

# INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE MEDIANTE ROTACIONES ARROZ - SOJA - PASTURAS/ GANADERÍA REGADAS POR ASPERSIÓN EN LOMADAS DEL ESTE DE URUGUAY - RESULTADOS ZAFRA 2019-2020

G. Zorrilla<sup>1</sup>, J. Jorge<sup>2</sup>, A. Roel<sup>3</sup>, J. Barbat Parfitt<sup>4</sup>, M. Gigena<sup>5</sup>, F. Gigena<sup>5</sup>

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se enmarca en una Alianza para la Innovación con financiación de la ANII y es liderado por GND-BR SRL, empresa uruguaya dedicada al desarrollo de proyectos de riego. La alianza incluye al INIA y la empresa ARAMIS SRL y cuenta con el apoyo técnico-científico de EMBRAPA de Brasil. La iniciativa contó con el patrocinio de la Asociación Cultivadores de Arroz, la Gremial de Molinos Arroceros y de la empresa de bioinsumos Lage y Cía. El objetivo general del proyecto es validar a escala comercial un sistema arroz-soja-pasturas/ganadería bajo riego por aspersión, que asegure altos rendimientos, inocuidad de los productos y baja huella ambiental. En este artículo se resumen los resultados del primer año de los cultivos de verano regados por aspersión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del proyecto se realizó un convenio con el establecimiento El Arroyito, de Ramiro y Martín Gigena, ubicado en la 3ª sección de Treinta y Tres, sobre Ruta 18, km 340. En dicho predio, en un área de lomadas con pendientes moderadas, se instaló un pivot de 21,5 ha de las cuales se utilizaron 18,5 ha (no se utilizó el cañón del extremo del equipo). Se sembró una mitad del círculo con arroz y la otra con soja. El campo venía de muchos años de una rotación soja-praderas y en la zafra 2018/2019 tuvo soja y se sembró raigrás con avión previo a la cosecha.

Los suelos son típicos de la Unidad Vergara, con pendientes suaves y zonas planas en las partes altas, con predominio de argisoles y planosoles. El suelo tuvo un pH de 4,8, contenido de P de 5,5 ppm y 0,10 meq/100 gr de K intercambiable. Se aplicaron 2370 kg/ha de piedra caliza agrícola (Caleras CYCUSA - CaCo3 85-99% y MgCO3 1-10%, poder neutralización 85, PRNT 81%) para corregir acidez. Se aplicó glifosato el 28 de setiembre, previo a la siembra del arroz y hubo otra aplicación el 24 de octubre, sólo en el área destinada a la soja.

Manejo del arroz: El área de arroz se repartió en dos cultivares: INIA Olimar e INIA Merín. La siembra se realizó el 11/10/19 con 125 kg/ha de semilla tratada con thiametoxan y tebuconazole y también con dietholate (RiceProtex) para permitir mayores dosis de clomazone. La semilla se inoculó inmediatamente antes de la siembra con Azospirillum (Graminosoil). La fertilización basal fue N21-P90-K35 y se agregaron 75 kg K<sub>2</sub>O/ha al macollaje. Se aplicó glifosato+clomazone previo a la emergencia y una mezcla de propanil+clomazone+fluroxipir en post emergencia. Se aplicaron 190 kg/ha de urea blanca al macollaje el 9/11/19, 50 kg/ha el 20/11/19, 55 kg/ha el 4/12/19 y una dosis final de 60 kg/ha el 26/12/19 cuando INIA Olimar llegó a primordio. El plan era una aplicación por tierra en macollaje y luego aplicaciones semanales de urea con el fertirriego, pero el equipo no estuvo disponible a tiempo. En total el cultivo recibió una fertilización N179-

<sup>1</sup> Ing. Agr. M.Sc, Coordinador Técnico del Proyecto, consultor independiente

<sup>2</sup> Ing., Director GND-BR

<sup>3</sup> Ing. Agr. PhD, Investigador Principal INIA Treinta y Tres

<sup>4</sup> Ing. Agr. Dr. Investigador Principal, EMBRAPA Clima Templado, Brasil

<sup>5</sup> Ings. Agrs., Principales del establecimiento El Arroyito

P90-K110. Se aplicó fungicida preventivamente sólo en INIA Olimar en embarrigado. El exceso de lluvias de octubre dificultó la instalación del cultivo, cuya población final fue de 100 plantas/m<sup>2</sup> y en el caso de Merín con bastante desuniformidad. El control de malezas fue eficiente y sin mayores problemas. No se observó en ningún momento manchas de *Pyricularia* ni afección relevante de tallos en ninguna de las variedades. No hubo problema de insectos. Luego de la cosecha se enviaron muestras de ambos lotes al LATU para análisis de metales pesados.

