

Disminución de la distancia entre líneas como herramienta para mejorar la productividad en arroz

Ing Agr Leonardo A. Gregori, Ing Agr Héctor J. Pirchi, Ing Agr Gustavo G. Arguissain, Dra María A. Crepy e Ing Agr Andrés Rampoldi

El arroz en Argentina se siembra a una separación entre líneas que fluctúa entre los 17,5 cm y 20 cm. Las sembradoras disponibles en el mercado nacional en su mayoría presentan este distanciamiento ya que, inicialmente, no fueron pensadas para y exclusivamente para arroz. En los últimos años, las empresas nacionales mejoraron sobremanera la disponibilidad de sembradoras pensadas puntualmente para arroz, pero focalizado en gran medida a mejorar el tránsito sobre las taipas, limitación de profundidad de siembra y mayor peso para lidiar con los suelos vertisoles. Sin embargo, no se ha avanzado demasiado sobre alternativas de distanciamiento más estrechos en este tipo de sembradoras.

En Brasil, mayormente el arroz se siembra a 17 cm de distancia entre líneas. No obstante, para mejorar los niveles productivos, hoy día la tendencia es disminuir aún más dicha distancia, siendo el objetivo 15 cm. Esta situación está acompañada sin duda de un avance genético como así también de una mejora en la calidad de semilla que se siembra.

Una alta separación entre líneas genera, en etapas iniciales, pérdidas de radiación solar interceptada. Es ya conocido que la radiación solar es un recurso esencial, afectando directamente los procesos fisiológicos implicados en la producción de grano, como lo es el crecimiento vegetativo, generación de los destinos reproductivos y llenado de granos en arroz.

Durante los últimos años, desde el Área de Arroz de la Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay del INTA, se ha hecho hincapié en estudiar una propuesta tecnológica basada en disminuir el distanciamiento de siembra. Asimismo, se han estudiado las respuestas a disminuciones del distanciamiento en genotipos con diferente arquitectura de planta. Las nuevas líneas promisorias de arroz con estructura de hojas erectas (“columnar”) presentan como ventaja una distribución más uniforme de la radiación solar dentro de la planta (Fig 1). Sin embargo, se observan menores valores de interceptación por unidad de superficie.



Figura 1 - Genotipos de arroz con diferente estructura de planta. **(A)** estructura tradicional, **(B)** estructura columnar

Por todo lo comentado anteriormente, es que se manifestó la importancia de conocer aquel distanciamiento que permita el arreglo espacial más eficiente para interceptar la radiación solar e incrementar los niveles de productividad en arroz.

Como se muestra en la Tabla 1, la disminución del distanciamiento entre líneas, permite mejorar el aprovechamiento de la superficie implantada.

Tabla 1 - Número de líneas y metros lineales obtenidos según distanciamiento de siembra

	Distanciamientos		
	20 cm	15 cm	12 cm
Números de líneas sembradas por hectárea	500	667	833
Metros lineales de líneas por hectárea	50000	66667	83333

Otra de las ventajas referidas a estrechar la distancia entre líneas, está dada por mejorar la distribución de las semillas en el terreno. Esto genera una menor competencia de las plantas dentro de la línea de siembra y así también una mejor equidistancia entre plantas (Fig. 2 y Fig. 3).

