

ISSN edición digital 2618 - 4656

Volumen XXXI

Corrientes, Argentina

PROYECTO ARROZ

Resultados Campaña 2022/2023

ISSN digital 2618 - 4656

Volumen XXXI

Agosto 2023

PROYECTO ARROZ

Campaña 2022-2023

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
Centro Regional Corrientes
Estación Experimental Agropecuaria Corrientes**

PROYECTO ARROZ - Campaña 2022-2023
INTA EEA CORRIENTES

Ediciones INTA
EEA INTA Corrientes
2023

ISSN digital: 2618-4656

INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ - Campaña 2022-2023. Volumen XXXI. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2023.



PRÓLOGO

Proyecto Arroz es una publicación seriada, editada por el grupo Cultivos Extensivos de la EEA INTA Corrientes. La misma es parte del sistema de difusión de las actividades que lleva adelante el INTA, solo o junto a otras instituciones y/o empresas relacionadas a la cadena arrocerá y agrícola en general.

Este volumen reúne artículos informativos de interés resultantes de la revisión bibliográfica y el análisis de datos experimentales realizados por los técnicos de la EEA Corrientes y colaboradores.

Como siempre, agradecemos de manera especial a todos los actores que han contribuido para plasmar en esta publicación los avances técnicos obtenidos en la campaña 2022/2023.

MEJORAMIENTO

- 1** ENSAYOS REGIONALES DE CULTIVARES 2022/23
- 13** ARROZ LARGO FINO: EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS —CAMPAÑA 2022/23
- 25** ARROZ LARGO ANCHO: EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS —CAMPAÑA 2022/23
- 34** CARACTERIZACIÓN DE LÍNEAS DE ARROZ SELECCIONADAS POR SU DESEMPEÑO EN SECANO FAVORECIDO
- 37** DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE DOS NUEVAS VARIETADES DE ARROZ DE INTA CORRIENTES

MANEJO

- 41** PERFORMANCE DEL ECTRAN PLUS EN APLICACIONES EN POSTEMERGENCIA DE ARROZ
- 49** RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE UREA EN TRES MATERIALES DE ARROZ

SANIDAD

- 56** MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ: PÉRDIDA DE PESO Y PRINCIPALES GÉNEROS DE HONGOS ASOCIADOS

MISCELÁNEAS

- 60** CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES ECOFISIOLÓGICAS, AGRONÓMICAS, MORFOLÓGICAS Y QUÍMICAS EN TRES GENOTIPOS DE ARROZ CULTIVADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS POR BAJA RADIACIÓN IMPUESTO POR SOMBREO
- 72** CULTIVOS DE ARROZ COMO RESERVORIOS DE LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS: ANÁLISIS DE LOS OSTRACODOS (CRUSTACEA)
- 79** DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE GRANOS DE ARROZ CON SOFTWARE DE LIBRE DISTRIBUCIÓN Y UN ESCÁNER DE ESCRITORIO
- 87** MIRANDO EL ARROZ DESDE OTRA PERSPECTIVA: ¿QUÉ PODEMOS DETECTAR A CAMPO LUEGO DE UN VUELO CON EL DRON?
- 93** SEGUIMIENTO DE ENSAYOS DE ARROZ CON ÍNDICES ESPECTRALES DE BANDA VISIBLE CON DRONES Y SATÉLITES — PARTE 1
- 99** SEGUIMIENTO DE ENSAYOS DE ARROZ CON ÍNDICES ESPECTRALES DE BANDA VISIBLE CON DRONES Y SATÉLITES — PARTE 2

JORNADA ARROCERA

- 110** PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS
- 113** SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE RIEGO EN CORRIENTES
- 114** DESCRIPCIÓN Y MANEJO DEL NUEVO CULTIVAR LARGO-ANCHO ALDEBARÁN SF
- 116** NIÑO: INCIDENCIAS SOBRE SANIDAD Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO



ENSAYOS REGIONALES DE CULTIVARES 2022-2023

M.I. Pachecoy*; M.L. Fontana; R.D. Kruger; F. Sosa; J. Escobar; F. Cattaneo¹; J. Ayala²; L. Van Opstal³; J. Fedre⁴ y P. Pizzio⁵

Palabras clave: humedad; precipitaciones; radiación; regiones climáticas.

INTRODUCCIÓN

Los ensayos regionales de cultivares (ERC) son el último eslabón de un programa de mejoramiento. Estos ensayos se llevan a cabo en campos de productores en las zonas arroceras más representativas de la región Norte del país. En ellos se evalúan los materiales con mejor comportamiento de los programas de mejoramiento locales, así como también materiales promisorios de diferentes empresas e introducciones de otros países, comparándolos con los híbridos y variedades comerciales en cultivo. Los resultados de estos ensayos se utilizan para la inscripción de germoplasma en el INASE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos en 7 sitios, abarcando distintas regiones arroceras de las provincias de Corrientes, Chaco y Santa Fe. El ensayo implantado en el campo Experimental Anexo de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE) se desestimó por graves problemas de daños causados por pájaros. En la tabla 1 se presentan los 6 ensayos restantes.

Tabla 1. Localización, fechas de siembra y emergencia de los ensayos. Campaña 2022-2023.

Sitio	Lugar	Siembra	Emergencia
Corrientes	EEA Corrientes	4/10/2022	15/10/2022
Berón de Astrada	Arrocera La Cachuera - Amanda	5/10/2022	12/10/2022
Mercedes	Arrocera El Rocío	13/10/2022	2/11/2022
Las Palmas	Arrocera Meichtry	18/11/2022	27/11/2022
Saladas	Arrocera Mario Lago	19/10/2022	28/10/2022
San Javier	Campo Experimental de la Asociación de Técnicos Arroceros de Santa Fe	25/10/2022	3/11/2022

Tratamientos: 28 materiales de ciclo intermedio, incluidas 7 variedades comerciales, 17 líneas, 1 híbrido comercial y 3 híbridos experimentales (Figura 1).

Manejo de los ensayos

- Parcela: 6 m².
- Diseño: completamente aleatorizado, con 4 repeticiones.
- Siembra: con sembradora experimental de parcelas (fechas en tabla 1).
- Densidad de siembra: 250 plantas/m² variedades y líneas (aproximadamente 60 kg/ha)

¹ EEA INTA Concepción de Uruguay / ² AER San Javier / ³ Asesor Técnico / ⁴ FCA UNNE / ⁵ COPRA. *Email: pachecoy.maria@inta.gob.ar

híbridos, según recomendación del proveedor).

- Control de malezas: según necesidad.
- Fertilización de base: variable según análisis de suelo en cada sitio/manejo del productor.
- Fertilización de cobertura: según el manejo del productor.
- Riego: según manejo del productor.

Determinaciones

- Rendimiento: cosecha manual de surcos centrales. Determinación en gabinete de humedad y peso de la muestra.
- Calidad industrial: sobre una muestra de 100 gramos de arroz cáscara (13% de humedad), con molinillo de laboratorio SUZUKI (modelo MT- 2011).



Figura 1.
Cultivares
implantados
en la EEA INTA
Corrientes.
Campaña
2022-2023.

RESULTADOS

En la tabla 2 se presenta el listado de cultivares evaluados y el tipo al que pertenecen.

En primer término, se realizó un análisis de varianza general de los materiales evaluados (Tabla 3).

Tabla 2. Cultivares de arroz evaluados en la campaña 2022-23.

Designación	Tipo de cultivar	Designación	Tipo de cultivar
XP113	híbrido comercial LF	ECRR 212	línea experimental LF
BS21AR02CL	híbrido experimental LF	ECRR 215	línea experimental LF
BS21AR03CL	híbrido experimental LF	FL10678	línea experimental LF
BS21AR05CL	híbrido experimental LF	FL11391-3P-6-1P-3P-M	línea experimental LF
100-5/S2	línea experimental LF	PAC 101	línea experimental LF
110-2/S2	línea experimental LF	PAC 103	línea experimental LF
111-4/S1	línea experimental LF	Pampeira	línea experimental LF
122-5/S2	línea experimental LF	Angiru INTA CL	variedad LF
123-3/S1	línea experimental LF	Guri INTA CL	variedad LF
301-3	línea experimental LF	IRGA 417	variedad LF
305-1	línea experimental LF	IRGA 424	variedad LF
Cr 363 SF	línea experimental LF	IRGA 424 RI	variedad LF
Cr 78 (CL) SF	línea experimental LF	Puita INTA CL	variedad LF
ECR 210	línea experimental LF	Taim	variedad LF

Tabla 3. Comportamiento de los cultivares en los 6 sitios evaluados. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero (%)
Sitio		
San Javier	11442 A ¹	53 E
Saladas	10350 B	56 D
Mercedes	8950 C	61 B
EEA Corrientes	8862 C	59 C
Las Palmas	7493 D	61 B
Berón de Astrada	7009 E	sd A
Respuesta³	***	***
Cultivares		
XP113	10322 A	51 F
Cr 363 SF	10103 A B	58 A B C
PAC 101	9873 A B C	58 A B C
BS21AR05CL	9837 A B C D	52 F
BS21AR02CL	9701 A B C D E	58 A B C D
Pampeira	9661 A B C D E	55 B C D E F
ECR 210	9632 A B C D E	53 D E F
IRGA 424	9612 A B C D E F	57 A B C D
IRGA 424 RI	9510 A B C D E F G	59 A B
Cr 78 (CL) SF	9468 B C D E F G	56 A B C D E
PAC 103	9288 B C D E F G	56 A B C D E
305-1	9285 B C D E F G	52 E F
BS21AR03CL	9185 C D E F G	54 C D E F
Guri INTA CL	9160 C D E F G	56 A B C D E
301-3	9058 C D E F G H	58 A B C
FL10678	9003 D E F G H I	59 A B
Taim	8957 E F G H I	47 G
100-5/S2	8937 E F G H I	57 A B C D
ECRR 215	8769 F G H I J	55 B C D E F
ECRR 212	8728 G H I J	59 A B
Angiru INTA CL	8706 G H I J K	57 A B C D
111-4/S1	8291 H I J K L	56 A B C D E
Puita INTA CL	8258 H I J K L M	58 A B
FL11391-3P-6-1P-3P-M	8193 I J K L M	59 A B
110-2/S2	8047 J K L M	56 A B C D E
IRGA 417	7909 K L M	60 A
123-3/S1	7861 L M	57 A B C D
122-5/S2	7472 M	57 A B C D E
Respuesta³	***	***
C.V. (%)	13,64	6,85

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, p<= 0,05).

² ***: significativo <0,0001; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

Excluyendo Las Palmas, donde la siembra fue algo tardía, en los demás sitios la siembra se realizó en época aceptable y siempre en buenas condiciones de preparación de suelo. Las condiciones de riego fueron buenas en casi todos los sitios, siendo las excepciones Berón de Astrada, donde el inicio fue demorado y Las Palmas, donde el inicio fue tardío e

interrumpido, lo que dificultó el control de malezas. En general los rendimientos fueron más altos que la campaña anterior, al igual que los porcentajes de grano entero. En este sentido, San Javier se destacó con el mejor rendimiento (Kg/ha) general -con diferencia significativa sobre los demás- pero en promedio no alcanzó el rendimiento base de granos enteros (56%). La sanidad fue buena, observándose solamente síntomas leves compatibles con pyricularia en Berón de Astrada y Las Palmas; en la EEA Corrientes se registraron síntomas de vaneo fisiológico. Además, en este último sitio se observó una cantidad importante de granos vanos –a simple vista variable entre genotipos- posiblemente asociada a las altas temperaturas registradas en enero.

Ensayo Regional INTA Corrientes

La siembra en este sitio se llevó a cabo el 4 de octubre, con muy buenas condiciones (Figura 2). La fertilización de base se realizó el 18 de octubre y consistió en 200 kg/ha de una mezcla física (4-18-40).



Figura 2. Demarcación y preparación de lote para siembra. EEA INTA Corrientes. Campaña 2022-2023.

Previo al inicio de riego (3 de noviembre) se aplicaron 200 kg/ha de urea. Posteriormente se aplicaron 50 kg/ha de urea en DPF (26 de diciembre) y 50 kg/ha más en inicio de floración (3 de enero). En la tabla 4 se presentan los datos del ensayo.

En muchos de los genotipos evaluados se observó una cantidad llamativa de granos vanos. Por ello se realizó el recuento de granos llenos y vanos en dos repeticiones: se evaluaron cinco panojas/repetición/genotipo. En la tabla 4 se presenta esta información en las columnas “Granos Panoja” y Vaneo”, este último expresado en porcentaje. El % vaneo fue muy variable, presentando el valor más alto la línea experimental FL10678 (55%) y el más bajo la línea Cr363SF y la variedad IRGA 417 (13%). El rendimiento más alto fue para la variedad IRGA 424, aunque sin diferencia estadística significativa con un amplio grupo de cultivares experimentales. Los rendimientos más bajos fueron para los materiales BS21AR03CL, 122-5/S2, FL10678. Esta última línea mostró un alto porcentaje de vaneo fisiológico. Se evidenció ataque de pájaros temprano provocando pérdida importante de granos, principalmente en los cultivares de ciclo más corto. Esto explicaría el bajo rendimiento obtenido en dos de los híbridos (BS21AR03CL y BS21AR05CL), ambos con menos de 80 días a floración. El porcentaje de granos enteros fue bueno en general.

