



ISSN: 1688 - 9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

PRESENTACION RESULTADOS EXPERIMENTALES DE ARROZ ZAFRA 2014 - 2015



Martes 4 de agosto de 2015 – Tacuarembó
Miércoles 5 de agosto de 2015 - Artigas

EQUIPO DE TRABAJO

Dirección Regional

Ing. Agr. Ph.D. Gustavo Brito

Programa Nacional de Arroz

Ing. Agr. MSc. Gonzalo Zorrilla¹
Ing. Agr. MSc. Pedro Blanco²
Ing. Agr. PhD Ramón Méndez²
Ing. Agr. MSc. Néstor Saldain²
Ing. Agr. PhD. Fernando Pérez de Vida²
Ing. Agr. MSc PhD. Claudia Marchesi³
Ing. Agr. Federico Molina²
Ing. Agr. MSc. Sebastián Martínez²
Ing. Agr. Jesús Castillo²
Ing. Agr. Gonzalo Carracelas³
Ing. Agr. Sara Riccetto²
Ing. Agr. MSc. (retirado) Andrés Lavecchia³
Lic. Juan Rosas²

Unidad de Semillas

Ing. Agr. PhD Ana Laura Pereira

Unidad Comunicación y Transferencia de Tecnología

Ing. Agr. Rosina Brasesco
Carolina Da Silva
Zenia Barrios (diagramación e impresión de la publicación).

Técnicos y productores colaboradores

Ing. Agr. Alvaro Debalí⁴
Ing. Agr. Marcos Ríos⁵
Ing. Agr. Fernando Casterá⁶
Ing. Agr. Guillermo O'Brien⁵
Ing. Agr. Ernesto Aguirre⁵
Ing. Agr. Julio Pintos⁵
Sr. Numar Sima⁵
Ing. Agr. Bernardo Bocking⁴
Ing. Agr. Federico Nolla⁴
Ing. Agr. Ricardo Pereda⁴
Ing. Agr. Muzio Marella⁷
Ing. Agr. Fernando Sanz⁷
Ing. Agr. Carlos Olaizola⁴
Ing. Agr. Julio Méndez⁴
Ing. Agr. Luis Braulio Améndola⁷
Ing. Agr. Paschual Corá⁴
Sr. Luis Sonogo⁵
Ing. Agr. Santiago Ferrés⁴

Colaboradores INIA

Mario Acuña
Santiago Hernández
Sebastián Inthamoussu
Fernando Manzi
Héctor Sosa
José Luis Umpierre
Elvis Viera

Agradecimientos

Diego Otegui (Predio experimental)
Establecimiento El Junco
UAG (Union Agriculture Group)

¹ Director Programa Prod. Arroz

² Técnicos INIA Treinta y Tres

³ Técnicos INIA Tacuarembó

⁴ Técnicos colaboradores

⁵ Productores colaboradores

⁶ Técnico CASARONE

⁷ Técnico SAMAN

TABLA DE CONTENIDO

I. PRESENTACION.....	3
II. CLIMA.....	6
RESUMEN DE FACTORES CLIMATICOS DE LA ZAFRA 2014/2015 EN LAS ZONAS NORTE Y CENTRO DEL PAIS.....	6
III. MANEJO DEL RIEGO.....	21
RIEGO - COMPARACIÓN DE NUEVAS SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS	21
SISTEMAS DE RIEGO Y SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS_ Análisis conjunto de dos zafras.....	26
COMPARACIÓN DE DISTINTOS MOMENTOS DE INUNDACIÓN Y SISTEMATIZACIONES_ MÚLTIPLES TAIPAS - ZAFRA 2014-15.....	33
MOMENTO DE INUNDACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN_ MULTIPLES TAIPAS_ ANÁLISIS CONJUNTO DE DOS ZAFRAS.....	36
RIEGO CON MANGAS EN DISTINTAS SISTEMATIZACIONES	41
IV. MANEJO DE NUTRIENTES.....	46
FERTILIZ-ARR (VERSIÓN BETA). HACIA UNA HERRAMIENTA PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ.	46
VALIDACION DEL USO DE INDICADORES OBJETIVOS PARA EL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA	48
V. MANEJO DE MALEZAS.....	51
EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD DEL CAPIN (<i>Echinochloa</i> spp.) A DISTINTOS HERBICIDAS.....	51
CONTROL QUÍMICO DE <i>Digitaria</i> spp. EN TAIPAS.....	59
VI. MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS	64
POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO DE ARROZ EN URUGUAY_ Global Yield Gap Atlas_ Avances de Investigación-Resultados preliminares.....	64
ROMPIENDO EL TECHO DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ_ INIA, GMA-COOPAR, ACA - Informe preliminar 2014-2015.....	69
VII. MEJORAMIENTO GENÉTICO	74
EVALUACION AVANZADA DE CULTIVARES <i>INDICAS</i>	74
EVALUACION DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS.....	79

I. PRESENTACION

Gonzalo Zorrilla⁸, Gustavo Brito⁹

En esta publicación se resumen los resultados experimentales del Programa Arroz para las zonas Centro y Norte del país, correspondientes a la zafra 2014/2015.

Si consideramos las estimaciones presentadas en el informe del Sector Arrocerero de Uruguay XXI (Febrero 2015), el área sembrada y la producción en toneladas para esta zafra disminuirían. (Cuadro 1)

Cuadro 1. - Comparativo con respecto a zafra anterior.

	Unidad	2013/2014	2014/2015*	Var. Última zafra
Área sembrada	Has	170.000	160.000	-5.9%
Producción	Miles de tn	1.371	1.280	-6.6%
Rendimiento	Kg/ha	8.064	8.000	-0.8%

Fuente: Comisión Sectorial del Arroz y Uruguay XXI, Sector Arrocerero (* estimaciones)

Al comparar los datos estimados del Cuadro 1 para esta zafra con respecto a la anterior, se habría producido un descenso en el área sembrada cercano al 6%, que se refleja en la disminución del 6.6% de la producción, al mantenerse los rendimientos por hectárea. El estancamiento en el área sembrada en estos años ha sido explicado por razones climáticas en algunos de ellos y a problemas de baja rentabilidad del rubro (elevados costos de los principales insumos) sumado a las ventajas comparativas del cultivo de soja.

El Grupo de Trabajo de Arroz (Junio de 2015) sobre un 84% del área mencionada establecía una distribución por región la cual se presenta en la Grafica 1. La zona Centro y Norte totaliza un 27% de esa área y no se observan variaciones en este indicador en los últimos 8 años para las tres regiones mencionadas.

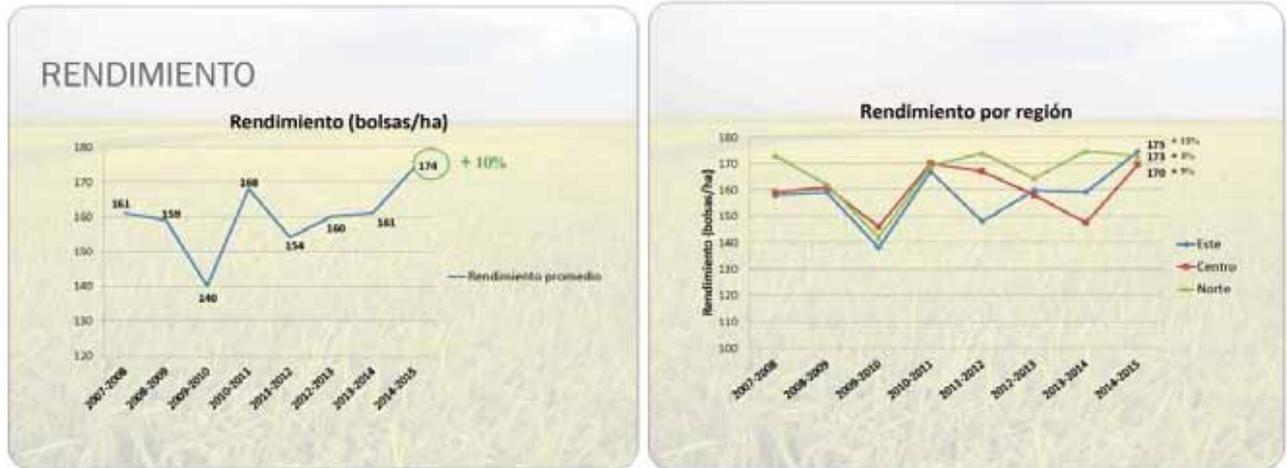


Grafica 1. - Distribución del área sembrada por región.

⁸ Director Programa Nacional de Investigación en Arroz

⁹ Director Regional – INIA Tacuarembó

Sobre ese mismo informe y superando las estimaciones presentadas en el Cuadro 1, los rendimientos promedios de esta zafra alcanzaron las 174 bolsas /ha (8.700 kg/ha), con una variación positiva de un 9% sobre los valores de la zafra anterior (Gráfica 2).



Gráfica 2 - Rendimientos a nivel nacional, por región y por zafra. (Datos compilados de la información brindada por las industrias en el Grupo de Trabajo Arroz de INIA Treinta y Tres, Junio 2015 y que resumen el 84% del total del país)

A diferencia de la zafra 2013/2014, donde los rendimientos fueron dispares entre regiones, esta zafra mostró resultados similares (175 bolsas/ha para el Este, 173 bolsas/ha para el Norte y 170 bolsas para el Centro).

La variedad con mayor participación en esta zafra continuó siendo El Paso 144 (32%) pero manteniendo la tendencia decreciente. INIA Olimar mantuvo una contribución estable del 23% del área sembrada.



Se mantiene la regionalización en el uso de variedades, con predominancia notoria de INIA Olimar en el Norte (77%) y en el Centro (65%) y del Paso 144 en el Este pero en constante disminución, contribuyendo con el 39%.

Esta situación del sector arrocerero plantea desafíos a INIA y al Programa Arroz, en particular, que desde la investigación deberá buscar alternativas tecnológicas, para fortalecer la competitividad del rubro. Estas pasarán por los programas de mejoramiento genético para la obtención de variedades de mayor adaptación a las distintas regiones, por el desarrollo de prácticas nutricionales del cultivo (utilización de nutrientes como nitrógeno, potasio, azufre y zinc); por métodos de sistematización de chacras y por alternativas de combinación de rubros para favorecer la competitividad del sistema. Es por ello que se deberá continuar y proyectar las actividades que se vienen implementando en la Unidad Experimental de Paso Farías (Artigas) y en Cinco Sauces (Tacuarembó), como la que se realiza en campos de productores, donde la incorporación de otros cultivos y pasturas en la rotación permitirá estudiar alternativas sostenibles de producción y mejora en la eficiencia en el uso de los recursos.

En este sentido es válido destacar que durante la zafra pasada se puso en marcha el sistema arroz-otros cultivos-ganadería en Paso Farías con una rotación en cuatro módulos de entre 10 y 15 ha cada uno y con una secuencia soja con riego-arroz-pradera-pradera y que será una plataforma importante para la investigación para mejorar el sistema en su conjunto.

Esperamos que esta publicación brinde información para seguir avanzando en la construcción de la competitividad del productor de arroz

II. CLIMA

RESUMEN DE FACTORES CLIMATICOS DE LA ZAFRA 2014/2015 EN LAS ZONAS NORTE Y CENTRO DEL PAIS

C. Marchesi¹⁰

Se presenta un resumen de la información correspondiente al clima de la zafra 2014/2015 comparándolos con datos de una serie histórica (1980-2013). En base a los datos de estaciones meteorológicas situadas en Tacuarembó (INIA Tacuarembó), Salto (INIA Salto Grande) y Bella Unión (ALUR¹¹), se presentan los siguientes factores climáticos: temperatura del aire - máximas y mínimas-, precipitaciones, radiación solar, evaporación del “Tanque A” y evapotranspiración (datos a partir de la zafra 1999-2000), para cada localidad. A partir del año 2010 se cuenta además con dos estaciones automáticas (Decagon) en los sitios experimentales de Paso Farías, Artigas, y Cinco Sauces, Tacuarembó, de cuyos datos se infieren los eventos fenológicos para el cultivar INIA Olimar con distintas fechas de siembra como ejemplo.

A los efectos de determinar la influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento vegetativo y el rendimiento en granos en el cultivo de arroz, se simulan tres fechas de siembra (20 de septiembre, 20 de octubre y 20 de noviembre), ubicando el comienzo del período crítico (21 días antes y después de 50% floración) 90 días después de la siembra para la primera fecha, 70 días después de la segunda y 60 días después para la fecha de siembra.

PRECIPITACIONES

En las Tablas 1 a 3 se presentan los datos de precipitaciones para las localidades de Tacuarembó, Salto y Bella Unión. Primeramente se presentan las medias mensuales, anuales y del período agosto – mayo de los últimos 5 años así como el promedio histórico. En los recuadros siguientes se muestran las sumas anuales, déficit o exceso anual y acumulado, el volumen de lluvias ocurridas en los meses de diciembre a marzo y su porcentaje sobre la media histórica. Por último se observa en las Figuras 1 a 3 las precipitaciones medias mensuales de las zafras 13/14, 14/15 y promedio histórico de las tres localidades.

¹⁰ Ph.D., Investigador Adjunto, INIA Tacuarembó, cmarchesi@tb.inia.org.uy

¹¹ Agradecemos al Ing. Agr. Fernando Hackenbruch por su disposición en facilitar la información correspondiente a la zona de Bella Unión, por ALUR.

Tabla 1. - TACUAREMBÓ. Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2014/2015 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

MESES	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	M. HIST.
E	116	83	36	41	199	105
F	503	120	363	213	349	166
M	53	98	19	69	115	129
A	16	78	75	81	219	167
M	149	108	33	200	70	136
J	83	61	165	38	37	120
J	150	65	64	46	134	85
A	78	105	128	36	17	74
S	132	114	90	169	170	107
O	12	138	277	185	192	157
N	31	104	39	279	81	129
D	110	23	300	19	151	136
E	83	36	41	199	109	105
F	120	363	213	349	17	166
M	98	19	69	115	67	129
A	78	75	81	219	19	167
M	108	33	200	70	144	136
Suma anual	1433	1095	1588	1375	1734	1510
Suma A-M	850	1008	1438	1639	966	1305
Suma E-M	301	418	323	663	193	400

Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).

Año	2010	2011	2012	2013	2014	Prec. Anual histórica
Suma anual	1433	1095	1588	1375	1734	1510
Déf Exc anual	-77	-415	78	-135	224	
Déf/Exc acum	-1029	-1444	-1366	-1501	-1277	

Precipitaciones Acumuladas						
Dic-Mar (mm)	411	440	623	682	343	536
% Prom. Hist.	-23%	-18%	16%	27%	-36%	

Tabla 2. - SALTO. Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2014/2015 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

MESES	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	M. HIST.
E	51	160	48	27	45	119
F	102	493	85	352	118	147
M	56	97	122	81	65	170
A	49	34	212	61	49	153
M	77	107	97	23	123	96
J	82	26	67	8	2	87
J	27	73	73	14	35	45
A	46	54	78	216	18	51
S	189	82	35	81	114	87
O	97	54	198	500	162	171
N	365	48	96	59	214	127
D	188	60	56	246	34	140
E	160	48	27	45	119	119
F	493	85	352	118	222	147
M	97	122	81	65	131	170
A	34	212	61	49	154	153
M	107	97	23	123	117	96
Total anual	1329	1289	1167	2068	1722	1393
Suma A-M	1776	863	1007	1502	1285	1261
Suma E-M	750	255	461	228	473	436

Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).

Año	2009	2010	2011	2012	2013	Prec. Total histórica
Suma anual	1329	1289	1167	2068	1722	1393
Déf Exc anual	-64	-105	-226	675	329	
Déf/Exc acum	-596	-701	-927	-252	77	

Precipitaciones Acumuladas						
Dic-Mar (mm)	937	316	516	475	506	576
% Prom. Hist.	63%	-45%	-10%	-18%	-12%	

Tabla 3. - BELLA UNION. Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2014/2015 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

MESES	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	M. HIST.
E	112	325	223	17	84	158
F	95	121	177	205	135	144
M	21	117	58	70	97	136
A	8	69	128	124	95	157
M	120	84	100	30	61	97
J	24	14	65	9	20	82
J	16	51	43	8	60	65
A	1	16	71	90	7	57
S	207	69	72	61	78	90
O	93	24	214	330	29	140
N	667	54	88	17	327	133
D	229	48	151	242	41	133
E	325	223	17	84	234	158
F	121	177	232	135	210	144
M	117	58	66	97	141	136
A	69	128	87	95	138	157
M	84	100	5	61	78	97
Total anual	1593	992	1387	1202	1032	1389
Suma A-M	1913	895	1002	1210	1282	1243
Suma E-M	563	457	314	315	584	437

Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).

Año	2009	2010	2011	2012	2013	Prec. Total histórica
Suma anual	1593	992	1387	1202	1032	1389
Déf Exc anual	204	-398	-2	-187	-357	
Déf/Exc acum	-202	-599	-602	-789	-1146	

Precipitaciones Acumuladas						
Dic-Mar (mm)	792	505	465	557	625	570
% Prom. Hist.	39%	-11%	-18%	-2%	10%	

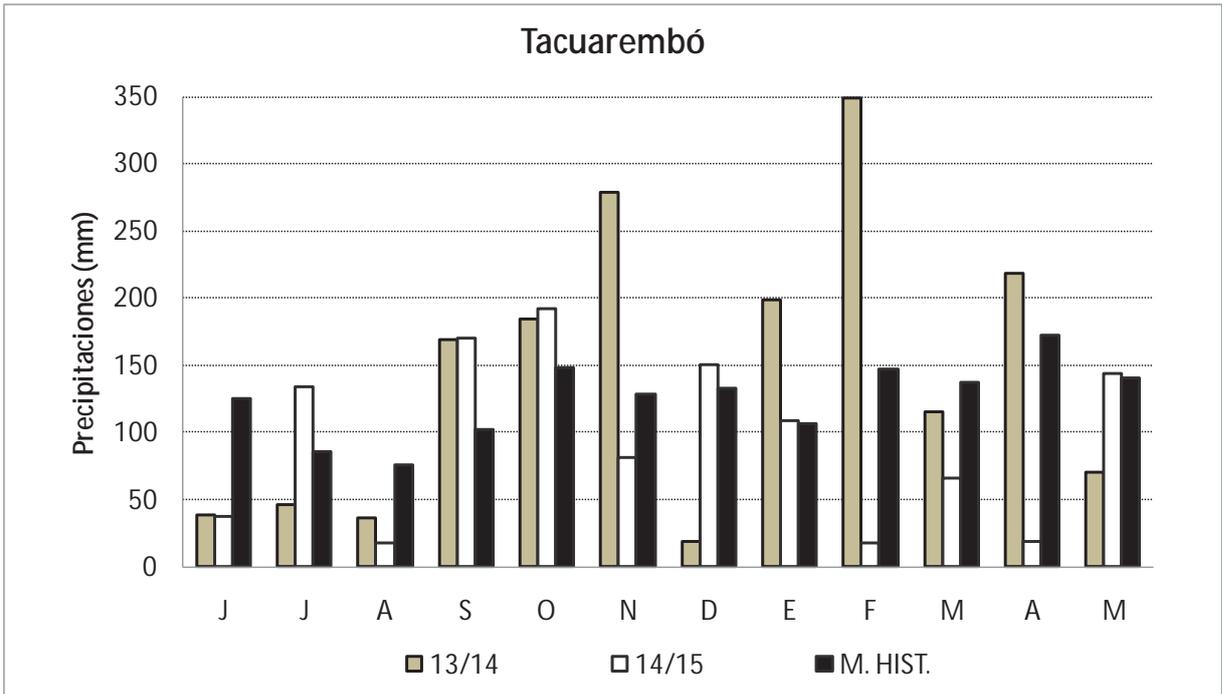


Figura 1. - Precipitaciones mensuales de la zafra 13/14, 14/15 y promedio de la serie histórica de Tacuarembó.

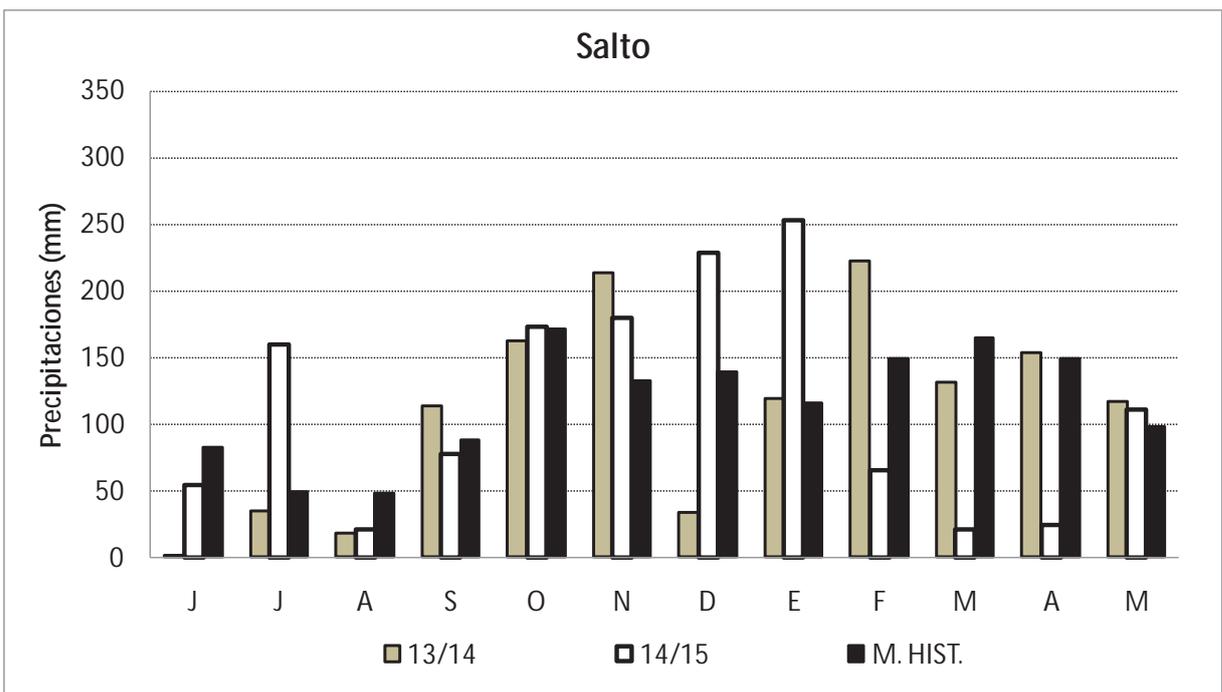


Figura 2. - Precipitaciones mensuales de la zafra 13/14, 14/15 y promedio de la serie histórica de Salto.

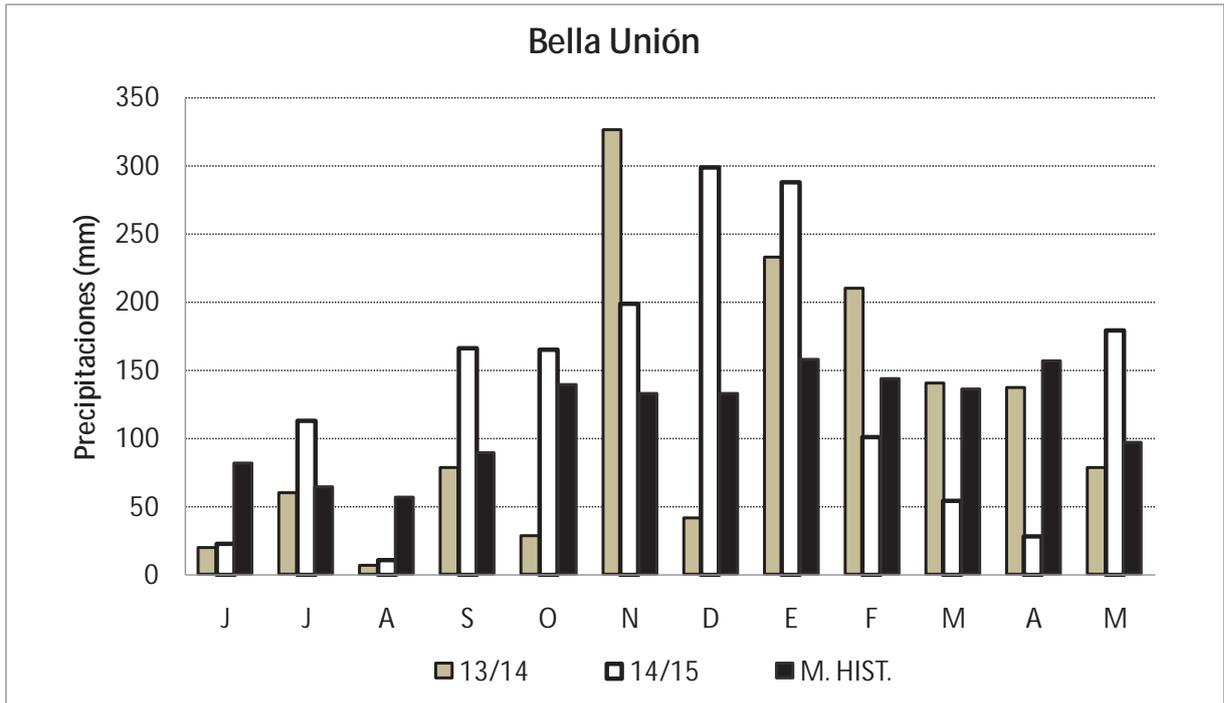


Figura 3. - Precipitaciones mensuales de la zafra 13/14, 14/15 y promedio de la serie histórica de Bella Unión.

TEMPERATURAS

En base a los datos analizados se presentan graficadas las temperaturas máximas medias y mínimas medias que se sucedieron en la zafra 14/15, comparados con los datos de la serie histórica para las localidades de Tacuarembó, Salto y Bella Unión (Figuras 4 a 6). En las mismas se detallan las tres fechas de siembra simuladas que van a determinar la ubicación de los períodos de floración (Períodos Críticos: PC) en diferentes condiciones climáticas.

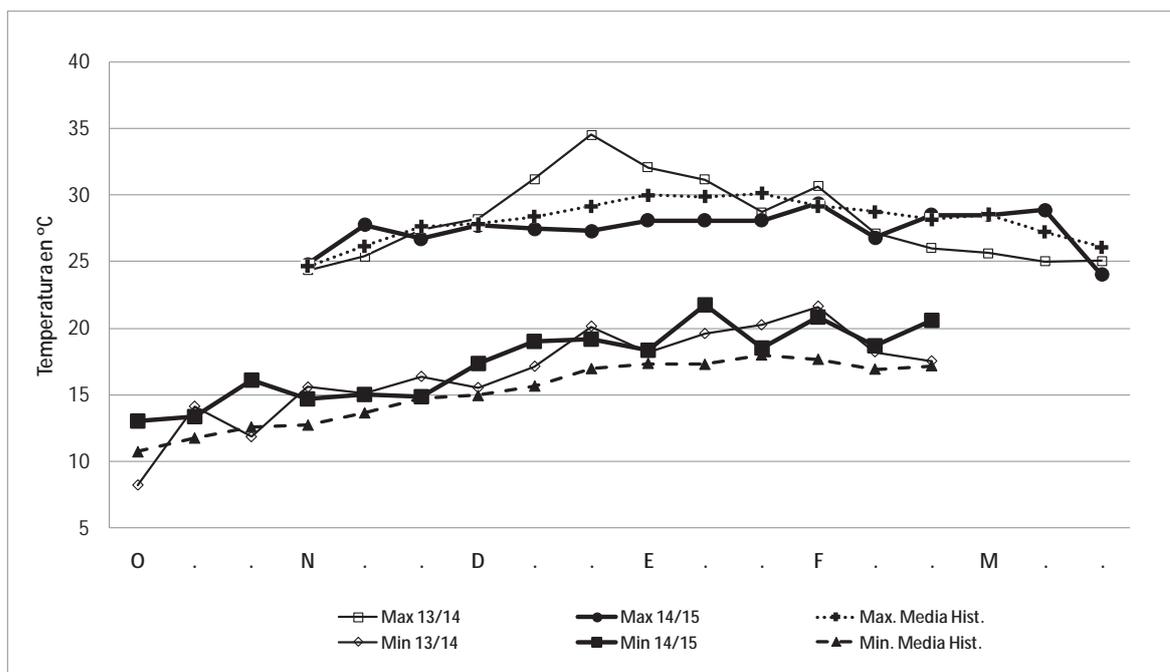


Figura 4. - Temperaturas máximas y mínimas, media histórica y zafras 13/14 y 14/15. Tacuarembó.

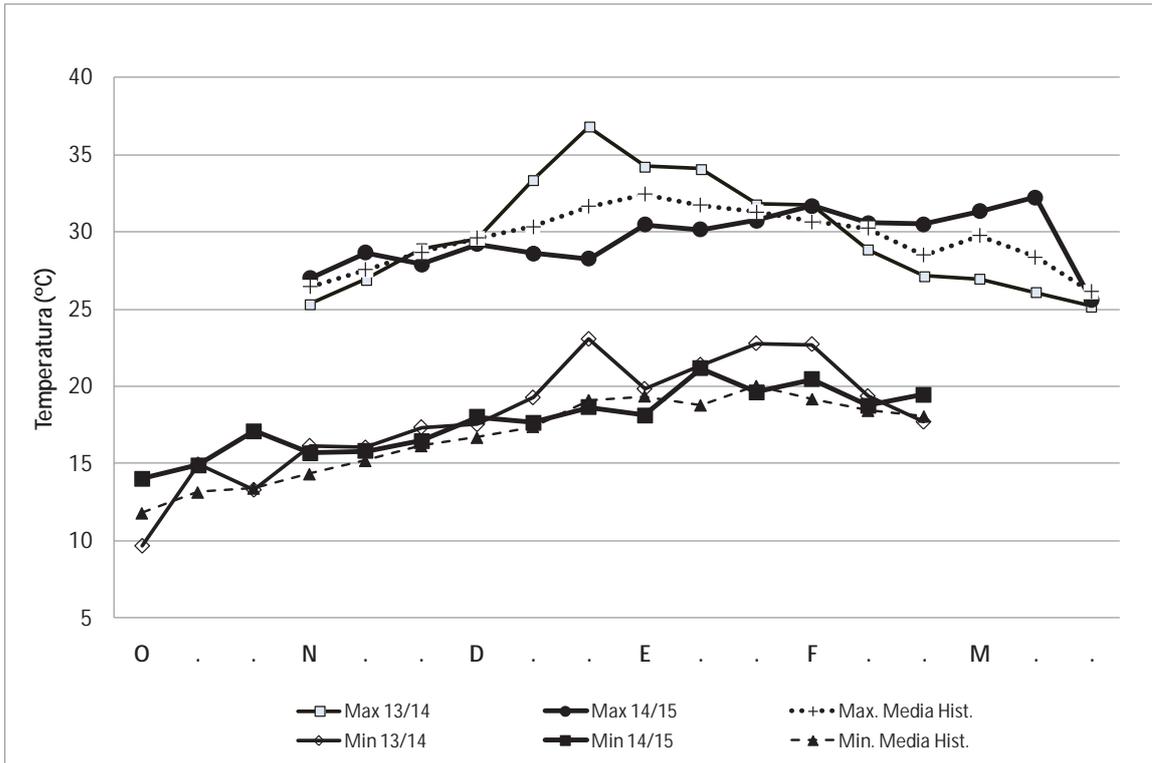


Figura 5. - Temperaturas máximas y mínimas, medias históricas y zafras 13/14, 14/15. Salto.

