

MANEJO DEL CULTIVO

RIEGO

Andrés Lavecchia¹, Claudia Marchesi¹, Sebastián Casanova²

Ensayo de RIEGO

En esta zafra se continuaron con los trabajos en riego, de forma de realizar un uso eficiente del agua en el cultivo de arroz. En esta oportunidad se comparan dos sistemas de riego (intermitente vs continuo) y dos sistemas de taipas e intervalo vertical (IV), taipa de 14 cm de altura e IV de 8 cm, contra taipas de 6 cm de altura e IV de 4 cm). Este ensayo se realizó en el área de influencia de Tacuarembó en la Unidad Experimental y Demostrativa de Cinco Sauces, en los campos de la firma Amorin, el cual incluyó el estudio del cultivar INIA Olimar.

Materiales y métodos

Se sembró el cultivar INIA Olimar el 19 de octubre. Se realizó una siembra directa por arriba de las taipas, sobre suelo laboreado previamente. Se utilizó una sembradora de siembra directa de 13 surcos. La densidad de siembra fue de 175 kg / ha.

Análisis de suelo.

Cinco Sauces - Tacuarembó, - Unidad: Río Tacuarembó - Tipo de suelo: Planosol

	pH	C. Org. %	P (Bray I / Citrico) ppm.	K Meq / 100 gr.
Cinco Sauces	5,6	1,21	5,3 / 6,4	0,11

Realizado en el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela.

Los tratamientos de riego fueron: **Riego Continuo y Riego Intermitente.**

En el riego continuo se inundó el cultivo el 29 de noviembre y se mantuvo una lámina de agua de por lo menos 5 cm de forma permanente hasta 30 días antes de la cosecha, en un total de 79 días de riego.

El tratamiento de riego intermitente contó con dos sistematizaciones diferentes: a) **Riego Intermitente**, intervalo Vertical (I.V.) de 8 cm y altura de taipa 14 cm y b) **Múltiple Taipas**, con I.V. de 4 cm y altura de taipa de no más de 8 cm. Se comenzó el riego en la misma fecha y se realizaban baños cuando el suelo llegaba a una situación de barro líquido, para las dos situaciones de sistematización.

El **Cuadro 1** muestra las condiciones de precipitaciones a la que estuvo expuesto el ensayo, y las fechas de riego.

¹ Ings. Agrs. M.Sc – Programa Nacional Arroz

² Ing. Agr. M.Sc. Sebastián Casanova, colaboro con este ensayo desde enero a mayo de 2011.

Cuadro 1. Numero de riegos realizados, fecha y tratamiento que recibió el riego.

<i>Riegos</i>	<i>Fecha</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Observaciones</i>
1er riego	29 a 30 nov 1 a 2 dic 2 de dic	Continuo Intermitente Múltiples Taipas	
2do riego	3 a 7 de dic 7 de dic 8 de dic	Continuo Intermitente Múltiples Taipas	
3er riego	9 a 13 de dic 13 de dic 14 de dic	Continuo Intermitente Múltiples taipas	
4to riego	14 de dic 17 de dic 17 a 21 de dic	Continuo Intermitente Múltiples taipas	
5to riego	22 de dic 23 a 28 dic 29 de dic	Intermitente Continuo Múltiples Taipas	
6to riego	4 de ene 4 de ene 4 de ene	Intermitente Múltiples Taipas Continuo	
7mo riego	10 de ene 10 de ene 10 de ene	Múltiples Taipas Intermitente Continuo	
8vo riego	17 de ene 19 de ene 19 de ene	Continuo Múltiples Taipas Intermitente	
	21 de ene	Lluvia de 18 mm	
9no riego	24 de ene 24 de ene 27 al 28 de ene	Múltiples Taipas Intermitente Continuo	
10mo riego	31 de ene 31 de ene	Múltiples Taipas Intermitente	
	2 de feb	Lluvia de 60 mm	
11avo riego	4 de feb 4 de feb	Múltiples Taipas Intermitente	
	7 de feb	Lluvia de 86 mm	
12avo riego	14 de feb 14 de feb 15 a 16 de feb	Intermitente Múltiples Taipas Continuo	último riego Continuo 79 días
13avo riego	18 de feb 18 de feb	Múltiples Taipas Intermitente	
14avo riego	21 de feb 21 de feb	Múltiples Taipas Intermitente	
15avo riego	23 de feb 28 de feb	Intermitente Múltiples Taipas	último riego Inter 86 días
16avo riego	4 de mar	Múltiples Taipas	último riego M.T 95 días