Tabla 4. Comportamiento de los cultivares evaluados en Corrientes. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero (%)	Floración ³ (días)	Cosecha ³ (días)	Granos Panoja ⁴	Vaneo ⁴ (%)	Altura ³ (cm)
Cultivares							
IRGA 424	10614 A ¹	56	91	130	125	22	91
Cr 363 SF	10390 A B	65	88	121	96	13	93
FL11391...	10239 A B C	61	98	135	146	44	101
Pampeira	10180 A B C D	58	96	135	174	29	98
PAC 101	9926 A B C D E	63	94	135	119	25	103
XP113	9813 A B C D E	49	87	130	152	20	88
Cr 78 (CL) SF	9809 A B C D E	59	95	130	131	24	94
BS21AR02CL	9693 A B C D E	55	90	130	155	21	96
305-1	9690 A B C D E	57	91	130	125	25	85
301-3	9688 A B C D E	61	91	130	146	19	88
PAC 103	9608 A B C D E	58	96	135	123	42	102
IRGA 424 RI	9438 A B C D E	59	92	130	118	32	89
ECRR 212	9422 A B C D E	66	92	121	125	24	96
100-5/S2	9141 A B C D E F	58	94	130	182	26	101
ECR 210	9051 A B C D E F	51	91	130	134	23	103
Angiru INTA CL	8818 A B C D E F	66	85	121	97	20	86
Taim	8801 A B C D E F	51	91	130	191	20	90
Guri INTA CL	8770 A B C D E F	65	84	121	130	26	91
ECRR 215	8382 A B C D E F	59	93	130	157	14	92
123-3/S1	8255 B C D E F	59	95	130	158	43	100
BS21AR05CL	8138 B C D E F G	54	78	110	131	40	87
IRGA 417	8049 C D E F G	61	85	110	106	13	89
110-2/S2	7889 D E F G H	56	96	130	158	33	102
111-4/S1	7862 E F G H	58	96	130	178	22	104
Puita INTA CL	7683 E F G H	65	87	121	111	26	91
FL10678	6947 F G H	61	88	130	125	55	98
122-5/S2	6020 G H	59	92	130	143	35	94
BS21AR03CL	5823 H	53	77	110	119	27	91
Respuesta²	***	***	NO	NO	NO	NO	NO
C.V. (%)	14,93	3,64					

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, $p \leq 0,05$).

² ***: significativo $< 0,0001$; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

⁴ Valores promedio de 10 panojas.

Ensayo Regional Berón de Astrada - Corrientes

La siembra en este sitio se realizó el 5 de octubre sobre un suelo mullido con buena humedad, aunque con presencia de malezas grandes (principalmente *Echinochloas*, *Cyperus* y arroz guacho). La emergencia se registró el 12 de octubre. La fertilización de base se realizó el 5 de octubre y el producto empleado fue una mezcla 5-30-20 (200 kg/ha). La aplicación de urea se programó previo al inicio de riego el día 9 de noviembre con 200 Kg/ha (Figura 3). Por problemas en el bombeo el riego se vio retrasado por lo que se aplicó un refuerzo de 180 Kg/ha de urea el día 15 del mismo mes. El riego se estableció el 19 de noviembre. Las complicaciones en el inicio de riego resultaron en dificultades en el control de

malezas a pesar de realizarse 3 aplicaciones de herbicidas, en mezclas acordes a las especies presentes en cada oportunidad. Entre las malezas presentes se observó una fuerte infestación con arroz colorado, por lo que se decidió no realizar análisis de calidad en esta localidad. Los datos de rendimiento se presentan en la tabla 5.



Figura 3. Aplicación de urea el día 9 de noviembre de 2022. Campaña 2022 - 2023.

Tabla 5. Comportamiento de los cultivares evaluados en Berón de Astrada. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)								
Cultivares									
PAC 101	7982	A	1						
PAC 103	7968	A							
BS21AR03CL	7890	A	B						
BS21AR05CL	7866	A	B						
Pampeira	7778	A	B	C	E				
ECR 210	7640	A	B	C	E				
Cr 78 (CL) SF	7610	A	B	C	E				
FL10678	7483	A	B	C	D	E			
Guri INTA CL	7415	A	B	C	D	E			
IRGA 424	7236	A	B	C	D	E			
BS21AR02CL	7168	A	B	C	D	E			
IRGA 424 RI	7157	A	B	C	D	E			
Taim	7155	A	B	C	D	E			
XP113	7034	A	B	C	D	E	F		
Puita INTA CL	6951	A	B	C	D	E	F		
ECRR 215	6849	A	B	C	D	E	F		
Cr 363 SF	6840	A	B	C	D	E	F		
305-1	6811	A	B	C	D	E	F		
100-5/S2	6788	A	B	C	D	E	F		
Angiru INTA CL	6675	A	B	C	D	E	F		
301-3	6673	A	B	C	D	E	F	G	
ECRR 212	6586	A	B	C	D	E	F	G	
123-3/S1	6423	A	B	C	D	E	F	G	H
IRGA 417	6282	A	B	C	D	E	F	G	H
FL11391-3P-6-1P-3P-M	6148		B	C	D	E	F	G	H
122-5/S2	6060		C	D		F	G	H	
110-2/S2	5866			D			G	H	
111-4/S1	5861			D					H
Respuesta²		***							
C.V. (%)	14,93								

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, $p < 0,05$).

² ***: significativo $< 0,0001$; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

Este sitio presentó el rendimiento general más bajo de la campaña. Los materiales con mejor comportamiento fueron PAC 101, PAC 103, BS21AR03CL y BS21AR05CL, aunque sin diferencias significativas con la gran mayoría de los cultivares evaluados. Esta similitud en los rendimientos probablemente esté asociada a la gran cantidad de arroz guacho presente en el lote.

Ensayo Regional Las Palmas - Chaco

La siembra en este sitio fue la más tardía de la campaña, el día 18 de noviembre (Figura 4). La emergencia general se registró el día 27 del mismo mes. Las condiciones de siembra fueron en general buenas con lote muy limpio, pero retrasos importantes en el inicio de riego repercutieron en el control posterior de malezas (aspecto siempre problemático en esta localidad).

El establecimiento del ensayo fue bueno. El fertilizante de base empleado fue N 9; P 46; K 0; S 2; Mg 0; Zn 0.34, en una dosis de 55 Kg/ha aplicada el 21 de noviembre. El 25 de diciembre se realizó la aplicación de urea a razón de 150 Kg/ha, con inicio de riego el día el 29 de diciembre.



Figura 4. Siembra en Las Palmas el día 18 de noviembre de 2022. Campaña 2022 -2023.

El rendimiento general fue superior al de la campaña pasada. Al momento de la cosecha algunas parcelas se encontraban volcadas, observándose el efecto más grave en las líneas ECRR 212 y ECRR 215 (entre 75 y 100% de vuelco al momento del corte), seguidas por Guri INTA CL, Puita INTA CL e IRGA 424 convencional y RI con porcentajes de vuelco cercanos al 50%. Los datos de rendimiento y grano entero se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Comportamiento de los cultivares evaluados en Las Palmas, Chaco. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero (%)	Cosecha ³ (días)
Cultivares			
XP113	9751 A ¹	61	135
FL10678	9024 A B	59	135
ECR 210	8531 A B C	61	135
PAC 101	8483 A B C	65	135
BS21AR03CL	8438 A B C	59	135
BS21AR05CL	8282 A B C D	54	135
Cr 363 SF	8257 A B C D	58	135
IRGA 424 RI	8065 B C D E	63	135
Guri INTA CL	8007 B C D E	58	135
301-3	7956 B C D E	61	135
IRGA 424	7925 B C D E	63	135
Pampeira	7879 B C D E	55	135
Angiru INTA CL	7674 B C D E	59	135
Taim	7648 B C D E	60	135
PAC 103	7622 B C D E	63	148
100-5/S2	7490 B C D E	61	135
Puita INTA CL	7333 B C D E F	66	135
305-1	7243 C D E F	55	135
IRGA 417	7203 C D E F	64	135
111-4/S1	6989 C D E F G	60	135
110-2/S2	6851 C D E F G	58	135
122-5/S2	6682 D E F G	58	135
ECRR 215	6475 E F G H	62	135
BS21AR02CL	6360 E F G H	63	148
FL11391-3P-6-1P-3P-M	5773 F G H	66	148
ECRR 212	5473 G H	64	135
123-/S1	5046 H	63	148
Respuesta²	***	***	NO
C.V. (%)	13,54	5,09	

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, $p \leq 0,05$).

² ***: significativo $< 0,0001$; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

Ensayo Regional Mercedes - Corrientes

La siembra se realizó en muy buenas condiciones de preparación de suelo el día 13 de octubre. La emergencia general del ensayo se registró 20 días después, el 2 de noviembre.

La fertilización de base se realizó el 16 de octubre con 180 Kg/ha de 5-30-20. Se realizaron 2 aplicaciones de urea, una primera de 150 Kg/ha previo al inicio de riego y posteriormente se sumaron 70 Kg/ha más.

El establecimiento del ensayo y el estado general durante todo el ciclo fue muy bueno (Figura 5). Los datos se presentan en la tabla 7.

El rendimiento general del ensayo fue muy superior al de la campaña anterior. En este sentido, el valor más alto fue para el cultivar Pampeira, superando las 11 Tn, seguido por Cr

363 SF, 305-1, XP113 y BS21AR05CL con rendimientos muy similares entre ellos. Los valores de grano entero fueron en general muy buenos.



Figura 5.
Ensayo regional
Mercedes.
Campaña
2022 - 2023.

Tabla 7. Comportamiento de los cultivares evaluados en Mercedes. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero (%)	Floración ³ (días)	Cosecha ³ (días)
Cultivares				
Pampeira	11155 A 1	60	sd	154
Cr 363 SF	10521 A B	60	sd	127
305-1	10403 A B	63	sd	127
XP113	10334 A B	57	85	127
BS21AR05CL	10026 A B C	60	78	105
Guri INTA CL	9733 A B C D	61	81	127
PAC 101	9727 A B C D	58	sd	154
IRGA 424	9704 A B C D	65	90	127
FL11391-3P-6-1P-3P-M	9336 A B C D E	61	sd	154
IRGA 424 RI	9328 A B C D E	65	sd	127
301-3	9303 A B C D E	64	sd	127
ECR 210	9273 A B C D E	59	sd	127
BS21AR02CL	9209 A B C D E F	64	89	127
Angiru INTA CL	9186 A B C D E F	62	83	127
Taim	9131 A B C D E F	39	sd	154
Cr 78 (CL) SF	8746 B C D E F	64	sd	127
ECRR 215	8740 B C D E F	64	sd	127
ECRR 212	8706 B C D E F	66	sd	127
BS21AR03CL	8577 B C D E F	58	77	105
Puita INTA CL	8468 B C D E F	63	83	105
PAC 103	8313 B C D E F	58	sd	154
IRGA 417	8119 C D E F	63	79	127
100-5/S2	7920 C D E F	61	sd	127
FL10678	7735 D E F	65	sd	127
111-4/S1	7421 E F	61	81	127
123-3/S1	7417 E F	62	sd	127
110-2/S2	7265 E F	62	82	127
122-5/S2	7101 F	63	sd	127
Respuesta²	***	***	NO	NO
C.V. (%)	13,68	4,49		

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, $p \leq 0,05$).

² ***: significativo $< 0,0001$; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

Los cultivares híbridos y la línea Cr 363 SF presentaron los rendimientos más altos, destacándose el híbrido experimental BS21AR02CL con más de 12 Tn y 60% de granos enteros.

Ensayo Regional Saladas - Corrientes

La siembra se realizó el 19 de octubre, con emergencia el 28 del mismo mes. Las condiciones de preparación de suelo fueron muy buenas, aunque con la presencia de algunas malezas que fueron muy bien controladas.

La fertilización de base se realizó el 11 de noviembre y consistió en 200 Kg/ha de 5-18-40; (Figura 7). El mismo día se aplicaron 200 Kg/ha de urea y se inició el riego.

El ensayo tuvo muy buenas condiciones durante todo el ciclo. Tanto los rendimientos como los porcentajes de grano entero fueron muy buenos en este sitio. Los datos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Comportamiento de los cultivares evaluados en Saladas. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero (%)	Cosecha ³ (días)
Cultivares			
BS21AR02CL	12270 A ¹	61	130
Cr 363 SF	11773 A B	58	130
BS21AR05CL	11503 A B C	54	110
BS21AR03CL	11415 A B C D	54	110
XP113	11374 A B C D E	51	130
FL10678	11269 B C D E F	63	130
ECR 210	11186 B C D E F G	53	130
PAC 101	10740 C D E F G H	60	130
Cr 78 (CL) SF	10659 C D E F G H I	55	130
IRGA 424 RI	10536 C D E F G H I	60	130
100-5/S2	10512 C D E F G H I	61	130
PAC 103	10483 D E F G H I	57	130
IRGA 424	10432 D E F G H I	57	130
Guri INTA CL	10383 E F G H I	54	110
ECRR 215	10267 F G H I J	49	130
111-4/S1	10227 G H I J	58	130
Puita INTA CL	10164 H I J	57	110
110-2/S2	10049 H I J	57	130
ECRR 212	10002 H I J K	57	130
Angiru INTA CL	9996 H I J K	54	110
123-3/S1	9888 H I J K L	59	130
Pampeira	9715 H I J K L	56	130
IRGA 417	9642 I J K L M	59	110
301-3	9342 J K L M	56	110
305-1	9304 J K L M	45	110
FL11391-3P-6-1P-3P-M	9017 K L M	59	130
Taim	8952 L M	49	110
122-5/S2	8716 M	58	130
Respuesta²	***	***	NO
C.V. (%)	5,85	5,90	

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, p<= 0,05).

² ***: significativo <0,0001; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

Los cultivares híbridos y la línea Cr 363 SF presentaron los rendimientos más altos, destacándose el híbrido experimental BS21AR02CL con más de 12 Tn y 60% de granos enteros.