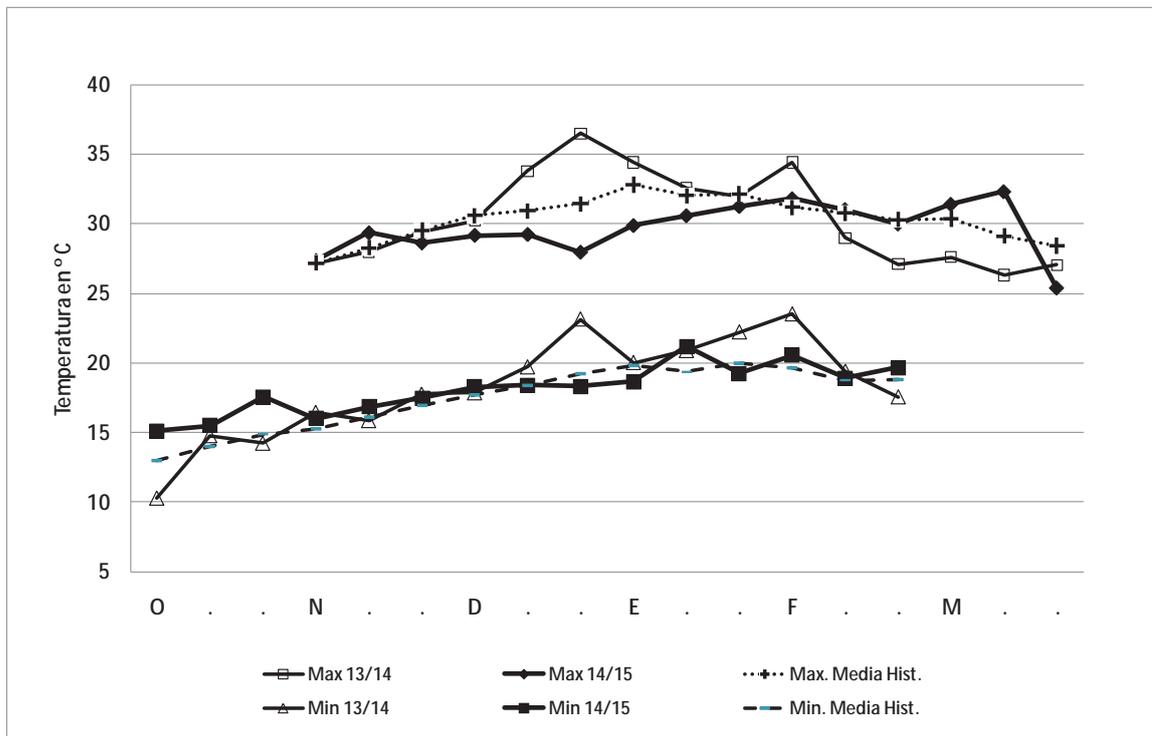


Figura 6. - Temperaturas máximas y mínimas, medias históricas y zafras 13/14, 14/15. Bella Unión.

En la Tabla 4 se presentan datos de Suma térmica para las tres localidades. Por medio de este parámetro se puede determinar el momento que el cultivo alcanza la floración y la madurez fisiológica.

Tabla 4. - Suma térmica para los períodos críticos de cada época de siembra y para el entorno del 10 de Octubre al 10 de Enero (desarrollo vegetativo de la 1ª época de siembra).

DEPTO.	PARAMETRO	SUMA TERMICA (Temp. Medias)			
		Des. Veg.	Período Crítico		
		10 Oct.-10 En.	1ra época	2da. época	3ra. época
TBO	Media	949	569	572	555
	Zafra 14/15	1032	591	608	599
	Zafra 13/14	1074	655	643	579
	Difer % (Z-M)/M	8,7	3,7	6,3	7,9
	Dif. Grados/día	0,9	0,5	0,9	1,1
Salto	Media	1081	655	649	612
	Zafra 14/15	1148	608	632	628
	Zafra 13/14	1229	757	728	642
	Difer % (Z-M)/M	6,2	-7,1	-2,6	2,6
	Dif. Grados/día	0,7	-1,2	-0,4	0,4
Bella Unión	Media	1174	663	664	634
	Zafra 14/15	1172	597	626	623
	Zafra 13/14	1269	726	709	627
	Difer % (Z-M)/M	-0,2	-10,0	-5,7	-1,8
	Dif. Grados/día	0,0	-1,7	-0,9	-0,3

Difer. % (Z-M)/M = indica la diferencia entre los valores de suma térmica de las series históricas y la zafra actual expresado como porcentaje de la media.

Dif. Grados/día = indica la diferencia de grados centígrados por día para el período considerado.

Períodos críticos:

PC1, 40 días a partir del 20 de Diciembre;

PC2, 40 días a partir del 30 de Diciembre;

PC3, 40 días a partir del 20 de Enero;

EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACION

En la Tabla 5 y Figuras 7 y 8 se presentan los datos de evaporación del Tanque A para las localidades de Tacuarembó y Salto, comparando los valores de la media histórica con los de la zafra 13/14 y 14/15 para los períodos Enero a Marzo y los Períodos Críticos correspondientes a cada fecha de siembra simulada.

Tabla 5. - Evaporación "Tanque A" expresado en milímetros. Datos de la media histórica y de las zafras 13/14 y 14/15.

DEPTO	PARAMETROS	EVAPORACION TOTAL EN EL PERIODO (mm)			
		Enero - Marzo	Per. critico (1)	Per. critico (2)	Per. critico (3)
TBO	MEDIA	565	302	290	254
	ZAFRA 14/15	505	236	257	236
	ZAFRA 13/14	415	262	216	182
	Dif.(Z-M)	-60,1	-66,0	-33,7	-17,3
	% (Z-M)/M	-10,6	-21,9	-11,6	-6,8
Salto	MEDIA	624	351	334	282
	ZAFRA 14/15	570	250	254	277
	ZAFRA 13/14	612	412	351	260
	Dif.(Z-M)	-54,1	-100,8	-79,9	-5,7
	% (Z-M)/M	-8,7	-28,7	-23,9	-2,0

Dif. (Z-M) = indica la diferencia entre los valores de milímetros evaporados de la zafra actual y la serie histórica.

% (Z-M)/M = indica el porcentaje de la diferencia entre los valores de milímetros evaporados de la zafra actual y la serie histórica.

Períodos críticos:

PC1, 40 días a partir del 20 de Diciembre;

PC2, 40 días a partir del 30 de Diciembre;

PC3, 40 días a partir del 20 de Enero;

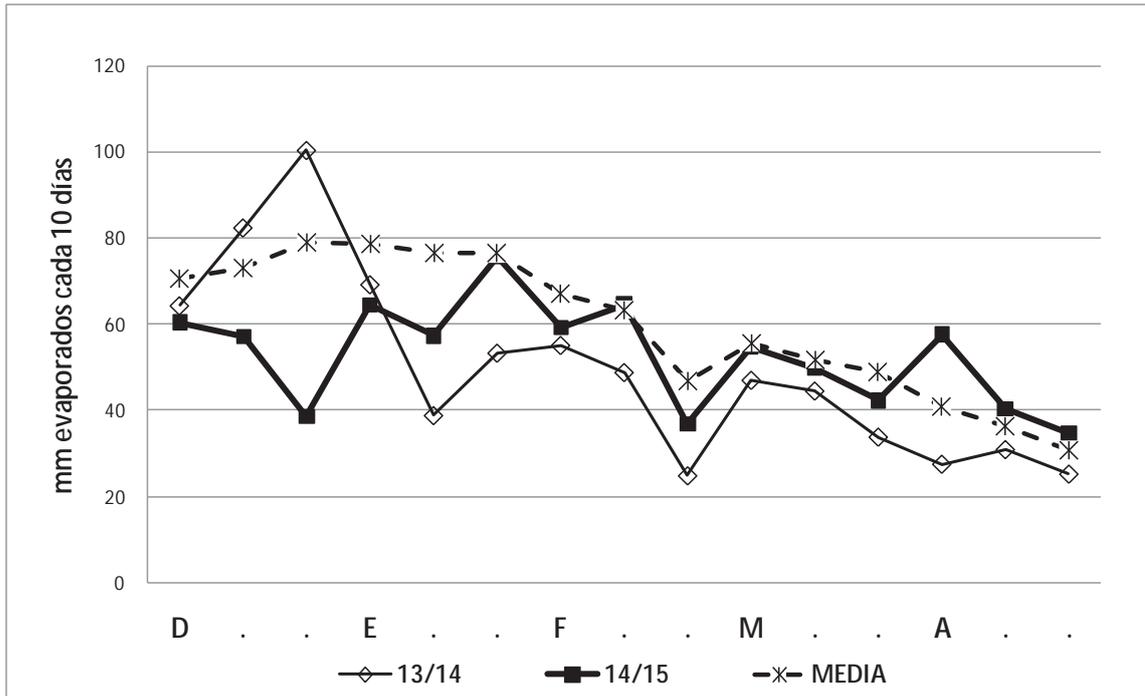


Figura 7 - Evaporación (Tanque A) de las zafas 13/14, 14/15 y media histórica en el período Diciembre-Abril para Tacuarembó.

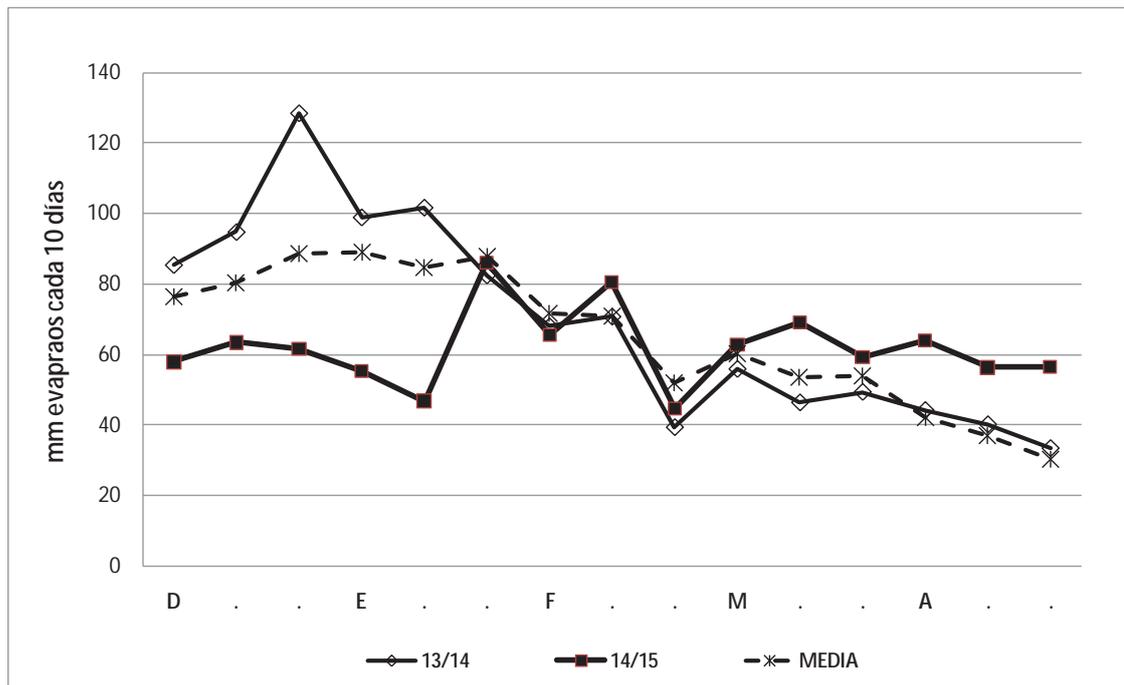


Figura 8 - Evaporación (Tanque A) de las zafas 13/14, 14/15 y media histórica en el período Diciembre-Abril para Salto.

Cada vez más se utiliza el concepto de Evapotranspiración (ET) –en vez de evaporación-, para estimar la demanda de los cultivos por agua del suelo. La ET es la consideración conjunta de la evaporación (fenómeno físico) y la transpiración (fenómeno biológico), y en Uruguay se estima utilizando la metodología de Penman-Monteith (recomendado por la FAO), que combina parámetros como temperatura, radiación solar, velocidad del viento y humedad del aire. En la Tabla 6 y Figuras 9 y 10 se presentan los datos de ET de Tacuarembó y Salto comparando los

valores de la media histórica con los de la zafra 13/14 y 14/15 para los períodos Enero a Marzo y los Períodos Críticos correspondientes a cada fecha de siembra simulada.

Tabla 6. - Evapotranspiración –estimada por Penman-Monteith- expresado en milímetros. Datos de la media histórica y de las zafras 13/14 y 14/15.

DEPTO	PARAMETROS	ETP TOTAL EN EL PERIODO (mm)			
		Enero - Marzo	Per. crítico (1)	Per. crítico (2)	Per. crítico (3)
TBO	MEDIA	376	201	201	182
	ZAFRA 14/15	402	199	205	197
	ZAFRA 13/14	419	254	231	192
	Dif.(Z-M)	26	-2	4	15
	% (Z-M)/M	7	-1	2	8
Salto	MEDIA	401	213	211	191
	ZAFRA 14/15	427	208	211	208
	ZAFRA 13/14	468	286	267	222
	Dif.(Z-M)	26	-5	0	16
	% (Z-M)/M	7	-2	0	8

Dif. (Z-M) = indica la diferencia entre los valores de milímetros evapotranspirados de la zafra actual y la serie histórica.

% (Z-M)/M = indica el porcentaje de la diferencia entre los valores de milímetros evapotranspirados de la zafra actual y la serie histórica.

Períodos críticos:

PC1, 40 días a partir del 20 de Diciembre;

PC2, 40 días a partir del 30 de Diciembre;

PC3, 40 días a partir del 20 de Enero;

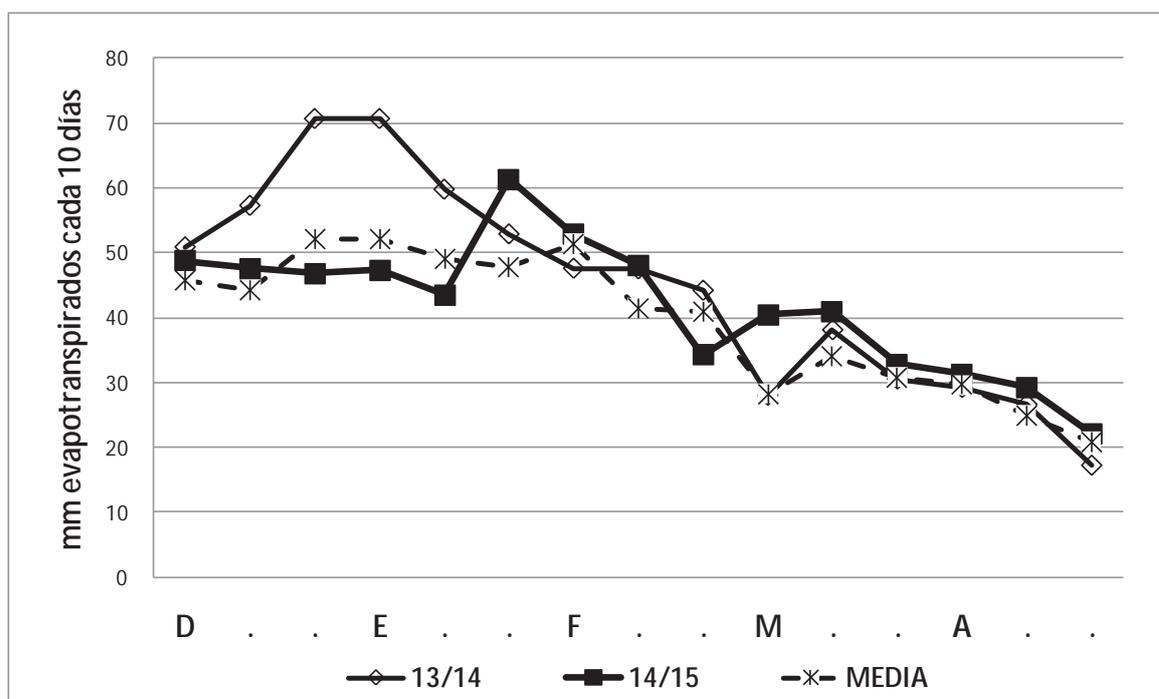


Figura 9 - Evapotranspiración (Penman-Monteith) de las zafras 13/14, 14/15 y media histórica en el período Diciembre-Abril para Tacuarembó.

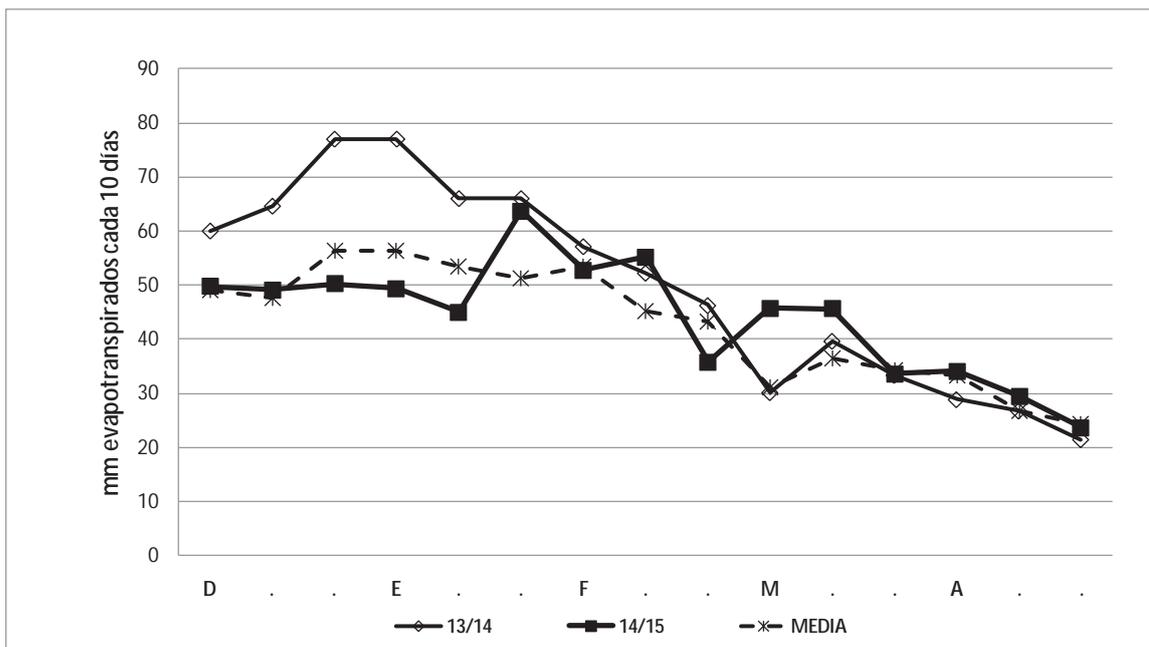


Figura 10 - Evapotranspiración (Penman-Monteith) de las zafras 13/14, 14/15 y media histórica en el período Diciembre-Abril para Salto.

RADIACION SOLAR

La intensidad de la luz y las estructuras productivas de una población de plantas son los factores más importantes que determinan la producción de materia seca. Reducciones en la radiación solar producen disminuciones en el rendimiento, con plantas más altas, un aumento en el porcentaje de granos chuzos y menor respuesta a la fertilización nitrogenada. La importancia de los requerimientos de luz en el ciclo del cultivo va aumentando en la medida que nos acercamos al período reproductivo, alcanzando sus mayores exigencias en el comienzo de floración. La fase del cultivo en la cual la falta de luz produce mayores efectos en la reducción de los rendimientos es el período que se extiende desde la diferenciación de la panoja hasta 10 días antes que comience la fase de maduración -aproximadamente 42 días- siendo el comienzo de floración la mitad de este período.

En la Tabla 7 se presenta la sumatoria de horas de luz para los períodos Oct-Dic, Ene-Mar. y los tres períodos críticos. En las Figuras 11 a 12 se observan las diferencias entre las zafras 13/14, 14/15 y las medias históricas de cada localidad.

Tabla 7. - Suma de horas luz para los períodos críticos de cada época de siembra y para los entornos Octubre-Diciembre y Enero-Marzo (medias históricas y zafas 13/14, 14/15).

SITIO	PARAMETROS	Des. Veg. Oct.-Dic.	Des.Rep En.-Mar.	Período Crítico		
				1ra época	2da. época	3ra. época
TBO	Media	738	716	452	347	303
	Zafra 14/15	652	772	434	362	328
	Zafra 13/14	784	645	418	288	301
	Difer % (Z-M)/M	-12	8	-4	4	8
	Dif. Hs.sol/día	-0,9	0,6	-0,4	0,4	0,6
SALTO	Media	786	778	392	374	338
	Zafra 14/15	695	755	338	348	365
	Zafra 13/14	801	686	367	342	267
	Difer % (Z-M)/M	-12	-3	-14	-7	8
	Dif. Hs.sol/día	-1,0	-0,3	-1,3	-0,6	0,7

Difer. % (Z-M)/M = indica las horas de luz de diferencia entre la medida de la zafra actual y la serie histórica, expresado como porcentaje de la media.

Dif. Hs.sol/día = indica las horas de luz de diferencia por día entre la medida de la zafra actual y la serie histórica.

Períodos críticos:

PC1, 40 días a partir del 20 de Diciembre;

PC2, 40 días a partir del 30 de Diciembre;

PC3, 40 días a partir del 20 de Enero;

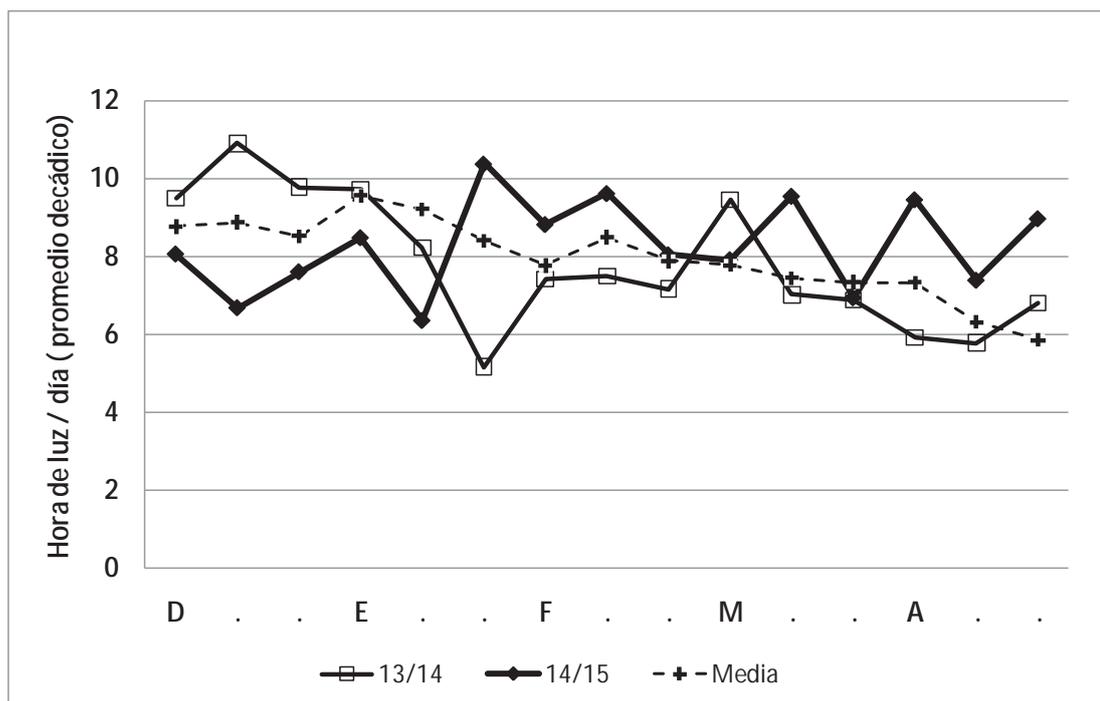


Figura 11. - Heliofanía (horas de luz/día, promedio década) del período Diciembre a Abril para Tacuarembó.

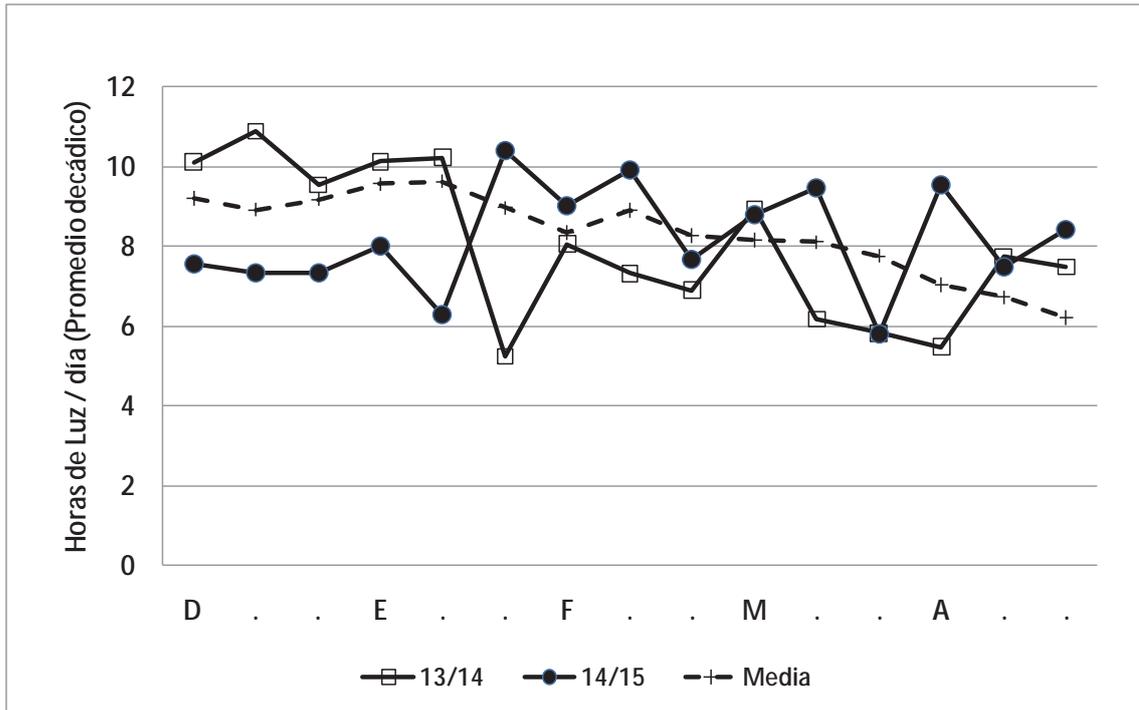


Figura 12. - Heliofanía (horas de luz/día, promedio década) del período Diciembre a Abril para Salto.

GRADOS DÍA- Simulación para INIA Olimar

El arroz responde a la acumulación térmica para desarrollar su ciclo de vida, cumpliendo su fenología en la medida que acumula “grados de calor”. Es por ello que la misma variedad sembrada en distintas épocas va a cumplir su ciclo en tiempos diferentes, dato importante ya que varias prácticas de manejo del cultivo están asociadas a su fenología (manejo del riego, fertilización, control de malezas y enfermedades). Aquí presentamos un ejercicio que nos muestra cuán diferentes pueden llegar a ser esos ciclos, utilizando los datos reales de clima de la zafra de dos zonas de Artigas (Paso Farías y Bella Unión), Salto y Tacuarembó, para el cultivar INIA Olimar, en base a las unidades térmicas que este requiere según estudios realizados por INIA Treinta y Tres (Roel y Méndez, 2005). En la medida que tengamos información de clima en tiempo real, será posible prever con mayor precisión el momento en que van a ocurrir estos eventos fenológicos, facilitando quizás el manejo de las chacras.

En las Tablas 8 a 11 se presentan los tiempos que necesita este cultivar para cumplir con sus etapas fenológicas (macollaje, primordio floral, 50% floración y madurez fisiológica) según varias fechas de emergencia (del 10/9 al 1/12) en las cuatro localidades mencionadas.

Tabla 8. - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Tacuarembó, zafra 2014/2015.

INIA Olimar	Inicio Macollaje		Primordio floral		50% floracion		Madurez fisiologica		14/15	
	Fecha de emergencia	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015		Dias
	10-sep	10-oct	30	26-nov	47	25-dic	29	27-ene	33	139
	20-sep	16-oct	26	29-nov	44	28-dic	29	30-ene	33	132
	01-oct	23-oct	22	06-dic	44	01-ene	26	04-feb	34	126
	10-oct	28-oct	18	10-dic	43	06-ene	27	09-feb	34	122
	20-oct	06-nov	17	16-dic	40	12-ene	27	14-feb	33	117
	01-nov	18-nov	17	27-dic	39	21-ene	25	24-feb	34	115
	10-nov	25-nov	15	01-ene	37	27-ene	26	02-mar	34	112
	20-nov	06-dic	16	10-ene	35	04-feb	25	10-mar	34	110
	01-dic	14-dic	13	18-ene	35	13-feb	26	19-mar	34	108

Tabla 9. - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Salto, zafra 2014/2015.