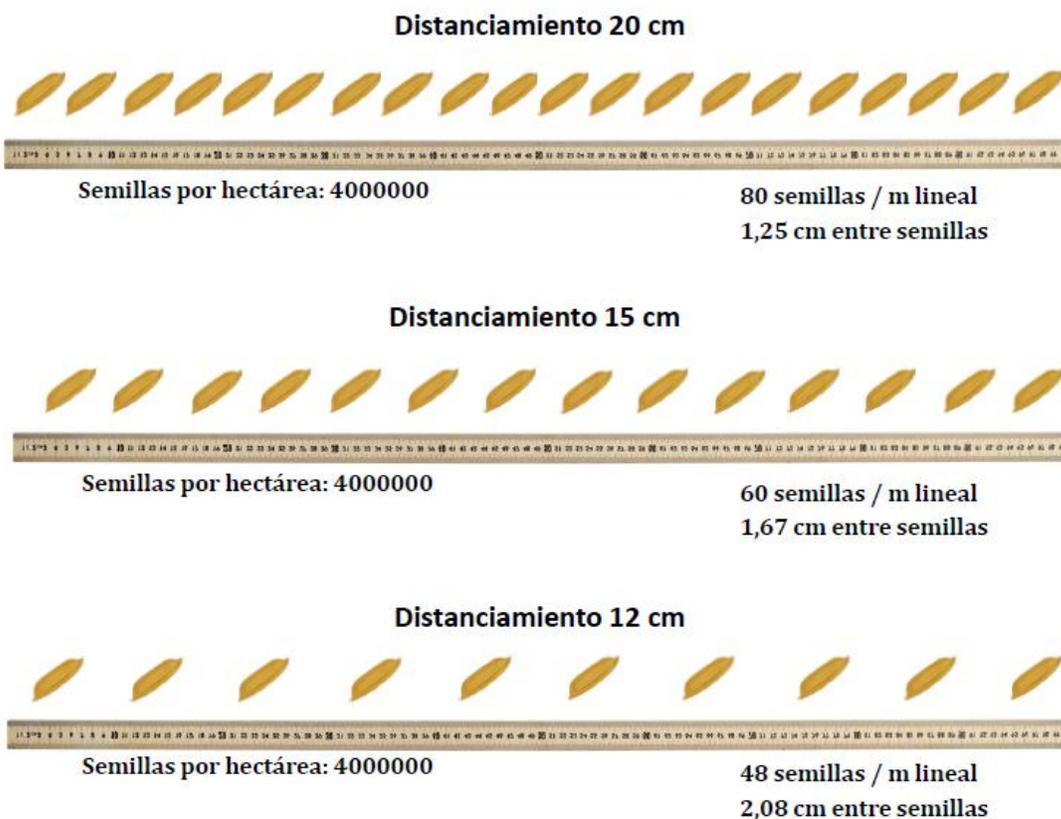


Figura 2 – Distribución de semillas, en la línea de siembra, según distanciamiento

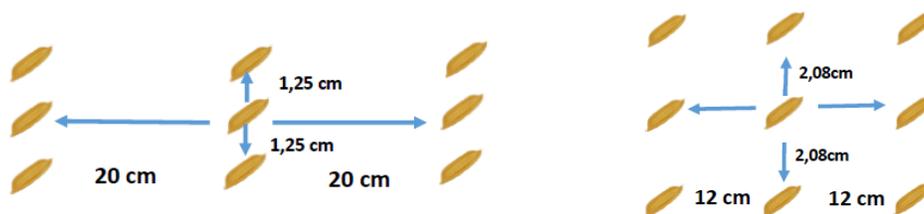


Figura 3 – Arreglo espacial de las semillas según distanciamientos de siembra contrastantes

Los primeros ensayos realizados compararon dos distanciamientos (15 cm y 20 cm). Allí se evaluaron tres genotipos contrastantes en cuanto a la estructura de la planta. Los mismos fueron: Cambá INTA-Proarroz (estructura tradicional) y las líneas promisorias CR1124 y CR150 (estructura columnar).

Se determinó un incremento significativo del rendimiento por efecto del distanciamiento y del genotipo ($p < 0.05$).

