



NUEVOS CULTIVARES DE ARROZ PARA EL SISTEMA CLEARFIELD® INIA CL212 E INIA CL244

Ing. Agr. (MSc) Pedro Blanco, Ing. Agr. (PhD) Federico Molina, Ing. Agr. (PhD) Fernando Pérez de Vida, Ing. Agr. (Dr.) Sebastián Martínez, Ing. Agr. Gonzalo Carracelas, Ing. Agr. (Dra.) Ana Laura Pereira, Ing. Agr. Jesús Castillo, Ing. Agr. (MSc) Néstor Saldain, Téc. Agr. José Vargas, Bach. Tec. Q. B. I. Mario Villalba, Téc. Agr. Fernando Escalante, Téc. Agr. Alexandra Ferreira, Téc. Agr. Beto Sosa

Programa Nacional de Producción de Arroz

Los cultivares Clearfield® INIA CL212 e INIA CL244 se han cultivado en los últimos años bajo el sistema de validación, acordado con el Consorcio Nacional de Semilleristas de Arroz (CNSA). En la zafra 2016/17 alcanzaron un área cultivada de 6453 y 1108 ha, respectivamente, representando conjuntamente el 4,5% del área total de cultivo y 20% de la superficie cultivada con el Sistema Clearfield®. Estos cultivares fueron desarrollados en el marco de un acuerdo de investigación con BASF, contando con la segunda generación de resistencia a imidazolinonas desarrollada por Louisiana State University (LSU). Recientemente, INIA obtuvo una sub-licencia de esta tecnología, lo que posibilita la comercialización

de estos cultivares, que se encuentran en proceso de licenciamiento al CNSA.

INIA CL212 e INIA CL244 son cultivares precoces de tipo Indica, obtenidos por selección a partir de cruza-mientos que involucran a progenitores de muy buena calidad de grano, como el mutante resistente de la variedad Cypress, IRGA 417 e INIA Olimar.

INIA CL212 cuenta con resistencia a Brusone, causado por el hongo *Pyricularia oryzae*, buen tamaño de grano y mayor tolerancia a vuelco y desgrane que otras variedades disponibles para esta tecnología, manteniendo buen rendimiento industrial, aunque la incidencia de yesado ha sido algo inestable. Por su parte, INIA CL244 posee buena calidad molinera y culinaria, con menor porcentaje de yesado, pero es susceptible a *Pyricularia*. En este artículo se repasan sus características y comportamiento a nivel experimental y comercial, así como algunos aspectos básicos de manejo.

Cuadro 1 - Comportamiento de INIA CL212, INIA CL244 y variedades testigo en la zona Este. Características agronómicas y sanitarias, promedio en 7 años (2010/11 - 2016/17) (37-33 ensayos).

Cultivar	Altura cm	C.Flor. días	Scler. (1)	Pyricularia (1)		Vuelco (1)	Desgrane. (1)
				hoja	panoja		
Inov CL	89	101	4,1	4,7	5,0	3,4	4,6
Gurí INTA CL	89	103	4,4	6,3	6,7	3,1	4,6
CL244	88	98	5,2	6,3	8,3	4,5	3,9
CL212	90	101	4,1	1,7	1,7	3,1	3,5
Puitá INTA CL	87	102	4,7	5,2	7,0	4,2	4,5