Ensayo Regional San Javier - Santa Fe

La siembra se realizó el 25 de octubre, registrándose la emergencia el día 3 de noviembre. La fertilización empleada consistió en 50 Kg/ha de KCl y 170 Kg/ha de urea. En ambos casos la aplicación se realizó el 25 de noviembre, día previo al inicio de riego. Los datos se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Comportamiento de los cultivares evaluados en San Javier. Campaña 2022-23.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/ha)	Grano Entero ³ (%)
Cultivares		
XP113	13628 A ¹	45
BS21AR02CL	13374 A B	53
BS21AR05CL	13269 A B C	41
BS21AR03CL	12965 A B C D	53
Cr 363 SF	12837 A B C D	63
IRGA 424 RI	12539 A B C D	58
PAC 101	12358 A B C D E	52
ECRR 212	12181 A B C D E	48
305-1	12145 A B C D E	52
PAC 103	12124 A B C D E F	50
ECR 210	12113 A B C D E F	51
Taim	12105 A B C D E F	48
ECRR 215	11900 A B C D E F G	46
100-5/S2	11772 B C D E F G	51
IRGA 424	11762 B C D E F G	53
FL10678	11563 C D E F G H	59
301-3	11388 D E F G H	55
111-4/S1	11280 D E F G H	53
Pampeira	11260 D E F G H	57
Guri INTA CL	10649 E F G H	49
Cr 78 (CL) SF	10631 E F G H	55
110-2/S2	10361 F G H I	57
123-3/S1	10283 G H I	50
122-5/S2	10252 G H I	56
Angiru INTA CL	9885 H I J	51
Puita INTA CL	8949 I J K	47
FL11391-3P-6-1P-3P-M	8640 J K	60
IRGA 417	8160 K	63
Respuesta²	***	NO
C.V. (%)	9,12	

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Duncan, p<= 0,05).

² ***: significativo <0,0001; NS: No Significativo; NO: Dato de referencia, sin análisis estadístico.

³ Valores promedio.

CONSIDERACIONES FINALES

La campaña 2022/2023 transcurrió en el marco de una sequía importante, lo que ocasionó falta de agua y problemas de riego en algunos sitios. A pesar de esto, en la mayoría de los ensayos el agua no fue una limitante y permitió que algunos de los materiales evaluados expresaran su potencial gracias a la alta radiación recibida. Los mejores rendimientos se dieron en el ensayo implantado en la San Javier, Santa Fe, con un valor promedio de 11442 Kg/ha.

Los cultivares con los rendimientos generales más altos fueron el híbrido XP113, y las líneas experimentales Cr 363 SF y PAC 101.

Los cultivares de mejor rendimiento a campo en cada sitio fueron:

- INTA Corrientes: IRGA 424, Cr 363 SF, FL11391-3P...
- Berón de Astrada, Corrientes: PAC 101, PAC 103, BS21AR03CL
- Las Palmas, Chaco: XP113, FL10678, ECR 210
- Mercedes, Corrientes: Pampeira, Cr 363 SF, 305-1
- Saladas, Corrientes: BS21AR02CL, Cr 363 SF, BS21AR05CL
- San Javier, Santa Fe: XPP113, BS21AR02CL, BS21AR05CL

ARROZ LARGO FINO: EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS - CAMPAÑA 2022/2023

R.D. Kruger*; J.I. Meza; F. Sosa; A. Niz; M.I. Pachecoy y M.L. Fontana

Palabras clave: calidad; corrientes; fenología; materiales nuevos; rendimiento; Mercedes.

INTRODUCCIÓN

La mejora genética de cultivos incluye una serie de etapas básicas: 1) generación de variabilidad genética; 2) selección de genotipos apropiados para condiciones específicas y 3) evaluación con la caracterización agronómica adecuada.

En términos generales, la selección de materiales implica la evaluación de componentes de rendimiento, caracteres morfológicos, fenológicos y sanitarios de las plantas, y diferentes parámetros de calidad de los granos. Los ensayos de materiales promisorios se llevan a cabo en la unidad experimental y sus resultados son la herramienta de selección de las líneas que se incorporarán a los ensayos regionales de cultivares (ERC), último eslabón de un programa de mejoramiento. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar comparativamente el comportamiento agrofenológico, el rendimiento (arroz cáscara) y rendimiento industrial (% granos enteros y quebrados) de variedades y materiales promisorios seleccionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar, diseño y manejo del ensayo:

El ensayo se realizó en 2 sitios: en la EEA INTA Corrientes (27°40'10.63"S; 58°45'45.37"O) y en la localidad de Mercedes (29°9'36.52"S; 57°54'7.16"O) durante la campaña 2022/23.

- Tratamientos: 28 materiales promisorios, 2 líneas en proceso de inscripción (PAC 101 y PAC 103) y 2 variedades comerciales (IRGA 424 y Guri INTA CL).
- Parcela: 1,22 x 5.2 m (7 surcos espaciados a 0,175 m).
- Diseño: Bloques completos al azar, con 2 repeticiones.
- Siembra: con sembradora experimental de parcelas (EEA Corrientes: 3/10/2022; Mercedes: 12/10/22).
- Densidad de siembra: para cada material evaluado, se realizó el cálculo para lograr un stand de plantas de 250 pl/m² de acuerdo a su PG y peso de 1000 semillas.
- Control de malezas:
EEA Corrientes: Herbicidas pre-siembra: 15/09/22: Glifosato 66% 2 lt/ha + Pendimetalin 45% 3 L/ha + Pala active 40 cm³/100 L. agua. Pulverizadora Fema 4 picos, Pastilla abanico plano 110°- azul. Caudal: 50 L/ha.
Herbicidas post-emergentes: 25/10/22: Corrector Trop CS 50 cm³/100 L. agua + Florpyrauxifen benzyl 2,5% (Loyant) 1,2 L/ha + Pala active 50 cm³/100 L. agua. Bicimochila con electrobomba. Abanico plano 110 (015) verde. Caudal: 175 L/ha.
- Fertilización de base:
EEA Corrientes: 18/10/22; 200 kg/ha 4-18-40; Fertilizadora manual "Maruyama"

*Email: kruger.raul@inta.gob.ar

- Mercedes: 16/10/22; 180 kg/ha 5-30-20; Fertilización a cargo del productor.
- Fertilización de cobertura:
EEA Corrientes: 3/11/22; Urea 200 kg/ha; Fertilizadora “Maruyama”; 03/01/23: Refuerzo en IF con 50 kg/ha.
Mercedes: 11/11/22 135 kg/ha Urea; Refuerzo con 70 kg/ha Urea.
 - Riego:
EEA Corrientes: Inicio 4/11/2022, Fin 01/02/2023.
Mercedes: Inicio 11/11/22, con mangas plásticas.

Determinaciones

- Fenología: se consignaron los días transcurridos entre siembra y emergencia, y desde la emergencia los días hasta el inicio de macollaje (V4), floración (DAF) y cosecha (DAC).
- Altura de las plantas a cosecha: distancia -en cm- desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja superior extendida.
- Componentes de rendimiento: sobre 10 panojas de cada material se realizó el conteo de granos llenos, peso de 1000 granos y porcentaje de vaneos.
- Rendimiento en grano (kg/ha): se determinó a partir del corte manual (con foiza) de 2 metros lineales de los 4 surcos centrales de cada parcela. La trilla se realizó con trilladora estacionaria y las muestras se colocaron en bolsas de tela para su secado. Finalmente, las muestras fueron pesadas y se tomó registro de humedad para proceder al cálculo (corrección a 13%). Se determinó el incremento promedio de rendimiento de cada material versus la media de rendimiento de la variedad testigo IRGA 424.
- Porcentaje de pérdida por vaneos: al momento de la trilla se separaron y pesaron los granos vanos, con este dato se estimó el porcentaje de granos descartados vaneos.
- Rendimiento industrial: de cada parcela (2 muestras por tratamiento) se pesaron 100 gramos de granos con 13% de humedad. Las muestras se procesaron con molino experimental Suzuki®. Se determinó mediante pesada el porcentaje de granos enteros, quebrados y rendimiento industrial. Para cada cultivar, se determinó el incremento promedio de granos enteros con respecto a la variedad testigo IRGA 424.
- Determinación granulométrica 2D: en base a 2 muestras, provenientes de distintas repeticiones, de cada tratamiento se determinó el largo y ancho de granos elaborados mediante el equipo analizador de imágenes MachVision MVControl. Según el Código Alimentario Argentino los granos de arroz se clasifican de acuerdo con sus características morfológicas en distintos “tipos”, algunos de ellos son: a) Tipo Largo Fino: corresponde a los granos cuya relación largo ancho es mayor o igual a 3:1 y cuya longitud media es mayor o igual a 6,5 mm y b) Tipo Mediano (Mediano Carolina): corresponde a los granos cuya relación largo ancho es mayor a 2:1 y menor a 3:1 y cuya longitud media es igual o mayor a 6,0 mm y menor a 7,0 mm. Complementariamente, con este equipo se determinó el grado de blancura (en grados Kett) de cada muestra.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoGen versión 2018p mediante la aplicación de estadística descriptiva. Posteriormente se realizó el análisis de la variancia comparando las medias de los tratamientos a través de la prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$).

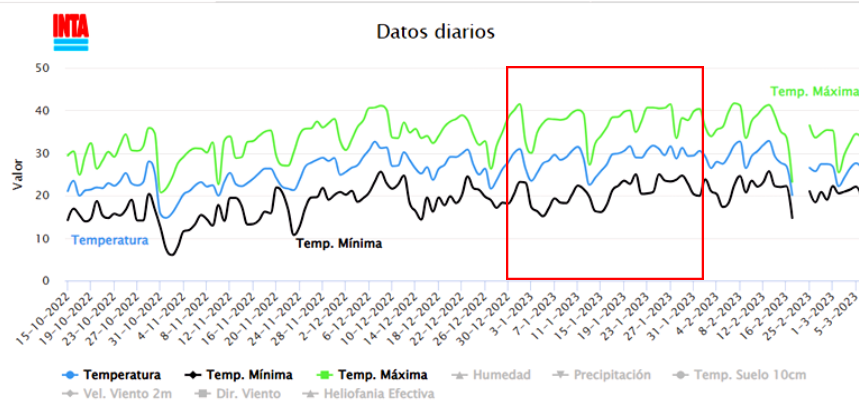
RESULTADOS

En la EEA INTA Corrientes la implantación del cultivo fue óptima lográndose una media de 245 pl/m², con una emergencia promedio a los 12 días después de la siembra (15/10/2022). En Mercedes se logró una densidad similar y una emergencia promedio a los 10 días después de la siembra (22/10/2022).

En la tabla 1 se pueden observar los distintos materiales en evaluación y sus características de ciclo y altura. El ensayo en la EEA INTA Corrientes tuvo valores promedios de 86 días a floración (DAF), 130 días a cosecha (DAC) y 96 cm de altura. En este sitio 24 de los materiales experimentales presentaron un ciclo a floración menor o igual a IRGA 424 y 4 menor o igual a Guri INTA CL. En general la altura fue menor a la de los testigos (Tabla 1). Por su ciclo más corto se destacan los materiales 278-1/S4 y 278-1/S6, que en esta campaña se vieron perjudicados por un ataque muy temprano de pájaros.

En la tabla 2 se muestran los componentes de rendimiento. En ella se identifican materiales con valores de vaneos superiores a la media del ensayo. Esto está probablemente asociado a la ocurrencia de altas temperaturas entre floración y maduración (Figura 1). El ensayo tuvo un promedio de 107 granos llenos por panoja, 27 gramos para la variable peso de 1000 granos y 17 % de vaneo. Varios materiales presentaron valores de granos llenos por panoja por encima de la media -15 de ellos estuvieron por encima de la media del testigo IRGA 424-, y solo 2 tuvieron menor peso de 1000 granos que IRGA 424.

Figura 1. Datos climáticos diarios del periodo emergencia – cosecha completa del ensayo evaluado. Recuadro en rojo: periodo en el cual se ubicaron las floraciones de los distintos materiales. Estación meteorológica Sombrerito - EEA Corrientes (Nimbus THP – Identificación: A872916).



El ambiente de producción fue medio, con un rendimiento promedio de 9062 kg/ha (mínimo: 5947 kg/ha y máximo de 11812 kg/ha). La campaña presentó altos valores de radiación (sin datos) y temperatura, acompañados de escasas precipitaciones y baja humedad relativa durante la etapa de prefloración y hasta llenado de granos.

En la tabla 3 se muestra el rendimiento de cada cultivar evaluado, su incremento respecto al testigo IRGA 424 y la pérdida medida por vaneo. La floración ocurrió entre el 02/01 y el 23/01 (media 09/01), por lo que el periodo reproductivo fue afectado por las altas tempera-

turas y baja humedad. Este estrés pudo haber afectado al rendimiento medio y la mayor esterilidad de granos observada. El material que se destacó en rendimiento fue PAC 103.

Tabla 1. Días a floración (DAF), días a cosecha (DAC) y altura de plantas a cosecha (Altura) de los cultivares de arroz evaluados en la EEA INTA Corrientes.

