

## ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

### ASPECTOS DE LA ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ EN URUGUAY: V. AJUSTES EN EL POTENCIAL BIOLÓGICO EN LA REGIÓN ESTE

F. Pérez de Vida<sup>1</sup>

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento potencial, adaptación, radiación PAR.

#### 1. INTRODUCCIÓN

El rendimiento comercial en el cultivo de arroz en Uruguay se ha incrementado a una tasa de 1.88% anual en los primeros 15 años del período 1994-2014 (Pérez de Vida 2010); alcanzándose en las últimas zafras un plateau de rendimientos en el orden de las 8 t/ha (2008-2014). Esta evolución pone en cuestión la posibilidad de continuar el crecimiento de la productividad e impulsa a estudiar los factores ambientales que actuarían limitando el rendimiento. Analizando los recursos climáticos disponibles se concluye que la radiación incidente promedio en la estación de cultivo es inferior a otras regiones arroceras de "clima templado" (por ej. California, Australia) que presentan altos potenciales productivos (15 t/ha) (Mitchell, Sheeshy, Woodward, 1998) y se calcula para nuestras condiciones un rendimiento potencial de 11-12 t/ha (Pérez de Vida, 2011). Mediante el ajuste de la oferta ambiental y requerimientos del cultivo se estima la posibilidad de cosechar hasta un 10% más de radiación disponible. Esto sería posible ubicando los máximos requerimientos del cultivo (+/- 20 días entorno a antesis) adelantando la floración a inicios del mes de enero, en lo posible (Pérez de Vida 2013). En el presente trabajo se cuantifica el impacto en la productividad de los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar mediante la "cosecha" de radiación en diferentes fechas de siembra y acorde al ajuste de sus fenologías (por acumulación térmica) en función de datos climáticos históricos (serie 1972-2014) y de la zafra 2013/14 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL).

#### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este análisis se utiliza la metodología presentada por Pérez de Vida (2011) (Mitchell, Sheeshy, Woodward, 1998) ajustada a la fenología esperada para los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar (R. Méndez, 2014). Para cada estadio fenológico, **vegetativo temprano** (emergencia-inicio de macollaje), **vegetativo** (macollaje a primordio), **reproductivo** (primordio a floración), y **llenado de granos** se estimó la radiación disponible y utilizable asumiendo distintos coeficientes de intercepción de acuerdo al desarrollo esperable de la canopia (0,1; 0,5; 1 y 0,75; respectivamente). En función de la información disponible (4 estadios fenológicos) el método es simplificado y se considera al factor de conversión de la radiación como estable (=1) en todo el ciclo de cultivo y con valores de 2.5 y 2.35 g/MJ materia seca para El Paso 144 e INIA Olimar, respectivamente. Se simula el rendimiento en 5 fechas de emergencia del cultivo 1/10, 10/10, 20/10, 30/10 y 10/11. La integración de la radiación disponible en la estación de cultivo se relaciona a la productividad de acuerdo a la fórmula de Mitchell, Sheeshy, Woodward (1998). Se utilizó la información obtenida en la casilla meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna (33°16'S 54°10'O), de INIA Treinta y Tres, de la cual se dispone una serie histórica desde el año 1972 hasta la actualidad. El registro de radiación se obtiene mediante un actinógrafo y se expresó en MJ/m<sup>2</sup>/d. La estimación de rendimientos se realizó con datos a) promedio de la serie, b) de la zafra 2013/14 y c) "2013/14 corregida o año ideal" utilizando durante el período 20/1 a 20/2 registros del año 2011 de alta radiación. Se utilizaron valores de índice de cosecha de 0,52 (El Paso 144) y 0,55 (INIA Olimar) (Porto y Castro 1994, Baez y Toledo, 1998, Hernández *et al.* 2011).

#### 3. RESULTADOS

La radiación disponible para el desarrollo del cultivo en la zafra 2013/14 fue inferior a la media histórica solo en el período 15/1 a 15/2; esta menor radiación coincide con un período de altos requerimientos (llenado de granos) lo cual podría comprometer el objetivo de alcanzar alta productividad. Sin embargo, se registraron altos niveles de radiación (Figura 1) y temperaturas (datos no mostrados) en prefloración. Los rendimientos estimados en función de la energía disponible para la zafra 2013/14 y datos históricos, en diferentes fechas de emergencia a partir de 1/10 se presentan en figura 2. Según los rendimientos estimados en base a registros históricos de radiación para la región Este (UEPL), la productividad de INIA Olimar superaría la de El Paso 144 (Figura 2a, 2b). Los supuestos utilizados otorgan ventaja a INIA

<sup>1</sup> Ph.D. INIA. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

Olimar dada su mayor eficiencia en la conversión de la biomasa generada en granos (Índice de Cosecha), asumiéndose que el stand de plantas y por ende el desarrollo de la canopia es el óptimo en ambos cultivares. Estos supuestos pueden no cumplirse estrictamente en condiciones de campo en que El Paso 144 logra un desarrollo foliar óptimo bajo diversas condiciones de manejo de suelo y métodos de siembra, las cuales podrían ser subóptimas para INIA Olimar. Estos resultados estimados contradicen la baja adopción de este cultivar en el Este del país.

