLAR.**

“El FLAR es una organización que reúne entidades vinculadas a la investigación, a la transferencia de tecnología en arroz en 17 países de América Latina, en este proyecto que se llama “más arroz con menos emisiones y menor consumo de agua” logramos una alianza con el CIAT, con Fedearroz, con el INIA de Chile y con la Universidad Agraria de la Molina de Perú, para demostrar que es posible producir más arroz, es decir un arroz mucho más rendidor en el campo con una menor utilización de agua y algo no menos importante con una menor emisión de gases efecto invernadero. Como es bien sabido, el consumo de agua es uno de los aspectos más críticos en la producción de arroz bajo riego y existen conocimientos e investigaciones tecnológicas que indican que si es posible producir más arroz con un menor consumo de agua, sin embargo eso también puede tener un impacto en otros componentes que nosotros queremos evaluar y validar, y por supuesto hacer los ajustes que sean necesarios para llevar a los agricultores que es el segundo gran objetivo de este proyecto que es transferir estos conocimientos y estas prácticas a los agricultores”.

**LA IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA**

**IVÁN CAMILO ÁVILA Asistente de la Subgerencia Técnica de la Federación Nacional de Arroceros, Fedearroz.**

En el Centro Experimental Las Lagunas en el municipio de Saldaña en el departamento del Tolima, estamos implementando el proyecto de investigación, este experimento tiene tres componentes principales, un de investigación y otro de transferencia de tecnología y estudio socioeconómico. Se buscará a través de metodología de uso eficiente como es la tecnología AWD, hacer un mejor uso y gestión del recurso hídrico y en las emisiones de los gases





## **NELSON AMÉZQUITA, ingeniero agrónomo de la Federación Nacional de Arroceros – Fedearroz.**

La idea entonces es a través de este experimento trabajar tres niveles diferentes de manejo de agua medir hasta qué punto podemos llegar a ahorrar el recurso hídrico y producir mayor o igual cantidad de arroz con menores emisiones de gases de efecto de invernadero.

### **Estos tres niveles de manejo de agua son:**

1. Sembrar con un nivel de agua de 10 cms por debajo de la superficie del suelo, la humedad permitirá medir entonces, en ese caso, que ocurre con los gases de efecto invernadero.
2. Sembrar con un nivel de agua de 5 cms de profundidad de agua en el suelo, es decir cuando implementamos el riego esperamos que esa agua disminuya en el suelo hasta 5 cms.
3. Siembra hasta los 10 cms y luego un testigo que está permanentemente inundado como es la condición tradicional de producción de arroz en esta zonas.

efecto invernadero, principalmente metano en sistema de riego en los tres países. También se evaluará el impacto de la tecnología AWD en los agricultores tanto en Colombia, Chile y Perú, además de su componente socioeconómico y se evaluará el impacto en los costos de producción.

Los casos experimentales que venimos trabajando se están haciendo en condiciones semi controladas, estamos evaluando un solo material y tres condiciones diferentes de nivel de agua en el suelo.

La idea es comparar esos tratamientos a través de diferentes mediciones con sensores electrónicos que están conectados a unos datalogger que nos permiten ver esa cantidad de agua en el suelo en un momento específico.

Vamos a usar tuberías que nos permiten ver que tan profundo o que tan arriba esta la humedad en el suelo. También se han instalado unos anillos dentro del cultivo y unas cámaras de las cuales se toma la muestra de gases en un momento dado del cultivo y así hacer un monitoreo más preciso. Las muestras se llevan al laboratorio para poder cuantificar que es lo que está ocurriendo en el cultivo en términos de emisión de gases.

En Colombia el cultivo demostrativo se está manejando través del uso de la variedad Fedearroz 67 con una densidad de siembra de acuerdo a las recomendaciones técnicas, y con fertilizaciones que se hacen también de acuerdo a la fenología del cultivo. De esta manera podemos hacer seguimiento de todos los procesos que ocurren en el cultivo”.