Material	DAF ¹	DAC	Altura (cm)
278-1/S4	72 A	110	81
278-1/S6	72 A	110	80
110-1/S4	79 B	121	89
Guri INTA	81 B C	121	95
105-3/S1	83 C D	121	95
FL14825..12A-A5	83 C D	121	88
FL14825..12A-A6	83 C D	121	91
FL14825..1A-A4	83 C D	121	88
FL14825..1A-A5	83 C D	121	83
FL14825..1A-A6	83 C D	121	86
FL14825..A1	83 C D	121	88
FL14825..A3	83 C D	121	87
FL14825..12A-A4	85 C D E	121	87
109-5/S3	86 D E F	121	94
125-5/S6	81 B C	135	103
108-2/S6	85 C D E	135	102
FL14404-14P..	85 C D E	135	98
297-1/S5	86 D E F	135	93
FL14434-3P..	86 D E F	135	90
FL11822	87 E F G	135	107
106-1	88 E F G H	135	95
FL14402-10P..	88 E F G H	135	95
126-1	85 C D E	139	102
72-5	88 E F G H	142	98
IRGA 424	88 E F G H	135	88
132-3/S1	90 G H I	135	115
PAC 101	90 F G H I	142	103
113-1/S5	91 G H I	135	117
FL10140	91 G H I	142	110
102-1/S4	91 H I	135	93
PAC 103	95 I J	142	102
101-3/S6	96 J	135	119
FL13210	96 J	142	110
FL11391	100 K	142	101
Media	85,9	129,8	95,9
CV	2,15	0,66	4,07
p-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Valores por debajo de la media del ensayo

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

Tabla 2. Componentes de rendimiento: granos llenos por panoja, peso de 1000 granos (PMG) y porcentaje de vaneo de los cultivares de arroz evaluados en la EEA Corrientes.

Material	Granos llenos/ panoja ¹		PMG (g)	Vaneo (%)
101-3/S6	167	A	23,1	16
PAC 103	153	A B	26,6	17
FL11822	150	A B C	27,7	11
PAC 101	137	A B C D	24,3	15
102-1/S4	137	B C D	25,4	18
108-2/S6	129	C D	25,4	9
FL13210	125	D	27,4	24
113-1/S5	125	D	28,9	15
126-1	123	D	25,8	23
132-3/S1	118	D	29,8	23
FL10140	118	D	25,1	19
FL11391	117	D	27,1	16
125-5/S6	117	D	27,3	24
FL14404-14P..	112	D	25,9	16
FL14402-10P..	110	D	30,4	13
IRGA 424	109	D	25,1	12
297-1/S5	108	D	27,0	14
278-1/S6	106	D	24,6	11
72-5	102	D E	28,7	25
106-1	99	D E F	26,0	24
FL14434-3P..	98	D E F	29,8	14
FL14825..A3	96	D E F G	26,9	10
FL14825..1A-A4	93	D E F G	28,1	16
109-5/S3	89	D E F G	28,4	23
278-1/S4	88	D E F G H	25,8	17
Guri INTA	87	D E F G H	27,1	20
FL14825..12A-A6	85	D E F G H	29,0	14
FL14825..1A-A5	82	D E F G H	28,6	14
FL14825..12A-A5	81	D E F G H	28,8	15
105-3/S1	79	E F G H	25,5	19
110-1/S4	76	F G H	26,7	26
FL14825..12A-A4	75	F G H	28,6	14
FL14825..A1	72	G H	28,5	17
FL14825..1A-A6	64	H	28,3	12
Media	106,9		27,1	17,1
CV	26,33		11,28	48,07
p-valor	<0,0001		<0,0001	<0,0001

Valores por debajo de la media del ensayo

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p < 0,05$)

Tabla 3. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% de humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo IRGA 424 (Δ Rendimiento) y porcentaje de pérdida por vaneo (%).

Material	Rendimiento (Kg/ha) ¹		Δ Rendimiento (Kg)	Pérdida por vaneo (%)
PAC 103	11626	A	2055	14
FL14825..A3	10692	A B	1121	12
Guri INTA	10682	A B	1110	8
297-1/S5	10613	A B C	1042	10
FL14825..12A-A5	10489	A B C D	917	11
FL11391	10283	A B C D	712	11
FL14825..1A-A5	10216	A B C D	644	10
FL11822	10046	A B C D	475	9
FL14825..12A-A4	10038	A B C D E	466	9
FL14402-10P..	9984	A B C D E F	412	14
FL14825..12A-A6	9928	A B C D E F	356	11
FL14434-3P..	9828	A B C D E F G	257	9
FL14825..A1	9706	A B C D E F G H	135	9
FL14825..1A-A6	9682	A B C D E F G H	111	10
FL14825..1A-A4	9673	A B C D E F G H	101	7
IRGA 424	9572	B C D E F G H	0	12
109-5/S3	9488	B C D E F G H	-84	15
FL13210	9321	B C D E F G H	-251	15
72-5	8756	B C D E F G H I	-816	17
FL10140	8646	C D E F G H I	-925	21
108-2/S6	8622	D E F G H I	-950	10
FL14404-14P..	8455	D E F G H I	-1116	13
PAC 101	8102	D E F G H I J	-1469	9
102-1/S4	8078	E F G H I J	-1493	16
106-1	8030	F G H I J	-1541	14
126-1	7945	G H I J	-1627	15
113-1/S5	7844	H I J	-1727	17
105-3/S1	7787	H I J	-1784	18
125-5/S6	7027	I J	-2545	19
110-1/S4	6300	J	-3272	16
132-3/S1	6177	J	-3394	26
101-3/S6	5887	J	-3685	18
278-1/S4	*		-	
278-1/S6	*		-	
Media	9062		-509	13
CV	10,63		189,26	22,76
p-valor	<0,0001		<0,0001	<0,0001

*NO cosechado por ciclo muy corto y ataque de pájaros

Valores por debajo de la media del ensayo

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

El porcentaje de granos enteros, quebrados, rendimiento industrial y su diferencia versus el testigo IRGA 424 se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de granos enteros (E), quebrados (Q), rendimiento industrial (RI) y diferencia media versus el testigo IRGA 424 (ΔE).

Material	E (%) ¹		Q (%)	RI (%)	ΔE (%)
105-3/S1	65,8	A	5,4	71,1	19,7
110-1/S4	63,9	A B	7,4	71,3	17,8
FL14825..12A-A6	61,9	A B C	10,6	72,5	15,8
106-1	61,1	A B C	11,3	72,3	15,0
FL14825..A3	58,4	A B C D	11,3	69,6	12,3
FL14825..A1	58,3	A B C D	13,8	72,1	12,2
FL14825..12A-A4	57,8	A B C D E	14,5	72,3	11,7
Guri INTA	57,5	A B C D E	13,8	71,2	11,4
132-3/S1	57,4	A B C D E	12,9	70,3	11,3
FL14825..1A-A6	57,3	A B C D E	14,0	71,2	11,2
FL14825..12A-A5	55,7	B C D E F	15,4	71,1	9,6
FL11391	55,4	C D E F	14,5	69,9	9,3
FL10140	54,4	C D E F G	16,3	70,7	8,3
101-3/S6	54,2	C D E F G	18,7	72,9	8,1
102-1/S4	53,9	C D E F G	14,9	68,8	7,8
FL14825..1A-A4	53,8	C D E F G	15,0	68,8	7,7
FL14825..1A-A5	53,6	C D E F G	15,1	68,7	7,5
FL11822	52,3	C D E F G H	19,1	71,4	6,2
126-1	52,3	C D E F G H	17,6	69,8	6,2
PAC 103	51,9	C D E F G H	18,7	70,6	5,8
PAC 101	51,5	C D E F G H	22,3	73,8	5,4
113-1/S5	50,9	D E F G H	18,1	69,0	4,8
109-5/S3	50,7	D E F G H	19,6	70,3	4,6
108-2/S6	48,6	F G H	22,5	71,1	2,5
72-5	48,6	F G H	21,0	69,6	2,5
FL14404-14P..	47,7	F G H	17,7	65,4	1,6
297-1/S5	46,6	G H	25,6	72,2	0,5
FL13210	46,1	G H	25,7	71,8	0,0
IRGA 424	46,1	G H	25,4	71,5	0,0
FL14402-10P..	44,2	H I	25,3	69,5	-1,9
125-5/S6	44,0	H I	24,4	68,4	-2,1
FL14434-3P..	36,9	I	33,8	70,7	-9,2
278-1/S4	*		-	-	-
278-1/S6	*		-	-	-
Media	53		17,6	68,5	7
CV	7,93		18,5	2,27	60,74
p-valor	<0,0001		<0,0001	<0,0001	

Valores por debajo de la media del ensayo

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

El valor promedio de granos enteros del ensayo fue de 53%, tres puntos por debajo de la base de comercialización (56%). Este es un parámetro muy sensible a las condiciones ambientales que hicieron que el ensayo tuviera una media de granos quebrados de 18% y en consecuencia una disminución general de la calidad industrial (IRGA 424 = 46,1% de granos enteros). A pesar de esto algunos materiales presentaron alto porcentaje de granos enteros e incluso superaron el 60% (105-3/S1, 110-1/S4, FL14825..12A-A6 y 106-1), como puede observarse en la tabla 4.

En la tabla 5 se muestran las dimensiones (largo y ancho) de los granos elaborados, la relación largo ancho (L/A) y su blancura expresada en °Kett. El valor promedio para la variable largo de granos fue 6,6 mm, lo que ubica a la mayoría de los materiales dentro del tipo largo fino. En este sentido, la línea 125-5/S6 calificaría como un cultivar con grano tipo Mediano (relación largo ancho mayor a 2:1 y menor a 3:1). Por el largo, se destacan los materiales PAC 103, 72-5, FL13210 y FL14825..12A-A6. Tres materiales presentan un grano tipo aguja (FL10140, 105-3/S1 y 102-1/S4), es decir, se caracterizan por un grano largo, similar al doble carolina, pero angosto.

En cuanto al aspecto sanitario se observaron leves síntomas foliares en algunos materiales, los cuales fueron muestreados y enviados al laboratorio de Fitopatología de la FCA-UNNE para su diagnóstico.

El ensayo en la localidad de Mercedes tuvo como objetivo evaluar productividad y calidad industrial de granos. El ambiente de producción fue medio, con un rendimiento promedio de 9008 kg/ha (mínimo: 3882 kg/ha y máximo: 14273 kg/ha). La campaña mostró alta radiación (sin datos) y temperatura acompañadas de muy bajas precipitaciones y baja humedad relativa durante prefloración y hasta llenado de granos.

Los datos de rendimiento y la variación de este respecto al testigo IRGA 424 se exponen en la tabla 6. Considerando esta variable, se destacan los materiales 113-1/S5 y FL14825..1A-A6.

En la tabla 7 figuran el porcentaje de granos enteros, quebrados, rendimiento industrial y la diferencia media versus el testigo IRGA 424. El porcentaje de enteros del ensayo fue de 60%, con una media de granos quebrados de 10%. Los materiales 101-3/S6, 113-1/S5, 106-1, PAC 101 y 126-1 se destacaron por los registros de %E.

Tabla 5. Determinación granulométrica 2D de largo, ancho, relación L/A y blancura (°Kett) de granos elaborados utilizando un equipo analizador de imágenes MachVision MVControl.

Material	Largo (mm) ¹	Ancho (mm)	Rel. L/A	Blancura (°Kett)
PAC 103	7,25 A	2,35	3,1	33,7
72-5	7,10 A B	2,15	3,3	41,4
FL13210	7,05 B C	2,15	3,3	41,0
FL14825..12A-A6	7,05 B C	2,20	3,2	43,7
FL11822	7,00 B C D	2,10	3,3	39,7
FL14825..12A-A5	6,95 B C D E	2,20	3,2	43,7
FL14825..A1	6,95 B C D E	2,20	3,2	42,7
FL10140	6,90 C D E F	2,05	3,4	40,1
FL14402-10P..	6,90 C D E F	2,20	3,1	42,6
FL14404-14P..	6,85 D E F G	2,15	3,3	42,2
FL14825..12A-A4	6,85 D E F G	2,20	3,1	43,1
105-3/S1	6,80 E F G H	2,05	3,4	39,9
110-1/S4	6,80 E F G H	2,15	3,2	38,4
132-3/S1	6,80 E F G H	2,30	3,0	35,0
FL14825..1A-A6	6,80 E F G H	2,15	3,2	43,2
FL14825..A3	6,80 E F G H	2,10	3,2	44,6
102-1/S4	6,75 F G H	2,05	3,4	37,4
106-1	6,75 F G H	2,15	3,1	34,9
FL11391	6,75 F G H	2,15	3,2	40,9
FL14825..1A-A4	6,75 F G H	2,15	3,2	44,0
FL14825..1A-A5	6,75 F G H	2,15	3,2	44,2
Guri INTA	6,75 F G H	2,10	3,2	44,3
IRGA 424	6,75 F G H	2,10	3,2	40,5
108-2/S6	6,70 G H I	2,10	3,2	37,1
109-5/S3	6,70 G H I	2,20	3,1	42,6
113-1/S5	6,70 G H I	2,20	3,1	37,8
FL14434-3P..	6,70 G H I	2,15	3,2	41,4
PAC 101	6,60 H I J	2,20	3,0	35,4
278-1/S4	6,55 I J	2,20	3,0	38,3
126-1	6,50 J K	2,15	3,0	37,1
297-1/S5	6,50 J K	2,15	3,1	42,2
101-3/S6	6,45 J K	2,10	3,1	36,1
278-1/S6	6,40 J K	1,99	3,2	41,3
125-5/S6	6,35 K	2,30	2,8	40,4
Media	6,6	2,16	3,15	40,36
CV	7,25	2,29	1,42	4,64
p-valor	<0,0001		<0,0001	<0,0001

Valores por debajo de la media del ensayo

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, p<= 0,05)

Tabla 6. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo IRGA 424 (Δ Rendimiento) en la localidad de Mercedes, Corrientes.