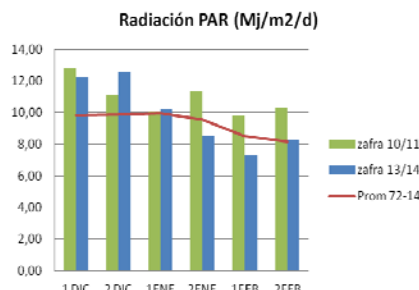


Figura 1. Radiación PAR en Unidad Experimental Paso de la Laguna en zafras 2010/11, 2013/14 y promedio de la serie 1972-2014, para los meses de diciembre, enero y febrero.

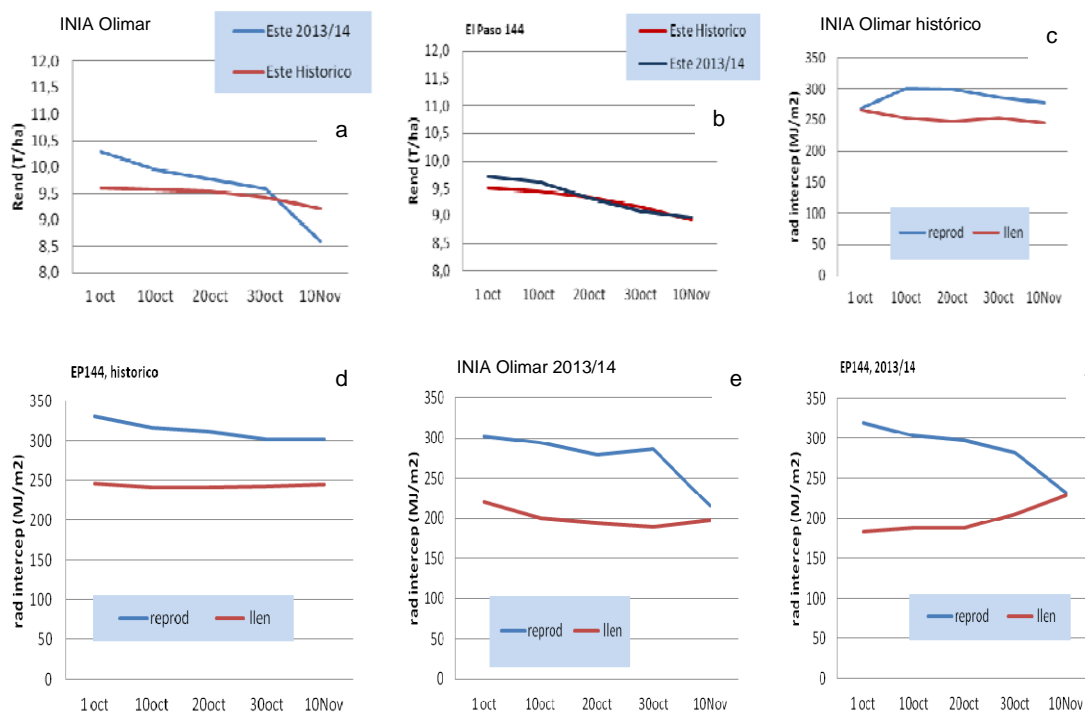


Figura 2. Rendimientos potenciales estimados para diferentes fechas de emergencia en base a registros históricos de radiación en UEPL (serie 1972-2014) ("Este histórico") y zafra 2013/14, ajustados a datos fenológicos de cultivares INIA Olimar y El Paso 144.

En términos históricos ambos cultivares harían una mayor intercepción de radiación durante el período reproductivo (Primordio-50%Flor., 30 días aprox.) y el atraso en la fecha de emergencia conduce a una disminución en la misma. Esta reducción es de mayor magnitud en El Paso 144 (Figura 2d) y se refleja en la caída más pronunciada del rendimiento esperado (Fig 2b). La radiación incidente durante llenado de granos se comportaría con mayor estabilidad para las diferentes fechas de siembra en ambos cultivares (Fig. 2c y 2d); el 50% de floración ocurriría desde el 15/01 hasta el 6/02 en INIA Olimar y 26/01 a 17/02 en El Paso 144. Sin embargo, en INIA Olimar la alta productividad en siembras tempranas tendría origen en la mayor captación de radiación durante llenado de granos (50% de floración ocurriendo a mediados de enero) (Fig. 2c); para El Paso 144 los mayores rendimientos en siembras tempranas se asocian a la mayor captación de radiación solar durante el período reproductivo (desde primordio [26/12] a 50% Floración [26/01]) (Fig 2d).