INIA Olimar	Inicio Macollaje		Primordio floral		50% floracion		Madurez fisiologica		días tot	
	Fecha de emergencia	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015		Dias
	10-sep	06-oct	26	16-nov	41	14-dic	28	16-ene	33	128
	20-sep	11-oct	21	20-nov	40	18-dic	28	20-ene	33	122
	01-oct	19-oct	18	27-nov	39	25-dic	28	25-ene	31	116
	10-oct	26-oct	16	04-dic	39	30-dic	26	31-ene	32	113
	20-oct	02-nov	13	10-dic	38	06-ene	27	07-feb	32	110
	01-nov	16-nov	15	23-dic	37	17-ene	25	18-feb	32	109
	10-nov	24-nov	14	30-dic	36	23-ene	24	25-feb	33	107
	20-nov	04-dic	14	08-ene	35	31-ene	23	06-mar	34	106
	01-dic	14-dic	13	16-ene	33	09-feb	24	15-mar	34	104

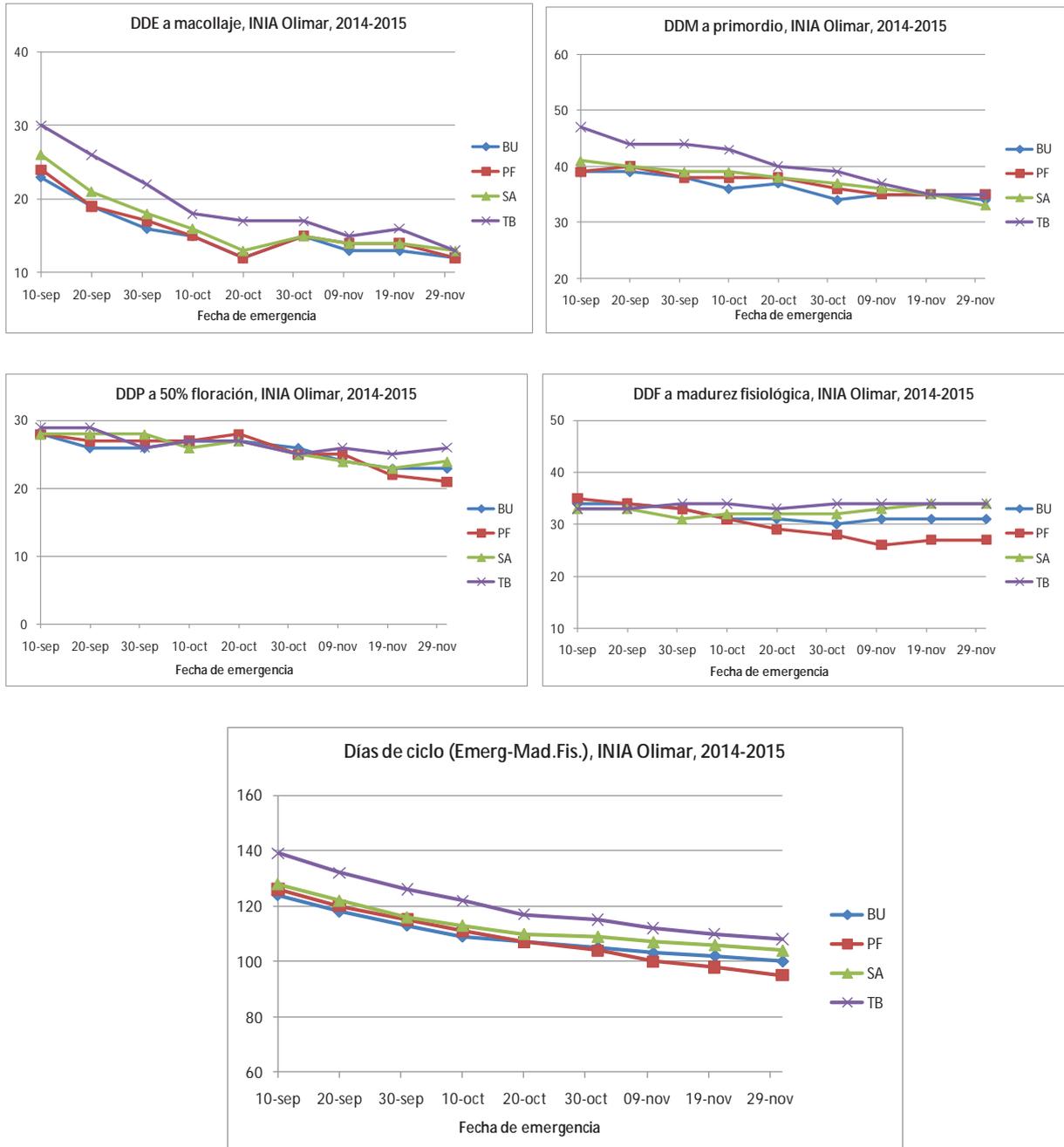
Cuadro 10. - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Bella Unión, zafra 2014/2015.

INIA Olimar	Inicio Macollaje		Primordio floral		50% floracion		Madurez fisiologica		días tot	
	Fecha de emergencia	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015		Dias
	10-sep	03-oct	23	11-nov	39	09-dic	28	12-ene	34	124
	20-sep	09-oct	19	17-nov	39	13-dic	26	16-ene	34	118
	01-oct	17-oct	16	24-nov	38	20-dic	26	22-ene	33	113
	10-oct	25-oct	15	30-nov	36	27-dic	27	27-ene	31	109
	20-oct	01-nov	12	08-dic	37	04-ene	27	04-feb	31	107
	01-nov	16-nov	15	20-dic	34	15-ene	26	14-feb	30	105
	10-nov	23-nov	13	28-dic	35	21-ene	24	21-feb	31	103
	20-nov	03-dic	13	07-ene	35	30-ene	23	02-mar	31	102
	01-dic	13-dic	12	16-ene	34	08-feb	23	11-mar	31	100

Cuadro 11. - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Paso Farías, zafra 2014/2015.

INIA Olimar	Inicio Macollaje		Primordio floral		50% floracion		Madurez fisiologica		días tot	
	Fecha de emergencia	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015	Dias	2014-2015		Dias
	10-sep	04-oct	24	12-nov	39	10-dic	28	14-ene	35	126
	20-sep	09-oct	19	18-nov	40	15-dic	27	18-ene	34	120
	01-oct	18-oct	17	25-nov	38	22-dic	27	24-ene	33	115
	10-oct	25-oct	15	02-dic	38	29-dic	27	29-ene	31	111
	20-oct	01-nov	12	09-dic	38	06-ene	28	04-feb	29	107
	01-nov	16-nov	15	22-dic	36	16-ene	25	13-feb	28	104
	10-nov	24-nov	14	29-dic	35	23-ene	25	18-feb	26	100
	20-nov	04-dic	14	08-ene	35	30-ene	22	26-feb	27	98
	01-dic	13-dic	12	17-ene	35	07-feb	21	06-mar	27	95

En las Figuras 13 a 17 se muestran los días necesarios para cumplir cada etapa según sitio, marcándose claramente las diferencias entre el centro y el norte del país.



Figuras 13 a 17. - Días de ciclo necesarios para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas en las cuatro localidades, zafra 2014/2015: 13, DD emergencia a inicio macollaje; 14, DD macollaje a primordio; 15, DD primordio a 50% floración; 16, DD 50% floración a madurez fisiológica; 17, DD emergencia a madurez fisiológica.

III. MANEJO DEL RIEGO

RIEGO - COMPARACIÓN DE NUEVAS SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS

Gonzalo Carracelas¹², Claudia Marchesi¹³

PALABRAS CLAVES: Riego, Arroz, Sistematización, Múltiples taipas

INTRODUCCION

Este trabajo se desarrollo con el fin de comparar nuevas sistematizaciones incluyendo el sistema de múltiples taipas y sistematización convencional con distintos manejos de riego, determinando el consumo de agua, comportamiento del cultivo de arroz en rendimiento, calidad de grano y la productividad del agua de riego y riego+lluvia (kg arroz/m³ de agua).

En los trabajos realizados en la zafra anterior el tipo de sistematización no determinó diferencias significativas en el consumo de agua de riego, productividad del agua, ni tampoco en el rendimiento y calidad de grano. Sin embargo, el sistema de múltiples taipas determinó una mayor acumulación de Materia Seca a cosecha y mayor número de granos totales por superficie por lo que se decidió continuar con esta línea experimental en la zafra actual (P<0.05) (Carracelas y Marchesi, 2014). Las ventajas del sistema de múltiples taipas radican en una mayor velocidad y uniformidad de riego así como mejores condiciones para la siembra sobre taipas sin desgote, lo cual determinaría una mejor uniformidad del cultivo en chacras comerciales.

En este trabajo se presentan los resultados correspondientes a la zafra agrícola 2014-15 de los ensayos de riego que incluyen la sistematización MT con múltiples taipas realizados en la Unidad Experimental y Demostrativa de Paso Farías - Artigas.

MATERIALES Y METODOS

Los tratamientos incluyen tres tipos de sistematización y tres manejos de riego (Cuadro 1). El diseño experimental fue de parcelas divididas en bloques y se utilizó el programa estadístico InfoStat (www.infostat.com.ar). Los parámetros estudiados fueron: productividad del agua de riego y riego+lluvia (Kg arroz SSL/m³ de agua), consumo de agua en m³/ha a la entrada de la chacra, Rendimiento sano, seco y limpio (Kg arroz SSL/ha) y calidad industrial, porcentaje de Blanco y Entero.

Cuadro 1. - Tratamientos de Riego realizados con cv INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Tratamientos	
Sistemas de Riego	1. Riego Continuo (R.C)
	2. Intermitente hasta Primordio (R. IP)
	3. Riego Intermitente (R.I)
Sistematización	1. Intervalo Vertical = 8cm (IV8)
	2. Intervalo Vertical = 4cm (IV4)
	3. Múltiples Taipas (MT) + Taipa triangular

¹² Ing. Agr. – Programa Arroz INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

¹³ Programa Arroz INIA

Se realizó un baño el 24 de octubre y la inundación comenzó a los 24 días luego de emergencia. En el manejo de riego continuo (R.C) se mantiene una lámina continua de 5-10 cm luego de la inundación durante todo el ciclo del cultivo. En R.I se establece la misma lámina de 5-10 cm la cual se deja resumir y se vuelve a regar cuando el suelo llega a una situación de barro líquido. En R.IP el riego se maneja igual a R.I hasta primordio y a partir de ese momento se maneja igual que R.C. El riego finalizó en todos los tratamientos 20 días previos a la cosecha. En los intervalos verticales IV=8 cm e IV= 4 cm se realizaron las taipas con el taipero convencional mientras que en el sistema de MT se utilizó un taipero modificado quedando una taipa de forma triangular, menor altura y sin desgote.

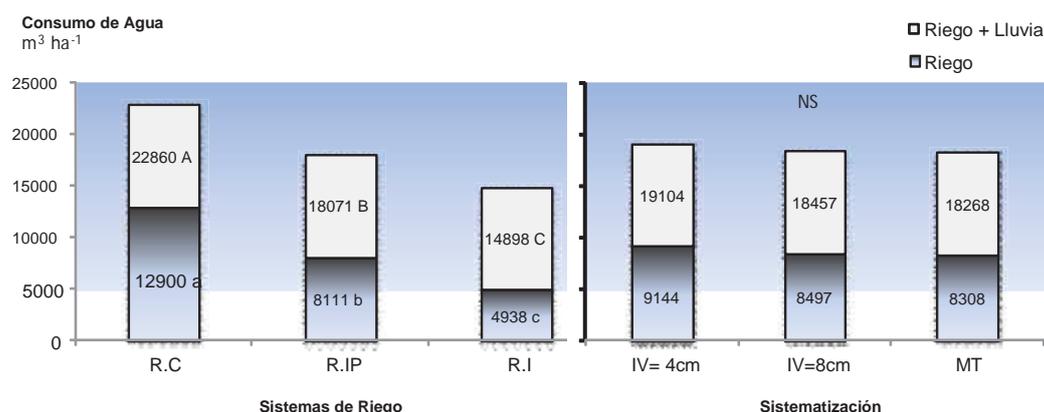
El manejo realizado en el cultivo se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 2. - Manejo del Cultivo cv INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Actividad	Fecha	Detalle
Siembra, Variedad, Densidad	25 de Setiembre	cv INIA Olimar - 160 kg/ha
Herbicidas	24 de Setiembre	Glifosato 4 L/ha
	24 de Octubre	Clomazone 0,8 + Glifosato 4 L/ha
		Clomazone 0.6 L/ha + Penoxsulam 0.175 L/ha
Fertilización basal	25 de Setiembre	Basal = 100 kg/ha 18-46, 60 kg KCl
	24 de Octubre	Macollaje = 70 kg/ha Urea
	3 de Diciembre	Primordio = 50 kg/ha Urea

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 1 se presenta el gasto de agua de riego y riego+lluvia para los distintos sistemas de riego y sistematizaciones.



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0,05). NS: diferencias estadísticamente no significativas. MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego = 1386, CV (coeficiente de Variación) = 10

Figura 1. - Consumo de agua de riego y riego+lluvia por sistema de riego y tipo de sistematización según intervalo vertical (IV), UEPF Artigas, Zafra 2014-15.

Los sistemas de riego intermitente determinaron un importante ahorro en el consumo de agua, 37% en R.IP y 62% en R.I en relación a R.C (P<0,05). Si bien existió una tendencia a un menor consumo de agua en el sistema MT (8% de ahorro de agua) en relación a las sistematizaciones convencionales, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas y no existió interacción riego * sistematización (P<0.05) (Figura 1).

Los días a floración (50%) fueron en promedio 101 días y a diferencia en lo registrado en la zafra anterior, estos no fueron afectados significativamente por el tipo de riego, sistematización y su interacción (P<0,05).

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de algunos de los parámetros evaluados: rendimiento, calidad industrial y productividad del agua, observándose que la interacción entre los distintos sistemas de riego y sistematización fue significativa (P<0.05).

Cuadro 3. - Comparación de rendimiento de arroz seco y limpio (SL), calidad industrial y productividad (kg Arroz/m³ agua) para tres sistemas de riego y tres tipos de sistematización. UEPF Artigas, Zafra 2014-15.

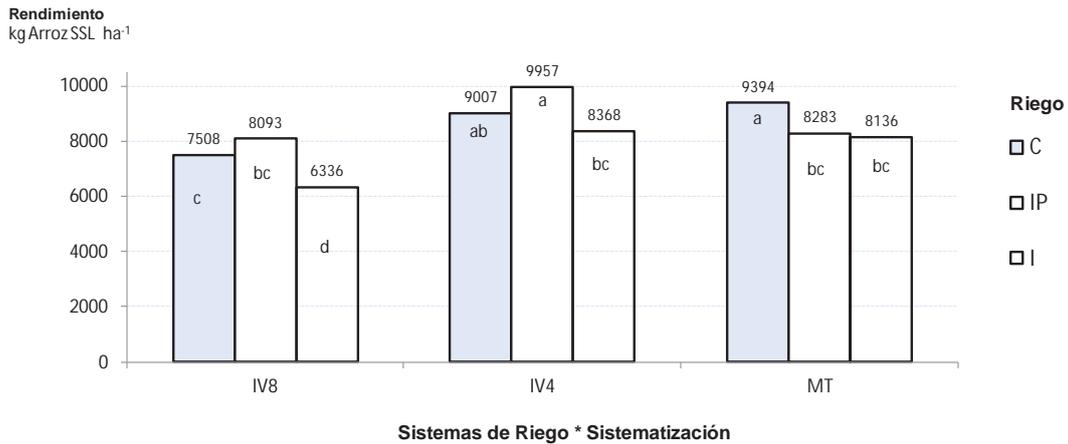
Sitio= Paso Farias Artigas		Rendimiento SSL kg/ha	Calidad %		Productividad kg	
			Blanco	Entero	Riego	Riego + Lluvia
Sistema de Riego						
Continuo R.C		8636 a	69.64 a	64.48 a	0.68 c	0.38 b
Intermitente a Primordio R.IP		8777 a	69.70 a	64.36 a	1.09 b	0.49 a
Intermitente a final R.I		7613 b	69.25 b	60.01 b	1.59 a	0.51 a
MDS (P<0.05)		582	0.288	1.259	0.079	0.029
Interacción Riego*Sistematización						
Multiples Taipas -MT	Continuo R.C	9394 a	69.8	64.8 abc	0.74 e	0.41 cd
	Intermitente a Primordio R.IP	8283 bc	69.6	63.1 cd	1.08 cd	0.47 b
	Intermitente a final R.I	8136 bc	69.6	60.6 e	1.85 a	0.57 a
Int. Vertical = 4cms - IV4	Continuo R.C	9007 ab	69.8	65.4 ab	0.67 e	0.38 de
	Intermitente a Primordio R.IP	9957 a	69.9	65.8 a	1.21 c	0.55 a
	Intermitente a final R.I	8368 bc	69.5	62.6 ed	1.50 b	0.54 a
Convencional - IV8	Continuo R.C	7508 c	69.3	63.2 bcd	0.62 e	0.34 e
	Intermitente a Primordio R.IP	8093 bc	69.6	64.2 abcd	0.97 d	0.44 bc
	Intermitente a final R.I	6336 d	68.7	56.8 f	1.43 b	0.44 bc
MDS (P<0.05)		1008	NS	2.18	0.137	0.051
Sistematización		NS	NS	NS	NS	NS
CV %		10.36	0.61	2.97	10.47	9.5

Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0,05). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas. CV: coeficiente de variación Sig*: P<0,05; **P<0,01

El rendimiento en los sistemas de riego R.C y R.IP fue significativamente superior en relación al riego intermitente (R.I) durante todo el ciclo (R.I) permitiendo cosechar 22 bolsas más de arroz por hectárea en promedio (P<0.05) (Cuadro 2).

La mayor productividad de agua se registró en el riego intermitente durante todo el ciclo con valores de 1.59 kg Arroz/m³ agua de riego y 0.51 kg Arroz/m³ agua de riego+lluvia (P<0.05). Existieron diferencias significativas entre los distintos sistemas de riego donde el manejo R.I determinó las productividades de agua de riego más altas (Cuadro 2) (P<0.05). Las precipitaciones registradas durante el ciclo del cultivo en esta zafra fueron muy elevadas (996 mm) lo cual explica la marcada disminución en la productividad al considerar el agua de Riego y Lluvia.

En la sistematización MT el rendimiento más alto fue el registrado en el manejo de riego continuo (R.C) el cual fue superior a su vez al registrado en la convencional IV8 (P< 0.05) (Figura 1).

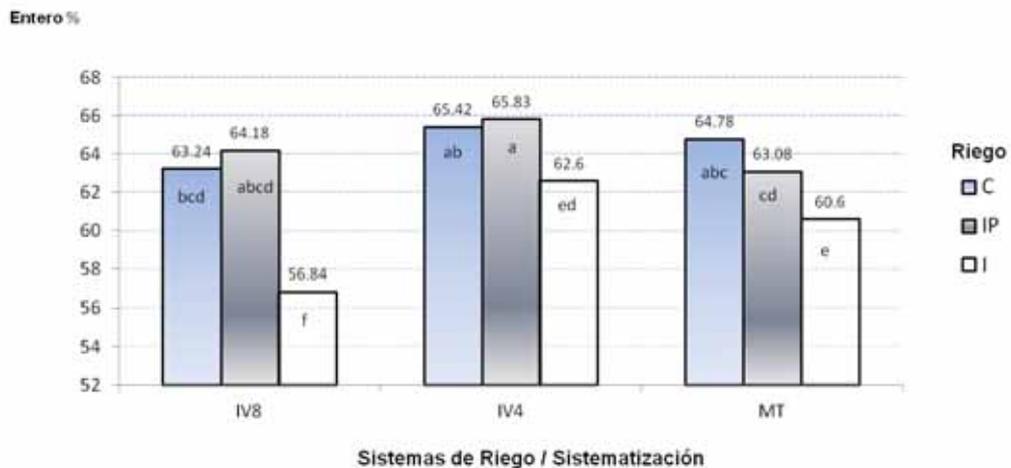


Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0.05). MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego X Sistematización =1008 , CV =10.36%.

Figura 2. - Rendimiento registrado en cada tratamiento como resultado de la interacción significativa entre Sistema de Riego y Sistematización (P<0.05), UEPF Artigas, Zafra 2014-15.

En las sistematizaciones convencionales (IV4 - IV8) no existieron diferencias en rendimiento entre el manejo de riego continuo (RC) y riego intermitente hasta primordio (R:IP), superando en promedio en 1289 kgs (26 bolsas) de arroz por hectárea, al riego intermitente durante todo el ciclo (R:I) (Cuadro 2). En dichas sistematizaciones IV4 e IV8, el manejo de riego intermitente hasta primordio permitió un ahorro importante en el consumo de agua en relación al riego continuo del orden de 35 % (4789 m³ Agua/ha menos) y la productividad del agua de riego aumento de 0.65 a 1.09 kg Arroz por m³ de Agua al pasar del manejo R.C a R.IP (P<0.05).

La calidad de grano fue significativamente superior en los manejos de riego RC y R,IP en relación a R.I en todas las sistematizaciones evaluadas, como se observa en la Cuadro 2 y Figura 2 (P<0.05). En general todos los tratamientos tuvieron buenos valores de entero registrándose el valor más bajo en el manejo de riego intermitente (R.I) en la sistematización convencional IV8. Los mejores porcentajes de entero se registraron en MT e IV4 con RC y R.IP respectivamente como se observa en la Figura 2.



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0.05). MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego X Sistematización =2.18 , CV =2.97%.

Figura 3. - Calidad Industrial (% Entero) del grano de Arroz registrados en cada tratamiento, interacción significativa Sistema de Riego x Sistematización, UEPF Artigas, Zafra 2014-15.

CONSIDERACIONES

La sistematización con múltiples taipas con riego continuo determinó mayores rendimientos en relación a la convencional realizada a un intervalo vertical de 8 cm. no se registraron diferencias significativas en rendimiento entre IV4 y MT en riego continuo.

El mayor rendimiento en la sistematización con múltiples taipas se logró con el manejo de riego continuo (9394 kg Arroz SSL/ha), superando en 1185 kg (24 bolsas) a los otros manejos de riego intermitente en promedio.

En las sistematizaciones realizadas con taipero convencional (IV8 e IV4) el manejo de riego intermitente hasta primordio (R.IP) en esta zafra permitió un importante ahorro en el consumo de agua sin afectar el rendimiento en grano y permitiendo de esta manera incrementar la productividad del agua de riego de 0.65 (R.C) a 1.09 (R.IP) kg Arroz por m³ de Agua.

El tipo de sistematización de chacra no presentó diferencias significativas en el consumo de agua de riego.

Las productividades de agua de riego fueron buenas en general y se encuentran comprendidas en un rango de 0.62 registrada en la sistematización convencional con riego continuo RC y 1.85 kg Arroz/m³ agua de riego en R.I en la sistematización con múltiples taipas MT.

Los parámetros de Calidad Industrial evaluados Blanco Total y Entero fueron ambos superiores en los manejos de riego continuo y riego intermitente hasta primordio en relación al riego intermitente durante el ciclo. La disminución en calidad al realizarse riego intermitente durante todo el ciclo fue mayor en la sistematización convencional (IV8).

Es importante destacar que los resultados corresponden a solamente una zafra en la que las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron muy elevadas (996 mm) y en años más secos las diferencias en rendimiento entre manejos de riego serían mayores y a favor del riego continuo.

BIBLIOGRAFÍA

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. Comparación de sistemas de riego y nuevas sistematizaciones. Múltiples taipas. Zona Norte. En: Presentación de Resultados Experimentales de Arroz. Zafra 2013-2014. INIA Tacuarembó. Uruguay. SAD738. P. 25-29.

SISTEMAS DE RIEGO Y SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS Análisis conjunto de dos zafras.

Gonzalo Carracelas¹⁴, Claudia Marchesi¹⁵

PALABRAS CLAVES: Riego, Arroz, Sistematización, Múltiples taipas

INTRODUCCION

En zafras anteriores se han realizado numerosos estudios con el fin de determinar manejos de riego y sistematizaciones que permitan reducir el consumo de agua, bajar los costos de riego y mano de obra del cultivo, aumentar la productividad del agua de riego y lluvia (kg arroz SSL/m³ de agua), sin afectar el rendimiento y calidad del cultivo de arroz. El consumo de agua en sistemas de riego continuo promedio de tres zafras en la zona Norte fue de 14679 m³ agua Riego/ha a la entrada de los experimentos. Los sistemas de riego intermitente en la región Norte determinaron un 38% de ahorro en el consumo de agua, una reducción del 11% en el rendimiento de arroz (19 bolsas menos por hectárea) y un aumento del 41% en la productividad del agua de riego en relación al riego continuo (Carracelas et al. 2012, 2013 y 2014). Las sistematizaciones realizadas a diferentes intervalos verticales con el taipero convencional, no determinaron diferencias significativas en ninguno de dichos parámetros evaluados. En las últimas zafras se incorporo otro tipo de sistematización múltiples taipas con taipas de menor altura y forma triangular sin desgote. A nivel comercial las ventajas de este sistema están asociadas a una mayor velocidad y uniformidad de riego, mejores condiciones para la siembra sobre taipas por su menor altura sin desgote, lo cual determinaría una mejor uniformidad del cultivo en las chacras.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis conjunto de las dos zafras recientes, realizados en la Unidad Experimental de Paso Farías, Artigas.

MATERIALES Y METODOS

El objetivo de este trabajo es determinar nuevas sistematizaciones y prácticas de manejos de riego que permitan reducir el consumo de agua, facilitar el riego, aumentar la productividad del agua sin afectar negativamente la calidad y el rendimiento del cultivo de arroz (producir más o igual arroz con menos agua).

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en dos bloques y los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza y Test de separación de medias de Fisher al 5% usando modelos del programa estadístico InfoStat versión 2012 (www.infostat.com.ar).

Se compararon tres tipos de sistematización (parcela grande) según intervalo vertical y tipo de taipa: I. Convencional: intervalo vertical de 8 cm (IV8), II. Más Taipas a un intervalo vertical de 4 cm (IV4.), III. Múltiples Taipas (MT) (mayor proximidad entre taipas posible de acuerdo a la pendiente del terreno) y tres sistemas de riego (parcela menor): 1. Riego Continuo (R.C) 2. Riego Intermitente hasta primordio (R.IP) y 3. Riego Intermitente hasta fin de ciclo (R.I). En los intervalos verticales IV8 e IV4 se realizaron las taipas con el taipero convencional mientras que en el sistema

¹⁴ Ing. Agr. – Programa Arroz INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

¹⁵ Programa Arroz INIA

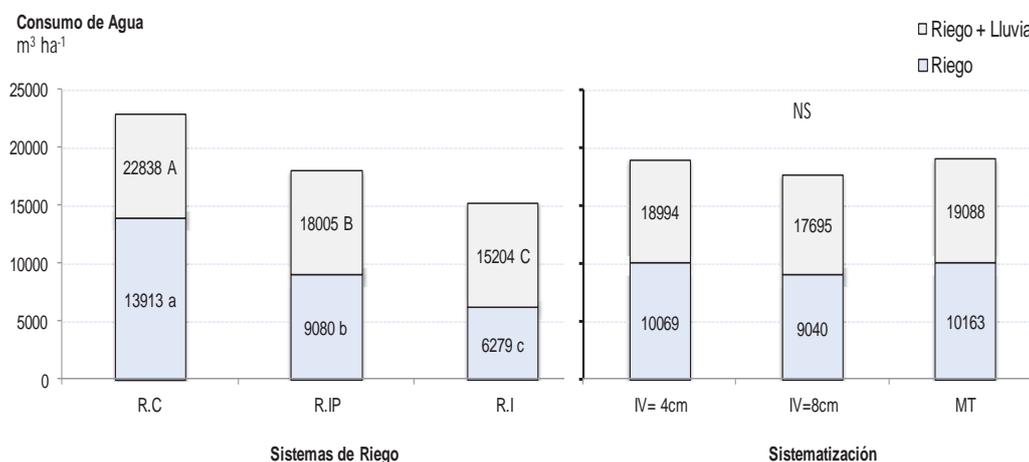
MT se utilizó un taipero modificado quedando una taipa de forma triangular, de menor altura y sin desgote.

En ambas zafras la fecha de siembra del cultivar INIA Olimar fue el 25 de setiembre, con una densidad de 160 kg de semilla por hectárea. Las siembras fueron realizadas sobre un rastrojo de raigrás quemado con glifosato (4 L/ha) y las fertilizaciones basales fueron de 100 kg/ha con 18-46 en ambas zafras. En la zafra 2014-15 se fertilizo además con 60 kg de KCl y se refertilizó con urea fraccionados en macollaje y primordio a razón de 100 y 120 kg/ha para las zafras 2013/14 y 2014/15 respectivamente. En relación a los herbicidas utilizados en ambas zafras se aplicó Clomazone (0.8-0.9 L/ha) y Glifosato (3 L/ha) previo a la siembra, luego se realizó una segunda aplicación de Clomazone post emergencia (0.45-0.6 L/ha) a fines de octubre. En la zafra 2013-14 se aplicó Propanil (3.5 L/ha) y luego Penoxsulam a 0.160-0.175 L/ha.

El consumo de agua se midió con aforadores a la entrada de cada parcela. En R.C, se mantiene una lámina continua de 5-10 cm luego de la inundación durante todo el ciclo del cultivo. En R.I se establece la misma lámina de 5-10 cm la cual se deja resumir y se vuelve a regar cuando el suelo llega a una situación de barro líquido. En R.IP el riego se maneja igual a R.I hasta primordio y luego se maneja igual que R.C. El riego finalizó en todos los tratamientos 20 días previos a la cosecha.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 1 se presentan los resultados de la comparación del consumo de agua entre los distintos tratamientos.



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ($P < 0,05$). NS: diferencias estadísticamente no significativas. MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego = 1042, CV (coeficiente de Variación) = 12

Figura 1. - Resultados de la comparación del consumo de agua para tres sistemas de riego y tres tipos de sistematización. UEPF Artigas, Promedio Zafras 2013-14 y 2014-15.

Se registraron diferencias significativas entre sistemas de riego, donde los riegos intermitentes permitieron realizar un importante ahorro de agua del orden de 35% en R.IP y 55% en R.I en relación al riego continuo ($P < 0,05$). En las dos zafras las precipitaciones fueron altas con un promedio de 893 mm durante el ciclo del cultivo (Octubre a Marzo) y los manejos de riego intermitente permitieron realizar un mejor aprovechamiento del agua de lluvia. La sistematización de la chacra no determinó diferencias significativas en el consumo de agua de riego ($P < 0,05$).