Material	Rendimiento (Kg/ha) ¹		Δ Rendimiento (Kg)
113-1/S5	12642	A	3202
FL14825..1A-A6	12184	A	2744
FL14825..A3	10855	A B	1415
297-1/S5	10583	A B C	1143
101-3/S6	10560	A B C	1120
FL14825..1A-A5	10159	A B C	719
PAC 101	10088	A B C	648
FL14825..12A-A6	10083	A B C D	643
109-5/S3	9987	A B C D	547
Guri INTA	9849	A B C D	409
106-1	9754	A B C D	314
FL14434-3P..	9691	B C D	251
FL14825..12A-A4	9613	B C D	173
102-1/S4	9602	B C D	162
FL14402-10P..	9510	B C D	70
IRGA 424	9440	B C D	0
FL14825..A1	9415	B C D	-26
126-1	9273	B C D E	-167
125-5/S6	9268	B C D E	-172
FL14825..1A-A4	9262	B C D E	-178
FL10140	9066	B C D E F	-374
FL14825..12A-A5	9064	B C D E F	-376
108-2/S6	9040	B C D E F	-400
PAC 103	8943	B C D E F	-497
72-5	8541	B C D E F G	-899
FL14404-14P..	8191	C D E F G	-1249
110-1/S4	7966	C D E F G	-1474
120-1/S2/6	7862	C D E F G	-1578
FL11822	7396	D E F G	-2044
105-3/S1	7309	D E F G	-2132
132-3/S1	7199	D E F G	-2241
278-1/S4	6969	E F G H	-2471
FL11391	6764	F G H	-2677
FL13210	6166	G H	-3275
278-1/S6	4780	H	-4660
Media	9008,3		-431,76
CV	13,07		272,62
p-valor	0,0005		0,0005

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

En la tabla 7 figuran el porcentaje de granos enteros, quebrados, rendimiento industrial y la diferencia media versus el testigo IRGA 424 del ensayo en Mercedes, Corrientes.

Tabla 7. Porcentaje de granos enteros (E), quebrados (Q), rendimiento industrial (RI) y diferencia media versus el testigo IRGA 424 (ΔE).

Material	E (%) ¹		Q (%)	RI (%)	ΔE (%)
101-3/S6	65,4	A	5,6	71,0	1,9
113-1/S5	64,7	A B	5,9	70,6	1,2
106-1	64,4	A B	5,8	70,2	0,9
PAC 101	64,2	A B	6,3	70,5	0,7
126-1	63,6	A B	6,6	70,1	0,1
IRGA 424	63,5	A B	7,3	70,8	0,0
FL10140	63,5	A B	6,5	70,0	-0,1
FL14825..A1	62,8	A B	8,4	71,2	-0,7
PAC 103	62,8	A B	7,5	70,3	-0,7
FL14402-10P..	62,2	A B	8,6	70,8	-1,3
105-3/S1	62,0	A B	11,1	73,1	-1,5
297-1/S5	61,2	A B	12,0	73,1	-2,4
FL11391	61,2	A B	6,6	67,8	-2,4
FL14825..1A-A6	61,2	A B	10,0	71,2	-2,4
132-3/S1	60,8	A B	6,9	67,7	-2,7
FL11822	60,5	A B	9,3	69,8	-3,1
FL14404-14P..	60,5	A B	9,2	69,7	-3,1
278-1/S6	60,3	A B	7,3	67,5	-3,3
FL14825..A3	60,1	A B	11,1	71,1	-3,5
72-5	59,9	A B	8,4	68,3	-3,7
102-1/S4	59,7	A B	7,1	66,8	-3,8
FL14825..12A-A5	59,7	A B	11,1	70,8	-3,8
FL13210	59,2	A B	10,6	69,7	-4,4
FL14825..1A-A5	58,7	A B	11,6	70,3	-4,8
108-2/S6	58,7	A B	11,4	70,1	-4,9
278-1/S4	58,7	A B	9,7	68,4	-4,9
FL14825..12A-A4	58,6	A B	12,8	71,4	-4,9
FL14825..1A-A4	58,1	A B	12,9	71,0	-5,4
Guri INTA	57,2	A B	13,7	70,9	-6,3
FL14434-3P..	55,7	B	14,0	69,7	-7,8
110-1/S4	55,4	B	9,2	64,6	-8,1
FL14825..12A-A6	54,7	B	16,3	71,0	-8,8
125-5/S6	54,7	B	13,9	68,6	-8,9
120-1/S2/6	54,2	B	12,6	66,8	-9,3
109-5/S3	39,8	C	28,4	68,2	-23,8
Media	59,71		10,08	69,79	-3,79
CV	7,00		37,02	2,23	110,24
p-valor	<0,0001		0,0069	0,006	0,0123

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

CONSIDERACIONES FINALES

Se observan diferencias entre los materiales en cuanto a los días a floración, cosecha y altura de plantas. Se destacan por su ciclo precoz los materiales 278-1/S4 y 278-1/S6.

Los materiales con los rendimientos más altos en la EEA INTA Corrientes fueron PAC 103, FL14825..A3, Guri INTA y el 297-1/S5, con un porcentaje de enteros de 60; 58; 57 y 47% y ciclos a floración de 95, 83, 81, 86 días respectivamente.

Los factores adversos que caracterizaron la campaña (alta temperatura y baja humedad) determinaron una alta esterilidad de espiguillas y porcentajes de granos enteros muy cercanos a la base de comercialización. Los materiales 105-3/S1, 110-1/S4, FL14825..12A-A6 y 106-1 tuvieron los valores de entero más altos (66, 64, 62 y 61% respectivamente), superando al testigo IRGA 424.

Los materiales 108-2/S6, FL14825..A3, 278-1/S6, FL11822, IRGA 424, FL14825..1A-A6, FL14825..1A-A4, Guri INTA, FL14825..12A-A4, FL14434-3P., FL14825..A1 y PAC 101 resultaron más tolerantes a las condiciones ambientales indicadas, mostrando menos de 12% de vaneos en ambas variables evaluadas: granos vanos por panoja y al evaluar el descarte de vanos al momento de rendimiento.

En la localidad de Mercedes (Corrientes) se observaron 2 materiales con un rendimiento superior a los 12000 kg/ha, 113-1/S5 y FL14825..1A-A6 y varios con rendimientos cercanos a IRGA 424 y Guri INTA CL, ambos caracterizados por su alta productividad. En general el porcentaje de granos enteros fue bueno, particularmente en los dos materiales más productivos (113-1/S5 y FL14825..1A-A6) que tuvieron 65 y 61% de granos enteros respectivamente.

En base a los caracteres considerados (rendimiento de granos, vaneos, enteros, industrial, ciclo y características físicas de los granos) se destacan y seguirán siendo evaluado los materiales PAC 103, FL14825..A3, FL14825..1A-A5, FL14825..12A-A5, FL14825..1A-A6, FL11822, FL14402-10P., 72-5, 106-1, 105-3/S1, 110-1/S4, 113-1/S5, PAC 101, 297-1/S5 y 278-1/S4 como ciclo precoz.

A pesar de haber tenido muy buen comportamiento en cuanto a lo productivo, algunos materiales fueron descartados por alta presencia de granos panza blanca.

Estos resultados deben ser confirmados en las próximas campañas y fortalecer los análisis físicos de granos y de calidad culinaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Balzarini, M., Di Rienzo, J. 2018. InfoGen versión 2018. FCA - Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.info-gen.com.ar>
- Código Alimentario Argentino. Capítulo IX. Alimentos Farináceos – Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 649 (Res 1547, 12/09/1990) Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

ARROZ LARGO ANCHO: EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS - CAMPAÑA 2022/2023

R.D. Kruger*; J.I. Meza; F. Sosa; A. Niz; M.I. Pachecoy y M.L. Fontana

Palabras clave: calidad; Berón de Astrada; Corrientes; fenología; materiales nuevos; rendimiento; Mercedes.

INTRODUCCIÓN

La mejora genética de cultivos incluye una serie de etapas básicas: 1) generación de variabilidad genética; 2) selección de genotipos apropiados para condiciones específicas y 3) evaluación con la caracterización agronómica adecuada.

En términos generales, la selección de materiales implica la evaluación de componentes de rendimiento, caracteres morfológicos, fenológicos y sanitarios de las plantas, y diferentes parámetros de calidad de los granos. Los ensayos de materiales promisorios se llevan a cabo en la unidad experimental y sus resultados son la herramienta de selección de las líneas que se incorporarán a los ensayos regionales de cultivares (ERC), último eslabón de un programa de mejoramiento. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar comparativamente el comportamiento agrofenológico, el rendimiento (arroz cáscara) y rendimiento industrial (% granos enteros y quebrados) de variedades y materiales promisorios seleccionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar, diseño y manejo del ensayo:

El ensayo se realizó en 4 sitios: en la Estación Experimental Corrientes (27°40'10.63"S; 58°45'45.37"O), en el Campito de la FCA-UNNE (27°28'19.12"S; 58°46'47.26"O), en Berón de Astrada (27°28'14.64"S; 57°25'13.15"O) y Mercedes (29°9'36.52"S; 57°54'7.16"O) durante la campaña 2022/23. Estos últimos 3 con la finalidad de evaluar potencial de rendimiento y ciclo de cultivo.

- Tratamientos: 5 materiales promisorios, entre ellos Carnaroli y 3 variedades comerciales (Fortuna INTA, Aldebaran SF y Yerua (Tabla 1). En Berón de Astrada se reemplazó Carnaroli por el material promisorio 98-5.
- Parcela: 1,22 x 5,2 m (7 surcos espaciados a 0,175 m).
- Diseño: Bloques completos al azar, con 4 repeticiones.
- Siembra: con sembradora experimental de parcelas (EEA Corrientes: 3/10/2022; Mercedes: 12/10/2022; Berón de Astrada: 05/10/2022 y FCA-UNNE: 07/11/2022).
- Densidad de siembra: para cada material se realizó el cálculo de densidad de acuerdo a su PG y peso de 1000 semillas para un stand de plantas de 250 pl/m² (tabla 1).
- Control de malezas:
Herbicidas pre-siembra: 15/09/22: Glifosato 66% 2 lt/ha + Pendimetalin 45% 3 L/ha + Pala active® 40 cm³/100 L. agua. Pulverizadora Fema 4 picos, Pastilla abanico plano

*Email: kruger.raul@inta.gob.ar

110°- azul. Caudal: 50 L/ha.

Herbicidas post-emergente: 25/10/22: Corrector Trop CS® 50 cm³/100 L. agua + Cyhalofop butil 21.4% + Penoxsulam 3% (RebelEX®) 1,8 L/ha + Pala active® 50 cm³/100 L. agua. Bicimochila con electrobomba. Abanico plano 110 (015) verde. Caudal: 175 L/ha.

– Fertilización de base:

EEA Corrientes: 18/10/22; 200 kg/ha 4-18-40; Fertilizadora manual “Maruyama”

Mercedes: 16/10/22; 180 kg/ha 5-30-20; Fertilización a cargo del productor.

– Fertilización de cobertura:

EEA Corrientes: 3/11/22; Urea 200 kg/ha; Fertilizadora “Maruyama”; 03/01/23: Refuerzo en IF con 50 kg/ha.

– Riego:

EEA Corrientes: Inicio 4/11/2022, Fin 01/02/2023.

En Mercedes, Berón de Astrada y FCA-UNNE: herbicidas, fertilización y riego según manejo del productor.

Tabla 1. Tipo de material, identificación, poder germinativo en porcentaje (PG); densidad de siembra (kg/ha).

Tipo de material	Identificación	PG (%)	Densidad ajustada (kg/ha)
Testigo	Aldebarán SF	60	228
	Fortuna INTA	80	167
	YERUA	93	146
Materiales promisorios	94-5	73	165
	96-3	73	158
	98-2/S6	78	163
	98-4/S6	82	172
	98-5*	80	182
	CARNAROLI ¹	88	179

*En Berón, reemplazo a Carnaroli

¹EEA INTA Corrientes, Mercedes y FCA-UNNE

Determinaciones

- Fenología: se consignaron los días transcurridos entre siembra y emergencia y, desde emergencia hasta el inicio de macollaje (V4), floración (DAF) y cosecha (DAC).
- Altura de las plántulas a cosecha: se midió la distancia -en cm- desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja superior extendida.
- Rendimiento en grano con 13% de humedad (kg/ha) y porcentaje de descarte por vaneo (%): se procedió al corte manual (con foiza) de 2 metros de longitud de los 4 surcos centrales de cada parcela. Las muestras, luego de la trilla de las panojas mediante trilladora estacionaria, fueron colocadas en bolsas de arpillera y llevadas a secadero. Finalmente, fueron pesadas con registro de humedad para proceder al cálculo. Se determinó el incremento promedio de rendimiento de cada material versus la media de rendimiento de la variedad testigo Fortuna INTA. Al momento de la trilla se separaron los granos vanos,

los cuales fueron pesados y se estimó el porcentaje de descarte por granos vaneos.

- Rendimiento industrial: Se determinó en base a 2 muestras por tratamiento provenientes de distintas repeticiones. Se pesaron 100 gramos de granos con 13% de humedad los cuales fueron procesados en molino de prueba Suzuki®. Se determinó mediante pesada el porcentaje de granos enteros, quebrados y rendimiento industrial. Se determinó el incremento promedio de granos enteros de cada material versus la media de rendimiento de la variedad testigo.
- Determinación granulométrica 2D: se determinó el largo y ancho de granos elaborados en base a 2 muestras por tratamiento provenientes de distintas repeticiones. Se procedió al uso de un equipo analizador de imágenes MachVision MVControl® para la inspección por imagen de estas variables. Con este mismo equipo fue factible determinar el grado de Blancura de la muestra en grados Kett, el porcentaje de granos yesosos ($\geq 70\%$ del área blanquecina), porcentaje de granos con panza blanca (35-75% del área) y granos con panza blanca leve (12-35% del área). Estos parámetros son considerados para los tipos de grano blanco cristal, para el caso de los granos tipo blanco perlado como el Carnaroli, se desestima la clase panza blanca y los mismos pasan a ser aceptados dentro de la clasificación.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoGen versión 2018p mediante la aplicación de estadística descriptiva. Posteriormente se realizó el análisis de la variancia comparando las medias de los tratamientos a través de la prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

La implantación del cultivo fue óptima. En la EEA INTA Corrientes el estand de plantas medio fue de 247 pl/m², con una emergencia promedio a los 12 días después de la siembra (15/10/2022). En los demás sitios la densidad lograda fue similar. La emergencia en los sitios FCA-UNNE, Berón de Astrada y Mercedes tuvo lugar a los 8 (15/11/2022), 7 (12/10/2022) y 10 días (22/10/2022), respectivamente.