En la zafra 2013/14 y en siembras tempranas, la productividad en INIA Olimar resultaría superior a la media histórica, decayendo hacia el final del periodo de siembra de modo más acentuado que la tendencia histórica. En El Paso 144, en cambio, los rendimientos estimados para la zafra pasada son muy similares a los previstos en términos históricos. En general, las condiciones de alta temperatura en la zafra 2013/14 permitieron alcanzar los requerimientos térmicos en menor tiempo (acortamiento del ciclo de aprox. 9-10 días a 50% de Floración, R Méndez 2014). INIA Olimar debido a su ciclo menor hace un uso más eficiente de la alta radiación incidente en diciembre-inicios de enero de esta zafra; este cv. ubica en dicho lapso de tiempo, períodos relevantes en la construcción del rendimiento (prefloración). En el Paso 144, el acortamiento del ciclo no fue capitalizado de igual manera debido a su mayor requerimiento térmico en todos los estadios.

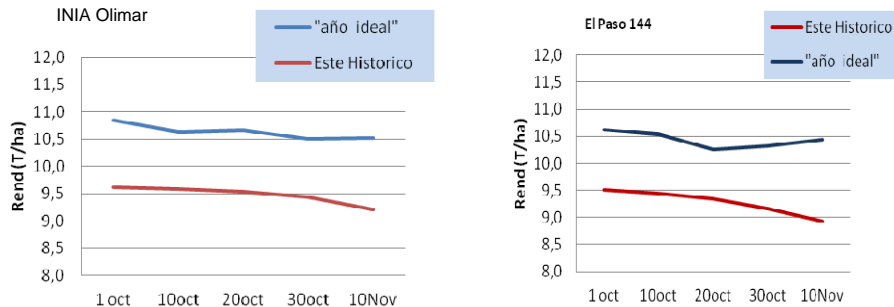


Figura 3. Rendimientos potenciales estimados para diferentes fechas de emergencia en base a registros históricos de radiación en UEPL (serie 1972-2014) (Este histórico) y para un año de alta radiación basado en datos de zafra 2013/14 y datos de zafra 2010/11 en el periodo 20/1 al 20/2 ("año ideal"), ajustados a datos fenológicos de cultivares INIA Olimar y El Paso 144.

La simulación de una zafra de alta radiación (datos de la zafra 2010/11 sustituyen registros de la zafra 2013/14 en el periodo 15/1 al 15/2) ("año ideal", Fig. 3) resultan en rendimientos aprox. 10% superiores a los estimados para el "potencial histórico" y 2013/14.

#### 4. CONCLUSIONES

La baja radiación disponible al final del cultivo en 2013/14 -afectando el llenado de granos- no se tradujo en una pérdida de potencial de rendimiento en cultivos de siembras tempranas, respecto a los rendimientos esperables con valores históricos de radiación. Las excelentes condiciones en etapas previas (prefloración) oficiaron de buffer -por ej a través de la acumulación de reservas (carbohidratos no estructurales)- que se traslocaron para el llenado de granos. Sin embargo, para maximizar la productividad se hubiese requerido el mantenimiento de una alta oferta de radiación durante el llenado de granos. El potencial estimado bajo esta metodología para estos cultivares es de aprox. 9.5 a 10.5 t/ha INIA Olimar presentaría ventajas en rendimiento respecto a El Paso 144, lo que es acorde a resultados experimentales registrados extensivamente en UEPL.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

**MÉNDEZ R.** 2014. Datos Climáticos de la Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna. Boletín periódico.

**MITCHELL PL, SHEESHY JE, WOODWARD FL.** 1998. Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRD Discussion Paper Series N°32. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. 62 p.

**PÉREZ DE VIDA F.** 2010. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: I Análisis de la productividad en los últimos 15 años. Arroz Resultados Experimentales 2009-10. Actividades de Difusión 611. INIA Treinta y Tres.

\_\_\_\_\_. 2010. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: II Importancia de la fecha de siembra en la productividad. Arroz Resultados Experimentales 2009-10. Actividades de Difusión 611. INIA Treinta y Tres.

\_\_\_\_\_. 2011. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: III Potencial biológico en la región Este. Arroz Resultados Experimentales 2010-11. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.