Dosis y momento de aplicación de nitrógeno

Se fertilizó con 200 kg / ha de 12 – 15 – 15 a la base de forma de que todos los tratamientos tuvieran 24 unidades de Nitrógeno, 30 unidades de fósforo y 30 unidades de potasio a la siembra.

La parcela mayor era el riego y la parcela menor el tratamiento de nitrógeno.

En el tratamiento con Múltiple Taipas, se cosecho un área que incluía la taipa y el cuadro en iguales proporciones, de forma de que la influencia del rendimiento obtenido sobre el lomo de la taipa se reflejara en el total del rendimiento de la parcela, (a semejanza de lo que ocurre en el cultivo en que se tiene un área importante ocupada por el lomo de la taipa, la que tendrá su influencia en el volumen total de cosecha).

Luego se realizaron las coberturas de nitrógeno al Macollaje y Primordio indicados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Dosis de nitrógeno

Siembra	Macollaje	Macordio	Primordio	Total
24	0	0	0	24
24	23	0	23	70
24	46	0	0	70
24	0	46	0	70

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño bloques al azar, con 4 tratamientos de nitrógeno y 3 tratamientos de riego y cuatro repeticiones.

Resultados y discusión

Se realizaron análisis de varianza utilizando el paquete estadístico InfoStat.

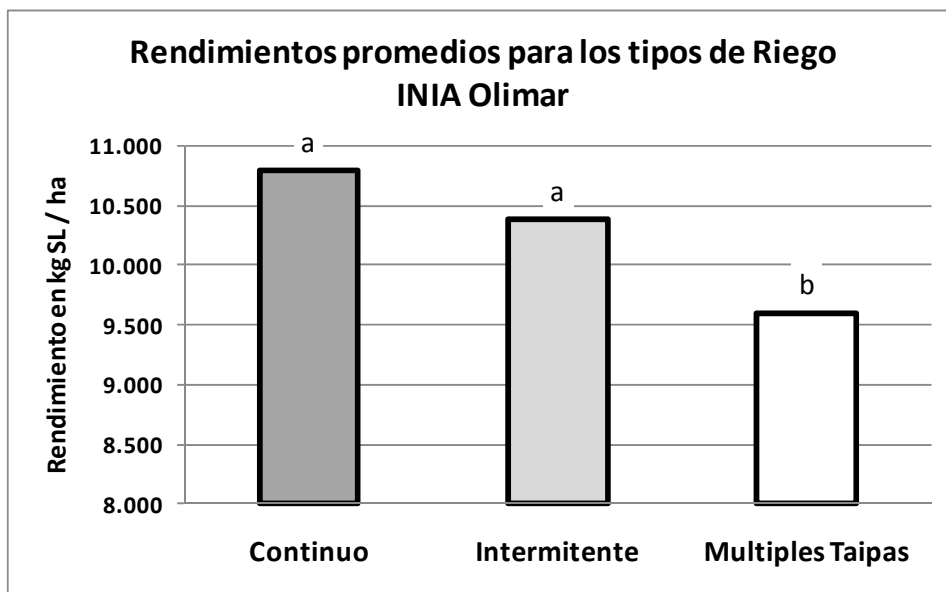
El Cuadro 3 presentan los resultados de los análisis estadístico para el estudio del rendimiento en granos Seco y Limpio del cultivar INIA Olimar .