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

SISTEMA DE PRODUCCIÓN CLEARFIELD®

Esta tecnología implica el uso de la familia de herbicidas imidazolinonas y la siembra de cultivares resistentes, lo cual permite el control químico selectivo del arroz rojo y de un amplio espectro de malezas. La resistencia ha sido obtenida por mutaciones inducidas, un método de mejoramiento convencional, por lo que estos cultivares no se consideran genéticamente modificados. En la zafra 2016/17, el área ocupada por variedades e híbridos Clearfield® (CL) alcanzó en nuestro país a 38267 ha, 23,1% de la superficie total cultivada. Conjuntamente, INIA CL212 e INIA CL244 representaron 20% del área CL. Si bien esta tecnología es muy potente en el control de malezas, tiene algunas debilidades, relacionadas con los cruzamientos naturales, que ocurren en baja frecuencia entre las variedades resistentes y el arroz rojo, y con la facilidad de desarrollo de resistencia por las malezas. Debido a esto, para contribuir a la sostenibilidad de la tecnología, es importante el uso de semilla certificada, la utilización del herbicida y dosis recomendadas, la eliminación de plantas de arroz rojo que hayan sobrevivido al control, la rotación con arroz no CL o con otros cultivos que impliquen la utilización de herbicidas con diferente modo de acción, así como el uso de éstos en mezclas de tanque con el herbicida Kifix.

ANTECEDENTES

INIA CL212 e INIA CL244 ingresaron en ensayos preliminares de evaluación en 2006/07, por lo que se cuenta con información de 11 zafras y 58 ensayos. En base a los resultados obtenidos, estos cultivares ingresaron al sistema de validación en cultivos comerciales, previsto en el convenio de validación, licencia temprana y producción de semilla de cultivares de arroz, acordado entre la Asociación de Cultivadores de Arroz, la Gremial de Molinos Arroceros, COOPAR e INIA. La multiplicación de semillas de INIA CL244 fue iniciada en 2010/11, ingresando en validación al año siguiente. Por su parte, la purificación de semillas de INIA CL212 fue iniciada en 2011/12, realizándose una multiplicación contra estación en el invierno de 2012, ingresando a validación en pequeña escala en 2012/13.

COMPORTAMIENTO A NIVEL EXPERIMENTAL

Características agronómicas

Si bien se cuenta con una base de datos de 11 años, a nivel experimental, en la primera parte de la serie se utilizó como variedad testigo a Puitá INTA CL, que en las últimas zafras ha desaparecido del cultivo. Por este motivo, para caracterizar el comportamiento de los cultivares, se presenta información de una base de los últimos 7 años, desde que se incorporó como testigos en los ensayos al híbrido Inov CL y Gurí INTA CL.

INIA CL212 e INIA CL244 poseen un tipo de planta similar al de las demás variedades Indica disponibles, con hojas erectas, pubescentes, y con alto macollaje. INIA CL244 es el cultivar CL más precoz disponible (Cuadro 1). INIA CL212 ha presentado resistencia a Pyricularia en hoja y cuello de panoja en viveros realizados en Uruguay y Brasil, mostrando también una menor incidencia de Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) que INIA CL244. INIA CL212 también posee buena tolerancia a vuelco y es la variedad CL con mayor tolerancia a desgrane entre las disponibles.



Cuadro 2 - Comportamiento de INIA CL212, INIA CL244 y variedades testigo en la zona Este. Promedios de rendimiento, calidad industrial y culinaria en 7 años (2010/11 – 2016/17) (37-33 ensayos).

Cultivar	Rendimiento		B. Total %	Entero %	Yesado %	Álcali	Amilo %	Largo mm
	kg/ha	% Puitá						
Inov CL	11070	132	70,1	60,9	6,5	6,7	22,4	6,30
Gurí INTA CL	10033	120	70,1	64,4	3,8	6,7	22,1	7,01
CL244	9282	111	68,6	63,1	3,3	6,6	24,1	6,55
CL212	9244	110	69,0	63,4	6,7	6,6	23,4	6,94
Puitá INTA CL	8374	100	69,0	64,0	2,3	6,6	22,7	6,00

Rendimiento y calidad de grano

En el Cuadro 2 se observa que, para la zona este, los rendimientos promedio de INIA CL244 e INIA CL212, en 7 años, fueron intermedios entre el de Gurí INTA CL y Puitá INTA CL, con una ventaja sobre esta última de 10-11%. La ventaja de Inov CL y Gurí INTA CL sobre INIA CL212 e INIA CL244 es más amplia en siembras tempranas, y se reduce al atrasar la fecha de siembra, hasta anularse.