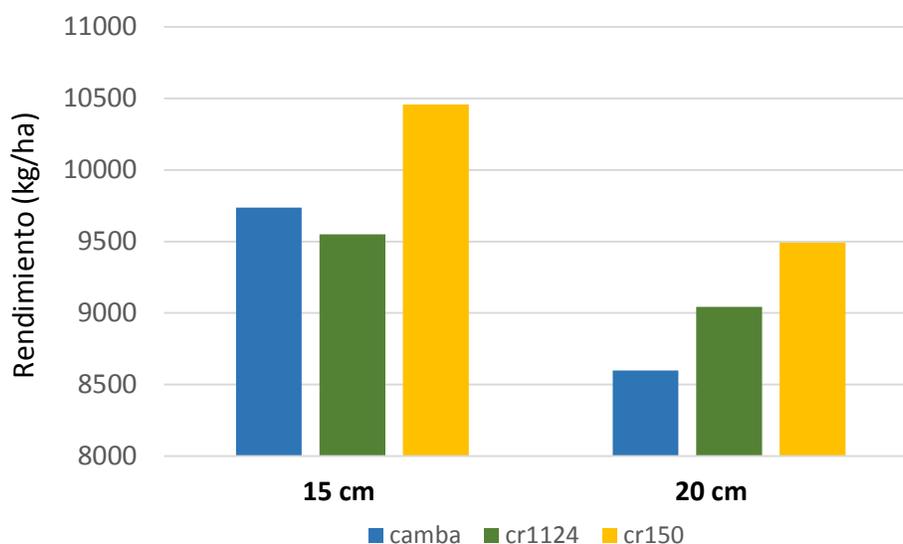


Figura 4 - Rendimiento en kg arroz por hectárea para los tres genotipos y dos distanciamientos entre líneas (15 cm y 20 cm)

El estrechamiento de la distancia entre líneas incrementó la radiación solar interceptada en los tres momentos de medición 50, 70 y 90 días post emergencia (DPE) (Tabla 2).

Tabla 2 - Porcentaje de radiación interceptada (promedio de genotipos) para los dos distanciamientos entre líneas evaluados.

Distancia entre líneas	Momentos de medición					
	50 DPE		70 DPE		90 DPE	
15 cm	43,13	a	61,34	a	87,71	a
20 cm	36,74	b	53,82	b	80,28	b

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente.

La mejora en los niveles de intercepción de la radiación solar desde etapas tempranas del cultivo, generan mejoras de gran impacto en los niveles productivos. Así, en la Figura 5 se observa la mayor cobertura foliar de la entrelínea en el distanciamiento de 15 cm.