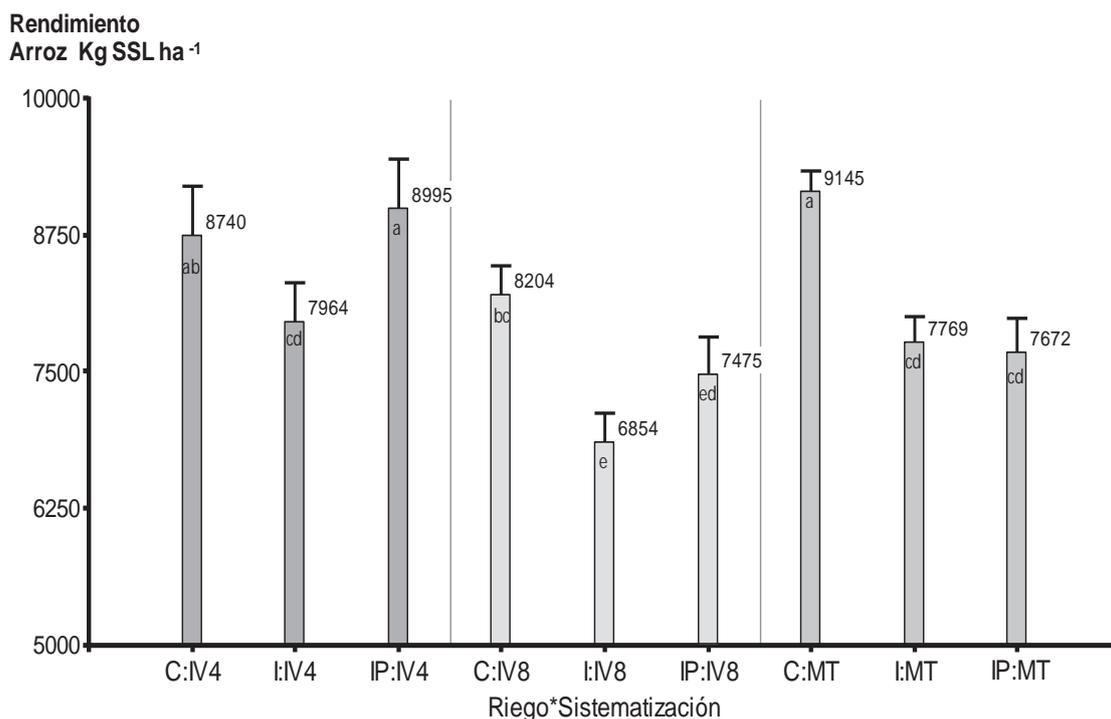
Los días a floración (50%) en los distintos tratamientos no fueron afectados significativamente por el tipo de riego y sistematización (Cuadro 2) ($P < 0,05$).

Los sistemas de riego intermitente determinaron una importante disminución del rendimiento en relación a RC, de 648 kg y 1167 kg de arroz SSL ha⁻¹ para RIP y RI respectivamente como se observa en el Cuadro 2 ($P < 0,05$). La interacción manejo de riego y sistematización fue significativa para rendimiento ($P < 0,05$) ya que la sistematización con múltiples taipas (MT) determinó mejores rendimientos en relación a la convencional (IV8) en el manejo de riego continuo (R.C) e intermitente hasta fin de ciclo (R.I) (Figura 2).

Cuadro 1. - Comparación de rendimiento de arroz sano, seco y limpio (SSL), calidad industrial y productividad (kg Arroz m³ agua⁻¹) para tres sistemas de riego y tipos de sistematización. UEPF Artigas, promedio de Zafra 2012-13 y 2013-14.

Sitio= Paso Farias Artigas	Días a 50% Floración	Rendimiento SSL kg/ha	Calidad %		Productividad kg Arroz/m ³ Agua	
			Blanco	Entero	Riego	Riego + Lluvia
Sistema de Riego						
Continuo R.C	101	8696 a	69.13 a	61.03 a	0.65 c	0.38 c
Intermitente a Primordio R.IP	102	8048 b	69.10 a	60.10 a	0.92 b	0.45 b
Intermitente a final R.I	104	7529 c	68.77 b	56.71 c	1.31 a	0.50 a
MDS ($P < 0,05$)	NS	378	0.175	1.232	0.05	0.02
Sistematización						
IV= 4cm	103	8566	69.13	60.37	0.94	0.46
MT- Múltiples Taipas	102	8195	69.17	60.54	0.99	0.44
IV=8cm	103	7511	68.7	56.92	0.94	0.43
MDS ($P < 0,05$)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción Riego*Sistematización	NS	Sig.**	Sig.*	Sig.**	Sig.**	Sig.**
CV %	3.87	9.96	0.54	4.43	12.17	10.33
Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ($P < 0,05$). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas. CV: coeficiente de variación Sig*: $P < 0,05$; ** $p < 0,01$						

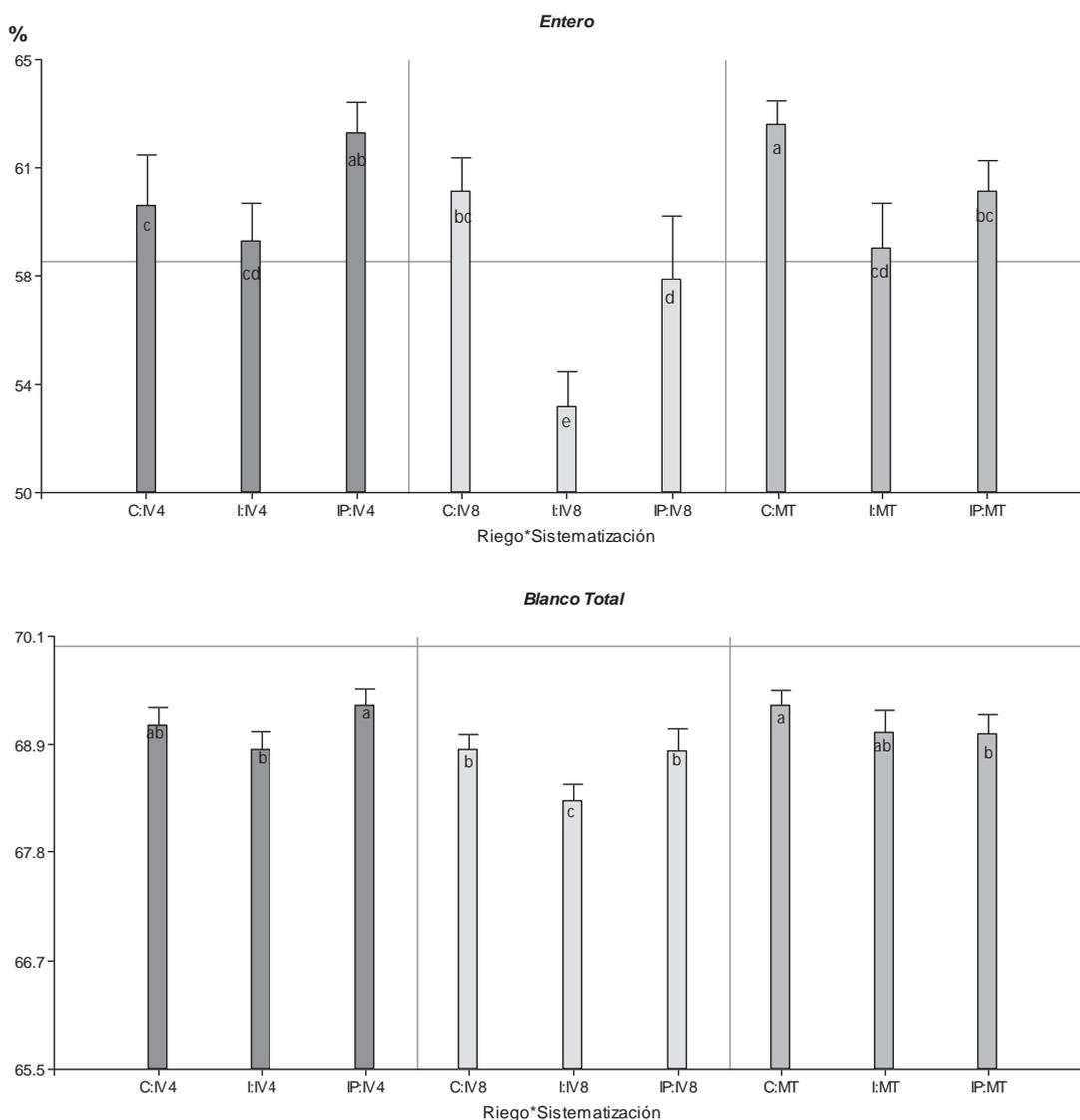
Las sistematizaciones con más taipas (MT e IV4) con sistemas de RC e RIP respectivamente presentaron un mayor rendimiento en relación a la sistematización convencional (IV8) ($P < 0,05$). (Figura 2). El mejor rendimiento fue de 183 bolsas de arroz o 9145 kg Arroz SSL/ha y se registró en el manejo de riego continuo con la sistematización de MT. Este tratamiento no fue significativamente diferente a RC y RIP en IV 4 ($P < 0,05$).



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ($P < 0,05$). MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego X Sistematización = 654, CV = 9.96%.

Figura 2. - Rendimiento registrados en cada tratamiento, interacción significativa Sistema de Riego x Sistematización, UEPF Artigas, Análisis conjunto de Zafra 2013-14 y 2014-15.

En relación a la calidad Industrial existió en promedio un menor porcentaje de Blanco Total y Entero en los manejos de riego intermitente (R.I) (Cuadro 2). En las sistematizaciones no convencionales (MT e IV4) todos los manejos de riego estuvieron por encima del nivel mínimo crítico establecido por la Industria. Los mayores valores de Entero se registraron en MT y IV4 mientras que la sistematización convencional con riego intermitente registró la menor Calidad Industrial (Figura 3).



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ($P < 0.05$). MDS (mínima diferencia significativa) Sistema de Riego X Sistemización. MDS Entero=2.13, CV=4.40%; MDS Blanco Total=0.304, CV=0.54%..

Figura 3. - Calidad Industrial de Entero (%) y Blanco Total ((%)) para cada tratamiento, interacción significativa Sistema de Riego x Sistemización, UEPF Artigas, Análisis conjunto de Zafra 2013-14 y 2014-15.

Las productividades de agua de riego fueron muy buenas en todos los tratamientos existiendo diferencias significativas entre los distintos sistemas de riego e interacción entre riego y sistemización (Cuadro 2 y 3) ($P < 0.05$). La mayor productividad de agua de riego se registró en el sistema de riego intermitente RI con MT ($P < 0.05$).

Cuadro 2. - Comparación de productividad del agua de Riego y Riego+Lluvia (kg Arroz SSL m³ agua⁻¹) para tres sistemas de riego y tres tipos de sistematización. UEPF Artigas, Promedio Zafras 2013-14 y 2014-15.

Sitio= Paso Farias Artigas		Productividad kg Arroz/m ³ Agua	
Sistematización	Riego	Riego	Riego + Lluvia
Múltiples Taipas -MT	Continuo R.C	0.61 e	0.38 f
	Intermitente a Primordio R.IP	0.88 d	0.43 de
	Intermitente a final R.I	1.47 a	0.53 a
Int. Vertical = 4cms - IV4	Continuo R.C	0.64 e	0.39 f
	Intermitente a Primordio R.IP	0.98 b	0.49 b
	Intermitente a final R.I	1.21 b	0.50 ab
Convencional - IV8	Continuo R.C	0.69 e	0.39 ef
	Intermitente a Primordio R.IP	0.89 cd	0.43 cd
	Intermitente a final R.I	1.25 b	0.47 bc
<i>Mínima Diferencia Significativa: MDS (P<0.05)</i>		0.09	0.04
<i>Coefficiente de Variación : CV %</i>		12.2	10.3
Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí , con una probabilidad inferior a 5% (P<0,05). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas.			

CONCLUSIONES

Los sistemas de riego intermitente determinaron un ahorro importante del 45% en el consumo de agua de riego en relación al manejo riego continuo (6244 m³ de agua menos).

El tipo de sistematización de chacra no presentó diferencias significativas en el consumo de agua de riego.

Los manejos de riego continuo superaron en 908 kg Arroz SSL/ha (18 bolsas) a los manejos de riego intermitente en promedio.

El rendimiento más alto (9145kg Arroz SSL/ha) se registró en el sistema de riego continuo con la sistematización de múltiples taipas, sin diferencias significativas con el manejo de riego intermitente a primordio y continuo en la sistematización a un intervalo vertical de 4 cms (IV4).

Las sistematizaciones con mayor número de taipas (MT e IV4) con sistemas de RC y RIP respectivamente presentaron mayores rendimientos en relación a la sistematización convencional independientemente del manejo de riego realizado (IV8).

La calidad Industrial fue superior en las sistematizaciones con más taipas principalmente cuando se realiza un riego continuo. El menor porcentaje de Entero e inferior al nivel crítico establecido por la industria se registró en el manejo de riego intermitente (R.I) en la sistematización convencional (IV8).

La mayor productividad se registró en el riego intermitente durante todo el ciclo con la sistematización múltiples taipas con un registro de 1.47 kg Arroz SSL/m³ agua de riego.

BIBLIOGRAFÍA

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. LAVECCHIA, A. 2014. Productividad del Agua- Zona Norte. Comparación de Sistema de riego en diferentes Sistematizaciones. Resultados de tres zafras. En: Presentación de Resultados Experimentales de Arroz. Zafra 2013-2014. INIA Tacuarembó. Uruguay. SAD 738. P. 21-24.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. LAVECCHIA, A. 2013. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. SAD 715 p. 23-47.

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A. 2012. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. SAD 690 p. 23-47.

COMPARACIÓN DE DISTINTOS MOMENTOS DE INUNDACIÓN Y SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS - ZAFRA 2014-15

Gonzalo Carracelas¹⁶, Claudia Marchesi¹⁷

PALABRAS CLAVES: Manejo, Riego, Arroz, Sistematización, Inundación.

INTRODUCCION

La sistematización con múltiples taipas MT, taipas triangulares sin lomo ni desgote y de menor altura en relación a las taipas convencionales permite entre otras ventajas una inundación más temprana del cultivo.

En la zafra anterior se comenzó con esta línea experimental a efectos de determinar el efecto en rendimiento que tienen los distintos momentos de inundación en distintos tipos de sistematización. Si bien se observó un adelanto en la floración no existieron diferencias en rendimiento ya que fue una zafra con altas precipitaciones (Carracelas y Marchesi, 2014).

Esta zafra 2014-15 corresponde al segundo año de este experimento realizado en la Unidad Experimental de Paso Farías (UEPF), Artigas y el objetivo es determinar el efecto en rendimiento en grano del cultivo de arroz y conocer el momento de inundación más adecuado para el cultivar INIA Olimar con diferentes sistematizaciones de chacra, convencional y múltiples taipas.

MATERIALES Y METODOS

El diseño experimental fue de parcelas divididas en dos bloques y se utilizó para el análisis estadístico el programa InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (www.infostat.com.ar).

La información de los tratamientos se presenta en el Cuadro 1 y el manejo del cultivo en el Cuadro 2.

Cuadro 1. - Manejo del Cultivo y Tratamientos de sistematización y momentos de inundación cv. INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Tratamientos	DDE = Dias después de emergencia (13 de Octubre)	
Momento de Inundación	V3	28 de Octubre
	30 D	12 de Noviembre
	45 D	27 de Noviembre
Sistematización	IV = 8cm	Taipa convencional
	Múltiples Taipas	Taipa baja, triangular

¹⁶ Ing. Agr. Programa Arroz INIA Tacuarembó. gcarracelas@tb.inia.org.uy

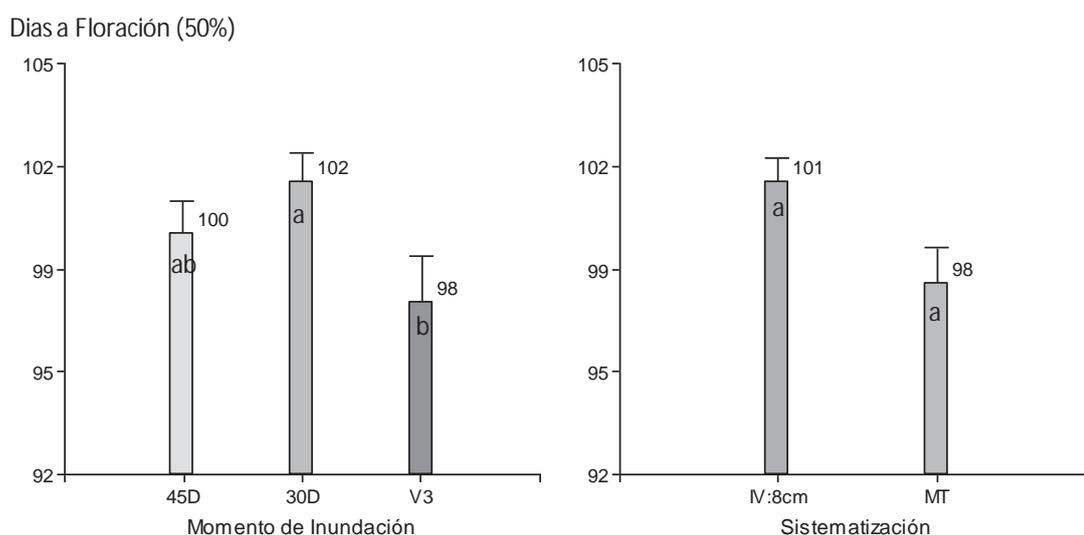
¹⁷ Programa Arroz INIA Tacuarembó

Cuadro 2. - Manejo del Cultivo experimento de sistematización y momentos de inundación cv. INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Actividad	Fecha	Detalle
Siembra, Variedad, Densidad	25 de Setiembre	cv INIA Olimar - 160 kg/ha
Herbicidas	24 de Setiembre	Clomazone 0,8 + Glifosato 4 L/ha
	24 de Octubre	Clomazone 0.6 L/ha + Penoxsulam 0.175 L/ha
Fertilización basal	25 de Setiembre	Basal = 100 kg/ha 18-46, 60 kg KCl
	24 de Octubre	Macollaje = 70 kg/ha Urea
	3 de Diciembre	Primordio = 50 kg/ha Urea

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

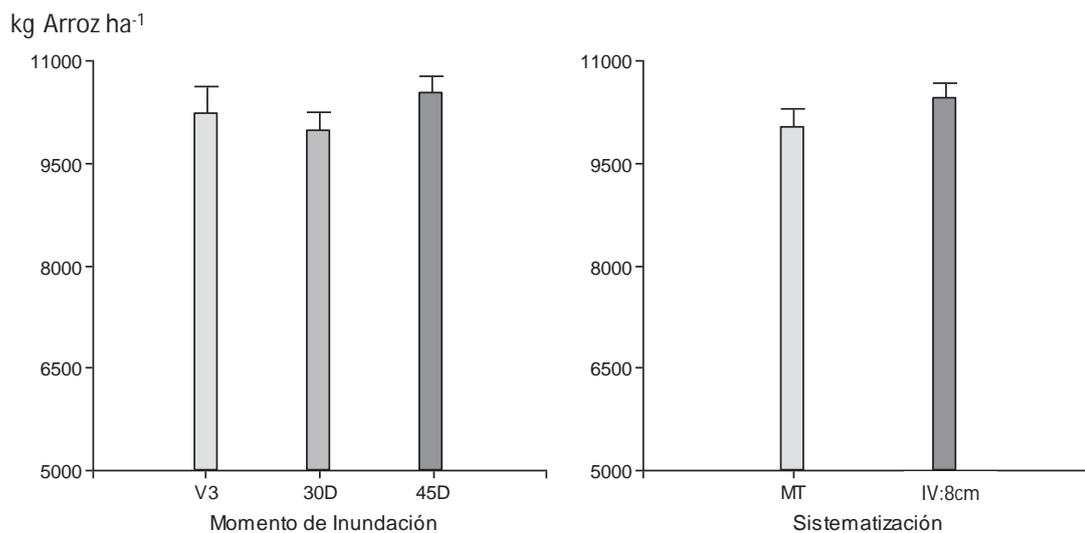
El momento de inundación temprano (V3) determinó que el cultivo floreciera antes en relación a los otros tratamientos de inundación a los 30 y 45 días post-emergencia. No se registraron diferencias significativas en el momento de inundación entre los dos tipos de sistematización comparados ($P < 0.05$) (Figura 1).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). MDS (mínima diferencia significativa) Momento Inundación= 3.20, Sistematización = 3.53, CV =3.83%

Figura 1. - Días a Floración según sistematización y momentos de inundación cv. INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Todos los tratamientos presentaron en general muy buenos rendimientos en grano (205 bolsas de arroz por ha) y no se detectaron diferencias significativas relacionadas a los distintos momento de Inundación y sistematizaciones ya que fue un año con abundantes precipitaciones durante el ciclo del cultivo (996mm) (Figura 2).



NS: Sin diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). MDS (mínima diferencia significativa)
 Momento Inundación = 891, Sistematización = 2112, CV = 10.37%

Figura 2. - Rendimiento de Arroz sano seco y limpio por hectárea registrado en los distintos tratamientos según momentos de inundación y sistematización, UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

CONSIDERACIONES FINALES

El momento de inundación temprano (V3) determinó un adelanto de 4 días en promedio en la floración del cultivo (50%) en relación a los otros tratamientos de inundación más tardíos (30D y 45D).

El momento de inundación no determinó diferencias significativas en el rendimiento de arroz, debido a que las precipitaciones durante el ciclo del cultivo superaron al promedio histórico.

El tipo de sistematización no afectó significativamente los días a floración y tampoco el rendimiento de arroz.

BIBLIOGRAFIA

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. 2014. Momento de inundación y sistematización. Zona Norte. En: Presentación de Resultados Experimentales de Arroz. Zafra 2013-2014. INIA Tacuarembó. Uruguay. SAD 738. P. 30-32. G.

MOMENTO DE INUNDACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN MÚLTIPLES TAIPAS ANÁLISIS CONJUNTO DE DOS ZAFRAS

Gonzalo Carracelas¹⁸, Claudia Marchesi¹⁹

PALABRAS CLAVES: Manejo, Riego, Arroz, Sistematización, Inundación.

INTRODUCCION

El tipo de sistematización Múltiples Taipas, el cual consiste en realizar taipas muy próximas entre sí, triangulares sin lomo ni desgote y de menor altura en relación a las taipas convencionales, permite una inundación más temprana del cultivo. Esta constituye una de las principales ventajas de este sistema asociado a la mayor velocidad y uniformidad de riego en condiciones comerciales.

Estudios previos desarrollados en esta zona así como en el Centro han sido con la sistematización convencional y los resultados han sido variables entre años logrando mejores o iguales rendimientos con el momento de inundación temprana en relación a la tardía con el cv INIA Olimar (Lavecchia y Marchesi, 2005; Lavecchia y Méndez, 2007 y Lavecchia, 2010). En la zafra 2013-14 comenzaron los experimentos de distintos momentos de inundación con la sistematización Múltiples Taipas y Convencional a un intervalo vertical de 8cms. El momento de inundación si bien determinó un adelanto en la fecha de floración y una mayor acumulación de materia seca, no determinó diferencias significativas en el rendimiento de arroz (Carracelas y Marchesi, 2014).

En este trabajo se presentan los resultados del análisis conjunto de dos zafras 2013-14 y 2014-15, realizados en la Unidad Experimental de Paso Farías, Artigas.

MATERIALES Y METODOS

El objetivo de este ensayo es determinar el efecto del momento de inundación en el rendimiento del cultivar INIA Olimar con diferentes sistematizaciones de chacra, convencional y múltiples taipas.

El diseño experimental fue de parcelas divididas en dos bloques y se utilizó para el análisis estadístico el programa InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (www.infostat.com.ar).

La información de los tratamientos se presenta en el Cuadro 1.

¹⁸ Ing. Agr. Programa Arroz INIA Tacuarembó. gcarracelas@tb.inia.org.uy

¹⁹ Programa Arroz INIA Tacuarembó

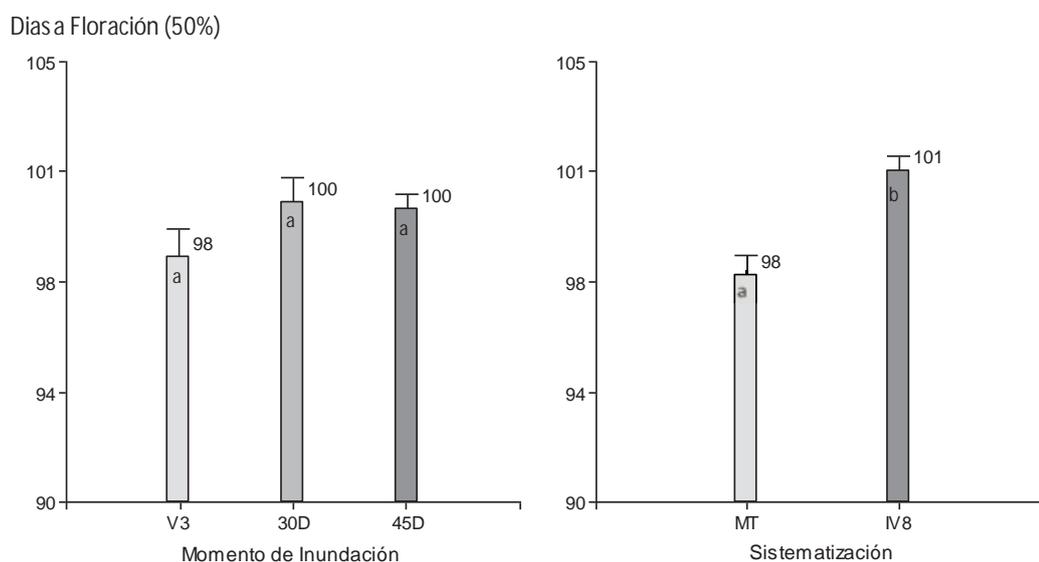
Cuadro 1. - Manejo del Cultivo y Tratamientos de sistematización y momentos de inundación cv. INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Tratamientos	DDE = Días después de emergencia
Momento de Inundación	V3 = 15 DDE
	30 DDE
	45 DDE
Sistematización	IV = 8 cm + Taipa convencional
	Múltiples Taipas + Taipa baja, triangular

En ambas zafras el cultivar INIA Olimar fue sembrado el 25 de setiembre con una densidad de 160 kg semilla/ha. Las siembras fueron realizadas sobre un rastrojo de raigrás al cual se aplicó glifosato (3-4 L/ha) a mediados de setiembre. Las fertilizaciones basales fueron de 95 kg de 18-46 en promedio y se refertilizó con 100 kg de Urea (2013-14) y 120 kg de Urea (2014-15) fraccionados a macollaje y primordio. En la zafra 2014-15 se aumentaron los kg de Urea a macollaje (70kg/ha) en relación a la zafra anterior (50 kg/ha) basado en el análisis de potencial de mineralización del suelo (PMN). Los herbicidas utilizados en ambas zafras fueron: Clomazone (0.8-0.9 L/ha) y Glifosato (3L/ha) previo a la siembra, luego se realizó una segunda aplicación de Clomazone post emergencia (0.45-0.6 L/ha) a fines de octubre y Penoxsulam a 0.160-0.175 L/ha (2014-15); Propanil (3.5 L/ha) se utilizó solo en la zafra 2013-14.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La sistematización con múltiples taipas determinó un adelanto en la fecha de floración de 3 días en relación a la convencional (IV8) ($P < 0.05$) (Figura 1).



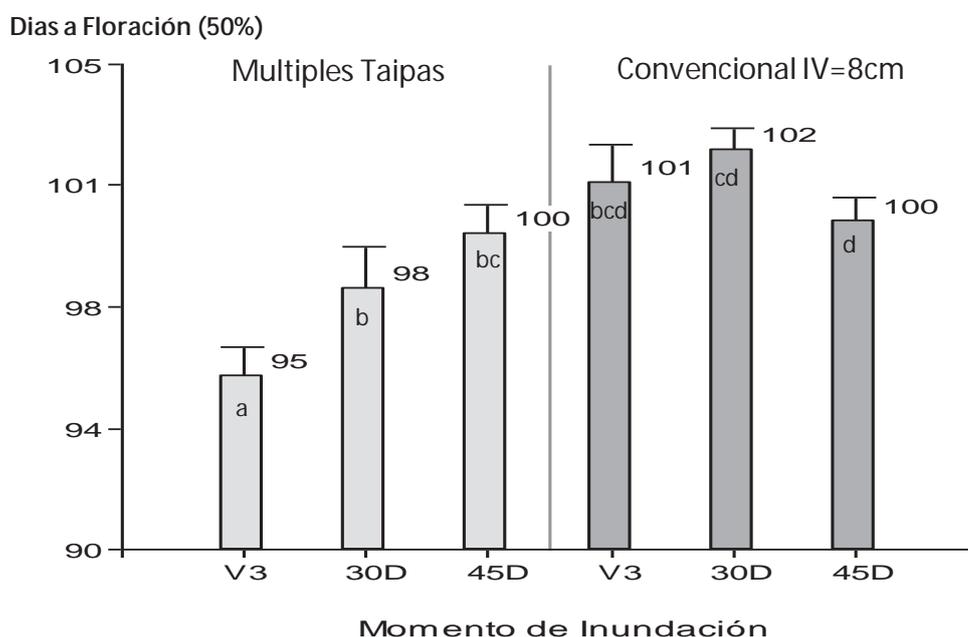
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). MDS (minima diferencia significativa), Sistematización = 0.95, CV = 2.99%, NS: diferencias estadísticamente no significativas.

Figura 1. - Días a Floración según sistematización y momentos de inundación cv. INIA Olimar UEPF, Artigas, zafra 2014-15.

Si bien al comparar los diferentes momentos de inundación la diferencia en días de floración no fue significativa, si lo fue la interacción entre momento de inundación y sistematización ($P < 0.05$) cuyos resultados se presentan en la Figura 2.

En la sistematización con múltiples taipas se detectó un adelanto en los días a floración en el momento de inundación temprano (V3), sin embargo en la sistematización convencional no existieron diferencias significativas entre los distintos momentos de inundación ($P < 0.05$) (Figura 2).