Los porcentajes promedio de grano entero de los nuevos cultivares de INIA son similares (63%) y superiores al del híbrido Inov CL, pero el porcentaje de yesado promedio de INIA CL244 es la mitad que el de INIA CL212 y el híbrido. Los parámetros físico químicos de INIA CL212 e INIA CL244, indicadores de la calidad

culinaria, son típicos de los cultivares Indica, con contenido de amilosa intermedio-alto, algo mayor al de las demás variedades comerciales CL. Cabe mencionar que en pruebas de cocción, INIA CL244 ha mostrado un comportamiento superior, y que algunos mercados han mostrado buena aceptación de la variedad.

De todas formas, en estudios preliminares realizados por LATU, la información sobre los componentes de calidad de mayor importancia permite agrupar a INIA CL212 e INIA CL244 en un grupo de calidad junto a INIA Olimar (A. Billiris *et al.*, LATU, com. pers.). Las dimensiones de grano de INIA CL212 son mayores que las de INIA CL244, Puitá INTA CL e Inov CL.

RENDIMIENTO A NIVEL COMERCIAL

En el Cuadro 3 se resume información del rendimiento y área de siembra de INIA CL212 e INIA CL244 en las zafas 2015/16 y 2016/17, para las diferentes zonas de producción y a nivel del país. La información fue consolidada en base a datos presentados por la industria en los Grupos de Trabajo Arroz realizados en 2016 y 2017. En la zafra 2015/16, con condiciones de cosecha difíciles, el rendimiento de INIA CL212 fue similar al de Gurí INTA CL en la zona este, y ampliamente superior en la zona norte, seguramente asociado a su mayor resistencia a vuelco y desgrane. Globalmente, el rendimiento de INIA CL212 fue 2,4% mayor al de Gurí INTA CL en 2015/16. En esta zafra, la ventaja del híbrido Inov CL sobre INIA CL212 fue de 10%.

En 2016/17, en la zona este, Gurí INTA CL tuvo una ventaja de rendimiento sobre INIA CL212 de 4%, mientras que en las zonas centro y norte los mayores rendimientos fueron mostrados por INIA CL212 y Gurí INTA CL, respectivamente, con ventajas de 11% de una sobre la otra. Para el total del país, en esta zafra, la ventaja de Gurí INTA CL sobre INIA CL212 fue de 4%, y la de Inov CL de 9%.

Considerando ambas zafas, el rendimiento a nivel del país de Gurí INTA CL e INIA CL212 fue similar, en torno a 8,3 t/ha. En la zona norte, don-

Cuadro 3 - Área y rendimiento de variedades Clearfield® a nivel comercial, en las zafas 2015/16 y 2016/17, por zona y en el país. Datos del Grupo de Trabajo Arroz (área relevada es 83% del área total).

	Cultivar	2015/16		2016/17	
		ha	kg/ha	ha	kg/ha
Este	Inov CL	17168	9150	14603	9292
	Gurí INTA CL	3687	8450	5265	8629
	CL212	3247	8300	5825	8291
	CL244	1579	8000	1099	7900
Centro	Inov CL			2333	8437
	Gurí INTA CL	451	7050	458	8900
	CL212			60	9850
	CL244				
Norte	Inov CL	594	6450	627	7767
	Gurí INTA CL	748	6500	392	9874
	CL212	709	7950	826	8856
	CL244				
País	Inov CL	17762	9056	17563	9124
	Gurí INTA CL	4886	8032	6115	8729
	CL212	3956	8226	6711	8375
	CL244	1579	7978	1099	7900

de ambas variedades tuvieron comportamientos contrastantes en ambas zafras, el rendimiento promedio de INIA CL212 fue 2,6% mayor al de Gurí INTA CL y 18% mayor al de Inov CL. El rendimiento promedio de INIA CL244, con un área de cultivo concentrada en Rocha, fue 4,6% inferior al de INIA CL212.