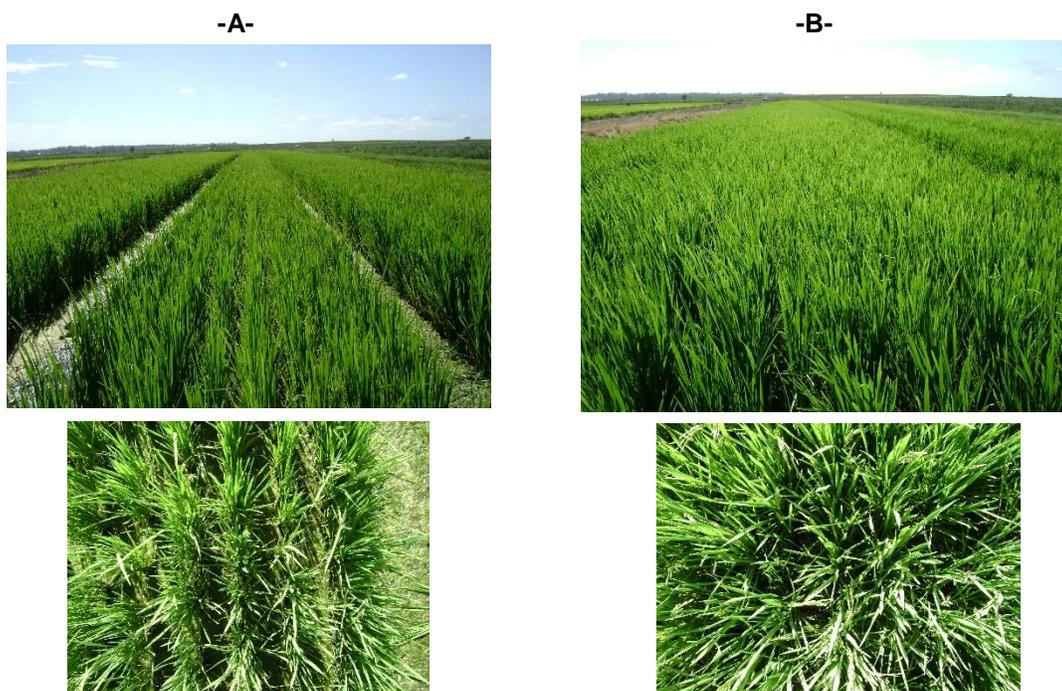


Figura 5 – Distanciamiento a 20 cm (A) y distanciamiento a 15 cm (B)

Al analizar los componentes del rendimiento, se determinó que las mayores diferencias encontradas entre los distanciamientos se debe principalmente a un cambio en el número de panojas por superficie (Tabla 3).

Tabla 3 - Número de panojas por metro cuadrado (promedio de cultivares) para los dos distanciamientos evaluados

Distancia entre líneas (metros)	Panojas / m ²
0,15	449 a
0,20	358 b

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente.

Posteriormente, se llevaron a cabo ensayos en donde se mantuvieron los dos distanciamientos (15 cm y 20 cm), pero esta vez se evaluaron genotipos diferentes. Así, se estudió una variedad muy conocida, tradicional como IRGA417 (estructura tradicional) y la línea promisoría CR2006 (típicamente columnar con hojas erectas). Para poder apreciar la arquitectura, en la Figura 6 se muestran fotos de plantas aisladas de dichos genotipos.



Figura 6 – IRGA417 (A) y CR2006 (B)

Para los momentos de DPF y floración, la disminución del distanciamiento de siembra permitió incrementar los valores de intercepción de la radiación solar en ambos genotipos (Tabla 4). Cabe mencionar que estos incrementos fueron similares para ambos genotipos (15% en DPF y 9-10% en floración).

Tabla 4 – Radiación interceptada para los dos genotipos y distanciamiento de siembra durante diferenciación del primordio floral (DPF) y floración

Genotipos	Distanciamiento (cm)	Intercepción DPF (%)	Diferencia	Intercepción Floración (%)	Diferencia
CR2006	15	63,03 a	15,33	89,20 a	10,00
CR2006	20	47,70 b		79,20 b	
IRGA417	15	73,65 a	14,41	91,34 a	8,35
IRGA417	20	59,24 b		82,99 b	

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras minúsculas iguales indican promedios no diferentes estadísticamente dentro de cada genotipo.

El estrechamiento de la línea de siembra, generó incrementos significativos en el rendimiento de ambos genotipos, siendo de un 7,49% y 6,23 % para CR2006 e IRGA417, respectivamente ($p < 0.05$). La Figura 7 muestra que el aumento del rendimiento, al disminuir el

distanciamiento, está dado principalmente por el mayor número de espiguillas totales alcanzadas. Si bien el número de espiguillas por panoja varía, pero no considerablemente, es el número de panojas por superficie el componente que más impacto tiene sobre este incremento en el número de espiguillas totales.