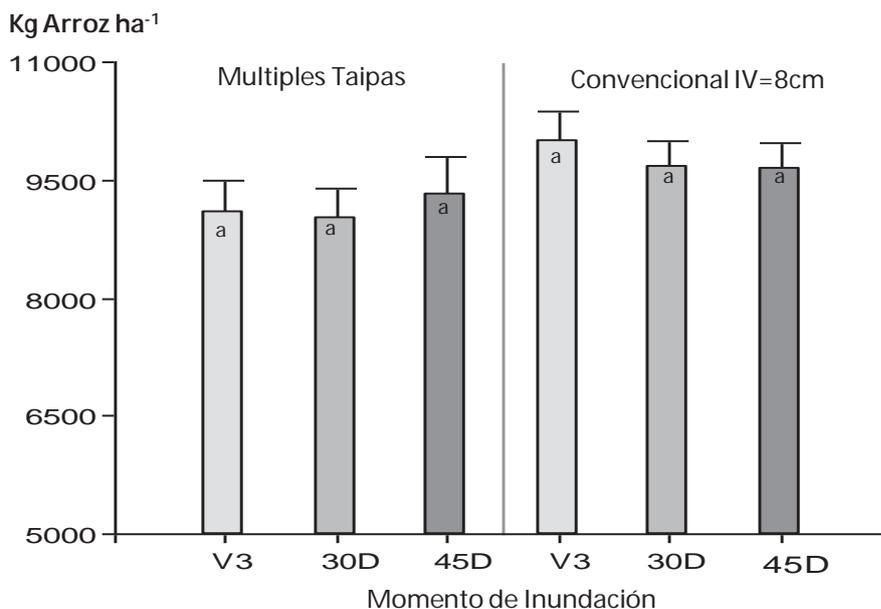
El momento de inundación temprano (V3) en la sistematización con múltiples taipas (MT) determinó un adelanto de una semana en la fecha de floración en comparación con los tratamientos de inundación en la sistematización convencional (IV8) (Figura 2).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). MDS (mínima diferencia significativa), Interacción Momento de Inundación * Sistematización = 2.81, CV = 2.99%, NS: diferencias estadísticamente no significativas.

Figura 2. - Días a Floración para cada tratamiento según sistematización y momentos de inundación (interacción significativa), zafras 2013-14 y 2014-15 en UEPF, Artigas.

Todos los tratamientos presentaron en general muy buenos rendimientos en grano (205 bolsas de arroz por ha) y no se detectaron diferencias significativas relacionadas a los distintos momentos de Inundación y sistematizaciones ya que en ambas zafras las precipitaciones fueron abundantes durante el ciclo del cultivo (789 mm en 2013-14 y 996 mm en 2014-15) (Figura 2).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). MDS (mínima diferencia significativa), Interacción Momento de Inundación * Sistematización 765, CV =9.88%, NS: diferencias estadísticamente no significativas.

Figura 3. - Rendimiento de Arroz sano seco y limpio por hectárea registrado en los distintos tratamientos según momentos de inundación y sistematización, como resultado del análisis conjunto de las zafas 2013-14 y 2014-15 en UEPF, Artigas.

CONCLUSIONES

El momento de inundación temprano (V3) en la sistematización múltiples taipas determinó un adelanto en la floración del cultivo de aproximadamente 5 a 7 días en relación a los otros tratamientos ($P < 0.05$).

El momento de inundación y la sistematización no determinaron diferencias significativas en el rendimiento de arroz en condiciones experimentales ($P < 0.05$).

Las precipitaciones registradas en las dos zafas en las que se desarrolló el experimento fueron muy altas durante el ciclo del cultivo (promedio de las dos zafas 893 mm).

BIBLIOGRAFIA

LAVECCHIA, A.; MARCHESI, C. 2005. Manejo del cultivo: Manejo del momento de Inundación, Fertilización Nitrogenada. En: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2004-2005, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. SAD 504 P. 1-23.

LAVECCHIA, A.; MENDEZ, J. 2007. Manejo del cultivo: Momento de Inundación, Fertilización Nitrogenada y Fungicidas. En: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2006-2007, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. SAD 504. P. 65-68.

LAVECCHIA, A. 2010 Manejo del cultivo: Efecto del momento de inundación en la concentración de hierro en raíces y parte aérea en cultivo de arroz regado. En: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2009-2010, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. SAD 612. P. 1-23.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. 2014. Momento de inundación y sistematización. Zona Norte. En: Presentación de Resultados Experimentales de Arroz. Zafra 2013-2014. INIA Tacuarembó. Uruguay. SAD 738. P. 30-32.

RIEGO CON MANGAS EN DISTINTAS SISTEMATIZACIONES

Gonzalo Carracelas²⁰, Claudia Marchesi²¹

PALABRAS CLAVE: Mangas, Riego, Arroz, Sistematización.

INTRODUCCION

Tradicionalmente la inundación del cultivo de arroz se ha realizado desde las partes más altas llenando los cuadros y permitiendo o facilitando desbordar el agua hacia los bajos. Cambios en el tipo de taipa en altura y forma así como también nuevas sistematizaciones como múltiples taipas (taipas muy próximas entre sí), regueras que son plantadas con arroz con pendiente controlada, "chacra sin pala" entre otros vienen siendo implementado por Técnicos y Productores con el fin de mejorar la velocidad y uniformidad del riego, aumentar el rendimiento del cultivo del arroz, disminuir los costos, hacer más eficiente el trabajo de los aguadores (mano de obra cada vez más escasa) y disminuir las cantidades de agua necesarias para el cultivo de arroz. El empleo de mangas con varias salidas (orificios o compuertas) de agua a la chacra (Múltiple Inlet Rice Irrigation - MIRI) permite que a cada cuadro le llegue antes el agua y así poder realizar un riego más rápido y uniforme de toda la chacra disminuyendo la rotura de taipas. A su vez este sistema MIRI ha permitido la implementación del manejo de riegos intermitentes a escala comercial en Mississippi (USA), permitiendo aumentar el rendimiento en 665 kg de arroz/ha (13 bolsas más) en promedio sin afectar la calidad de grano en dichos sistemas, con un importante ahorro en el consumo de agua (Massey, et al. 2014). En dicho trabajo realizado en campos de productores se demuestra que el cultivo de arroz se puede beneficiar con el riego intermitente, aumentar la respuesta a la fertilización Nitrogenada con aplicaciones de Urea previo a la inundación, realizando un gasto de agua de riego en torno a los 6000 m³/ha (Massey, et al. 2014). Es importante destacar que los productores que tuvieron éxito en la implementación del riego intermitente fueron los que realizaron un buen manejo en control de malezas con herbicidas pre-emergentes, aplicación de fungicidas en R3 para control de enfermedades, estaban familiarizados con el manejo del riego con manga y el sistema MIRI y tenían buena disponibilidad de agua y diseño de riego para volver a inundar rápidamente el cultivo.

En la zafra 2014-15 se comenzó con estas pruebas de campo (validación) en el predio del Productor Paschual Corá, ubicado en Pampa Tacuarembó, con el fin de comparar diferentes sistematizaciones y manejos de riego con politubos o mangas, realizadas en chacras comerciales.

MATERIALES Y METODOS

El objetivo general es el de comparar el riego con mangas en diferentes sistematizaciones y con el manejo de riego convencional a efectos de determinar si es posible reducir los requerimientos de agua sin disminuir el rendimiento y calidad del grano en el cultivo de arroz. A su vez se comparan diferentes manejos de riego intermitente hasta floración y continuo, realizados en chacras de productores.

Cada área de riego tenía una superficie aproximada de 1,5 ha (área total=4,5 ha). Los distintos manejos de riego realizados fueron Intermitente hasta floración en la parte alta de la ladera y

²⁰ Ing. Agr. – Programa Arroz INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

²¹ Programa Arroz - INIA

continuo en la parte baja y se compararon dos sistematizaciones múltiples taipas y convencional realizada a un intervalo vertical de 6 cm. Los distintos manejos se presentan en el Cuadro 1.

Se instalaron aforadores volumétricos helicoidales para medir el consumo de agua a la entrada y a la salida de los parcelones. En todos los manejos el riego comenzó el 5 de diciembre. En el manejo de Riego Continuo (R.C) el cultivo permanece inundado con una lámina continua de 5-10 cm. En el manejo de Riego Intermitente (lámina variable) hasta inicio de floración, el cultivo se comenzó a regar a los 30 días post-emergencia con una lámina de 5-10 cm. de profundidad, la cual se deja consumir hasta suelo saturado = barro líquido. Este sistema se implementa en la parte superior de la parcela (zona con más pendiente). A partir del 19 de enero se estableció la inundación continua. El manejo realizado en el cultivo se presenta en el Cuadro2.

Cuadro 1. - Manejos de Riego y Tipos de Sistematización evaluados a nivel comercial, Pampa, Tacuarembó, zafra 2014-15.

Manejos de Riego	Sistematización	
	Múltiples Taipas	Intervalo Vertical IV = 6 cm
Riego Intermitente hasta floración con Mangas	I Mg - MT	I Mg - IV6
Riego Continuo con Mangas	C Mg- MT	C Mg-IV6
Riego Continuo Convencional		C -IV6

Cuadro 2. - Manejo del Cultivo cv INIA Olimar, Pampa, Tacuarembó, Zafra 2014-15.

Actividad	Fecha	Detalle
Siembra, Variedad, Densidad	25 de Octubre	cv INIA Olimar - 150 kg/ha
Herbicidas	28 de Octubre	Clomazone 1 L/ha + Li coadyuvante + Glifosato potásico 2 L/ha
Fertilización basal	28 de Octubre	Basal = 60 kg/ha 10-50,
	Diciembre	Primordio = 50 kg/ha Urea
Fungicidas	27 de Enero	Nativo 0.8 L/ha + aceite 0.5 L/ha, aplicación aérea
Historia de la Chacra	Arroz en 2004-05, luego Pradera, Soja en la zafra 2013-14 .	

RESULTADOS PRELIMINARES

El consumo o gasto de agua registrado en los aforadores a la entrada y salida de la chacra es presentado en la Figura 1.

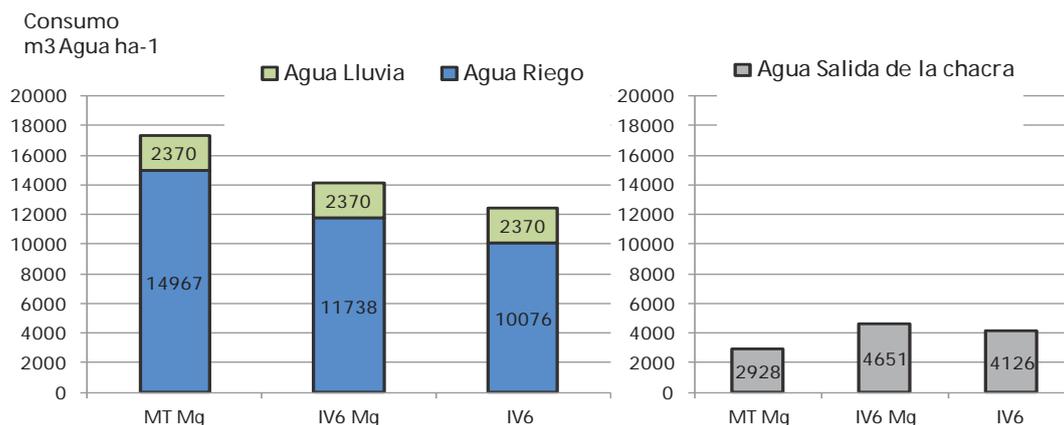


Figura 1. - Consumo de agua de riego registrada con aforadores a la entrada y salida de la chacra y lluvias durante el ciclo del cultivo realizado en la zafra 2014-15, Pampa, Tacuarembó.

El balance de Agua de riego (Entrada - Salida) en la sistematización IV6 fue en promedio de 6518 m³.ha⁻¹ sin diferencias registradas por el uso de mangas ya que los caudales en el testigo con riego convencional fueron muy bien ajustados al disponer de la información del aforador. En la sistematización con Múltiples taipas dicho registro fue considerablemente superior (12038 m³.ha⁻¹ Agua Riego) por la dificultad de controlar el caudal de entrada a la chacra por la posición en el canal de riego (Figura 2). La menor salida de agua en dicho tratamiento estaría subestimada ya que los aforadores son de hélice y el ubicado a la salida de dicha chacra se trancaba con más frecuencia en relación a los otros manejos.

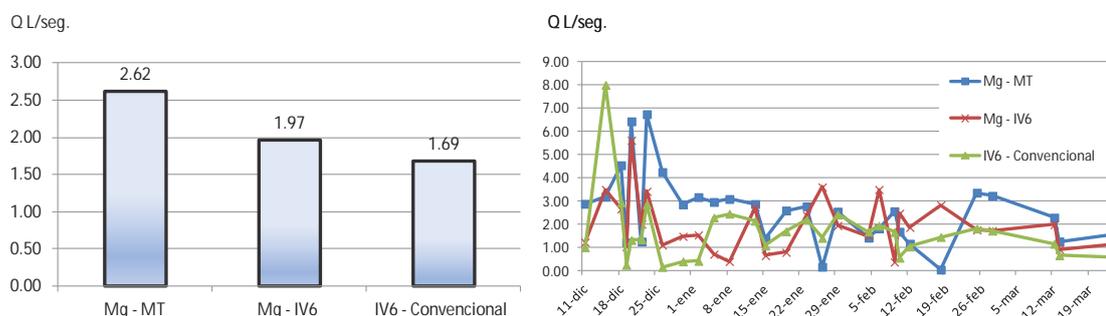


Figura 2. - Caudales de riego promedio para cada parcelón de riego, Zafra 2014-15, Pampa, Tacuarembó.

Los rendimientos del cultivo de arroz fueron excelentes en todos los manejo, sin grandes diferencias entre las distintas sistematizaciones en el manejo de riego continuo obteniendo 254, 255 y 251 bolsas de arroz sano, seco y limpio en la sistematización con múltiples taipas + mangas, convencional (IV6) con mangas y el testigo IV6 cm con riego convencional respectivamente (Figura 3)

En la sistematización convencional el manejo de riego intermitente presento una tendencia a rendir menos (33 bolsas de diferencia) en relación al riego continuo mientras que en la sistematización (Mg-MT) con taipas más próximas y de menor altura, el manejo de riego intermitente hasta floración rindió 16 bolsas más en relación al riego continuo. La velocidad en poder re-establecer la lámina en el manejo de riego intermitente es muy importante y los politubos o mangas de riego facilitarían dicha tarea.

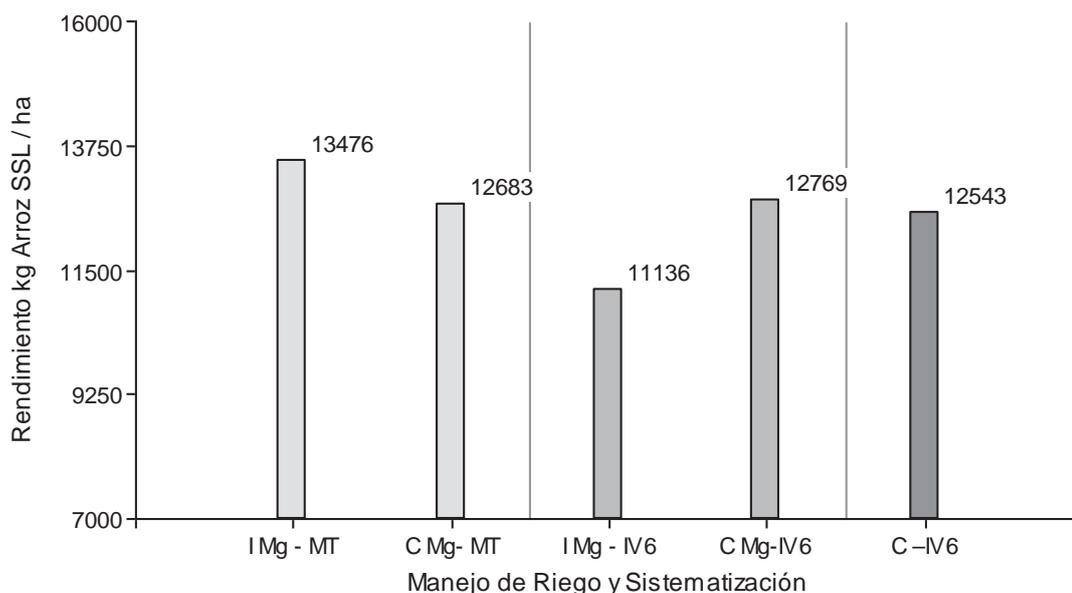


Figura 3. - Rendimiento de Arroz sano seco y limpio (SSL) registrado en las distintas sistematizaciones y manejos de riego en la zafra 2014-15, Pampa, Tacuarembó.

En el Cuadro 3 se presentan algunos de los distintos parámetros de Calidad Industrial evaluados para los distintos manejos de riego y sistematización.

Cuadro 3. - Calidad Industrial expresada en % Blanco Total, Entero, Yesado y Mancha de acuerdo a los distintos manejos de riego y sistematizaciones, Zafra 2014-15, Pampa, Tacuarembó.

Sistematización	Riego	Referencia	Calidad %			
			Blanco	Entero	Yesado	Mancha
Múltiples Taipas	Intermitente Mangas	I Mg - MT	70.4	67.8	1.29	0.2
	Continuo Mangas	C Mg- MT	70.6	67.6	1.97	0.13
IV = 6 cm	Intermitente Mangas	I Mg - IV6	69.7	66.5	0.43	0.13
	Continuo Mangas	C Mg-IV6	70.2	66.9	0.57	0.17
Testigo IV=6cm	Testigo Continuo	C -IV6	70.3	66.6	2.37	0.12

En general todos los manejos presentaron muy buenos valores de Blanco Total y Entero y se encuentran por encima del nivel crítico establecido por la Industria.

CONSIDERACIONES

Los rendimientos logrados en las sistematizaciones fueron muy buenos y similares entre sí, superando las 250 bolsas de arroz sano seco y limpio por hectárea.

Las mangas o politubos en sistematizaciones con múltiples taipas y taipas de menor altura, permitieron re-establecer la lámina de agua más rápidamente en el manejo de riego intermitente determinando muy buenos rendimientos con este manejo (270 bolsas Arroz SSL /ha). El rendimiento en el riego intermitente con la sistematización convencional (I Mg-IV6) fue el más bajo registrado, 223 bolsas/ha.

El consumo de agua de riego al descontar las salidas de la chacra en la sistematización convencional fue de 6518 m³.ha⁻¹ y al considerar las lluvias de 8888 m³.ha⁻¹ en promedio, no

registrándose un ahorro en el consumo de agua por el uso de mangas de riego en los riegos continuos.

Es importante destacar que los datos presentados son preliminares y corresponden a solo un año de evaluación por lo que es importante continuar con este tipo de pruebas de campo/validaciones en las próximas zafras y en otras localidades.

BIBLIOGRAFIA

MASSEY, J.H., WALKER,T.W, ANDERS, M.M., AVILA L.A., 2014. Farmer adaptation of intermittent flooding using multiple-inlet rice irrigation in Mississippi. En: Agricultural Water Management 146 (2014). P.297-304.

Agradecimientos al Productor Paschual Corá por facilitar la realización de esta experiencia en sus chacras y por su buena disposición, participación y colaboración.

IV. MANEJO DE NUTRIENTES

FERTILIZ-ARR (VERSIÓN BETA). HACIA UNA HERRAMIENTA PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ.

Castillo, J.²², Vaz, P²³.

La producción de arroz en Uruguay es realizada en una gran diversidad de ambientes, los que varían en términos climáticos, edafológicos y de intensidad e historia de uso. En estas condiciones, el recurso suelo es identificado como la principal fuente de nutrientes para el cultivo de arroz, por lo que, aspectos como la génesis de este recurso así también como la historia y el manejo previo hacen variar la dinámica y cantidad de nutrientes potencialmente entregables para el cultivo.

En esta línea, el análisis de suelo es una práctica que permite conocer el estado de situación nutricional en un momento dado y recoger parte de la variación en la disponibilidad de estos nutrientes. A partir de esto, y considerando la oferta de nutrientes del suelo, es posible realizar una corrección nutricional del cultivo, que permita alcanzar altos rendimientos. En este caso, el enfoque utilizado para realizar la fertilización ha sido el de nivel de suficiencia, entendiéndose esto por aquel criterio de fertilización en base a análisis de suelos, niveles críticos de nutrientes y probabilidad de respuesta a la fertilización. A nivel nacional, desde hace un tiempo existe información que permite un manejo objetivo de la fertilización P del cultivo de arroz (Hernández et al. 2013) y recientemente se cuenta con información similar para la recomendación de la fertilización K (Deambrosi et. al. 2014) y N (Castillo et al. 2014).

En tal sentido, desde el programa nacional de arroz en conjunto con la unidad de informática de INIA se trabajó en la confección de un software que integra la información disponible a nivel nacional e internacional, brindando una recomendación de fertilización de N, P y K a partir de resultados de análisis de suelos ingresados por el usuario, considerando criterios como variedad, antecesor, tipo de sistema productivo, etc.

Resultados de 3 años a nivel parcelario, muestran una superioridad del 10% en los rendimientos obtenidos con la fertilización en base a los criterios manejados con este software respecto al testigo tecnológico, siendo similar a una fertilización muy elevada. No obstante, a nivel de retorno económico y de eficiencia de uso del fertilizante, la tecnología propuesta para la fertilización es ampliamente superior a los demás tratamientos evaluados. Por otro lado, resultados preliminares de validaciones a escala comercial, tanto para la fertilización conjunta N, P y K, así como para N en forma aislada (información presentada en esta publicación), mostraron superioridades del orden del 7% y 3% respecto a las alternativas comerciales para las correcciones de N, P y K y solo de N respectivamente.

²² Ing. Agr. – Programa Arroz – INIA Treinta y Tres – jcastillo@tyt.inia.org.uy

²³ INIA Treinta y Tres

BIBLIOGRAFIA

CASTILLO J.; TERRA J.A.; FERREIRA A.; MÉNDEZ R. 2014. Fertilización N en base a indicadores objetivos. Que sabemos luego de 3 años de experimentación? Treinta y Tres, INIA, Cap.3, p. 4-6 (Serie Actividades de Difusión 735).

DEAMBROSI, E.; MÉNDEZ R.; CASTILLO J. 2014. El análisis de suelos, una herramienta útil para el ajuste de la fertilización con fósforo y potasio. En: Jornada arroz- soja Agosto 2014. www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/jornada-técnica-arroz-soja

HERNÁNDEZ, J. BERGER, A., DEAMBROSI, E., LAVECCHIA, A. Soil Phosphorus test for flooded rice grown in contrasting soils and cropping history. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 44: 1193-1210. 2013.

VALIDACION DEL USO DE INDICADORES OBJETIVOS PARA EL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

C. Marchesi²⁴, G. Carracelas²⁵

INTRODUCCION

Existe incertidumbre en la forma de manejar la nutrición del cultivo de arroz en nuestras condiciones de producción, por lo que en los últimos años se estuvo trabajando en la búsqueda de Indicadores objetivos que ayuden a tomar decisiones al respecto. Como resultado del trabajo presentado por Castillo et al (2014), los Indicadores que más se alinean con la respuesta en rendimiento del cultivo son el PMN (potencial de mineralización de Nitrógeno) para la previsión al macollaje y el N absorbido para el primordio. Los valores críticos establecidos en esos trabajos fueron de 54 mg/kg de NH₄ y de 51 kg/ha de N absorbido; por encima de esos valores la probabilidad de encontrar respuesta al agregado de N es baja.

Esta zafra 2014-15 corresponde al primer año de validación y el objetivo es contrastar la estrategia de los indicadores mencionados respecto al manejo convencional, para lograr un mejor rendimiento y/o eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado.

MATERIALES Y METODOS

Las validaciones se realizaron en varias chacras de productores a quienes agradecemos su disposición, así como a sus técnicos de referencia. Los sitios correspondieron a las zonas de Paso Farías y Javier de Viana (Artigas), Colonia Rubio (Salto), Picada de Quirino, Yaguarí y Pampa (Tacuarembó). Detalle de análisis de suelo y cultivar utilizado en Cuadro 1.

Cuadro 1. - Cultivar utilizado, potencial de mineralización de nitrógeno (PMN, mg NH₄. kg⁻¹ suelo), fósforo (P por ácido cítrico, en ppm) y potasio (K, meq 100 g⁻¹).

	VL	JV	JU	AG	PA1	PFO	PFL	PA2
Cultivar	INIA Olimar	L 5903	INIA Olimar					
Suelo: PMN	31	18	36	44	80	19	19	80
Suelo: P cítrico	11		7	6	7	5	5	7
Suelo: K	0,18		0,40	0,29	0,46	0,22	0,22	0,46

Análisis realizado en LAAI

VL: Yaguarí, Tacuarembó; JV: Javier de Viana, Artigas; JU: Colonia Rubio, Salto; AG: Picada de Quirino, Tacuarembó; PA1 y PA2: Pampa, Tacuarembó; PFO y PFL: Paso Farías, Artigas.

En las chacras seleccionadas los productores realizaban su manejo Convencional (**Conv**) de fertilización, dejando un área Testigo (sin fertilización nitrogenada, **Test**) y otra área para Indicadores (**Indic**) en la que nosotros definíamos la fertilización. Las estrategias de fertilización fueron distintas en cada situación, requiriendo el manejo por Indicadores de mayor o menor cantidad de N que el Convencional en los distintos momentos (Cuadro 2).

²⁴ Ing. Agr. MSc. PhD – Investigador Adjunto -Programa Arroz - INIA Tacuarembó – cmarchesi@tb.inia.org.uy

²⁵ Ing. Agr. – Programa Arroz – INIA Tacuarembó

Cuadro 2. - Estrategias de fertilización utilizadas en las chacras de validaciones, zafra 2014/2015.

Nit	Nitrógeno a Macollaje y Primordio, en kg/ha de Urea							
	VL	JV	Ju	Ag	Pa 1	PF O	PF L	Pa 2
Cero	0	sd	0	0	0	0	0	0
Conv	70 + 60	70 + 60	50 + 50	50 + 50	60 + 0	70+50	70+50	150 + 0
Indic	100 + 100	150 + 100	80 + 0	sd	0 + 50	150+70	150+70	0 + 50

Dosis de urea aplicadas en los momentos de Macollaje y Primordio.

Se realizaron determinaciones de materia seca, contenido de nitrógeno en planta y de Índice Verde (NDVI) durante el ciclo de los cultivos, rendimiento en grano de arroz y componentes de rendimiento.

Para el análisis estadístico de la información se utilizó la metodología de modelos mixtos, con las estrategias de fertilización como efecto fijo y los sitios como efecto aleatorio; se descartaron las situaciones que por algún motivo no contaban con las tres estrategias de fertilización (JV y AG) y se utilizó el programa estadístico Infostat (www.infostat.com.ar).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis estadístico

Los resultados indican que, para Rendimiento en grano y Peso seco total, la estrategia de Indic supera en forma significativa al Test, quedando la Conv en el medio (Cuadro3). Para la variable n° de panojas, Indic supera en forma significativa tanto a Conv como al Test. No se diferenciaron las tres estrategias en las demás variables evaluadas (% Nitrógeno en planta, granos llenos por panoja y peso de 1000 granos).

Cuadro 3. - Resultado del análisis estadístico –modelos mixtos- para las variables Rendimiento en grano, Peso seco total, % de nitrógeno en planta, n° de panojas, granos llenos por panoja y peso de 1000 granos, de las estrategias de fertilización.

Nit	Rend	Pseco	% Nit	Pan m ⁻²	Grll pan ⁻¹	P1000g
Indic	10699	19367	165	572	80	26,1
Conv	10432	18765	152	493	80	26,1
Cero	9497	17953	150	445	81	25,5
DMS	999	1307	27,9	74,5	14,5	1,3
Signif	0,054**	0,0998*	0,4287	0,0107**	0,9801	0,4797

Rend: Rendimiento en grano, kg ha⁻¹

Pseco: Peso seco total, planta entera, previo a la cosecha.

% de nitrógeno en planta entera, previo a la cosecha.

N° de panojas, por m⁻²

Significancia: *: al 10%; **: al 5%; ***: al 1%

DMS: mínima diferencia significativa al 5%, según LSD Fisher.

Aún resta por analizar la evolución de materia seca, % de nitrógeno y NDVI de las distintas situaciones, y si se da alguna relación interesante entre las mismas. Si así fuera, tendríamos una herramienta práctica para ayudar a definir niveles de re fertilización necesarios durante el ciclo del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

CASTILLO, J., TERRA, J., MENDEZ, R. 2013. Fertilización N en base a indicadores objetivos. Treinta y Tres, INIA. Cap.3, p. 7-9 (Serie Actividades de Difusión 713)

V. MANEJO DE MALEZAS

EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD DEL CAPIN (*Echinochloa* spp.) A DISTINTOS HERBICIDAS

C. Marchesi²⁶

Palabras clave: resistencia; quinclorac; propanil; imidazolinonas; penoxsulam.

RESUMEN

La resistencia de malezas a herbicidas es una realidad a nivel mundial, generalmente asociada a una agricultura intensiva en el uso de recursos y/o a un manejo inapropiado de los sistemas de producción. Esta problemática está generando millonarias pérdidas productivas y económicas a todo nivel, por lo que cada vez más está siendo tratada como un gran desafío actual y futuro. En la región se han diagnosticado resistentes a malezas de varias especies (incluyendo capines, arroz rojo, ciperáceas, etc) y asociadas a distintos sistemas de producción (incluyendo arroz). En nuestro país ya se han detectado casos problemáticos asociados a la agricultura intensiva del litoral y algún caso puntual en sistemas de arroz. Creemos imprescindible elevar el nivel de alerta ante esta situación, ya que se trata de un proceso a veces lento y por lo tanto poco visible, hasta que se sale de control. INIA ha tenido la iniciativa de organizar y participar de varias instancias de divulgación de este tema, y ha iniciado proyectos de investigación que lo incluyen. Sin embargo, sin el compromiso y la participación de todos los actores de la cadena productiva, estos esfuerzos no serán suficientes para evitar que continúe la evolución de tipos resistentes.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los sistemas de producción de arroz en Uruguay se han caracterizado por incluir pasturas en rotación, el uso moderado de insumos y muy altos rendimientos. Sin embargo, cambios en el uso del suelo han dado lugar a rotaciones más intensas con la inclusión de otros cultivos, reduciendo la fase de pasturas en la mayoría del área. Es sabido que la intensificación de la producción y la reducción de las rotaciones conllevan a un aumento en el uso de herbicidas, siendo éste el principal motor de la evolución de malezas resistentes (Powles et al, 1997; Boerboom, 1999).