En la tabla 2 se pueden observar los distintos materiales en evaluación y sus características fenológicas de ciclo y altura. El ensayo tuvo un promedio de DAF de 104 días y 150 días a cosecha en la EEA INTA Corrientes y un promedio de 128 cm de altura. Carnaroli y Yerua tuvieron un ciclo de 72 y 81 días a floración, respectivamente. Los materiales en evaluación mostraron una altura menor (20 a 34 cm menos) a la variedad Fortuna INTA. El material Carnaroli por su ciclo más corto se vio perjudicado por un ataque muy temprano de pájaros (tordos negros).

El ambiente de producción fue medio, con un rendimiento promedio de 6322,6 kg/ha (mínima: 2549,5 kg/ha y una máxima de 10325,5 kg/ha). La campaña mostró alta radiación (sin datos) y temperatura durante prefloración a llenado de granos, acompañadas de bajas precipitaciones y baja humedad relativa durante prácticamente todo el ciclo del cultivo (figura 1a y b).

Tabla 2. Días a floración (DAF) y cosecha (DAC) desde emergencia; altura de plantas (centímetros) a cosecha.

Material	Densidad lograda (pl/m ²)	DAF	DAC	Altura a cosecha (cm)	
CARNAROLI	286	72	103	134	B
YERUA	263	81	121	123	A
Aldebarán SF	263	107	151	121	A
98-4/S6	246	114	163	122	A
98-2/S6	212	114	163	124	A
94-5	243	114	163	124	A
96-3	246	114	163	124	A
Fortuna INTA	217	114	163	155	C
Media	247,0	103,8	148,8	128,3	
CV	16,22	NS	NS	3,27	
p-valor	0,4978	NS	NS	<0,0001	

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

Figura 1. Datos climáticos diarios del periodo emergencia – cosecha completa del ensayo evaluado. a) Temperatura y b) Precipitación y humedad. Estación meteorológica Sombrero - EEA Corrientes (Nimbus THP – Identificación: A872916).



En la tabla 3 se presentan el rendimiento, su incremento versus Fortuna INTA y el descarte por vane. El período reproductivo fue atravesado por altas temperaturas lo cual pudo haber gene-

rado mayor esterilidad de espiguillas (media de 21,81% de vaneo) y afectado el rendimiento. El material que se destacó en rendimiento fue 98-4/S6, con un menor porcentaje de vaneo.

Tabla 3. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% de humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo FORTUNA INTA (Δ Rendimiento) y porcentaje de pérdida por vaneo (%).

Material	Rendimiento (kg/ha)		Δ Rendimiento (Kg)	Descarte por vaneo (%)	
98-4/S6	8351,4	A	4476,5	13,8	C
98-2/S6	7777,1	A B	3902,2	20,3	B C
94-5	6974,5	A B	3099,6	21,5	B C
96-3	6903,3	A B	3028,4	18,3	B C
YERUA	6775,1	B	2900,2	20,0	B C
Aldebarán SF	6327,8	B	2452,8	15,8	C
Fortuna INTA	3875,0	C	0,0	37,8	A
CARNAROLI	3597,1	C	-277,9	27,3	B
Media	6322,7		2447,7	21,8	
CV	16,87		43,57	30,61	
p-valor	<0,0001		<0,0001	0,0015	

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

El porcentaje de granos enteros del ensayo fue de 46,8%, varios puntos por debajo de la base de comercialización de 54%; la sensibilidad de este parámetro a las condiciones ambientales hicieron que el ensayo tuviera una media de granos quebrados de 22,1% y una disminución de la calidad (Fortuna INTA = 39,6% de granos enteros, valor sensiblemente inferior a la tolerancia de recibo de 42%). A pesar de ello, algunos materiales se diferenciaron estadísticamente del testigo, sin lograr superar la base de comercialización, como puede observarse en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de granos enteros (E), quebrados (Q), rendimiento industrial (RI) y diferencia media versus el testigo FORTUNA INTA (Δ E).

Material	E (%)		Q (%)	RI (%)	Δ E (%)
98-4/S6	53,1	A	16,9	69,9	13,5
98-2/S6	50,0	A B	19,9	69,9	10,4
94-5	49,9	A B	18,8	68,7	10,3
96-3	48,8	A B	20,9	69,7	9,2
YERUA	48,3	A B	21,4	69,7	8,7
Aldebarán SF	45,4	B C	24,1	69,5	5,8
Fortuna INTA	39,6	C	31,0	70,6	0,0
CARNAROLI	39,4	C	24,3	63,7	-0,2
Media	46,8		22,1	68,9	7,2
CV	9,71		21,08	1,86	63,16
p-valor	0,0023		0,0122	<0,0001	0,0023

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

En la tabla 5 se presentan el largo, ancho y la relación largo ancho (L/A) de los granos elaborados. Carnaroli mostró dimensiones acorde a la calificación de grano tipo mediano/medio carolina (L/A > 2:1 y < 3:1; longitud \geq 6 mm y < 7 mm). Yerua se encontró dentro de la categoría de granos de tipo largo ancho (doble carolina), ya que superó los 7 mm. El resto de los materiales, al no alcanzar los 7 mm de longitud, calificaron como medianos. La reducción de tamaño evidenciada podría responder a las condiciones ambientales de la campaña.

Tabla 5. Días a floración (DAF) Determinación granulométrica 2D de largo, ancho, relación L/A y blancura ($^{\circ}$ Kett) de granos elaborados medidos con equipo analizador de imágenes MachVision MVControl.

Material	Largo (mm)		Ancho (mm)		Rel. L/A		
YERUA	7,10	A	2,60		D	2,7	A
Aldebarán SF	6,90	B	2,80		B	2,5	B
98-4/S6	6,83	B	2,77		B	2,5	B C
96-3	6,80	B	2,77		B	2,4	C
94-5	6,78	B	2,77		B	2,5	B C
98-2/S6	6,78	B	2,80		B	2,5	B C
Fortuna INTA	6,53	C	2,73		C	2,4	C
CARNAROLI	6,40	D	3,00	A		2,2	D
Media	6,77		2,78			2,45	
CV	0,91		1,21			1,76	
p-valor	<0,0001		<0,0001			<0,0001	

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

Algunos rubros de calidad y el grado de blancura ($^{\circ}$ Kett) se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje de granos con panza blanca (35-75% del área), panza blanca leve (12-35% del área), yesosos (\geq 70% del área blanquecina) y grado de blancura ($^{\circ}$ Kett), medidos con equipo analizador de imágenes MachVision MVControl®.

Material	Panza blanca (%)		Panza blanca leve (%)		Yesosos (%)		Blancura ($^{\circ}$ Kett)	
YERUA	6,64	A	12,86	B	0,96	A	47,3	A
Fortuna INTA	12,45	B	31,11	C D	0,74	A	48,2	A B
Aldebarán SF	12,51	B	26,96	C	1,27	A	48,0	A
94-5	14,00	B	33,61	D	0,74	A	48,7	A B
98-2/S6	15,15	B	32,91	D	1,11	A	47,8	A
98-4/S6	16,36	B	34,99	D	1,08	A	48,1	A
96-3	16,55	B	35,42	D	0,64	A	48,1	A
CARNAROLI*	50,73	C	0,38	A	17,52	B	49,6	B
Media	18,05		26,03		3,01		48,23	
CV	16,71		14,4		24,13		2,07	
p-valor	<0,0001		<0,0001		<0,0001		0,1234	

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

La variedad Yerua presentó el menor porcentaje de granos panza blanca en tanto que en Carnaroli el registro fue alto. Cabe aclarar que esto es esperado ya que la última mencionada es una variedad de grano largo ancho perlado mientras que las demás son largo ancho cristalino.

Dentro del aspecto sanitario se observaron leves síntomas en hojas de algunos materiales, los cuales fueron muestreados y enviados al laboratorio de Fitopatología de la FCA-UNNE para su diagnóstico.

En la tabla 7 se observan los datos de productividad y de ciclo fenológico de la localidad de Mercedes. El ensayo tuvo una media de 5302,9 kg/ha con 116 días a floración. En este ambiente se destacó el cultivar Carnaroli con 6255,3 kg/ha y 88 días a floración.

Tabla 7. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo Fortuna INTA (Δ Rto), días a floración (DAF) y a cosecha (DAC) en la localidad de Mercedes.

Material	Rendimiento (kg/ha)		Δ Rto (kg)	DAF	DAC
CARNAROLI	6255,3	A	2675,5	88	125
Aldebarán SF	5979,1	A B	2325,2	120	173
YERUA	5872,8	A B	2292,9	99	173
96-3	5446,5	A B	1953,0	124	173
98-2/S6	5259,0	A B	1765,4	124	173
98-4/S6	5165,8	A B C	1672,2	124	173
94-5	4460,5	B C	966,9	124	173
Fortuna INTA	3629,2	C	0,0	124	173
Media	5302,9		1723,11	115,88	167
CV	18,55		57,09	NS	NS
p-valor	0,0314		0,0314	NS	NS

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

En la tabla 8 se muestran la calidad industrial de granos elaborados. Aldebarán y Fortuna no alcanzaron el porcentaje de granos enteros base (54%) y únicamente Aldebarán se posicionó sobre la tolerancia de recibo (42%) para este rubro. En cuanto al RI, 94-5 y Yerua alcanzaron la base de comercialización (68% para arroces L/A y mediano) mientras que Carnaroli y Aldebarán estuvieron próximos. Todos los materiales superaron la tolerancia de recibo (63%). Por el menor porcentaje de granos quebrados se destacaron los materiales 98-2/S6 y 94-5.

El ensayo implantado en la localidad de Berón de Astrada tuvo un rendimiento medio bajo (3346,5 kg/ha) explicada por la alta cantidad de arroces colorados y capines resistentes presentes en el sitio. En este ambiente no se destacó ningún cultivar. No se determinó calidad, dado que se destruyó todo el material muestreado (Tabla 9).

Tabla 8. Porcentaje de granos enteros (E), quebrados (Q), rendimiento industrial (RI) y diferencia media versus el testigo Fortuna (ΔE) del ensayo implantado en Mercedes.

Material	E (%)	Q (%)	RI (%)	ΔE (%)
98-2/S6	60,7	5,0	65,1	25,0
94-5	59,5	6,2	69,4	23,9
YERUA	58,5	10,9	68,3	22,9
96-3	55,6	9,5	65,7	19,9
98-4/S6	54,3	13,3	65,7	18,7
CARNAROLI	51,1	14,7	67,7	15,4
Aldebarán SF	43,3	24,5	67,7	7,6
Fortuna INTA	32,9	35,4	65,8	-2,7
Media	45,9	21,1	67,0	10,3
CV	18,37	41,95	1,92	82,16
p-valor	0,6476	0,5921	0,1094	0,6476

Valores por debajo de la media

Tabla 9. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo Fortuna INTA (ΔRto) y días a floración (DAF) y a cosecha (DAC) en la localidad de Berón de Astrada.

Material	Rendimiento (kg/ha)	ΔRto (kg)	DAF	DAC
96-3	3667,3	769,7	116	165
98-5	3507,0	609,4	116	165
YERUA	3481,9	584,3	90	125
98-2/S6	3428,8	531,2	116	165
98-4/S6	3358,5	460,9	116	165
Aldebarán SF	3295,8	398,2	114	165
94-5	3067,5	169,9	116	165
Fortuna INTA	2897,7	0,0	116	165
Media	3346,5	448,9	108	156
CV	17,95	133,81	NS	NS
p-valor	0,9039	0,9039	NS	NS

Valores por debajo de la media

¹: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de LSD Fisher, $p \leq 0,05$)

En la tabla 10 se observan los datos de productividad y de ciclo fenológico del sitio FCA-UNNE. El ensayo tuvo una media de 8372,5 kg/ha y 109 días a floración. En este ambiente se destacaron los cultivares 98-4/S6 y 98-2/S6. Carnaroli y Yerua mostraron 75 y 85 días a floración. Estos últimos dos materiales no fueron cosechados debido a una alta presencia y ataque de pájaros negros.

Tabla 10. Rendimiento en arroz cáscara ajustado al 13% humedad, diferencia de rendimiento versus el testigo Fortuna INTA (Δ Rto), días a floración (DAF) y a cosecha (DAC) en el sitio FCA-UNNE.

Material	Rendimiento (kg/ha)	Δ Rto (kg)	DAF	DAC
98-4/S6	9210,1	3300,1	120	165
98-2/S6	9138,0	3228,1	120	165
96-3	8584,3	2674,4	120	165
94-5	8451,7	2541,7	120	165
Aldebarán SF	8412,4	2502,4	112	160
Fortuna INTA	5910,0	0,0	120	165
CARNAROLI	*	*	75	*
YERUA	*	*	85	*
Media	8372,5	2462,5	109	153
CV	24,34	82,77	NS	NS
p-valor	0,6151	0,6151	NS	NS

Valores por debajo de la media

* No cosechado por daño de pájaros

CONSIDERACIONES FINALES

Fenológicamente las variedades Carnaroli y Yerua presentan ciclo más corto, entre 78 y 89 días a floración promediando todos los sitios. Los demás materiales rondaron los 113 a 118 días a floración, principalmente debido a que son fotoperiódicos. En cuanto a la altura, Carnaroli y Fortuna INTA fueron 10 y 30 cm -respectivamente- más altos que el resto.