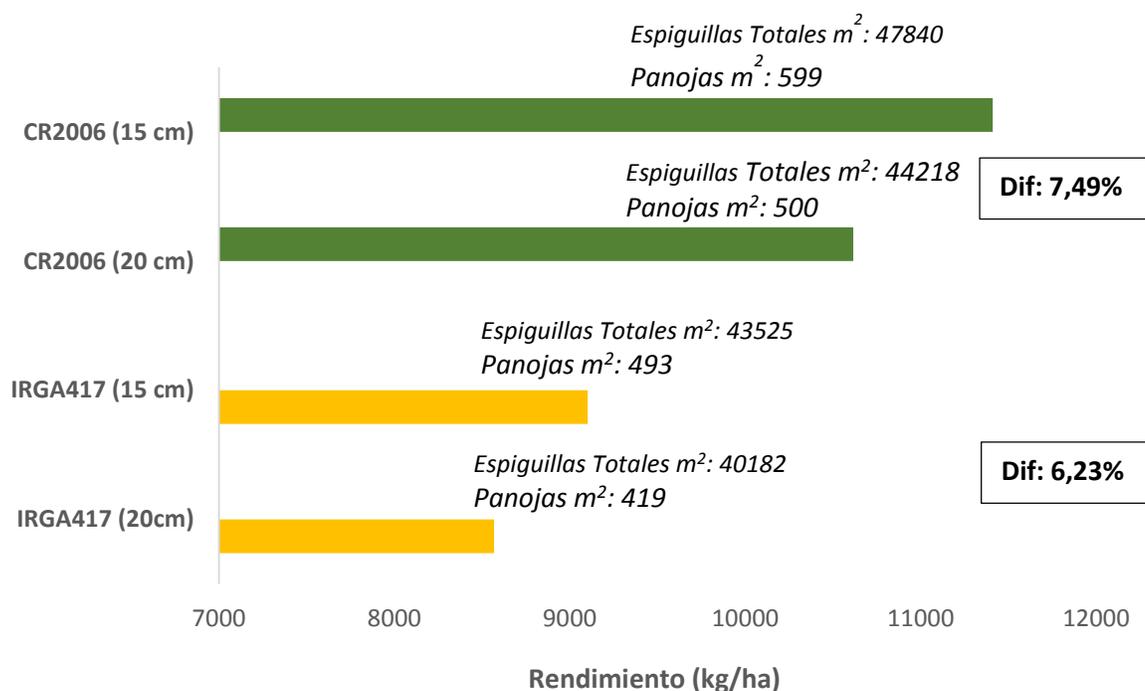


Figura 7 - Rendimiento por hectárea, espiguillas totales y número de panojas alcanzadas para los tratamientos evaluados

Los resultados de este segundo año de ensayo permitieron aseverar las mejoras en el rendimiento por el acercamiento de la distancia entre líneas de 20 cm a 15 cm.

Tomando en consideración estos resultados, se decidió ensayar un distanciamiento aún más estrecho. De este modo, se sembró a 12 cm de distanciamiento entre las líneas.

Los genotipos evaluados esta vez fueron tres, CR2006, CR1124 e IRGA417. Recordando, que los dos primeros corresponden a genotipos con estructura columnar y el restante a una estructura tradicional.

El distanciamiento “ultraestrecho” de 12 cm, generó un incremento de los valores de intercepción para todos los genotipos ($p < 0.05$) (Tabla 5).

Tabla 5 – Radiación interceptada para los tres genotipos y distanciamiento de siembra durante diferenciación del primordio floral (DPF) y floración

Genotipos	Distanciamiento (cm)	Intercepción DPF (%)	Diferencia	Intercepción Floración (%)	Diferencia
CR1124	12	61,96 a	8,59	88,89 a	8,48
CR1124	20	53,37 a		80,41 a	
CR2006	12	61,18 a	16,12	88,43 a	5,46
CR2006	20	45,06 b		82,97 a	
IRGA417	12	77,42 a	21,08	90,91 a	5,29
IRGA417	20	56,34 b		85,62 a	

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras minúsculas iguales indican promedios no diferentes estadísticamente dentro de cada genotipo.

La importancia de poder interceptar la mayor radiación solar posible es tan importante como la distribución de la misma en toda la planta. Los genotipos columnares, al disminuir la distancia entre líneas, no solamente incrementan la intercepción de la radiación, sino que permiten mantener una iluminación más uniforme en todos los estratos de la planta, a diferencia de lo ocurrido en IRGA417 (Fig.8). Así, este último presenta una alta intercepción solar en los estratos superiores, generando sombreo sobre los estratos inferiores.



Figura 8 - Penetración de la radiación solar al reducir la distancia entre líneas en genotipo columnar

Al estrechar la distancia de las líneas de siembra, los genotipos de estructura columnar obtuvieron un incremento del rendimiento de aproximadamente un 22%, mientras que IRGA417 incrementó en un 15% (Fig 9).