El capín (*Echinochloa* spp.; ECH), principal maleza del arroz en nuestras condiciones, tiene que ser bien controlado con el fin de obtener buenos rendimientos (Marchesi y Lavecchia, 2011). Para ello se utilizan varios herbicidas en secuencias -pre y post emergencia- y mezclas de tanque. Actualmente el número de aplicaciones y/o la cantidad de productos en mezclas y/o las dosis de herbicidas se han ido aumentando con el fin de obtener buenos controles, lo cual puede estar indicando que estamos teniendo problemas para controlar las malezas. Por otro lado, un estudio reciente realizado con *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv en la zona Este detectó varios biotipos resistentes a quinclorac y a propanil (Saldain y Sosa, 2013). Se desconoce si se trata de algún problema puntual o algo más generalizado a nivel de chacras en esta y otras regiones.

²⁶ Ph.D., Investigador Adjunto, INIA Tacuarembó, cmarchesi@tb.inia.org.uy

El objetivo de este trabajo fue evaluar la susceptibilidad de biotipos de capines a distintos herbicidas utilizados en los sistemas de arroz de la zona centro y norte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras geo-referenciadas de ECH se comenzaron a coleccionar de campos de arroz en el centro y norte del Uruguay en el verano de 2013, incluyendo algunos lugares donde los agricultores sospechaban tener un problema de resistencia. Siguiendo el protocolo del Herbicide Resistance Action Committee (<http://hracglobal.com/>), se llevaron a cabo ensayos de dosis - respuesta con algunos de los herbicidas usados en la actualidad, como quinclorac, propanil, imidazolinonas y penoxsulam. La colección cuenta con más de 40 biotipos a la fecha, de los cuales 13 fueron los seleccionados para esta primera aproximación.

Cada biotipo fue sometido a ocho dosis de cada herbicida (Tabla 1), en cuatro repeticiones y dos experimentos, siendo la "Dosis X" equivalente a la utilizada en el campo; 1/8X, 1/4X, 1/2X, 2X, 4X, y 8X, así como un control "Dosis 0", completaron el conjunto. Las aplicaciones fueron realizadas en una cámara de aspersión calibrada por peso para 113 lt/ha de solución a 2 bares de presión, con los herbicidas y coadyuvantes recomendados. Se cultivaron las ECH en macetas con 5 plantas cada una durante 21 días en período estival, bajo una casa de malla y en condiciones de inundación. Se analizó el peso fresco por maceta, calculando la dosis letal media (ED50, dosis de herbicida que produce un 50% de reducción del peso de maleza) con modelos no lineales ajustados utilizando el paquete *drc* (Ritz y Streibig, 2005) en R (<http://www.r-project.org/>). Se calcularon los factores de resistencia entre pares de biotipos como la relación entre la ED50 de cada biotipo vs ED50 del más susceptible ($FR = ED50x / ED50s$).

Tabla 1. - Dosis de herbicidas* utilizados en los ensayos de dosis respuesta, 2013-2014.

Dosis	Quinclorac (ml*ha ⁻¹)	Propanil (ml*ha ⁻¹)	Imidazolinonas (ml*ha ⁻¹)	Penoxsulam (ml*ha ⁻¹)
0	0	0	0	0
1/8X	188	500	18	22
1/4X	375	1000	35	44
1/2X	750	2000	70	88
1X	1500	4000	140	175
2X	3000	8000	280	350
4X	6000	16000	560	700
8X	12000	32000	1120	1400

* quinclorac (grupo O); propanil (grupo C); imidazolinonas y penoxsulam (grupo B).

RESULTADOS Y DISCUSION

Quinclorac

Los FR se resumen en la Tabla 2, observándose que todos los biotipos probados fueron resistentes a quinclorac ($FR \geq 10$). En algunos casos no se pudo calcular el FR ya que ni siquiera la dosis más elevada -8 veces la Dosis 1- redujo el peso fresco de las ECH.

Tabla 2. - Factor de resistencia de biotipos de *E. crus-galli* con el herbicida quinclorac.

Biotipos ECH	Factor de Resistencia*	Error std.	p-value
SPI2	10	3,6	0,018
SJU1	11	3,9	0,013
ATA3	15	5,7	0,012
TEP12	21	9,3	0,037
TVA8	75	34,8	0,034
TAP5	225	83,2	0,007
TEV10	1909	850,0	0,025
TLL6	15720	7507,0	0,037
TAP4	(**)	sd	sd
TSF7	(**)	sd	sd
TEV9	(**)	sd	sd
ARI11	(**)	sd	sd

*Biotipo susceptible A33P2, ED50= 25 g ia*ha⁻¹

**No se pudo calcular la ED50 con dosis máxima utilizada -8X-

Es interesante que ninguna de estas muestras fue tomada en sitios que se hubiera sospechado hubiera problemas con quinclorac. En la Figura 1 se muestran algunas curvas de respuestas en las que se puede observar mejor el comportamiento de estos biotipos cuando se aplica dicho herbicida en dosis creciente.

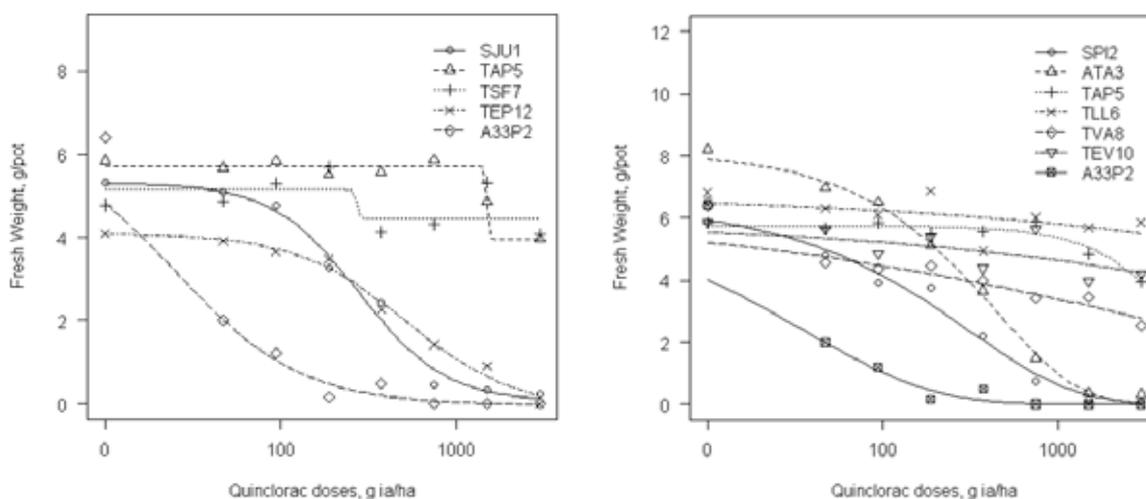


Figura 1. - Respuesta de peso fresco de biotipos de *E. crus-galli* según dosis creciente de quinclorac; modelos no lineales (LL.4 y W1.3).

Propanil

La situación con propanil resultó diferente al quinclorac, ya que hasta la fecha no se detectaron biotipos resistentes entre los testeados (Tabla 3). Sin embargo, algunos biotipos mostraron un FR de 6-7, y la ED50 del biotipo S correspondió a 173 g ai.ha⁻¹ (una cuarta parte de la dosis de campo). Si encontramos otro biotipo más sensible, como algunos de los detectados en la zona Este (Saldain y Sosa, 2013), es muy probable que algunos de estos pasen a la categoría de resistentes.

Tabla 3. - Factor de resistencia de biotipos de *E. crus-galli* con el herbicida propanil.

Biotipos ECH	Factor de Resistencia*	Error std.	p-value
TAP4	2,9	1,0	0,064
ATA3	3,2	1,1	0,056
TAP5	3,2	sd	sd
TEV9	4,8	2,7	0,156
ARI11	5,7	3,2	0,140
SPI2	5,8	3,2	0,137
TLL6	5,8	3,2	0,137
TSF7	6,1	2,3	0,027
TEP12	6,6	3,7	0,128
TEV10	6,7	3,7	0,127
TVA8	7,3	4,0	0,120

*Biotipo susceptible SJU1, ED50= 173 g ia*ha⁻¹

Imidazolinonas

Respecto a las imidazolinonas (imazapir + imazapic), sólo un biotipo de los testeados mostró FR > 10, siendo una muestra que se colectó de un campo donde se ha utilizado la tecnología Clearfield (Figura 2).

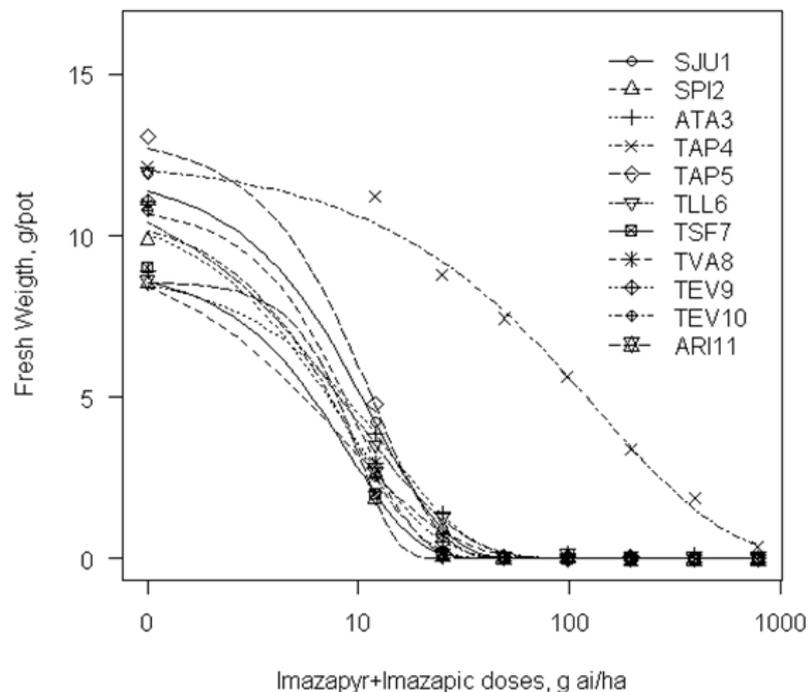
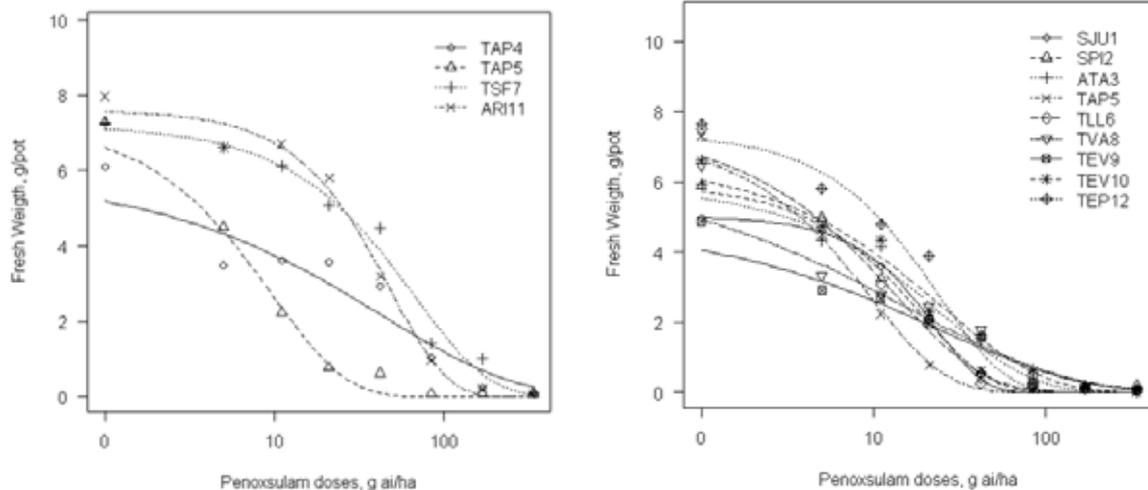


Figura 2. - Respuesta de peso fresco de biotipos de *E. crus-galli* según dosis creciente de imazapir + imazapic; modelos no lineales (LL.3).

Esto debería ayudarnos a tomar conciencia acerca del riesgo de usar una tecnología que basa su eficacia en un inhibidor de la ALS, el grupo de herbicidas al que se evoluciona resistencia más fácilmente (Heap 2015).

Penoxsulam

En las pruebas realizadas con penoxsulam, al igual que con propanil no se detectaron biotipos resistentes ($FR \geq 10$); sin embargo, también aquí hay algunos con valores de FR de 5-7, lo cual puede estar indicando una menor susceptibilidad al herbicida. En las Figuras 3 y 4 se ven las curvas de dosis respuesta de los biotipos agrupados según su mayor o menor FR.



Figuras 3 y 4. - Respuesta de peso fresco de biotipos de *E. crus-galli* según dosis creciente de penoxsulam; modelos no lineales (W1.3); los de FR más elevado (izq.) y FR más bajo (der.).

Varios biotipos más de la colección están pendientes de estudio con estos herbicidas, así como las pruebas con *E. colona* y *E. crus-galli* var. *mitis* provenientes de los mismos campos. Por otro lado se plantea completar los ensayos con otros herbicidas utilizados en el cultivo (bispiribac, cyhalofop, profoxidim, clomazone). Sería deseable contar con historias de chacras –relacionadas al uso de herbicidas- para ayudar a interpretar por qué han evolucionado estos tipos resistentes.

Como sabemos, la evolución de resistencia es un proceso que puede llevar más o menos años, dependiendo de varios factores. Algunos dependen del tipo de maleza que se trate, del uso de herbicidas (frecuencia, dosis, química del producto) y del sistema de producción en sí (Gressel y Segel, 1982). Cabe recordar que el capín *E. crus-galli*, es una maleza que ha generado resistencia en muchas partes del mundo y a varias familias de herbicidas, tanto en sistemas de arroz como de otros cultivos de verano o perennes. Es decir, es una maleza que naturalmente produce mucha semilla, y cuenta con una alta tasa de mutaciones, entre otras características. También debemos de tener presente qué familias de herbicidas estamos utilizando y con qué frecuencia, no solo para el arroz sino para los demás cultivos de la rotación.

La presencia de algunos biotipos de malezas resistentes en cultivos de arroz puede estar indicando que el problema no nos es ajeno como hasta hace unos pocos años, y refuerza la necesidad de seguir trabajando en esta área. Debemos insistir en mejorar la calidad de las aplicaciones (calibraciones, momentos, etc.), el manejo de la inundación, además de trabajar más fuerte en la divulgación de la problemática y formas de prevenir o entretener su evolución. Lograr una mayor sensibilización del sector productivo seguramente ayude a evitar que estos problemas se agraven o vuelvan fuera de control.

CONCLUSIONES

Después de evaluar algunos sistemas de arroz del norte de Uruguay, se han detectado algunos biotipos de ECH resistentes a herbicidas - quinclorac e imidazolinonas-. A la fecha, no se han detectado biotipos de ECH resistentes a propanil o penoxsulam.

REFERENCIAS

Boerboom, C.M., 1999. Nonchemical options for delaying weed resistance to herbicides in Midwest cropping systems. *Weed Technology*, 13, p. 636-643.

Gressel, J. & L.A. Segel, 1982. Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance: the Outlook for the future. In *Herbicide Resistance in Plants*, ed. H.M. LeBaron, Gressel, J., p. 325-347. New York, John Wiley & Sons.

Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Tuesday, July 28, 2015 . Available www.weedscience.org

Marchesi, C. & A. Lavecchia, 2011. Evaluación de herbicidas para el control de capín – *Echinochloa crus-galli*- en las zonas norte y centro (Artigas y Tacuarembó). Educación continua. INIA Tacuarembó, SAD 652, Cap. IV, p. 12-23.

Powles, S.B., C. Preston, I.B. Bryan & A.R. Jutsum, 1997. Herbicide Resistance: Impact and Management. In *Advances in Agronomy*, Vol. 58, p. 57-93.

Ritz, C. & J.C. Streibig, 2005. Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*. Vol. 12, Issue 5.

Saldain, N. & B. Sosa, 2013. Quinclorac and Propanil resistant-Barnyardgrass biotypes (*Echinochloa crus-galli*) in rice fields of eastern Uruguay, GHRCC, Australia.

Anexo





CONTROL QUÍMICO DE *Digitaria spp.* EN TAIPAS

Marchesi, C.²⁷

RESUMEN: La *Digitaria spp.* es una maleza cada vez más presente en las arroceras, especialmente asociada a las áreas mal regadas y las taipas. Para empezar a manejar información de evaluaciones de control químico y efectos de los herbicidas sobre el cultivo se iniciaron acciones en la presente zafra, en campos de productores. Los primeros resultados y observaciones resultaron interesantes ya que se lograron buenos controles, lo que nos alienta a continuar recabando información en próximas zafras.

INTRODUCCIÓN

El control de *Digitaria spp.* (DIG) en chacras de arroz, especialmente en las taipas –áreas mal regadas-, es mencionado como problema desde hace tiempo, especialmente en zonas norte y centro (www.inia.uy: Resumen de base de datos empresas arroceras); esta maleza es una gramínea anual de mediano porte, que normalmente emerge más tardíamente que el capín por lo que no es bien controlada con el tratamiento pre emergente. A su vez, no todos los herbicidas utilizados para controlar capín, principal maleza del arroz, son efectivos para controlarla. El objetivo de estas pruebas preliminares fue observar el comportamiento de algunos graminicidas (Metamifop*, Cyhalofop, Profoxidim y Setoxidim) en la supresión de esta maleza, y si se daba algún efecto fitotóxico sobre el cultivo de arroz.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos pruebas de control de DIG en taipas en chacras con infestación alta en Salto (EJ) y media en Tacuarembó (PQ). En EJ se realizó un experimento de bloques al azar con 3 réplicas, mientras que en PQ se realizaron parcelas de observación.

Ensayo EJ

Sobre una chacra de INIA Olimar sembrada en octubre y sobre la que ya se habían aplicado varios tratamientos de herbicidas, se realizó el ensayo -detalle en Tabla 1-. La infestación de DIG en las taipas era muy importante, tanto en población como en tamaño de la maleza (Foto 1).

²⁷ Ph.D., Investigador Adjunto, INIA Tacuarembó, cmarchesi@tb.inia.org.uy

Tabla 1. - Control de malezas realizado por el productor (PRE, POST1 y POST2) y detalle de las aplicaciones de ensayo (POST3) realizado en EJ, 2014-2015.

	PRE	POST 1	POST 2	POST 3
		28 oct	18 nov	28 nov
1	Glifosato + Clomazone (0,8 lt/ha)	Bispiribac (100 ml/ha)+ Cyhalofop (1,2 lt/ha)	Clomazone (1 lt/ha)+ Quinclorac (1,2 lt/ha) + Propanil (3,5 lt/ha)	TESTIGO
4	Glifosato + Clomazone (0,8 lt/ha)	Bispiribac (100 ml/ha)+ Cyhalofop (1,2 lt/ha)	Clomazone (1 lt/ha)+ Quinclorac (1,2 lt/ha) + Propanil (3,5 lt/ha)	Metamifop (2 lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
5	Glifosato + Clomazone (0,8 lt/ha)	Bispiribac (100 ml/ha)+ Cyhalofop (1,2 lt/ha)	Clomazone (1 lt/ha)+ Quinclorac (1,2 lt/ha) + Propanil (3,5 lt/ha)	Cyhalofop (3lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
6	Glifosato + Clomazone (0,8 lt/ha)	Bispiribac (100 ml/ha)+ Cyhalofop (1,2 lt/ha)	Clomazone (1 lt/ha)+ Quinclorac (1,2 lt/ha) + Propanil (3,5 lt/ha)	Profoxidim (0,85 lt/ha) +basaplan (1,5 lt/ha) + dash (0,2 lt/ha)
7	Glifosato + Clomazone (0,8 lt/ha)	Bispiribac (100 ml/ha)+ Cyhalofop (1,2 lt/ha)	Clomazone (1 lt/ha)+ Quinclorac (1,2 lt/ha) + Propanil (3,5 lt/ha)	Setoxidim (0,4 lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
Manejo realizado previamente por el productor				Ensayo

*Metamifop no es un producto registrado aún en Uruguay; agradecemos a J.López de Cibeles por facilitarnos su uso.

Las parcelas estaban constituidas por taipas, realizándose las aplicaciones y mediciones exclusivamente sobre las mismas. El manejo del riego, fertilización y demás fue el de la chacra, destacándose en este caso condiciones subóptimas de riego, ya sea por encontrarse el ensayo en la parte alta de una ladera, por roturas de taipas y el manejo del riego en sí (no se mantuvo una inundación permanente). Se realizó un seguimiento visual del efecto de los tratamientos, así como un corte de materia verde –DIG- a los 30 días de aplicados los herbicidas. Se evaluó rendimiento en grano del arroz al final del ciclo.

Parcelas PQ

En este sitio, sobre un INIA Olimar sembrado en octubre y con tratamientos previos de parte del productor, se aplicaron los mismos tratamientos descriptos para el ensayo de EJ, pero en tiradas consecutivas sobre las taipas. En la Tabla 2 se detalla el manejo y en la Foto 2 se muestra el tamaño de la maleza.

Tabla 2. - Control de malezas realizado por el productor (PRE, POST1 y POST2) y detalle de las aplicaciones de parcelas (POST3) realizado en PQ, 2014-2015.

	PRE	POST 1	POST 2	POST 3
	27 oct	17 nov	12 dic	22 dic
1	Glifosato + Metsulfuron (5 g/ha)	Clomazone (1 l/ha)	Bispiribac (120 ml/ha)+ Propanil (4 lt/ha)+ Pyrazosulfuron (50 g/ha)	TESTIGO
4	Glifosato + Metsulfuron (5 g/ha)	Clomazone (1 l/ha)	Bispiribac (120 ml/ha)+ Propanil (4 lt/ha)+ Pyrazosulfuron (50 g/ha)	Metamifop (2 lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
5	Glifosato + Metsulfuron (5 g/ha)	Clomazone (1 l/ha)	Bispiribac (120 ml/ha)+ Propanil (4 lt/ha)+ Pyrazosulfuron (50 g/ha)	Cyhalofop (3lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
6	Glifosato + Metsulfuron (5 g/ha)	Clomazone (1 l/ha)	Bispiribac (120 ml/ha)+ Propanil (4 lt/ha)+ Pyrazosulfuron (50 g/ha)	Profoxidim (0,85 lt/ha) +basaplan (1,5 lt/ha) + dash (0,2 lt/ha)
7	Glifosato + Metsulfuron (5 g/ha)	Clomazone (1 l/ha)	Bispiribac (120 ml/ha)+ Propanil (4 lt/ha)+ Pyrazosulfuron (50 g/ha)	Setoxidim (0,4 lt/ha) + nat oleo (0,5 lt/ha)
Manejo realizado previamente por el productor				Ensayo

El manejo del riego, fertilización y demás fue el de la chacra. Se destaca un ingreso tardío de la inundación pero una vez establecida nunca se cortó, teniendo siempre un nivel alto del agua que pasaba por encima de las taipas. Se realizó un seguimiento visual del efecto de los herbicidas, así como un corte de materia verde –DIG- a los 30 días de la aplicación. Se muestreó el rendimiento en grano del arroz al final del ciclo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cortes realizados a los 30 y 21 días post aplicación de herbicidas para EJ y PQ respectivamente, se notaba claramente la diferencia de crecimiento de la DIG entre los tratamientos y el testigo (Figuras 1 y 2 para EJ y PQ respectivamente).

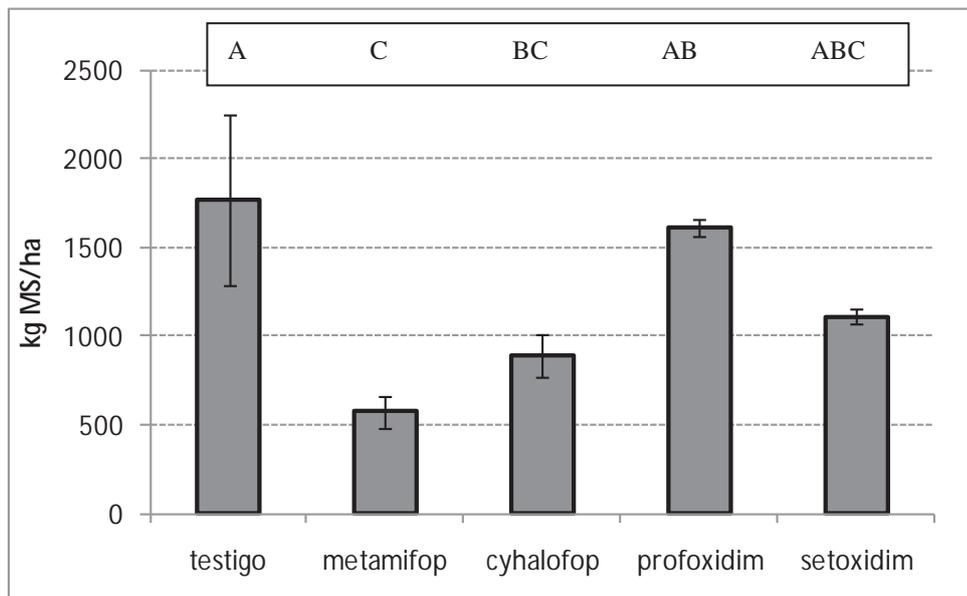


Figura 1. - Materia seca de *Digitaria* spp. 30 días post aplicación de herbicidas en EJ.

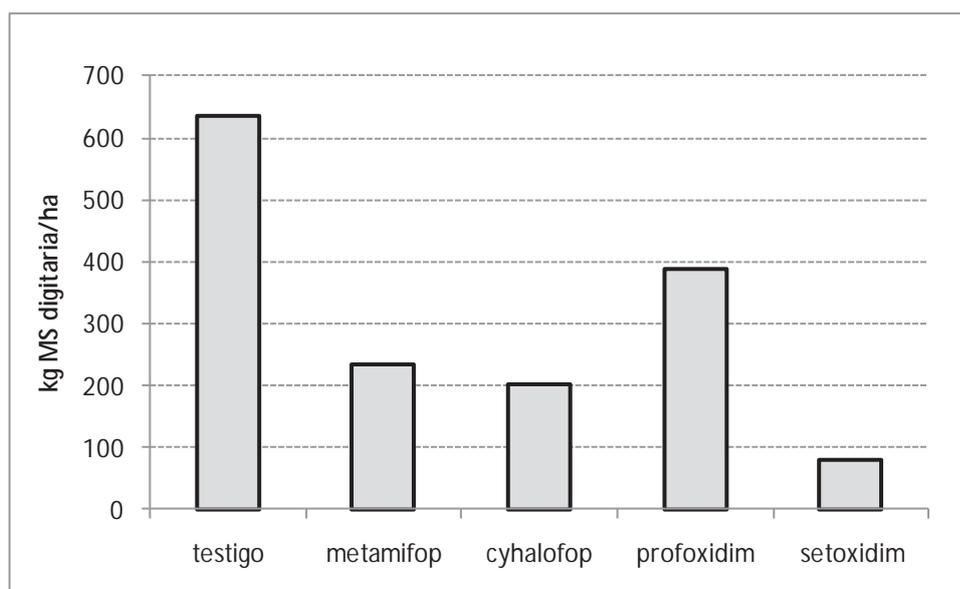


Figura 2. - Materia seca de *Digitaria* spp. 21 días post aplicación de herbicidas en PQ.

En condiciones de muy buena disponibilidad de agua post aplicación (PQ), todos los productos ejercieron un buen control de DIG, mientras que en condiciones subóptimas (EJ), se destacaron el Metamifop y Cyhalofop, seguidos del Setoxidim.

En cuanto a los rendimientos en grano de arroz, para EJ los datos no muestran diferencias significativas entre los tratamientos, dado una alta variabilidad (CV = 24%). Por otro lado, los datos de las parcelas de PQ muestran una foto exactamente inversa a lo que se observó en el corte de DIG, o sea que el rendimiento copió muy bien el grado de control de la maleza (Figura 3).

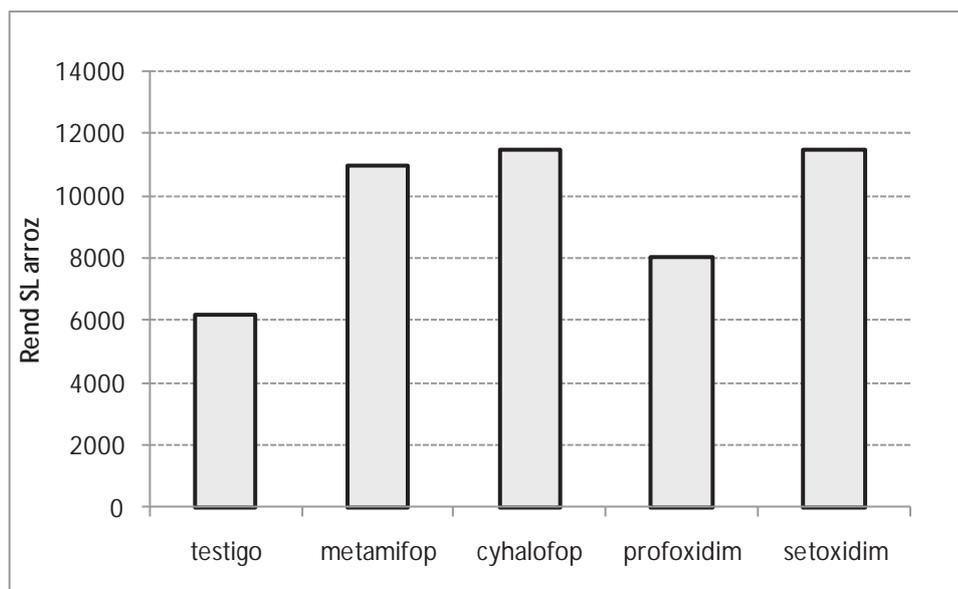


Figura 3. - Rendimiento en grano de arroz de las parcelas de observación de PQ.