Cuadro 3. Resultado del análisis de varianza para INIA Olimar . Coeficiente de Variación (C.V.), media del ensayo y grado de significación (Pr > F).

Analisis de Varianza	INIA Olimar
Fuente de variación	Pr > F
Tratamientos de Riego	0,0007
Tratamientos de Nitrógeno	0,05
Interacción Riego x Nitrogeno	NS
CV (%)	8,0
Media (kg SL / ha)	10.258

El Cuadro 3 muestra que con una media de 10.258 kg secos y limpios por hectárea, se encontraron diferencias significativas para rendimientos en granos entre los tratamientos de Riego a nivel Muy Significativo (Pr > F 0,007) y significativo para los tratamientos de Nitrógeno al 5 %. Para el resto de los factores estudiados no se encontraron diferencias significativas.

Se realizó el Test de separación de media de Fisher al 5%. La Grafica 1 muestra los promedios de rendimiento y la significación para los tratamientos de riego. Se observa que el riego Continuo supero significativamente al riego con Múltiples Taipas en 24 bolsas, y en 8 bolsas al riego Intermitente, siendo esta última diferencia no significativa. A su vez el riego Intermitente supero significativamente al riego con Múltiples Taipas en 16 bolsas.

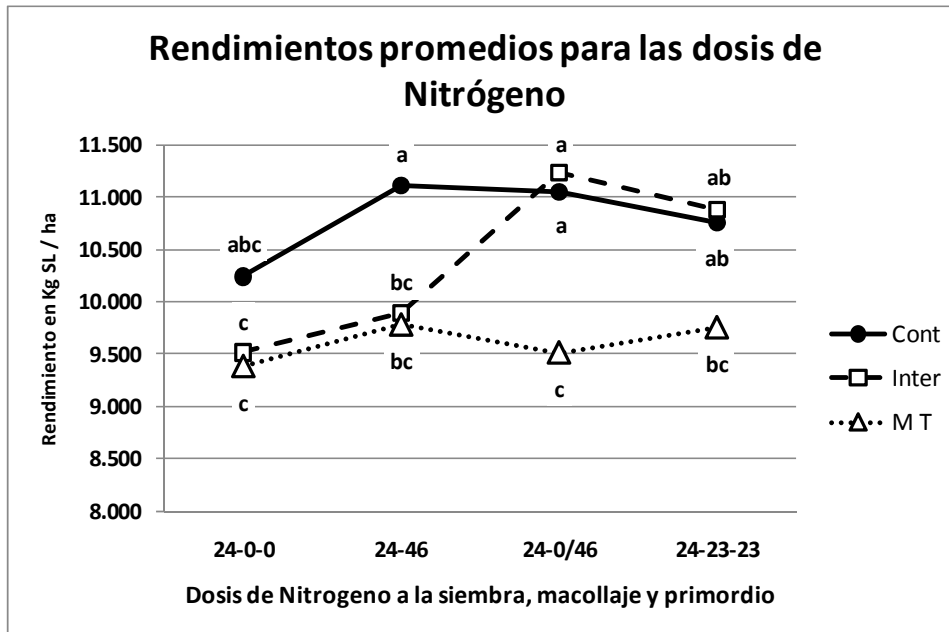


Grafica 1. Rendimiento promedio Seco y Limpio / ha para los tratamientos de Riego. En la gráfica, columnas con letras distintas difieren significativamente (Fisher al 5% , MDS =)

También se estudio el comportamiento del cultivar INIA Olimar frente al tratamiento de riego según las diferentes dosis de Nitrógeno aplicadas en macollaje y primordio. La **Grafica 2** muestra los promedios de rendimiento y la significación para los tratamientos de riego según dosis de nitrógeno, para el test de Fisher al 5%. Se observa que para el sistema de riego **Continuo**, hay una tendencia de aumento del rendimiento cuando vamos aumentando la dosis de nitrógeno, (fertilización solo a la siembra vs fertilizaciones en macollaje y primordio). Todos los puntos tienen una letra "a" por lo tanto no difieren significativamente entre ellos. Los resultados obtenidos por este sistema de riego continuo, nos muestran que el mismo ha permitido que se realice un uso eficiente del nitrógeno.