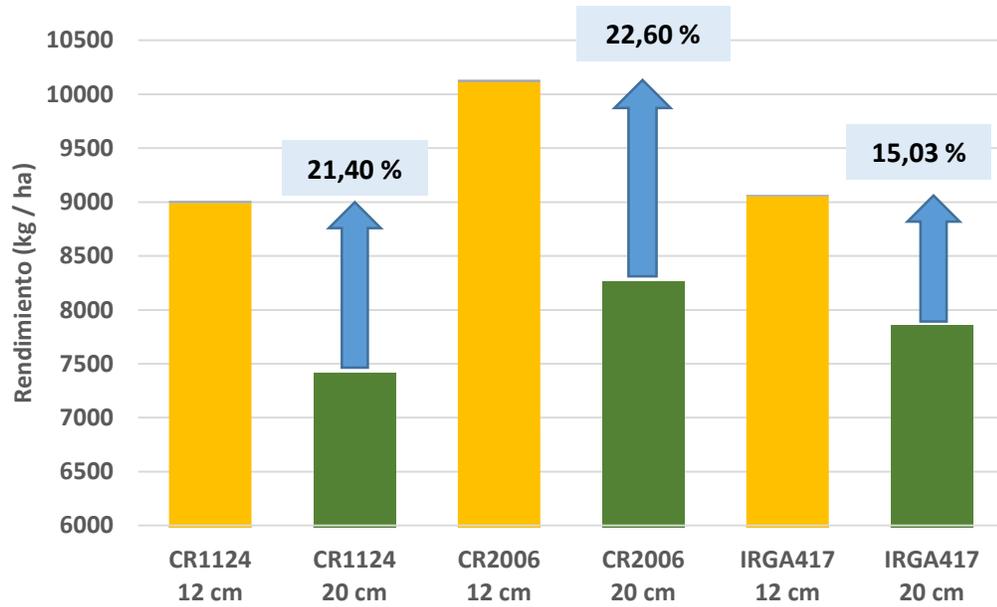


Figura 9 - Rendimiento por hectárea para los tratamientos evaluados

Se detectó un incremento significativo del número de panojas, para los tres genotipos, al disminuir la distancia de 20 cm a 12 cm ($p < 0.05$). Justamente, es el número de panojas el componente de rendimiento que mayor impacto genera sobre este incremento de la productividad (Tabla 6).

Tabla 6 – Número de panojas por metro cuadrado para cada genotipo y distanciamiento de siembra

Genotipos	Distanciamiento (cm)	Panojas m ²
CR1124	12	665 a
CR1124	20	400 b
CR2006	12	655 a
CR2006	20	502 b
IRGA417	12	628 a
IRGA417	20	462 b

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras minúsculas iguales indican promedios no diferentes estadísticamente dentro de cada genotipo

En base a nuestros resultados, se ha verificado que la disminución de la distancia entre líneas genera incrementos significativos en el rendimiento del cultivo de arroz. Así, el estrechamiento a 15 cm permitió mejorar la productividad hasta un 8% con respecto a la siembra de 20 cm.

Si bien el distanciamiento de 12 cm no es algo viable en la actualidad, no deja de ser una información de gran utilidad para poder proyectar nuevos sistemas de producción de arroz en el mediano plazo. Sobre todo, considerando que esta distancia de siembra evidenció una mejora en el rendimiento de hasta un 20%. Los mayores incrementos fueron obtenidos por genotipos con estructura columnar. Esto muestra que este sistema brinda la posibilidad, en este tipo de planta, de maximizar su potencial.

En conclusión, disminuir la distancia entre las líneas de siembra genera mejoras en la intercepción de la radiación solar, competencia con malezas en los estadios tempranos y distribución de plantas. Considerando esto último, se podría pensar en un mejor aprovechamiento de los nutrientes y un uso más uniforme del agua de suelo.