Manejo de la soja: La soja se sembró el 21/11/19 con la variedad de ciclo corto DM 50i17 a 80 kg/ha. Se fertilizó con una dosis de nutrientes de N0-P80-K120 al voleo y se aplicó glifosato+fluroxipir pre-emergente al otro día. El 28 de diciembre se aplicó el glifosato post emergente. El 24/1/20 se aplicó una mezcla de fungicida, insecticida, fertilizante foliar y fosfitos, el 24/2/20 fungicida+insecticida y el 24/3/20 un último insecticida. La siembra se atrasó más de 20 días de los inicialmente planificado por las lluvias de la primavera. La población fue buena y el crecimiento inicial también. Hacia fines de diciembre se comenzaron a ver problemas de enfermedades del tallo y plantas muertas. Se redujo la frecuencia de riegos mientras se mantuvieron síntomas. A inicio de enero comenzó la floración con una altura de 40 cm y un desarrollo pobre. Sin embargo, a partir de mediados de enero su desarrollo fue satisfactorio y se transformó en un buen cultivo. Hubo problemas con aplicación final contra chinche, que provocó daños impor-

tantes en la calidad del grano y seguramente el rendimiento final.

Manejo del riego por aspersión: El equipo de riego entrega 10 mm diarios. Para el arroz la pauta técnica fue regar siempre que la tensión de agua superara los 10 kPa en tensiómetros instalados a 15 cm de profundidad. Las medidas realizadas confirmaron que en ausencia de lluvias y con días de calor, es necesario el riego diario del arroz bajo pivot. A pesar de que la zafra fue extremadamente seca a partir de diciembre, con altas temperaturas y muy alta radiación, no se observó en ningún momento síntomas de déficit hídrico severo en el arroz. Se comenzó a regar el 11/11/19, un mes después de la siembra y se dejó de regar dos días antes de la cosecha de cada variedad. INIA Merín requirió 10 días más de riego que INIA Olimar. Para la soja la recomendación fue regar siempre que la tensión de agua superara los 50 kPa. Se comenzó a regar el 25/11/19, cuatro días después de la siembra y el último riego fue el 12/3/20 cuando el cultivo ya estaba empezando a voltear la hoja.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Arroz: Los rendimientos de INIA Olimar apenas cumplieron con las expectativas de mínima del proyecto (7500 kg/ha), pero los de INIA Merín los superaron ampliamente (Cuadro 1). Por otra parte, se despejaron las dudas sobre la calidad del grano con este sistema. El mantenimiento del riego hasta dos días antes de la cosecha parece haber cumplido su cometido.

**Cuadro 1.** Resultados de cosecha del arroz regado por aspersión – Zafra 2019-2020

	INIA OLIMAR	INIA MERÍN
Fecha cosecha	16/03/2020	02/04/2020
Área cosechada (ha)	3,77	3,68
<b>Rendimiento seco y limpio (kg/ha)</b>	<b>7392</b>	<b>8977</b>
% Blanco Total	70,3	72,0
% Entero	62,0	62,6
% Mancha	0,4	0,3
% Yeso	2,5	2,0
<b>% Bonificación total por calidad</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>
<b>Rendimiento sano, seco y limpio (kg/ha)</b>	<b>7551</b>	<b>9273</b>

Los análisis de metales pesados confirmaron que el contenido de arsénico fue insignificante. En ambas variedades no se detectó (ND) su presencia en el análisis de arsénico total. El arsénico inorgánico que es el que cuenta para los límites internacionales, estuvo por debajo del límite de cuantificación (LC) en ambas muestras. El cadmio, elemento que puede presentar concentraciones mayores en condiciones menos anaeróbicas, dio valores de 0,098 mg/kg en INIA Merín y de 0,11 mg/kg en INIA Olimar, por debajo de los límites conocidos. En la Unión Europea el límite es de 0,20 mg/kg y en Brasil es de 0,40 mg/kg. No se detectó mercurio en ninguna de las muestras.