Los sitios FCA-UNNE e INTA Corrientes se caracterizaron por los mayores rindes, y los materiales que se destacaron fueron 94-5, 96-3, 98-2/S6, 98-4/S6 y Aldebarán SF. En Mercedes Carnaroli fue superior a varios mientras que los menores rindes fueron los de Fortuna INTA y el material 94-5.

El porcentaje de enteros fue mayor en la localidad de Mercedes, destacándose los materiales 98-2/S6, 94-5 y Yerua. En INTA Corrientes también se destacó este último mencionado.

El descarte por vaneo (solo evaluado en NTA Corrientes) fue máximo en Fortuna INTA y Carnaroli y mínimo en el material 98-4/S6 seguido de Aldebarán SF.

En la localidad de Berón no hubo diferencias entre materiales. El sitio FCA-UNNE fue el de mayor productividad media, sobresaliendo los materiales 98-2/S6 y 98-4/S6.

En base a los caracteres considerados (rendimiento de granos, vaneo, enteros, industrial, ciclo y características físicas de los granos) se destacan y seguirán siendo evaluados los materiales 96-3, 98-2/S6 y 98-4/S6.

BIBLIOGRAFÍA

Balzarini, M., Di Rienzo, J. 2018. InfoGen versión 2018. FCA - Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.info-gen.com.ar>

CARACTERIZACIÓN DE LÍNEAS DE ARROZ SELECCIONADAS POR SU DESEMPEÑO EN SECANO FAVORECIDO

R.D. Kruger; J.I. Meza y M.L. Fontana

Palabras clave: sequía; riego intermitente; riego por pulsos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz se concentra en el Litoral Argentino. En la campaña 2021/22 se produjeron 1,4 millones de tn en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Formosa y Chaco. Si bien el total de la producción nacional se realiza con riego por inundación (arroz irrigado), el cultivo puede ser producido en otras condiciones, como la de secano. Entre ambas modalidades surgen opciones intermedias que se presentan como alternativas ante la inminente necesidad de conservación del recurso agua agudizado por las condiciones sequía experimentadas recientemente. Con el objeto de generar información referida al desempeño de germoplasma de arroz en condiciones de secano, se procedió a caracterizar materiales en función del cumplimiento y duración del ciclo fenológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 17 líneas originadas de materiales del tipo largo fino (LF): IRGA 424 RI (2), Guri INTA CL (12) y PAC 102 (2) y 1 línea tipo largo ancho (LA) proveniente de FORTUNA INTA, que resultaron de la selección -durante 5 campañas en base a su performance en condiciones de secano, homogeneidad en floración, rendimiento y sanidad. El manejo consistió en la siembra en seco (19/10/22), la fertilización con 200 kg/ha de 4-18-40 (17/10/22) y 100 kg/ha de urea en dos momentos: 11/11/22 y 20/1/23. Se realizaron 2 baños durante el ciclo a fin de simular alguna de las lluvias de un año normal no ocurridas por la extrema sequía en la región.

RESULTADOS

Los datos mostraron que todas las líneas fueron iguales en el tiempo requerido para la emergencia (9 días). En cuanto a los días a floración (DAF), se detectaron 3 grupos: 1) 109 a 113 días: 10 líneas; 2) 118 a 129 días: 6 líneas y 3) 132 a 144 para el caso del material LA. En este sentido, si bien se mantiene la diferencia de DAF propias de las variedades originales, se nota un incremento en los materiales LF. También se observó un incremento en los días necesarios en las líneas LF para su maduración; el período de cosecha fue mayor al habitual en condiciones de riego, demandando entre 167 y 181 días desde la emergencia, independientemente de los DAF (Tabla 1). Este cambio es significativo pues resulta en

*Email: kruger.raul@inta.gob.ar

un aumento importante del ciclo del cultivo, no obstante, otros sistemas productivos arroceros donde el riego es intermitente también evidencian mayor tiempo para cumplir las diferentes etapas fenológicas.

Tabla 1. Altura de plantas, días a floración y cosecha de los materiales evaluados en condiciones de secano favorecido.

Grano	Origen Material	Línea	Días a floración	Días a cosecha	Altura a cosecha (cm)
LA	Fortuna INTA	Fortuna	144,0	181,0	112,5
LF	IRGA 424 RI	26-6/S1	118,0	167,0	67,5
LF	IRGA 424 RI	30-1/S1*	129,0	167,0	69,0
LF	Guri INTA CL	1-6/S1 *	118,0	173,0	71,0
LF	Guri INTA CL	1-6/S2 *	118,0	173,0	70,0
LF	Guri INTA CL	1-6/S3 *	130,0	173,0	69,0
LF	Guri INTA CL	10-6/S1 *	109,0	180,0	77,0
LF	Guri INTA CL	10-6/S2 *	109,0	181,0	75,0
LF	Guri INTA CL	10-6/S4 *	113,0	181,0	74,0
LF	Guri INTA CL	10-6/S5 *	109,0	179,0	73,0
LF	Guri INTA CL	10-6/S6 *	113,5	176,0	76,5
LF	Guri INTA CL	17-6/S1 *	102,0	173,0	74,0
LF	Guri INTA CL	17-6/S3 *	110,3	167,0	75,0
LF	Guri INTA CL	17-6/S5 *	102,0	181,0	86,5
LF	Guri INTA CL	17-6/S6 *	123,0	167,0	73,0
LF	PAC 102	29-1/S1 *	109,0	170,0	70,0
LF	PAC 102	29-1/S3 *	109,0	167,0	67,0
LF	Testigo Guri INTA CL		110,0	179,0	80,0

LA: largo ancho; LF: largo fino.

*Línea en evaluación por surcos, para selección de panojas.

En esta campaña, 2 de las líneas incluidas en el ensayo (26-6/S1 y Fortuna) fueron puestas en condiciones de parcela y se evaluaron atributos tales como rendimiento, porcentaje de granos vanos y rendimiento industrial (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento (arroz cáscara ajustado a 13% de humedad) y rendimiento industrial (enteros y quebrados) de las líneas evaluadas y el testigo.

Línea	Rto (kg/ha)	Vaneo (%)	RI (%)	E (%)	Q (%)	Evaluación sobre
Fortuna	2570,8	16,9	74,1	53,4	20,7	5 parcelas
26-6/S1	5969,7	9,1	67,0	62,1	4,9	18 parcelas
Testigo Guri INTA CL	3077,0	17,1	66,3	55,7	10,6	3 parcelas

Rto: rendimiento de arroz cáscara; RI: rendimiento industrial; E: granos enteros; Q: granos quebrados.

En este sentido –y según la resolución SAGyP N° 1075/94-, los tres materiales estuvieron

por encima del rendimiento industrial mínimo para arroces LA y LF (63%), sin embargo en el porcentaje de enteros ambos materiales LF superaron el mínimo aceptado (54%) pero sobresale la línea 26-6/S1. En el caso del LA, este alcanzó un porcentaje de granos enteros sensiblemente inferior al aceptado. Además, en la tabla 3 se presentan datos referidos a las dimensiones de los granos, tanto enteros como elaborados.

Tabla 3. Dimensiones de granos enteros y elaborados en molino de prueba Suzuki (modelo MT-2011) determinadas con el equipo Rice Analyzer–MachVision®.

Línea	Grano cáscara		Grano elaborado		
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Rel. L/A
Fortuna	9,17	3,14	6,43	2,56	2,50
26-6/S1	8,34	2,41	5,72	2,01	2,83
Testigo Guri INTA CL	8,95	2,36	6,09	1,94	3,10

CONSIDERACIONES FINALES

La información presentada sienta precedentes para avanzar en la temática que aspira a generar germoplasma tolerante a situaciones donde el recurso agua este disponible en cantidades limitadas. En tales casos, el riego permanente puede no ser factible, sin embargo pueden lograrse condiciones de secano favorecido aprovechando la infraestructura para riego propia de las chacras arroceras. La selección de materiales con buen desempeño frente a stress hídrico podría representar una buena alternativa de producción en los escenarios de sequía que vienen ocurriendo con frecuencia.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE DOS NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ DE INTA CORRIENTES

R.D. Kruger*; J. Escobar; F. Aranda; A. Aranda; D. Barrientos; D. Berger; D. Rodríguez; D. Lencina; R.A. Aranda; M.I. Pachecoy y P. Pizzio¹

Palabras clave: calidad; fenología; mejoramiento; Mercedes; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Previo al registro de una nueva variedad en INASE es imperativo comprender su desempeño en una escala más amplia que la utilizada en lotes experimentales. Con dicha premisa, se establecieron lotes demostrativos en las localidades de Mercedes y El Sombrero, en Corrientes. Estos lotes permitieron analizar aspectos generales de interés y, al mismo tiempo, presentar los nuevos cultivares al sector.

Las variedades en cuestión se denominan PAC 101 y PAC 103 (PAC: Proyecto Arroz Corrientes). Ambas, de ciclo intermedio, tienen origen FLAR, significando ello una genética distinta a la que prevalece en la región en la actualidad.

Desde un punto de vista experimental, en campañas anteriores, ambas líneas demostraron un desempeño muy satisfactorio en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes. Durante la campaña 21/22, PAC 101 alcanzó un rendimiento promedio de 10.340 kg/ha (con un 63% de granos enteros y un ciclo de floración de 92 días), mientras que en la campaña 20/21, su rendimiento promedio fue de 9.748 kg/ha (con un 61% de granos enteros y un ciclo de floración de 99 días). En esas mismas campañas, PAC 103 registró rendimientos de 10.815 kg/ha (con un 60% de granos enteros y un ciclo de floración de 95 días) y 10.069 kg/ha (con un 55% de granos enteros y un ciclo de floración de 100 días), respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios:

- EEA INTA Corrientes (27°40'10.63"S; 58°45'45.37"O)
- Mercedes (29°9'36.52"S; 57°54'7.16"O)

Manejo:

Densidad de siembra: con el objeto de lograr un stand de plantas de 250 pl/m², para cada material se calculó la densidad de acuerdo al PG y peso de 1000 semillas (Tabla 1).

En la EEA INTA Corrientes, la siembra se llevó a cabo con una sembradora Franhauser con una distancia entre surcos de 17,5 cm. Igual distanciamiento se utilizó en la localidad de Mercedes. Los registros de fecha de siembra y emergencia se presentan en la tabla 1. Las

¹ COPRA / *Email: kruger.raul@inta.gob.ar

variaciones entre sitios responden a las condiciones y maquinaria usada propias de cada lugar.

Tabla 1. Sitio demostrativo, cultivar, peso de 1000 semillas (PMG), poder germinativo (PG), densidad de siembra (kg/ha), fecha de siembra y de emergencia.

Sitio	Cultivar	PMG (g)	PG (%)	Densidad (kg/ha)	Fecha de siembra	Fecha de emergencia
EEA INTA Corrientes	PAC 101	23	92	83	17/10/2022	25/10/2022
	PAC 103	28	90	101	17/10/2022	25/10/2022
Mercedes	PAC 101	23	92	85	15/10/2022	22/10/2022
	PAC 103	28	90	95	15/10/2022	22/10/2022

EEA INTA Corrientes:

Control de malezas

- Herbicidas pre-siembra: 19/10/22: Glifosato 66% 2,5 lt/ha + Metsulfuron metil 60% 5 g/ha + Pala active® 40 cm³/100 L. agua. Pulverizadora Jacto Condorito. Caudal: 130 L/ha.
- Herbicidas post-emergente: 10/11/22: Corrector Trop CS® 50 cm³/100 L. agua + Cyhalofop butil 21.4% + Penoxsulam 3% (RebelEX®) 1,8 L/ha + Pala active® 50 cm³/100 L. agua. Pulverizadora Jacto Condorito. Caudal: 130 L/ha.

Fertilización

- de base: No tuvo.
- de cobertura: 10/11/22; Urea 200 kg/ha.

Riego: Inicio 12/11/2022, Fin 30/02/2023

Mercedes: Control de malezas y fertilización según manejo del productor.

En ambas localidades se cosecharon los lotes completos con cosechadora mecánica. Se determinó la superficie sembrada, humedad de cosecha y se corrigió el rendimiento al 13%.

RESULTADOS

La implantación del cultivo fue óptima, en la EEA INTA Corrientes ambos lotes lograron una densidad media entre 230 a 250 pl/m², con una emergencia promedio a los 8 días después de la siembra (Tabla 1). En Mercedes, si bien no pudo determinarse la densidad lograda, la distribución y emergencia fue muy pareja, a los 7 días después de la siembra (Tabla 1).

El control de malezas en todos los lotes fue bueno.

En la EEA INTA Corrientes, el lote de PAC 103 sufrió un ataque de patos al inicio de cultivo. Se estimó una pérdida de 10% del área, el cual fue desconsiderado para el cálculo de rendi-

miento. En este sitio los días a floración del PAC 101 y PAC 103 fueron de 93 y 96 días respectivamente.

En la tabla 2 se presentan los datos de cosecha en las dos localidades. Cabe aclarar que la humedad registrada fue muy inferior al ideal debido a complicaciones operativas en ambos sitios.

Tabla 2. Fecha de cosecha, superficie (hectárea), producción (kg seco), rendimiento (kg/ha) y humedad de cosecha (%) en los sitios EEA Corrientes y Mercedes.