ASPECTOS DE MANEJO

Resistencia a herbicidas

En un ensayo realizado en 2014/15 para evaluar la tolerancia a Kifix, se incluyó un tratamiento de referencia, con herbicida convencional y desmalezado manual, y varias dosis y momentos de aplicación del herbicida Kifix, recomendado para el sistema Clearfield® en nuestro país. Los tratamientos fueron los siguientes:

	Tipo de tratamiento
1	Clomazone pre emergente (0,8 l/ha)
2	Kifix pre emergente + Kifix post emergente (140 + 140 g/ha). Tratamiento estándar
3	Kifix pre emergente + Kifix post emergente (280 + 280 g/ha),
4	Kifix post emergente (280 g/ha)
5	Kifix post emergente (560 g/ha)

Todos los tratamientos de Kifix se acompañaron del coadyuvante recomendado. Se incluyeron a los cultivares INIA CL244, INIA CL212, Inov CL y El Paso 144, así como a la línea experimental CL933, de tipo Japónica tropical (calidad americana).

El rendimiento de El Paso 144 en el tratamiento 1, con herbicida convencional, fue de 10,2 t/ha, con 109 días de siembra a floración. El único caso en que se registraron diferencias significativas en rendimiento por el

tratamiento de herbicida fue en INIA CL212, pero esta respuesta se debe al menor rendimiento del cultivar en el tratamiento con clomazone, donde también se atrasó el ciclo a floración 5 días respecto al tratamiento recomendado, al igual que en Inov CL (Cuadro 4). En el tratamiento recomendado, los rendimientos de Inov CL, INIA CL244, CL933 e INIA CL212 fueron 13,3, 11,6, 11,3 y 10,4 t/ha, respectivamente. Estos rendimientos estuvieron en un nivel similar o superior al mostrado por El Paso 144 en el tratamiento de control de malezas convencional. En base a estos resultados preliminares, en una estrategia de alternar principios activos, o de utilizar mezclas de estos, para manejar el desarrollo de resistencia de las malezas, no parece conveniente utilizar clomazone en pre emergencia en INIA CL212, sino buscar otras alternativas, salvo que el clomazone se utilice asociado al antídoto (Riceprotec). Si bien en INIA CL244 se observa una tendencia similar, la diferencia no alcanzó a ser estadísticamente significativa.

Respuesta a densidad de siembra y nitrógeno

En un ensayo conducido en 2016/17 se estudió la respuesta a densidad de siembra y nitrógeno en INIA CL212.

Con densidades de: D1 = 62 kg/ha, D2 = 103 kg/ha, D3 = 154 kg/ha y D4 = 206 kg/ha, si bien se encontraron diferencias en la población inicial de plantas, con mayores valores en D3 y D4, la densidad de siembra no tuvo efectos significativos en el rendimiento. En tal sentido, la D2 fue suficiente para lograr una población de 202 plantas/ha, considerada como población óptima que no limita el rendimiento.

Los tratamientos de fertilización nitrogenada establecidos fueron: N1 = 0 kg/ha de N, N2 = Indic. 55 + 37 kg/ha de N, N3 = 45 + 37 kg/ha de N y N4 = 67 + 45 kg/ha de N. El tratamiento basado en indicadores (N2), así como el de fertilización elevada (N4), tuvieron rendimientos

Cuadro 4 - Tolerancia de cultivares Clearfield® a Kifix, Paso de la Laguna, 2014/15.