No se observaron daños en el cultivo por el uso de herbicidas como el profoxidim o el setoxidim, aunque sabemos que en algunos casos el uso de estos productos puede producir una detención temporaria del crecimiento del cultivo.

No podemos dejar de lado el hecho de que en las dos situaciones las malezas ya habían recibido herbicidas, por lo que, si bien existen “testigos”, los resultados pueden no estar dados exclusivamente por los tratamientos en cuestión.

La información recabada y lo observado en el campo nos hace pensar que el control de DIG puede ser bien manejable aún en circunstancias complejas de enmalezamiento. Habría que profundizar el estudio de los efectos de los graminicidas sobre el arroz así como ampliar el análisis de herbicidas, dosis y momentos de aplicación para el control efectivo de *Digitaria spp.*

Por otro lado, sería necesario un mejor estudio de la maleza ya que no sabemos de qué especie o mezcla de especies estamos tratando, pudiendo esto afectarnos los resultados de control.

CONCLUSIONES

Se lograron controles aceptables a muy buenos de *Digitaria spp.* en situaciones de enmalezamientos importantes –tanto por densidad como por tamaño de plantas-. En algunos casos esa supresión pareció influenciar el rendimiento del cultivo de arroz.

REFERENCIAS

<http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20TT/Arroz/ZAFRA%202004-2005.pdf>
<http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20TT/Arroz/Zafra%202013%20-2014%20.pdf>

Anexo



Foto 1. - Estado del tapiz previo a la aplicación (EJ)



Foto 2. - Estado del tapiz previo a la aplicación (PQ)

VI. MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS

POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO DE ARROZ EN URUGUAY

Global Yield Gap Atlas

Avances de Investigación-Resultados preliminares

Gonzalo Carracelas²⁸, Nicolas Guilpart²⁹ Patricio Grassini³⁰ Kenneth G. Cassman³¹

PALABRAS CLAVE: Potencial, Rendimiento, Brecha, Arroz.

INTRODUCCION

En los últimos años los rendimientos logrados en el cultivo de arroz han incrementado a una de las tasas más altas a nivel mundial (más de 150 kg/ha/año a partir de la década de los 90) y si bien algunos productores están obteniendo rendimientos muy altos, existe una tendencia del rendimiento promedio a estabilizarse en las últimas 5 zafas.

Es importante determinar el potencial de rendimiento en las distintas regiones o zonas climáticas del país a efectos de conocer cuál es la brecha de rendimiento actual y así poder determinar prácticas de manejo y tecnologías que permitan reducirla. A su vez facilitaría interpretar la evolución histórica del rendimiento en Uruguay (si el incremento se debe a factores de manejo o cambio climático), priorizar líneas de investigación así como definir planes-políticas de extensión en áreas donde la brecha es mayor e identificar cuales tecnologías (nuevas o ya existentes) tendrán mayores impactos en aumentar el rendimiento.

El potencial de rendimiento en este estudio es el rendimiento que no es limitado por agua, nutrientes u otros factores bióticos-abióticos y que está definido por los factores climáticos de una zona y las características del cultivar como se observa en la Figura 1. (Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum et al., 2013)

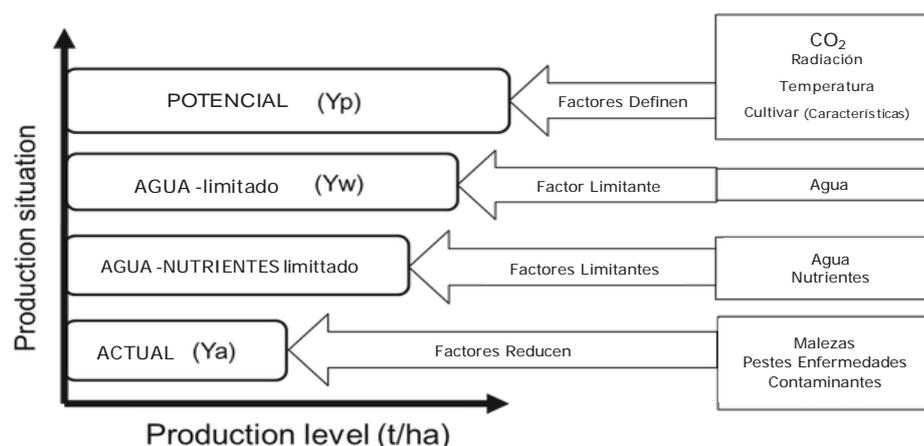


Figura 1. - Diferentes niveles de producción determinados por factores que definen, limitan o reducen el rendimiento (Adaptado de Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum et al (2013).

²⁸ Ing. Agr. – Programa Arroz INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

²⁹ University of Nebraska. Lincoln. UNL.

³⁰ University of Nebraska. Lincoln. UNL.

³¹ University of Nebraska. Lincoln. UNL.

Para los sistemas irrigados (situación del Uruguay) el rendimiento potencial (Y_p) es el utilizado como una referencia para la determinación de la brecha de rendimiento.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del avance en investigación realizado para un periodo de 25 años, en distintas localidades regiones del país y para los cultivares locales más sembrados en cada región.

MATERIALES Y METODOS

El objetivo de este trabajo es determinar cuál es el potencial de rendimiento a escala local y regional del cultivo de arroz así como también cual es la brecha explotable en rendimiento en relación a las producciones actuales obtenidas a nivel comercial.

Para este estudio se trabaja en colaboración con el equipo GYGA (global yield gap atlas, <http://www.yieldgap.org/>) y la Universidad de Nebraska, Lincoln (UNL) siguiendo el protocolo desarrollado por este equipo para determinar brechas de rendimiento para distintos cultivos a nivel mundial (Grassini et al., 2015).

En un breve resumen la metodología a realizar en este estudio consiste en realizar un mapa actualizado geo-referenciado con las áreas arroceras del país, definir las estaciones climáticas a utilizar y las zonas de influencia de las mismas (25 años de datos de clima en 7 localidades), determinación de las zonas Climáticas, calibración del modelo de ecofisiología ORYZA V3 con base de datos de experimentos de fenología observada (10 años), validación y ajuste de calibración con base datos experimentales y determinación de la brecha de rendimiento explotable como diferencia entre el 80% del rendimiento potencial (Y_p) y el rendimiento actual (Y_a).

El modelo de simulación de eco-fisiología de cultivos, ORYZA V3 fue utilizado para estimar el rendimiento potencial Y_p , en función del clima, duración del período de crecimiento (fenología) para cada cultivar y sistemas de cultivos dominantes en cada lugar.

RESULTADOS PRELIMINARES

En la figura 2 se presentan mapas del Uruguay con información geo-referenciada de las áreas arroceras, ubicación de las estaciones meteorológicas disponibles, su área de influencia (100 kms. de diámetro) y las distintas zonas climáticas establecidas.

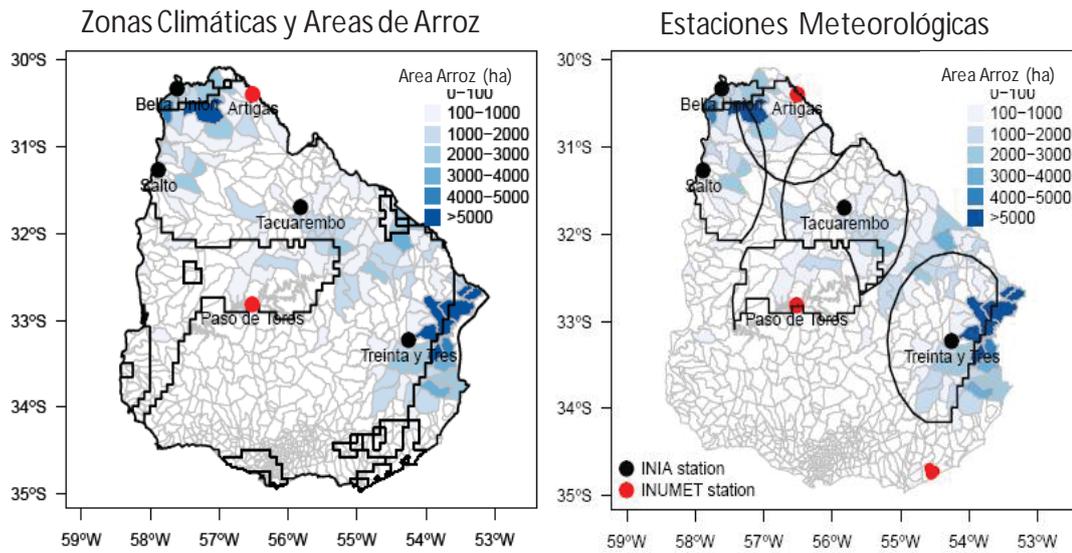


Figura 2. - Mapa Áreas de arroz (creado con información Censo Agropecuario 2011 DIEA), estaciones meteorológicas disponibles en Uruguay (INIA, ALUR e INUMET) y zonas climáticas establecidas en Uruguay (GYGA).

En la Figura 3 se presenta el potencial de rendimiento obtenido con la simulación realizada con el modelo ORYZA V3, para lo cual se consideraron 25 zafras, en 6 zonas con datos de estaciones meteorológicas de INUMET Paso de los Toros, Artigas, de ALUR-Bella Unión y de INIA Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres, tres fechas de siembra (1, 15 y 31 de octubre) y los dos cultivares más sembrados en Uruguay (INIA Olimar Norte, Centro y El Paso 144 en el Este). Se realizó un control de calidad de los datos climáticos y los datos faltantes se completaron con información de la NASA. La estimación realizada con el programa Oryza de rendimiento es con un 14% de humedad y no es corregido por la Calidad Industrial del grano.

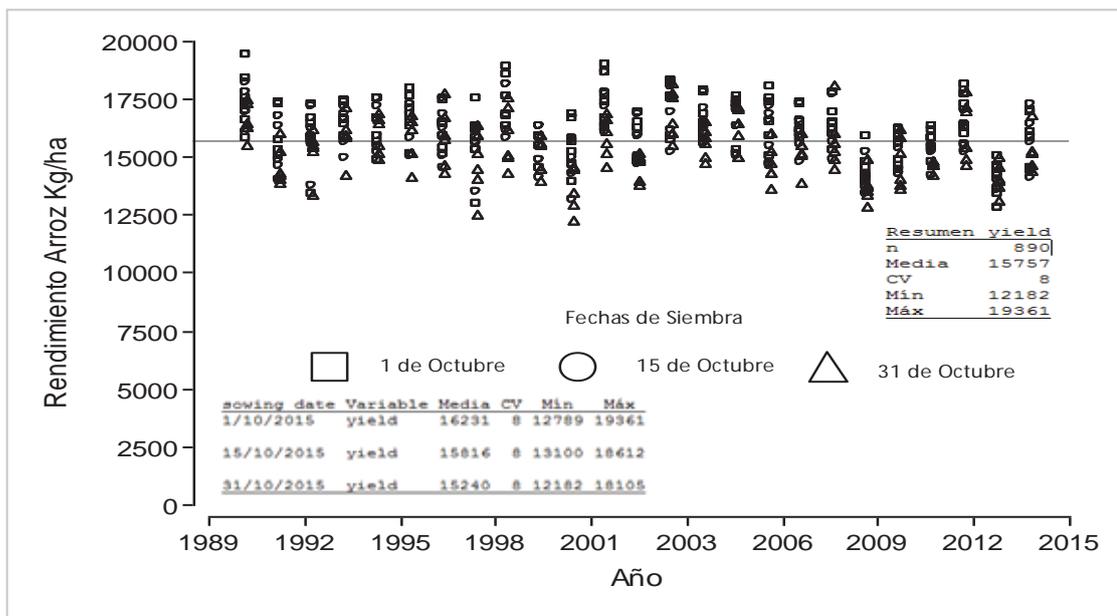


Figura 3. - Potencial de rendimiento promedio de diferentes localidades para un periodo de 25 años y 3 fechas de siembra 1, 15 y 31 de octubre. Cultivar INIA Olimar zonas Norte y Centro y El Paso 144 en el Este estimados con el modelo ORYZA V3.

El rendimiento potencial estimado (Yp) promedio es de 15757 kg Arroz/ha (305 bolsas) con un mínimo y un máximo de 12690 (244 bolsas) y 18693 kg de Arroz/ha (362 bolsas) respectivamente.

En la Figura 4 se presentan los rendimientos actuales promedio del país de los últimos 5 años.

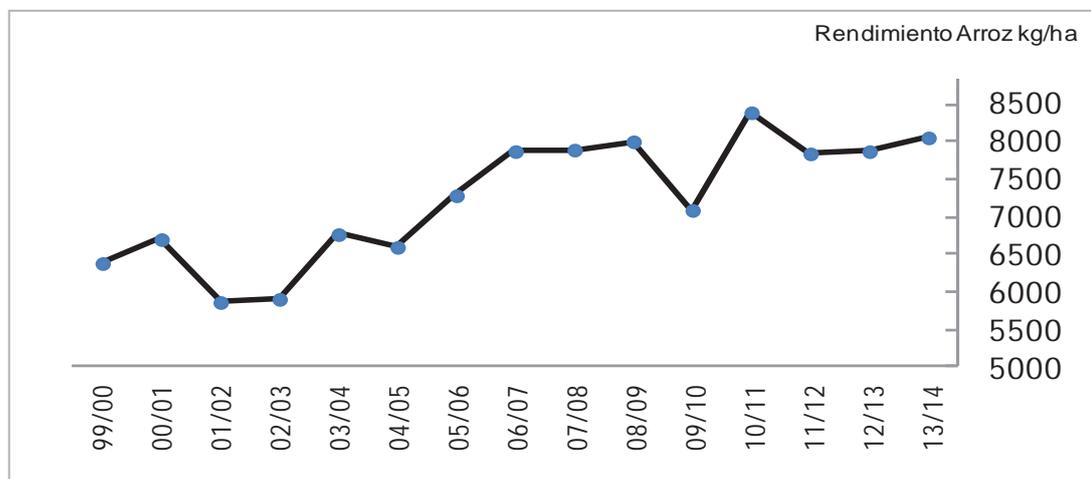


Figura 4. - Evolución del rendimiento del cultivo de Arroz en las distintas zafras en Uruguay. Fuente: MGAP-DIEA-Anual Estadístico

Los rendimientos actuales del cultivo de arroz promedio de las últimas 4 zafras son de 8048 kg Arroz/ha. En el Cuadro 1 se presenta el Rendimiento potencial (Yp) y la Brecha de rendimiento explotable (Yg-E: exploitable yield gap), la cual es calculada como la diferencia entre el 80% del rendimiento potencial y el rendimiento actual como ya se mencionará anteriormente.

Cuadro1. - Rendimiento potencial del cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E) obtenidos con la simulación de 25 años de datos climáticos en 6 localidades, 3 fechas de siembra en Octubre y los cultivares predominantes en las distintas regiones INIA Olimar Centro y Norte y El Paso 144 en el Este.

Modelo Oryza V3.

Fecha de Siembra	Rendimiento Potencial Yp			Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
1 de Octubre	12789	19361	16231	2183	7441	4937
15 de Octubre	13100	18612	15816	2432	6842	4605
31 de Octubre	12182	18105	15240	1698	6436	4144
Promedio	12690	18693	15762	2104	6906	4562

La brecha de rendimiento considerando el rendimiento potencial promedio para Uruguay se encontraría en un rango de 2104 y 6906 con un promedio de 4562 kg de arroz/ha. Al considerar las diferentes regiones arroceras de Uruguay la brecha de rendimiento es de 4364 y 4925 kg Arroz para Norte-Centro y Este respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. - Rendimiento potencial separado por región para el cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E). Fuente (Ya): MGAP-DIEA-Anual Estadístico 2014.

Región	Rendimiento Potencial Yp			Rend. Actual (Ya)	Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Media (2010-2014)	Mínimo	Máximo	Media
Norte-Centro	12828	18947	15858	8322	1940	6835	4364
Este	13394	18387	15864	7766	2949	6944	4925

CONSIDERACIONES

El potencial de rendimiento simulado con el modelo Oryza V3, es en promedio de 15672 Kg Arroz/ha o 305 bolsas.

La brecha de rendimiento explotable promedio (Yg-E) sería de 4562 kg de Arroz/ha (91 bolsas) para el promedio de Uruguay en relación a los rendimientos actuales de las últimas cuatro zafras. Esta brecha sería un 12.8% mayor (11 bolsas de arroz aprox.) en la región Este comparado con la región Norte-Centro.

Los resultados presentados en este artículo de avance de investigación deben considerarse como preliminares ya que al realizar la validación en base a rendimientos actuales, mejorar la calibración de las variedades locales en las próximas etapas de este trabajo es probable que los valores de potencial estimado sean diferentes. En próximos trabajos se presentarán los resultados definitivos con una estimación de brecha de rendimiento más detallada para las distintas regiones del país.

BIBLIOGRAFIA

Grassini, P., Van Bussel, L.G.J., Van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., De Groot, H., Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., 2015. How good is good enough? Data requirements for reliable yield-gap analysis. *Field Crops Research* 177 (2015) 49–63.

MGAP.DIEA. Anual Estadístico. 2014. www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2014

MGAP. DIEA. Censo 2011. www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011

Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tiftonell, P., Hochman, Z., 2013. Yield gap analysis with local to global relevance—a review. *Field Crops Res.* 143, 4–17.

Van Ittersum, M.K., Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input–output combinations. *Field Crops Res.* 52, 197–208.

ROMPIENDO EL TECHO DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ INIA, GMA-COOPAR, ACA - Informe preliminar 2014-2015.

E. Deambrosi³²

INTRODUCCIÓN

Se entiende como rendimiento potencial (Rp), el rendimiento de una variedad o híbrido de un cultivo, cuando crece bajo condiciones favorables sin limitantes de crecimiento referidas a agua, nutrientes, plagas y enfermedades (Evans, 1993). En otras palabras, el Rp es un estado idealizado en el cual un cultivo crece sin limitantes biofísicas, distintas a aquellas que no son controlables como la radiación solar, la temperatura del aire y la lluvia (en sistemas dependientes de ella). Los promedios de rendimiento de una región o país inevitablemente son menores que el rendimiento potencial, a veces en forma significativa, porque lograrlo requiere un manejo casi perfecto del suelo y del cultivo, factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de su ciclo.

En 2013 se conformó una Alianza para la Innovación entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Sector Privado, integrado para la oportunidad por la Gremial de Molinos Arroceros y Coopar, y la Asociación de Cultivadores de Arroz, y se redactó un proyecto a ser desarrollado en la zona Este del país, denominado *“Rompiendo el Techo de Rendimiento del Cultivo de Arroz”*, el que fue presentado a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) para su co-financiación, y aprobado por ésta en agosto de ese año.

El objetivo general del mismo es generar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo que permitan incrementar al menos 10% la productividad, respecto a la obtenida con la tecnología actualmente utilizada por los productores pertenecientes al quintil (20%) superior de rendimiento.

Para su ejecución se consideraron 4 componentes, cuyos objetivos específicos (OE) se detallan a continuación:

OE N°1.- Identificar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo de arroz, asociadas a los grupos de productores pertenecientes al quintil superior;

OE N°2.- Conceptualizar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo para superar el rendimiento de los productores pertenecientes al quintil superior de la Zona Este del país en un 10%;

OE N°3.- Generar una propuesta económicamente viable de manejo integrado del cultivo de arroz para aumentar la productividad respecto a la obtenida por los productores del quintil superior;

OE N°4.- Validar a escala productiva y transferir a la generalidad de productores, la propuesta de manejo integrado del cultivo para alta productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para detectar cuáles son los factores o prácticas más importantes que contribuyen al logro de la máxima productividad regional, los molinos Saman, Coopar y Casarone, identificaron listas de sus

³² Ing. Agr. MSc, Técnico contratado por el Proyecto ANII 3507

productores remitentes que hayan integrado en al menos 3 de los últimos 4 años, el quintil superior de rendimientos de sus industrias en la zona Este. En agosto-setiembre 2013 se entrevistó a 39 empresas arroceras (22 de Saman, 12 de Coopar y 5 de Casarone). En las entrevistas se manejó un cuestionario guía para recabar y posteriormente procesar información según diferentes ítems, tratando de cubrir en su conjunto el manejo general del cultivo.

En base a características ambientales resultantes de su localización se definieron 3 grupos de productores, que serán identificados como Treinta y Tres, Cebollatí e India Muerta, respectivamente. En el primero de los mencionados se integraron 15 productores que siembran en las zonas de Rincón (Tacuarí – Parao), La Charqueada y 7ª Sección del Departamento de Treinta y Tres. En el grupo Cebollatí, se integraron 14 productores que siembran en alrededores de Cebollatí, Lascano y norte de Lavalleja. En el tercero (India Muerta) se agruparon productores del departamento de Rocha, que siembran en las zonas de India Muerta, San Miguel y San Luis.

En base a las entrevistas realizadas, el Comité Técnico integrado por representantes de INIA, ACA, GMA y COOPAR identificó 20 tecnologías de manejo integrado del cultivo de arroz asociadas a esos productores, y analizó en los tres grupos las frecuencias relativas de utilización de distintas opciones alternativas, dentro de cada una de dichas prácticas.

En diciembre de 2013 se realizó un taller al que fueron invitados los productores encuestados y técnicos de las industrias involucradas, para poner en consideración las tecnologías propuestas en las 3 zonas. Se dividió a los asistentes en 3 grupos de discusión (dos de productores y uno de técnicos), y posteriormente en una sesión plenaria, un delegado de cada uno de ellos realizó una presentación de sus puntos de vista. El Comité Técnico realizó una evaluación del taller mencionado, analizando las sugerencias recibidas en el mismo y consolidando la tecnología base a utilizar en los siguientes componentes del proyecto.

Una vez identificados los factores que permitieron alcanzar ese nivel de rendimientos como línea de base (OE N°1), en una segunda etapa se buscó conceptualizar distintas alternativas que permitan superar ese nivel de rendimiento (OE N°2). Se intercambiaron ideas sobre posibles opciones a incluir, tratando de manejar prácticas realizables, minimizando el riesgo de perder las evaluaciones o parte de ellas, ya sea por operativa, falta de recursos humanos, etc.

Se seleccionaron los factores cultivar (productividad/resistencia a Brusone), instalación del cultivo (tratamientos de semilla/número de plantas a instalar por unidad de superficie), manejos de la fertilización (basal y en cobertura/macros y micro-nutrientes), y protección de enfermedades (número de aplicaciones de fungicida/agregados de fosfito de potasio y silicio), para manejar prácticas alternativas.

Se utilizó el diseño de parcelas de omisión utilizando en total 12 tratamientos dispuestos en bloques al azar con 3 repeticiones. Se usaron parcelas de 6,12 m de ancho por 20 m de largo. A los efectos de comprender el conjunto de tratamientos evaluados, en el cuadro 1 se presenta un ejemplo. El primer tratamiento corresponde a la utilización de todas las prácticas definidas según la tecnología base (N° 1); en cada uno de los tratamientos N° 2 al 6, se va sustituyendo alguno de los factores por el uso de su práctica alternativa. En forma similar pero contraria, el N° 7 corresponde al manejo en que en todos los factores se utilizan las prácticas alternativas a las utilizadas en el tratamiento N° 1; en cada uno de los tratamientos N° 8 al 12, se va sustituyendo la

práctica correspondiente a algún factor por la utilizada en el testigo, en relación a los utilizados en el N° 7.

Como alternativas del factor “cultivar” en lugar de El Paso 144 se sembraron Quebracho y L 5903 en Rincón de Ramírez y 7ª Sección de Treinta y Tres, respectivamente. En el Departamento de Rocha se utilizó la variedad Parao en lugar de El Paso 144 en Cebollatí, y de INIA Tacuarí en India Muerta.

En el factor “instalación”, como alternativa a la siembra de una cantidad fija de semilla (kg ha^{-1}) tratada previamente con productos fungicida e insecticida, se utilizaron las cantidades de semilla estimadas para lograr una implantación de 180 plantas m^{-2} , tratadas con fungicida, insecticida y zinc, e inoculada con la endobacteria *Herbaspirillum*, considerando porcentajes de recuperación de plantas de 50 y 40% para Treinta y Tres y Rocha, respectivamente.

En el factor “Nutrición 1”, se fertilizó según los resultados de análisis de suelos en contenidos de fósforo (según Ácido cítrico), potasio (según Acetato de amonio) y nitrógeno (potencial de mineralización). En caso de encontrarse valores menores a los niveles críticos establecidos en nuestras condiciones (7 ppm de P; 0,2 meq de K (100 g^{-1}) de suelo, $53,6 \text{ g kg}^{-1}$ de NH_4) se calcularon las correcciones necesarias para alcanzar los mismos; además se consideraron algunos niveles diferentes de reposición de extracción de dichos elementos (N-P-K) considerando la remoción en grano correspondiente a una producción de 12 toneladas de arroz ha^{-1} .

En el factor “Fertilización-Plus” se realizaron aplicaciones adicionales de azufre (siembra), silicio (en 2 oportunidades: macollaje y comienzo de floración), y micronutrientes (macollaje).

En protección de enfermedades, al utilizarse cultivares con resistencia (total o moderada) al ataque de *Pyricularia Oryzae*, a la doble aplicación de fungicidas se propuso el uso alternativo de una sola aplicación a inicios de floración, acompañada con el agregado de fosfito de potasio y de sílice (ya mencionado).

Cuadro 1.- Tratamientos utilizados (*)

N° Trt	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Parcelas Omisión
	Cultivar	Instalación	Nutrición 1	Fert.-Plus	Protección Enfermedades	
1	xx	xx	xx	xx	xx	Ninguna
2	alt	xx	xx	xx	xx	Cultivar
3	xx	alt	xx	xx	xx	Instalación
4	xx	xx	alt	xx	xx	Nut. 1
5	xx	xx	xx	alt	xx	Fert.-Plus
6	xx	xx	xx	xx	alt	Prot. Enf.
7	alt	alt	alt	alt	alt	Ninguna
8	xx	alt	alt	alt	alt	Cultivar
9	alt	xx	alt	alt	alt	Instalación
10	alt	alt	xx	alt	alt	Nut. 1
11	alt	alt	alt	xx	alt	Fert.-Plus
12	alt	alt	alt	alt	xx	Prot. Enf.

(*) xx= práctica utilizada por los productores del quintil superior; alt= alternativa

Los mismos tratamientos serán evaluados sin modificaciones durante 2 años en las mismas localidades (OE N° 3). Aquellas prácticas que contribuyan a elevar el rendimiento respecto al alcanzado con la tecnología utilizada por los productores del quintil superior, serán validadas a mayor escala en una tercera zafra, en 6 predios de productores (OE N° 4).

Los experimentos fueron sembrados el 24 de octubre (Rincón de Ramírez), 28 de octubre (Cebollatí), 10 de noviembre (India Muerta) y 17 de noviembre (7ª S. de T. y Tres) de 2014. Se dispuso de la colaboración de los productores, quienes realizaron el manejo de suelos y general del cultivo (con excepción de los tratamientos). Los análisis de rendimiento y calidad industrial fueron realizados por las industrias a las que remiten su producción los productores colaboradores.

RESULTADOS PRELIMINARES (2014-2015)

El diseño utilizado en parte permite visualizar los efectos de cada factor en particular, así como sus posibles interacciones con las otras prácticas en evaluación (sinergias o antagonismos).

Se obtuvieron en general altos rendimientos. En los tratamientos N° 1 correspondientes a los testigos tecnológicos, manejados con las prácticas utilizadas por los productores pertenecientes al quintil superior, se obtuvieron: 12,334 t ha⁻¹ en Rincón de Ramírez, 9,397 t ha⁻¹ en Cebollatí, 11,561 t ha⁻¹ en India Muerta, y 11,491 t ha⁻¹ en la 7ª Sección de Treinta y Tres, respectivamente. Con muy bajos coeficientes de variación, se lograron con algunos tratamientos incrementos interesantes de productividad. En el cuadro 2 se pueden observar los rendimientos relativos (en porcentaje) logrados en las 4 localidades, respecto a los obtenidos con el tratamiento N° 1.

Se debe tener en consideración que en general se dispuso de muy buenas condiciones ambientales, que no sólo permitieron cosechar buenos rendimientos, sino que probablemente también posibilitaron la expresión de efectos positivos de algunas alternativas.

Se deberán repetir las evaluaciones en la próxima zafra, para poder comprobar o no los impactos obtenidos en las condiciones disponibles en 2014-2015, y discutir con más detalles los resultados obtenidos.

Cuadro 2. - Rendimientos relativos (%) respecto a los testigos tecnológicos (Tratamiento 1)*

Loc	Tratamientos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RR	100	103,6	99,8	102,7	101,8	99,2	108,6	101,0	116,4	101,8	106,2	112,8
CE	100	96,9	108,5	107,0	104,6	102,2	106,9	115,1	110,8	101,7	106,8	109,7
IM	100	108,1	102,6	102,0	100,3	101,9	104,1	99,9	109,3	107,2	105,8	106,6
7ªTT	100	97,1	95,6	99,8	95,1	-	105,1	95,4	106,2	98,6	103,9	-

*En la 7ª Sec. de Treinta y Tres, los tratamientos N° 7, 8, 9, 10, 11 fueron aplicados en forma parcial; los tratamientos N° 6 y 11 fueron eliminados



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

BIBLIOGRAFÍA

Evans, L.T., 1993. Crop Evolution, Adaptation, and Yield. New York: Cambridge Univ. Press 500 p.