En el caso del tipo de riego **Intermitente con I.V. de 8 cm**, el tratamiento de nitrógeno que se diferencia significativamente es el 24-0/46-0, (o sea 24 unidades de N a la siembra, 46 uni. de N al macollaje tardío y sin aplicación de N al primordio) y el tratamiento 24-23-23, (con Nitrógeno en siembra-macollaje-primordio). Estos tratamientos no se diferenciaron significativamente de los tratamientos de riego continuo.

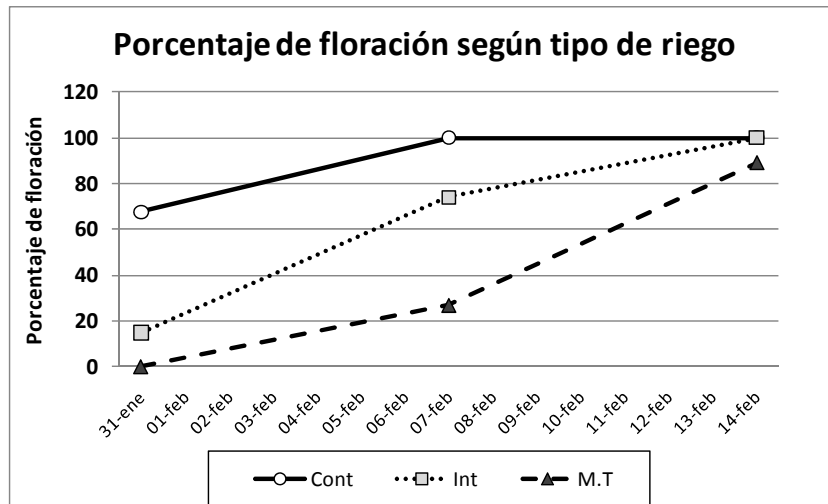
Para el sistema de riego Intermitente con Múltiple Taipas con I.V. de 4 cm, no se encontró respuesta a nitrógeno, lo que evidencia un uso ineficiente del mismo cuando lo comparamos con los otros tratamientos de riego.



Grafica 2. Rendimiento promedio Seco y Limpio / ha para los tratamientos de Nitrógeno. En la gráfica, los puntos con letras diferentes difieren significativamente (Fisher al 5%)

Largo del Ciclo según tipo de riego

La grafica 3 muestra el largo de ciclo según tipo de riego, se observa que el riego Continuo es mas precoz, llega al mismo porcentaje de floración 7 días antes que el riego Intermitente, y 12 días antes que el riego Intermitente Múltiple Taipas.



Grafica 3. Porcentaje de floración según tipo de riego. Datos obtenidos por el Ing. Agr. M.Sc. Sebastián Casanova

Este atraso en el ciclo del cultivo para los riegos Intermitente y Múltiple Taipas, no afecto el consumo total de agua de riego, ya que el ahorro en el consumo fue mayor que el gasto que se produjo en los 7 o 12 días mas de agua utilizada en los riegos Intermitente y Múltiple Taipas respectivamente. El atraso en el ciclo del cultivo por efecto del tipo de riego podría causar alguna merma en el rendimiento si dicho atraso hace que el período crítico se ubique sobre condiciones climáticas adversas.

Consumo de agua

En esta zafra se logro instalar un caudalimetro que nos permitió medir con exactitud el consumo de agua de los tres sistemas evaluados.

El cuadro 4 muestra los valores de consumo en metros cúbicos por ha.