**Soja:** El área de soja (8,7 ha) tuvo un rendimiento de 3.048 kg/ha y como se comentó anteriormente, tuvo problemas de calidad por daño de chinche. Este rendimiento estuvo por debajo de las metas esperadas del proyecto con un piso de 3.500 kg/ha. El pobre desarrollo inicial que en esta variedad de ciclo muy corto y el problema de plagas parecen haber sido los factores principales.

**Riego:** Para el período de riego del arroz, las lluvias aportaron 280 mm y fueron necesarios 84 y 94 días de riego para INIA Olimar y INIA Merín, con un consumo de agua de 824

y 924 mm respectivamente. Estos consumos superaron las estimaciones previas en base a datos del Brasil, que indicaban entre 600 y 700 mm en un año normal. Para la soja la lluvia aportó 245 mm durante el período de riego y se necesitaron 20 días de riego con un consumo extra de agua de 192 mm.

## ANÁLISIS ECONÓMICO

Fue necesario modelar un sistema productivo “viable” para realizar cálculos económicos, ya que un pivot tan pequeño aumenta mucho los costos de la inversión por ha. Se definió un sistema de 2 pivotes fijos de 70 ha cada uno, uno de los cuales riega arroz y el otro soja y se van cambiando en los años. Para la fase ganadera ambos pivotes estarían en pasturas. El detalle de este análisis sería motivo de otro artículo, por lo cual se presentan sólo los datos principales. Los costos fijos del sistema de riego incluyen depreciación de los equipos, interés del capital y seguros y suman USD 126/ha/año para las 140 ha que implicarían los dos pivotes del modelo. Estos costos no se integran al costo de los cultivos, ya que deben ser contrastados con los resultados totales del sistema arroz-soja-ganadería. Para los costos variables de riego se consideraron el mantenimiento de los equipos, la mano de obra, costo de energía

con tarifa de mediano consumidor y canon por el uso del agua. Eso significó un costo total de riego de 247 USD/ha para INIA Olimar, 268 USD/ha para INIA Merín y 94 USD/ha para la soja. Utilizando los costos reales de los insumos utilizados en los cultivos y considerando valor de maquinaria contratada para las labores y los supuestos de riego anteriores, se calcularon los costos e ingresos. El costo del arroz incluye, renta de la tierra, flete a secador y secado y el de la soja incluye renta y flete a Montevideo.

Costos del cultivo de arroz = INIA Olimar: 1224 USD/ha; INIA Merín –1250 USD/ha

Ingresos del arroz (10,3 USD/bolsa) = INIA Olimar: 1555 USD/ha; INIA Merín: 1910 USD/ha

Margen bruto del arroz = INIA Olimar: 332 USD/ha; INIA Merín: 660 USD/ha

Costos cultivo de soja: 897 USD/ha; Ingresos (314 USD/t): 960 USD/ha; Margen: 63 USD/ha

## CONCLUSIONES

El arroz regado por aspersión demostró su viabilidad en materia de potencial productivo y calidad del producto. Además, el análisis de costos indica una reducción significativa

respecto al arroz inundado, pero es necesario hacer una comparación más rigurosa para confirmarlo.

El consumo de agua fue mayor a lo esperado, en directa relación con el clima que tuvo la zafra. Aun así, está por debajo del consumo del arroz por inundación, cuyos valores promedio están en 1200 mm (12000 m<sup>3</sup>/ha).

No hubo dificultades para el control de malezas, ni para las enfermedades y plagas.

El buen rendimiento de INIA Merín confirma la información de Brasil, de que se deben usar variedades de ciclo largo en este sistema de riego.

Hay posibilidades de mayor reducción de costos con el uso del ferti-riego para aplicaciones de urea, herbicidas y fungicidas.

Se confirmó que los metales pesados y especialmente el arsénico no se acumulan en el grano de arroz en cantidades significativas, bajo este sistema de cultivo.

La soja no cumplió con las expectativas de rendimiento. El atraso en la siembra, los problemas de enfermedades y un mal control de la chinche fueron los causales principales. Se procurará mejorar el manejo en la zafra que viene.