Tratamiento	CL244			CL212		CL933		Inov CL		
	Com. flor. días	Rend. kg/ha	Fito tox.	Com. flor. días	Rend. kg/ha	Altura cosecha cm	Rend. kg/ha	Com. flor. días	Rend. kg/ha	Fito tox.
1 Clomazone Pre	93	10423	2,0	98	8358	85	9681	99	12535	2,3
2 Kifix 140 pre + 140 post	91	11579	1,8	93	10367	87	11327	94	13307	1,0
3 Kifix 280 g pre + 280 g post	90	10860	1,3	93	9588	85	10864	98	12550	1,3
4 Kifix 280 g post	92	10729	2,5	97	10474	89	10948	99	12637	2,0
5 Kifix 560 g post	93	10863	2,8	97	9838	88	11659	100	13904	2,3
Media tratamientos Kifix	91	11008	2,1	95	10067	87	11199	98	13099	1,6
Media general	92	10891	2,1	96	9725	87	10896	98	12986	1,8

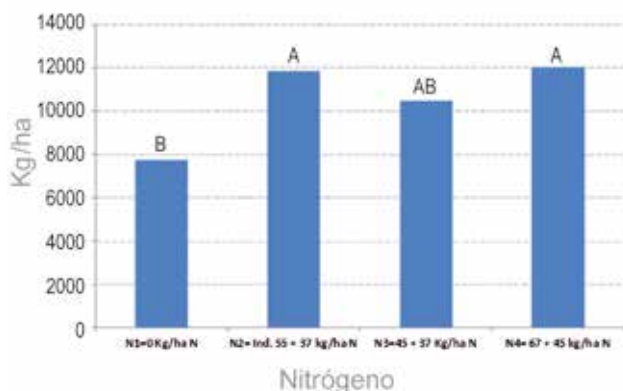


Figura 1 - Respuesta de INIA CL212 a nitrógeno, Rendimiento Sano, Seco y Limpio (SSL). Paso de la Laguna, 2016/17. Probabilidad: N = 0,06, D = ns, DxN = ns.

similares, de 12 t/ha aproximadamente (Sano Seco y Limpio), con un incremento significativo, de unas 4 t/ha respecto al testigo sin fertilizar (Figura 1). Otro aspecto interesante es que el tipo de planta de INIA CL212 le permitió tolerar una alta fertilización nitrogenada sin producir un exceso de biomasa, manteniendo alta productividad. Este aspecto se vio reflejado a fin de ciclo mediante la determinación del índice de cosecha (IC= kg/ha de materia seca en grano respecto a la materia seca total en grano + paja). Los valores de IC determinados en función de los tratamientos de nitrógeno fueron de 0,56, 0,55, 0,57 y 0,55 para la N1, N2, N3 y N4 respectivamente.

CONCLUSIONES

Los cultivares INIA CL212 e INIA CL244 se posicionan como una alternativa viable para el uso del sistema Clearfield®. En particular INIA CL212, combinando buen potencial de rendimiento, resistencia a Brusone, precocidad y tolerancia a vuelco y desgrane, constituye una buena alternativa para zonas en las que la presión de *Pyricularia* es alta, o para siembras de noviembre. Por su parte, INIA CL244, está encontrando buena aceptación en mercados internacionales, en base a su calidad de grano, mostrando buena adaptación al sur de la Cuenca de la Laguna Merín, donde la presión de *Pyricularia* es menor.

En la búsqueda de estrategias que ayuden a manejar el desarrollo de resistencia en el sistema Clearfield®, los estudios preliminares muestran que es conveniente evitar el uso de Clomazone en pre emergencia en estos cultivares, en especial en INIA CL212, salvo que su utilización se asocie al antídoto.

Debido a su precocidad, ambos cultivares alcanzan rápidamente la fase de elongación de entrenudos, especialmente INIA CL244, siendo importante revisar el cultivo para realizar la aplicación de urea en el momento adecuado, evitando limitar el potencial de rendimiento con aplicaciones tardías. INIA CL212 tiene buena respuesta a nitrógeno, manteniendo una arquitectura de planta sin exceso de desarrollo foliar, aún con altas aplicaciones del nutriente.