Cuadro 4. Volúmenes de agua de riego aplicados por hectárea y volúmenes totales utilizados por el cultivo incorporando el agua de lluvia (153 mm en el periodo de cultivo)

	Agua de Riego	Precipitaciones mm
Sistema de riego	m3/ha	m3/ha
Continuo	12.243	13.773
Intermitente	9.983	11.513
Multiples Taipas	9.906	11.436

Estos volúmenes son los estrictamente utilizados por el cultivo ya que el caudalimetro está ubicado en la entrada del ensayo, queda todo el gasto de agua por traslado y pérdidas en los canales fuera de la estimación del consumo total presentado en el cuadro 4.

Cuadro 5. Consumo de agua, rendimiento en granos, eficiencia de consumo de agua y ahorro en el consumo de agua en porcentaje para cada tipo de riego.

Tipo de Riego	Agua de Riego		Eficiencia	Ahorro del consumo de agua en %
	m3/ha	Rendimiento kg/ha		
Continuo	12.243	10.790	0,88	0
Intermitente	9.983	10.380	1,04	18
Multiples Taipas	9.906	9.604	0,97	19

El cuadro 5, muestra que el mayor consumo de agua lo realizo el riego Continuo (12.243 m3/ha), con una eficiencia de conversión de 0,88 kg de arroz por m3 de agua. Los riegos Intermitente y Multiple Taipas tuvieron el menor consumo de agua, con 9.983 y 9.906 y uno eficiencia de conversión de 1,04 y 0,97 kg de arroz / m3 de agua respectivamente. El ahorro en el consumo de agua fue del 18 y 19 % menos en los tipos de riego Intermitente y Multiple Taipas respectivamente.

El cuadro 6 muestra un análisis económico parcial según tipo de riego.

Cuadro 6. Consumo de agua y rendimiento en granos, costo del agua en U\$ /m3, costo del agua según tipo de riego, producción bruta en U\$/ha, margen descontando el costo del riego y merma del rendimiento por tipo de riego en bolsas.

Tipo de Riego	Agua de		Costo del agua U\$/m3 (*)	Costo del agua según riego	Producción Bruta en U\$/ha	Margen descontando en costo del Riego	Merma del Rendimiento por tipo de riego en bolsas
	Riego m3/ha	Rendimiento kg/ha					
Continuo	12.243	10.790		297	2590	2293	
Intermitente	9.983	10.380		242	2491	2249	4
Múltiples Taipas	9.906	9.604	0,024	240	2305	2065	15

(*) Costo de la renta por agua de 20 bolsas, a 12 U\$/bolsa, se estimo el costo en base al sistema con el menor consumo de agua

Para calcular el costo del agua se valorizo el menor volumen de agua utilizado para regar una hectárea, que fue el que utilizo el riego con **Múltiple Taipas**, ese volumen de agua (9.906 m3) costo 20 bolsas por 12 U\$. El mayor costo fue el del riego **Continuo**. Para obtener la producción bruta se multiplica el rendimiento en granos por 0,024 U\$. Luego se calcula el margen resultante de restar a la producción bruta el costo del riego. Vemos que el **mayor margen** se obtiene con el riego **Continuo**, ya que el mayor rendimiento en granos neutraliza el aumento de costo del riego. El riego **Intermitente** da un margen 4 bolsas menor y el riego con **Múltiple Taipas** 15 bolsas menor que el riego continuo.

Consideraciones

Tanto los datos de rendimiento en granos para los tipos de riego **Continuo** e **Intermitente** como los consumos de agua, que se obtuvieron en este ensayo corroboran los datos obtenidos en los trabajos anteriormente realizados .

El tipo de riego con **Múltiple Taipas**, mostro una disminución del rendimiento mayor que el riego **Intermitente**, lo que incidió en la merma de la productividad económica final.

Se debe continuar con este tipo de ensayo, midiendo el rendimiento en granos tanto en el lomo como en el desgote de la taipa, que seguramente sean la causante de la merma del rendimiento en el tratamiento con **Múltiple Taipas**.