VII. MEJORAMIENTO GENÉTICO

EVALUACION AVANZADA DE CULTIVARES *INDICAS*

F. Pérez de Vida³³ G. Carracelas³⁴, J. Vargas³⁵

PALABRAS CLAVE: rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de cultivares Indica se realiza en sus etapas iniciales (generaciones F7, F8) en la Unidad Experimental de INIA en Paso de la Laguna, Treinta y Tres. Luego de estas etapas de selección, el grupo que continúa en un tercer o cuarto año se evalúa adicionalmente en al menos otro ambiente diferente. La Unidad Experimental Paso Farías por dotación de área y condiciones ambientales más contrastantes se selecciona para este fin. En la zafra 2014-15 se evaluaron 58 Líneas Experimentales (LEs) Avanzadas (cuarto año de evaluación parcelaria), junto a tres cultivares testigos, **El Paso 144**, **INIA Olimar** y **L5903**. El material genético se distribuyó en dos ensayos (32 genotipos en cada uno), los cuales fueron sembrados también en UEPL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos sembrados conjuntamente con un total de 32 entradas en cada uno. De estos genotipos, 3 eran cultivares testigos en común en los dos ensayos, y 29 LEs. La fecha de siembra fue 4 de octubre de 2014, en un suelo Vertisol de la unidad Itapebí-Tres Arboles de la UEPL, en un sector de mínima pendiente. Se utilizó una sembradora experimental marca Hege, con sistema de siembra adaptado para condiciones de laboreo mínimo. La preparación de suelos comprendió un barbecho químico (Glifosato potásico 4 L/ha + Clomazone 0.8 L/ha) con anticipación (24 de septiembre) sobre un rastrojo de soja y posterior siembra. Se aplicaron 100 kg/ha de 18-46 + 60 kg KCl; en pleno macollaje se aplicaron 70 kg/ha de urea (24 de octubre) y a primordio 50 kg/ha de urea (3 de diciembre). Un último control de malezas se realizó el 24 de Octubre (Clomazone 0.600 L/ha + Ricer 0.175 L/ha). No se realizaron controles químicos de hongos. El listado de cultivares en evaluación se incluyen en el Cuadro 2.

RESULTADOS

ZAFRA 2014-15

El rendimiento varió significativamente entre los dos experimentos realizados. El promedio de todos los cultivares en **Semi-E4.1** (12 T/ha) fue estadísticamente superior al obtenido en **Semi-E4.2** (10.6 T/ha). Las diferencias en el comportamiento promedio de los 3 cultivares testigos comunes en los ensayos referidos (12.5 vs. 10.7 T/ha respectivamente) es indicativo que a pesar de la contemporaneidad de estos y proximidad hubieron diferenciales locales que incidieron en productividad del material según su ubicación. La inclusión de la variable "ensayo" en el modelo estadístico permite corregir los rendimientos de la líneas experimentales y hacerlas comparables en un análisis conjunto. En el grupo de cultivares testigos resulto una productividad

³³ Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz - fperez@inia.org.uy

³⁴ INIA Tacuarembó – gcarracelas@inia.org.uy

³⁵ INIA Treinta y Tres

significativamente superior de L5903 respecto a las variedades comerciales El Paso 144 e INIA Olimar. Así mismo, la interacción cultivar*ensayo fue ns ($P=0.05$).

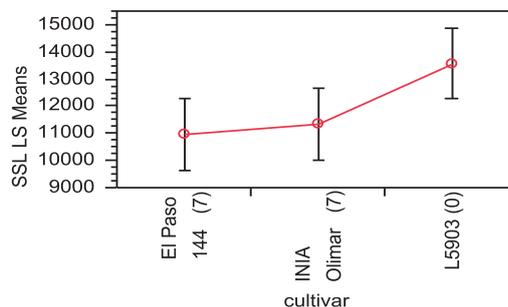


Figura 1. - Rendimientos (SSL, kg/ha) de cultivares testigos en ensayos "SemiE4-1" y SemiE4-2" en UEPL, 201415.

Cuadro 1. - Rendimiento SSL (T/ha) en Unidad Experimental Paso de Farías, 2014/15.

Cultivar		Least Sq Mean
L5903 (0)	A	13562
INIA Olimar (7)	B	11324
El Paso 144 (7)	B	10959

Cultivares no conectados por igual letra son estadísticamente diferentes a $P=0.05$
 Números entre paréntesis de cada cultivar indican la reacción a *Pyricularia* en camas de infección (S.Martínez)
 (0= HR, altamente resistente, 7-9=HS, altamente susceptible).

No se registró ataque de brusone (*Pyricularia*) en el campo experimental, por lo cual los rendimientos no deben asociarse a la reacción varietal

Cuadro 2. - Rendimiento SSL (T/ha) en Unidad Experimental Paso de Farías, 2014/15, Evaluación Avanzada de Cultivares Indica.

Rank	Cultivar	Rend SSL T/ha	Rank	Cultivar	Rend SSL T/ha	Rank	Cultivar	Rend SSL T/ha
1	SLF-11-046(0)	14.43	21	SLF-11-079(0)	12.16	41	INIA Olimar (7)	10.78
2	SLF-11-049(0)	14.21	22	SLF 12-089(0)	11.95	42	El Paso 144 (7)	10.64
3	SLF-11-041(0)	13.61	23	SLF-11-212(0)	11.84	43	SLF-11-029(0)	10.62
4	SLF-11-047(0)	13.31	24	SLF 12-071(0)	11.74	44	SLF-11-031(0)	10.59
5	SLF-11-314(0)	13.30	25	SLF-11-032(0)	11.68	45	SLF-11-042(0)	10.58
6	L5903 (0)	13.14	26	SLF 12-021(0)	11.60	46	SLF-11-196(0)	10.49
7	SLF-11-101(0)	13.04	27	SLF-11-189(0)	11.59	47	SLF-11-059(0)	10.35
8	SLF-11-034(0)	12.91	28	SLF-11-062(0)	11.56	48	SLF-11-125(0)	10.31
9	SLF-11-060(0)	12.79	29	SLF-11-065(0)	11.56	49	SLF-11-301(6)	10.30
10	SLF 12-064(0)	12.74	30	SLF-11-005(0)	11.50	50	SLF 12-047(0)	10.24
11	SLF-11-043(0)	12.60	31	SLF-11-216(0)	11.50	51	SLF 12-030(0)	10.20
12	SLF-11-037(0)	12.45	32	SLF-11-072(0)	11.43	52	SLF 12-046(0)	10.18
13	SLF-11-048(0)	12.38	33	SLF-11-074(0)	11.40	53	SLF 12-081(0)	9.93
14	SLF 12-109(0)	12.37	34	SLF-11-122(0)	11.34	54	SLF 12-054(0)	9.46
15	SLF-11-091(0)	12.33	35	SLF-11-045(0)	11.27	55	SLF-11-078(0)	9.33
16	SLF-11-203(0-1)	12.30	36	SLF 12-085(0)	11.09	56	SLF 12-001(0)	8.85
17	SLF-11-214(0)	12.25	37	SLF-11-279(0)	11.06	57	SLF-11-011(0)	8.79
18	SLF-11-004(0)	12.24	38	SLF 12-016(0)	11.03	58	SLF-11-191(0)	8.61
19	SLF-11-033(0)	12.20	39	SLF-11-117(0)	10.86	59	SLF-11-015(1-2)	8.58
20	SLF-11-085(0)	12.17	40	SLF-11-094(0)	10.83	60	SLF 12-048(0)	7.49
						61	SLF 12-037(0)	7.29
	Cultivar	**		desv				
	Ensayo	**		estandar	1.204			
	Media (MC)	11.10		CV(%)	10.8		MDS(5%)	1.694

ANÁLISIS HISTÓRICO

Las Líneas Experimentales Indicas en evaluación avanzada han tenido 4 años de ensayos a nivel de campo, comenzando en la zafra 2011-12 hasta la zafra 2014/15. Con la excepción de este pasado año -en que se incluye UEPF como localidad de evaluación- la valoración de este material se realizó exclusivamente en UE Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres. La misma se hace en parcelas de 2.4 m² como área de cosecha. En la misma localidad se realiza la evaluación de resistencia a ***Pyricularia*** en camas de infección (S. Martínez), cuyos resultados se reportan en las presentes tablas de datos.

El análisis estadístico de varios experimentos llevados a cabo a través de una serie de experimentos permite una más adecuada valoración de la estabilidad del comportamiento productivo y calidad de molino a través de los años. En Cuadro 3 se presenta un resumen de la información colectada para este grupo de cultivares. Se destaca las ubicaciones N° 29 y 50 de las variedades comerciales INIA Olimar y El Paso 144 en el ranking comprendiendo 60 cultivares en total (no todos mostrados). Los cultivares noveles que desarrollan mayor productividad SSL alcanzan entre 10-15% de mayor rendimiento; sin embargo estas poblaciones, de origen FLAR - además de su alta productividad y excelente resistencia a ***Pyricularia***- presentan valores de granos yesados y % de enteros que en algunos casos están fuera del rango de comercialización deseado.0

Cuadro 3. - Rendimiento físico, SSL y parámetros de calidad molinera en Líneas Experimentales Indica evaluadas en el período 2011/12 a 2014/15. Ranking según rendimiento SSL.

	Cultivar	Rend (T/ha)		SSL (T/ha)		%BT	%Ent	%YesoTot
		VR Olimar=100		VR Olimar=100				
1	SLF-11-046(0)	10.64	113	10.94	116	71.2	58.5	5.9
2	SLF-11-060(0)	10.61	113	10.77	114	70.5	60.2	10.3
3	SLF-11-033(0)	10.74	114	10.70	113	70.8	55.0	9.4
4	SLF-11-049(0)	10.22	109	10.67	113	72.8	60.1	4.5
5	SLF-11-041(0)	10.79	115	10.53	111	69.8	52.5	8.3
6	SLF-11-203(0-1)	10.51	112	10.44	110	70.3	58.5	9.8
7	SLF-11-101(0)	10.34	110	10.30	109	71.0	54.3	9.1
8	SLF-11-045(0)	9.98	106	10.24	108	71.6	60.3	7.1
9	SLF-11-212(0)	10.11	108	10.23	108	70.2	59.3	9.0
10	SLF-11-034(0)	10.46	111	10.20	108	70.3	53.5	10.1
11	SLF-11-032(0)	10.12	108	10.18	108	71.4	57.8	8.6
12	SLF-11-072(0)	9.83	105	10.14	107	70.8	61.1	7.7
13	SLF-11-037(0)	10.04	107	10.12	107	70.7	56.5	6.5
14	SLF-11-047(0)	9.79	104	10.12	107	71.5	59.5	7.0
15	SLF 12-089(0)	10.15	108	10.12	107	69.5	55.7	8.1
16	SLF-11-042(0)	9.84	105	10.02	106	71.0	57.0	5.6
17	SLF 12-109(0)	10.01	107	10.02	106	70.3	55.7	7.6
18	SLF-11-079(0)	9.85	105	10.01	106	70.4	60.4	10.3
19	SLF 12-030(0)	10.35	110	9.97	105	69.0	49.1	8.4
20	SLF-11-314(0)	9.91	106	9.95	105	69.0	57.0	8.0
21	SLF 12-085(0)	10.20	109	9.93	105	69.3	55.3	12.5
22	SLF-11-031(0)	9.95	106	9.79	104	70.6	52.8	7.7
23	SLF-11-004(0)	9.77		9.72	103	70.6	55.8	9.9
24	SLF-11-043(0)	9.79		9.70	103	70.6	56.0	8.1
25	SLF-11-005(0)	9.94	106	9.69	102	69.6	54.0	7.2
26	SLF-11-091(0)	9.47		9.65	102	71.0	59.1	8.3
27	SLF-11-029(0)	9.52		9.61	102	70.6	55.1	7.0
28	SLF 12-021(0)	9.95	106	9.48	100	69.5	55.1	14.2
29	INIA Olimar (7)	9.38	100	9.46	100	67.2	59.2	4.8
50	<u>El Paso 144 (7)</u>	8.75		8.83		69.0	58.7	7.0
56	SLF 12-016(0)	9.91	106	8.52		67.6	49.3	15.2

CONCLUSIONES

Se destacan las líneas experimentales SLF11046, SLF11047, SLF11072, SLF11042 y SLF11049 con alta productividad, excelente resistencia a Pyricularia y calidad de molino adecuada. Las primeras cuatro LEs mencionadas fueron evaluadas en 2014/15 como un primer año en ensayos de Evaluación Final (ensayos de épocas de siembra en UEPL y regiones arroceras (Tacuarembó y UEPL)).

EVALUACION DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS

F. Pérez de Vida³⁶ G. Carracelas³⁷, J. Vargas³⁸

PALABRAS CLAVE: rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

INTRODUCCIÓN

En la zafra 2014-15 se evaluaron cinco cultivares promisorios conformando una red de ensayos en **macro parcelas** en ocho localidades (5 en la región Este y 3 en Centro-Norte y Norte del país). En los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9) la evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (UEPL). Este se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). De dicha evaluación plurianual surgen los cultivares más destacados que son evaluados bajo la modalidad acá presentada. Se prioriza la instalación de estos ensayos en predios comerciales siendo el manejo conducido por los productores –exceptuando la siembra y cosecha-. En algunos casos se utilizan los campos experimentales de INIA UEPL, Paso Farías (UEPF) y Picada de Quirino (UE Tbó). Se reportan los resultados de esta zafra pasada para la región Centro-Norte y Norte del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los tres ensayos de la región norte debido a la no disponibilidad de equipo experimental y bajos volúmenes de semilla del novel material, se utilizaron macro parcelas (300 m² aprox.) con formato de fajas de 45 m. de largo, dentro de las cuales se cosechan cuatro repeticiones. Las siembras se realizaron con una sembradora comercial Semeato (UEPF y UE Tbó) y John Deere en el Junco Salto de siembra directa. El manejo varió según la localidad y preferencia de los productores en los casos correspondientes. La cosecha de parcelas se realizó manualmente en los tres sitios (8.5 m² en cada unidad experimental).

Cuadro 1. - Detalle de sitios y prácticas culturales en ensayos de fajas en 2014/15.

Localización	Coordenadas	Empresa	Fecha de siembra	Tipo de siembra	Fert basal	Coberturas Nitrógeno
El Junco. Salto	31 ^a 10'S 57 ^a 20'O	El Junco	24 de octubre	Rastrojo Sorgo, Preparación convencional	18N, 46 P ₂ O ₅	32 mac + 32 prim
Picada de Quirino, Tacuarembó	32 ^a 11'S 55 ^a 08'O	UE Tbó, Aguirre	29 de Octubre	Retorno largo, Preparación convencional	18N, 46 P ₂ O ₅	32 mac + 32 prim
Paso Farías, Artigas	30 ^a 29'S 57 ^a 07'O	UEPF, INIA	3 de Octubre	Rastrojo Soja, Preparación convencional	18 N, 46 P ₂ O ₅	32 mac + 23 prim

*=kg/ha.

³⁶ Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz - fperez@inia.org.uy

³⁷ INIA Tacuarembó

³⁸ INIA Treinta y Tres

Cultivares: se incluyeron las LEs promisorias **SLI09043**, **SLI09190**, **SLI09193**, **SLI09195**, **SLI09197** y **L5903**. Los ciclos a floración son intermedio en los tres primeros mencionados y largos en las tres restantes. Todas son de granos largos finos, alta productividad y resistentes a Pyricularia, junto con los cultivares comerciales El Paso 144, INIA Olimar (susceptibles a Brusone). Se utilizó una densidad equivalente a 130 kg/ha de semillas (corregidos por peso de 1000 granos y germinación).

RESULTADOS

ZAFRA 2014-15

El rendimiento varió significativamente entre los sitios experimentales, obteniéndose en las laderas de UEPF ("Norte" en cuadro 2 y grafico 1) los mayores niveles de productividad (aprox. 9.9 t/ha). El ensayo en el "Litoral Norte" (establecimiento El Junco, Salto) fue el de menor rendimiento en general (7.1 t/ha) (Cuadro 2, Figura 1).

En estos ambientes los cultivares testigos presentaron rendimientos estadísticamente significativos, siendo el más productivo INIA Olimar (9.3 t/ha), respecto a El Paso 144 (8.0 t/ha) (Cuadro 3). INIA Olimar se destaca por su adaptación a la zona norte de modo que actualmente es el cultivar con mayor área comercial. Los noveles cultivares **SLI09197**, **SLI09043** y **L5903** presentaron altos rendimientos (9.8-8.9 t/ha) que no resultan estadísticamente diferentes ($P_{\leq 0.05}$) al testigo Olimar en el promedio de los distintos ambientes evaluados. Es de destacar, como se mencionara que estos noveles genotipos presentan resistencia a Pyricularia, la cual no presentó incidencia de importancia en el ensayo y por ende no resultó un diferencial en la productividad en las condiciones particulares de este año. **SLI09197** y **L5903** se caracterizan por ciclos de mayor duración (aprox. 10 días más largos a floración que el testigo), mientras que **SLI09043** es de ciclo intermedio, de igual duración que INIA Olimar.

Cuadro 2. - Rendimiento (Kg/ha) en ensayos de fajas en región centro-norte en 201415 de cultivares promisorios.

Localidad	Media (ajustada MC) (T/ha)
Centro-Norte	8.67 b
Litoral Norte	7.12 c
Norte	9.89 a

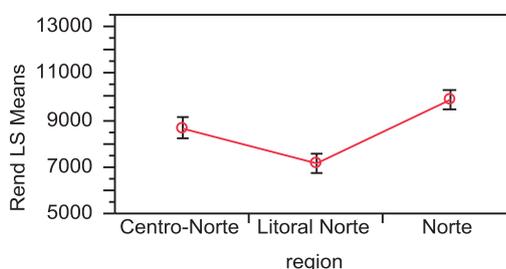


Figura 1. - Rendimiento (Kg/ha) en ensayos de fajas en región centro-norte en 201415 de cultivares promisorios.

Cuadro 3. - Rendimiento (T/ha) en cultivares promisorios en ensayos de fajas en región centro-norte en 2014/15.

Cultivar	Media (ajustada MC) (T/ha)
SLI09197 A	9.81
INIA Olimar A B	9.32
SLI09043 B C	8.98
L5903 B C	8.96
SLI09190 C D	8.42
SLI09193 C D	8.27
El Paso 144 D	8.04
SLI09195 D	7.86

Como se mencionara, UEPF resultó el ambiente de mayor productividad general para los cultivares. Sin embargo se constató dos casos diferentes -El Paso 144 y SLI09190- cuyos rendimientos fueron inferiores a los obtenidos en UE Tbó. En Artigas, localidad de alta productividad se registraron los máximos con **SLI09197** (11.9 T/ha), **L5903** (11.4 T/ha) e **INIA Olimar** (11.3 T/ha).

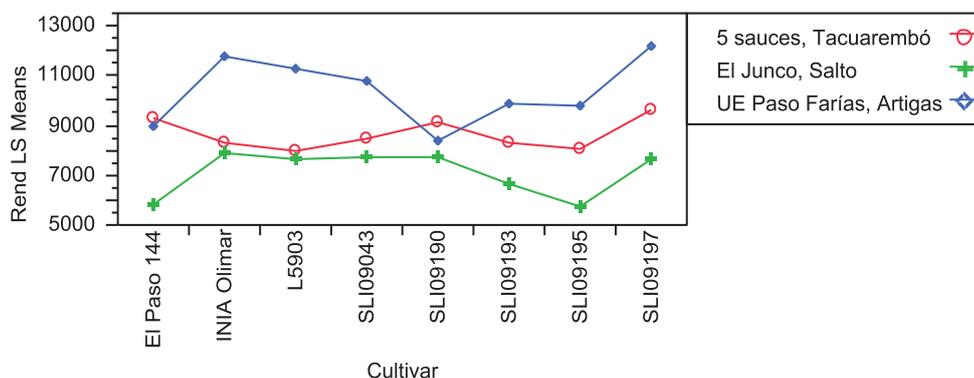


Figura 2. - Rendimiento (Kg/ha) en cultivares promisorios y testigos en ensayos de fajas en región centro-norte, 2014/15.

La calidad molinera fue adecuada en la totalidad de los cultivares ajustándose en el % de entero y % de yeso a los parámetros industriales actuales. El % BT fue similar entre los cultivares y en todos los casos estuvo por debajo de la base de 70%; sin embargo la ponderación en los parámetros antes mencionados implicaría la obtención de beneficios (entre 100-400 kg/ha) (datos no mostrados).

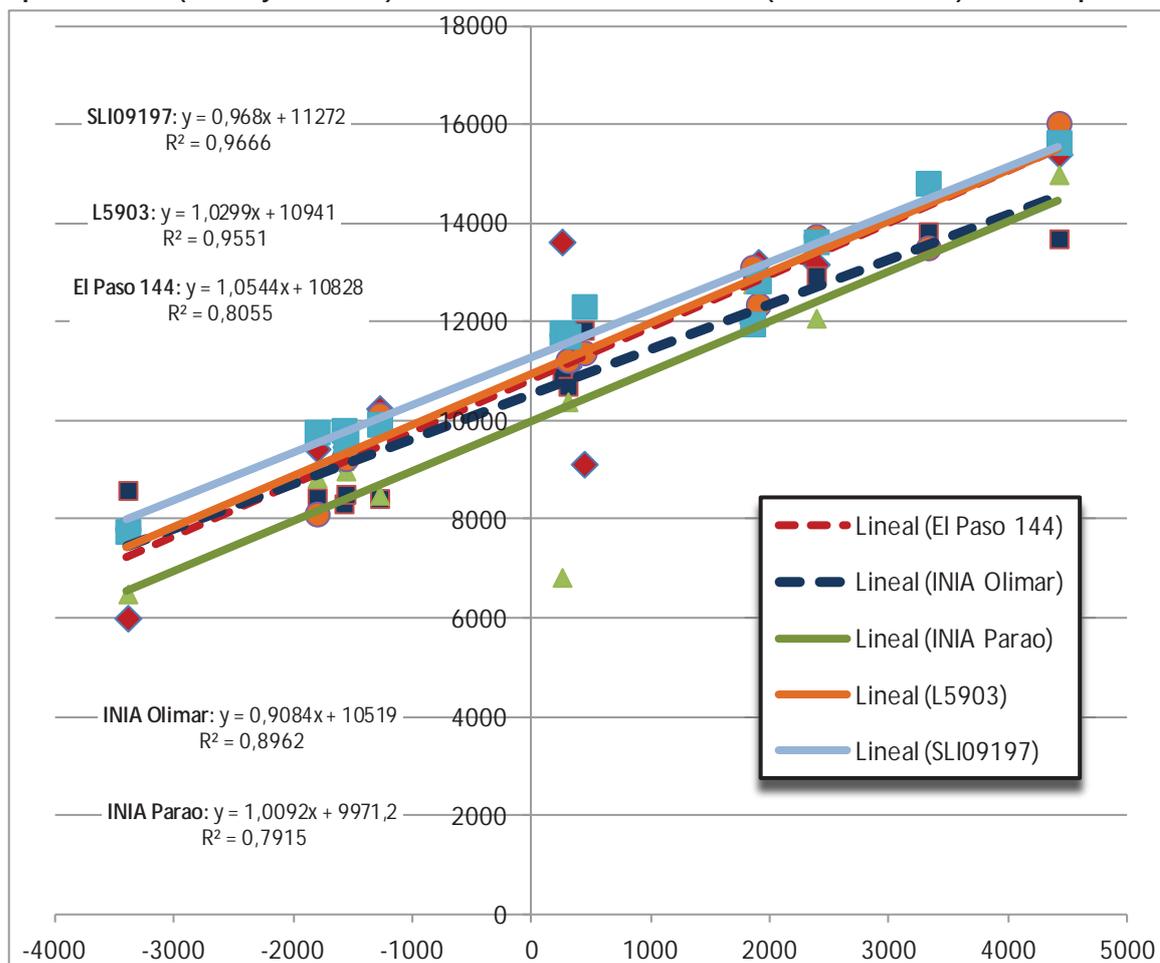
Cuadro 4. - Calidad molinera y dimensiones de granos pulidos (molino Satake experimental, Blanco 38-40) en cultivares promisorios en ensayos de fajas en región centro-norte en 2014/15.

Cultivar	Localidad	%BT	%Ent	%Yeso	Largo(mm)	Ancho(mm)	L/A
EP144	UEPF	69.4	65.7	2.06	7.26	2.52	2.88
	El Junco, Salto	64.7	57.9	4.4	7.60	2.51	3.02
	UE Tbó	68.5	66.5	2.96	7.29	2.54	2.87
	Prom	67.5	63.4	3.1	7.38	2.52	2.93
L5903	UEPF	69.7	67.1	3.03	7.41	2.46	3.01
	El Junco, Salto	67.2	62.2	3.04	7.69	2.43	3.16
	UE5S	69.7	65.0	3.31	7.62	2.53	3.01
	Prom	68.9	64.8	3.1	7.57	2.47	3.06
OLIMAR	UEPF	68.3	65.7	0.53	7.60	2.41	3.15
	El Junco, Salto	68.0	65.5	0.89	7.78	2.42	3.21
	UE Tbó	68.2	65.1	1.47	7.63	2.42	3.16
	Prom	68.1	65.3	1.2	7.71	2.42	3.18
SLI09043	UEPF	69.2	66.7	0.6	7.40	2.49	2.97
	El Junco, Salto	66.8	60.6	3.98	7.75	2.48	3.12
	UE Tbó	69.4	67.8	1.28	7.58	2.52	3.01
	Prom	68.5	65.1	2.0	7.58	2.50	3.03
SLI09190	UEPF	68.4	66.9	1	7.38	2.49	2.97
	El Junco, Salto	68.1	64.8	2.04	7.61	2.47	3.08
	UE Tbó	68.3	67.0	2.08	7.52	2.55	2.95
	Prom	68.3	66.3	1.7	7.50	2.50	3.00
SLI09193	UEPF	68.1	65.6	0.38	7.55	2.48	3.05
	El Junco, Salto	66.2	61.3	1.12	7.52	2.51	2.99
	UE Tbó	68.9	66.0	1.65	7.66	2.51	3.04
	Prom	67.7	64.3	1.1	7.58	2.50	3.03
SLI09195	UEPF	69.3	66.6	2.65	7.68	2.44	3.14
	El Junco, Salto	67.2	61.4	5.07	7.67	2.46	3.12
	UE Tbó	69.5	66.7	3.1	7.69	2.49	3.09
	Prom	68.7	64.9	3.6	7.68	2.46	3.12
SLI09197	UEPF	69.7	68.0	1.3	7.50	2.43	3.08
	El Junco, Salto	67.7	65.2	1.12	7.57	2.46	3.08
	UE Tbó	67.7	63.6	4.82	7.60	2.51	3.03
	Prom	68.4	65.6	2.4	7.56	2.47	3.06

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Las Líneas Experimentales **L5903** y **SLI09197** se han destacado por su rendimiento y calidad en microparcels en una serie de ensayos experimentales en los últimos 6 años. En las dos últimas zafas (2013/14 y 2014/15) han sido evaluadas en ensayos de fajas en diversos ambientes (5 en 2013/14; 8 en 2014/15), distribuidas en la región Este y Centro-Norte (Cuadro 5). Con la información de 13 ambientes de producción dados por la combinación de localidades (chacras) y años se realizó un análisis de estabilidad. La tendencia lineal de cada cultivar a través del rango de ambientes obtenidos se grafica en la Figura 3.

Figura 3. - Tendencia lineal de rendimiento (Kg/ha) de cultivares comerciales testigos y dos líneas experimentales (L5903 y SLI09197) sobre información de dos años (2013/14-2014/15) en macroparcelas.



Cuadro 5. - Rendimiento según ambientes de cultivares testigos y Líneas Experimentales promisorias en zafras 2013/14 y 2014/15.

Ambiente	Cultivar					Prom/ Ambiente
	El Paso 144	INIA Olimar	INIA Parao	L5903	SLI09197	
1415 - El Junco, Salto	6004	8593	6495	7813	7763	7334
1415 - UE P. de Quirino, Tacuarembó	9433	8448	8844	8115	9775	8923
1314 - Rincón, Alex Chagas, Treinta y Tres	9160	8322	9195	9256	9811	9149
1415 - Campo Rojo, India Muerta, Rocha	9479	8515	8986	9236	9608	9165
1314 - Casarone, Río Branco	10253	8430	8496	10128	9933	9448
1314 - Paso Farías, Artigas	13628	10905	6831	11746	11790	10980
1415 - Chincho Ferreira, 7 ^{ma} baja, Treinta y Tres	11105	10704	10389	11230	11722	11030
1415 - UE Paso Farías, Artigas	9126	11839		11380	12320	11166
1415 - Alex Chagas, Rincón, Treinta y Tres	11990	13053	12777	13116	11967	12580
1415 - San Pablo de Cebollatí, Rocha	13215		12107	12355	12838	12629
1415 - Alfonso Gómez, Los Arroyitos, Rocha	13175	12946	12082	13740	13632	13115
1314 - UE Paso de la Laguna, Treinta y Tres		13836		13509	14820	14055
1314 - Chincho Ferreira, 7 ^{ma} baja, Treinta y Tres	15406	13693	14990	16032	15644	15153
Promedio/Cultivar	11452	10972	10470	11654	11988	11449

En un amplio de rango de ambientes evaluados en las 2 zafras pasadas, con rendimientos entre 7.3 a 15 T/ha, los cultivares han presentado una adecuada estabilidad (coeficiente b no diferente

($P=0.05$) de $b=1$) indicando una respuesta similar al promedio ante las variaciones ambientales. El potencial expresado por los genotipos alcanzó más de 11 T/ha en promedio con **L5903** y **SLI09197**. Parao resulta el cultivar con menor rendimiento medio, sin embargo es necesario considerar que no fue evaluado en ambientes de muy alta productividad como en “UEPL 13/14” (14 t/ha promedio).

CONCLUSIONES

El potencial productivo de las LEs promisorias *Indicas* **L5903**, **SLI09197** y **SLI09043** evaluadas en macro-parcelas durante la zafra 2014/15 han resultado superior al de El Paso 144 en experimentos localizados en la región Centro-Norte y Norte del país. Las diferencias con INIA Olimar fueron no significativas en términos estadísticos. La calidad molinera de los nuevos cultivares fue adecuada a los estándares de la industria.

Por otra parte, luego de dos años de evaluación, las LEs **L5903** –en etapa de validación en predios comerciales- y **SLI09197** presentan resultados promisorios en evaluaciones en macroparcelas en ambientes de productividad contrastantes. Es de destacar que en las condiciones de estos ensayos no se realizaron aplicaciones de fungicidas en los ubicados en las UEs, mientras que en el sembrado en área comercial recibieron una aplicación preventiva, no habiendo incidencia significativa de *Pyricularia* en ninguno de los casos. Estos noveles materiales se caracterizan por su reacción altamente resistentes (HR) en evaluaciones realizadas en camas de infección (S.Martínez com pers), lo cual no significó una ventaja dadas las condiciones de baja incidencia del patógeno. La disponibilidad de estos cultivares en el área comercial significará una sólida resistencia al patógeno con productividad y calidad molinera similar o superior a las principales variedades en uso en el país.