Sitio	Cultivar	Fecha cosecha	Superficie (ha)	Producción (kg seco)	Rendimiento (kg/ha)	Humedad de Cosecha (%)
EEA INTA Corrientes	PAC 101	23/03/2023	0,35	2925	8348,60	15,8
	PAC 103	30/03/2023	0,47	3635	7734,10	13,5
Mercedes	PAC 101	15/03/2023	1,66	16142	9724,10	16,1
	PAC 103	20/03/2023	1,70	13950	8205,88	14,5

La campaña se caracterizó por una alta radiación (sin datos) y temperatura durante prefloración a llenado de granos, acompañadas de bajas precipitaciones y baja humedad relativa durante prácticamente todo el ciclo del cultivo (figuras 1a y b de la EEA INTA Corrientes). Desde el punto de vista sanitario no se observaron síntomas relevantes durante esta campaña.

Figura 1. Datos climáticos diarios del periodo emergencia – cosecha completa del ensayo evaluado. a) Temperatura y b) Precipitación y humedad. Estación meteorológica Sombrerito - EEA Corrientes (Nimbus THP – Identificación: A872916).



Las altas temperaturas predominantes en el periodo reproductivo pudieron haber afectado el rendimiento medio. Los datos de calidad industrial y porcentaje de granos enteros se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de granos enteros y rendimiento industrial (%) en los lotes demostrativos de la EEA INTA Corrientes y de Mercedes.

Sitio	Cultivar	Granos enteros (%)	Rendimiento Industrial (%)
EEA INTA Corrientes	PAC 101	60,6	69,1
	PAC 103	54,2	68,0
Mercedes	PAC 101	58,1	71,0
	PAC 103	58,0	69,0

CONSIDERACIONES FINALES

Es la primera campaña donde el comportamiento en macroparcels de estos dos materiales es observado. En ambos sitios se verificó una mayor productividad de PAC 101.

Cabe destacar que en la EEA INTA Corrientes los rendimientos de ambos materiales fueron buenos, aun cuando no se realizó una fertilización de base.

Se proyecta continuar con estas evaluaciones e incorporar mas detalle respecto al análisis físicos de granos y de calidad culinaria.

PERFORMANCE DEL ECTRAN PLUS EN APLICACIONES EN POSTEMERGENCIA DE ARROZ

R.D. Kruger*; M.L. Fontana; J. Meza; C. Roca¹ y L. Guerrieri¹

Palabras clave: eficiencia de control; fitotoxicidad; malezas tolerantes.

INTRODUCCIÓN

Las malezas, especialmente las gramíneas, son una de las principales causas de mermas de rendimiento en el cultivo de arroz por las pérdidas que ocasionan al competir por nutrientes, agua y luz. Dentro de un esquema de control integrado de malezas, el uso de herbicidas químicos es una importante herramienta que colabora a minimizar las pérdidas de rinde. Además, los lotes libres de ellas permiten que los granos cosechados lleguen al secadero con menos material extraño y con una humedad más uniforme, lo que repercute en la calidad del producto entregado y, por lo tanto, en el precio que recibe el productor. Muchos de los controles son ineficaces debido a las fallas en la aplicación, falta de conocimiento en el uso de coadyuvantes, mezclas o aplicaciones en momentos con condiciones inapropiadas, o tolerancias en ciertos sitios de acción, entre otros. Por ello, evaluar y generar información sobre algunas mezclas con otros fitosanitarios que poseen distintos modos de acción permitirá conocer su comportamiento y mejorar la eficiencia de aplicación de estos herbicidas, recomendando su buen uso y evitando que sean reemplazados rápidamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la performance del Ectran plus junto a otros herbicidas para el control de gramíneas, ciperáceas y latifoliadas en el cultivo de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se implantó en la EEA Corrientes en la campaña 2022/23, sobre un suelo Argiudol ácuico (Serie Treviño): franco fina, mixta. Color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida.

Los tratamientos se presentan en la tabla 1. Se emplearon los herbicidas:

- Bispiribac sodio 40% (Ectran®), modo de acción: B (HRAC)
- Cyhalofop butil 36% (Claron®), modo de acción: A (HRAC)
- Bispiribac sodio 4% + Quinclorac 37.5% (Ectran plus®), modo de acción: B + O (HRAC)
- Halosulfuron metil 75% (Sempra®), modo de acción: B (HRAC).
- Bentazon 60% (Basagran®), modo de acción: C3 (HRAC).

Excepto el testigo, se incluyó –como coadyuvante- EMAG 75% (Zinax®) a razón de 0,5 L/ha.

Diseño experimental: Diseño completamente aleatorizado (DCA) con 4 repeticiones. Parcelas de 9 m² (6 m² tratados + 3 m² como testigo apareado).

¹ Agrofina Argentina SA. *Email: kruger.raul@inta.gob.ar

Tabla 1. Tratamiento, material y dosis herbicidas.

Trat.	Producto 1	Producto 2	Dosis 1 (L/ha)	Dosis 2 (L/ha)	EMAG 75% (Zinax®)
1	Testigo		---	---	---
2	Bispiribac Sodio 40% (Ectran®)		0,1		0,5
3	Bispiribac Sodio 40% (Ectran®)	Cyhalofop etil 36% (Claron®)	0,1	1	0,5
4	Bispyribac-sodio 4% + quinclorac 37,5% (Ectran plus®)		1		0,5
5	Bispyribac-sodio 4% + quinclorac 37,5% (Ectran plus®)	Halosulfuron metil 75% (Sempra®)	1	0,1	0,5
6	Bispyribac-sodio 4% + quinclorac 37,5% (Ectran plus®)	Cyhalofop etil 36% (Claron®)	1	1	0,5
7	Bispyribac-sodio 4% + quinclorac 37,5% (Ectran plus®)	Bentazon 60% (Basagran®)	1	1,5	0,5

Manejo del ensayo

- Cultivo antecesor: Arroz. Preparación de lote de tipo convencional.
- Siembra: 18/11/22, con sembradora experimental Semina. Parcela de 18 líneas a 17,5 cm entre si y 6 m de largo.
- Variedad: IRGA 424, a razón de 75 kg/ha con una densidad de 310 semillas/m².
- Fertilización: Base de 100 kg/ha de una mezcla física 4-18-40 (18/11/22); Nitrogenada (Urea) 100 kg/ha (13/12/22, previo a la aplicación de los tratamientos).
- Reseteo de malezas: Corrector de pH (Trop SC®) 50 cm³/100 L agua + Glifosato 66 % (March®) 2 L/ha + Coadyuvante (Pala Active®) 50 cm³/ha; 24/11/2022.
- Herbicidas PRE-EMERGENTES: No se aplicaron con el objetivo que tener la mayor población de malezas posibles.
- Herbicidas POSTEMERGENCIA: según tratamientos (Tabla 1), 13/12/22.
- Insecticidas y fungicidas: No fue necesario la aplicación
- Inicio Riego: 15/12/2022; Altura de la lámina de agua: 5 – 10 cm

Características de la aplicación

Las aplicaciones fueron realizadas en post-emergencia del cultivo con mochila presurizada a CO₂ a presión constante, con barra porta picos de 1,5 m de ancho con un despegue de 40 cm por sobre el nivel del suelo, separados cada 50 cm, con pastillas anti-deriva (80-02) y caudal de 151 L/ha. En el tratamiento testigo no se realizó aplicación.

Momento de aplicación: 4 hojas de arroz- inicio de macollaje; 13/12/2022. En la tabla 2 y figura 1 se pueden observar las condiciones al momento de la aplicación.

Tabla 2. Datos registrados mediante Anemómetro y Termo higrómetro Skywatch Atmos*. Los demás datos obtenidos de la Estación meteorológica: Sombrerito - EEA Corrientes, Tipo: Nimbus THP.

Datos meteorológicos			
Fecha aplicación	13/12/2022	Velocidad viento	1,8 km/h*
Horario de aplicación	9 a 11 hs, soleado.	Precipitación horas post aplicación	0 mm
Humedad superficial	muy buena	Precipitación 1 semana antes	24 mm
Temperatura aire	29,4 °C*	Precipitación 1 semana después	0,5 mm
Humedad relativa	42%*		

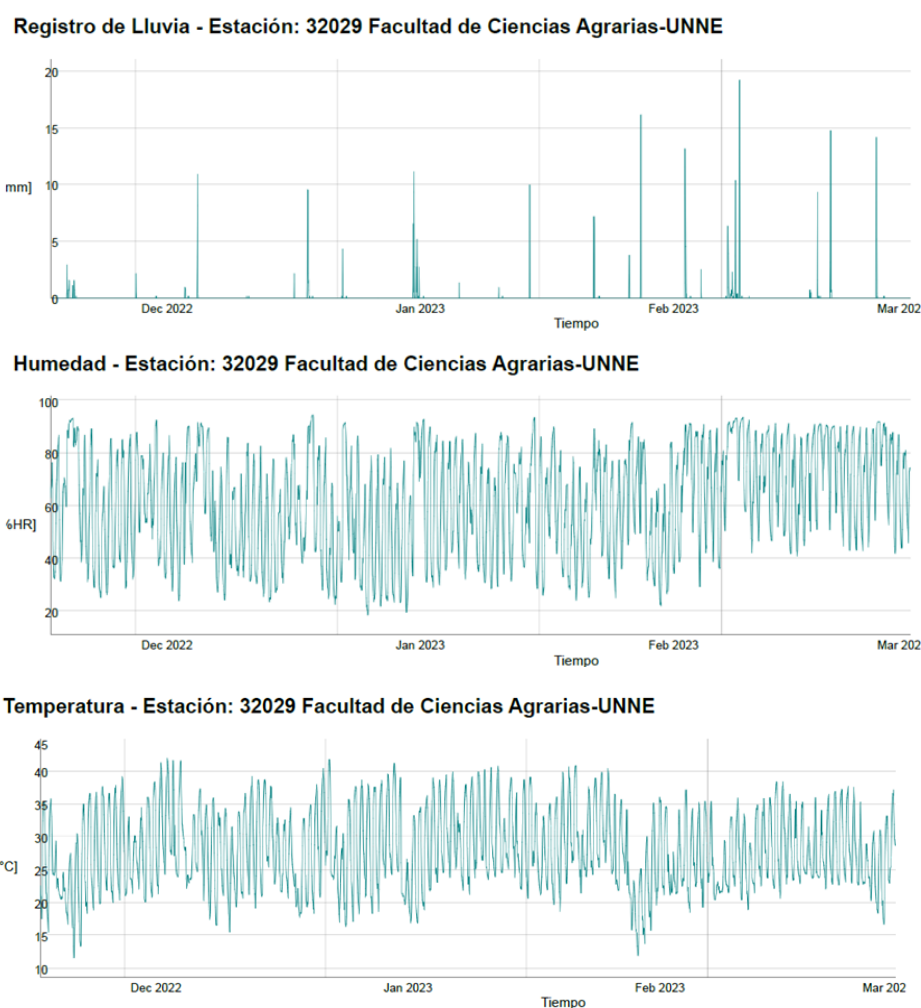


Figura 1. Variables atmosféricas registradas por la Estación meteorológica 32029 Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE (Omixon), desde siembra (18/12/2022) a cosecha (29/03/2023).

Determinaciones al cultivo

- Fenología: Fecha de siembra, emergencia, floración y cosecha.
- Evaluación previa aplicación: Stand de plantas (número de plantas/m²).
- Evaluaciones post aplicación: Evaluación de Fitotoxicidad del cultivo a los 14 y 28 días después de aplicado sobre el arroz. Para esta evaluación se empleó la escala de sintomatología propues-

ta por la EWRS (European Weed Research Society) (Champion, 2000) (Tabla 3).

- Rendimiento en grano (kg/ha): Se determinó rendimiento de arroz cáscara por hectárea, para ello se procedió al corte manual (con foiza) de 1 m² sobre el área tratada de cada parcela. La trilla se efectuó mediante una trilladora estacionaria. Estas muestras fueron colocadas en bolsas de arpillera y llevadas a secadero. Finalmente, de las muestras se registraron su peso y humedad. El rendimiento es expresado en kg/ha corrigiendo la humedad al 13%.

Determinaciones de malezas

- *Evaluación previa aplicación:* Stand de malezas (Por grupo de especies: gramíneas –Gr-, latifoliadas –Lat-, ciperáceas –Cip-) por bloque (Figura 2).
- *Evaluaciones post aplicación:* Eficacia de control del grupo de malezas presentes (Gr, Lat, Cip) a los 14 y 28 después de aplicado. Para esta evaluación se empleó la escala de sintomatología propuesta por la EWRS (Tabla 3).

Tabla 3. Escala propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar el control de malezas y fitotoxicidad al cultivo por herbicidas.

Valor de Escala	Efecto sobre la maleza	Efecto sobre el cultivo
1	Muerte completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente control en la práctica	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
-----Hasta aquí el límite de aceptabilidad-----		
5	Control medio	Daño medio
6	Control regular	Daño elevado
7	Pobre control	Daño muy elevado
8	Muy pobre control	Daño severo
9	Sin efecto	Muerte

Transformación de la Escala Puntual Logarítmica de la EWRS a la Escala porcentual

Valor de la Escala	% de Control de Maleza	% de Fitotoxicidad al Cultivo
1	99.0 – 100.0	0.0 – 1.0
2	96.5 – 99.9	1.0 – 3.5
3	93.0 – 96.5	3.5 – 7.0
4	87.5 – 93.0	7.0 – 12.5
5	80.0 – 87.5	12.5 – 20.0
6	70.0 – 80.0	20.0 – 30.0
7	50.0 – 70.0	30.0 – 50.0
8	1.0 – 50.0	50.0 – 99.0
9	0.0 – 1.0	99.0 – 100.0

Los datos fueron sometidos a análisis estadístico usando el Paquete estadístico InfoGen versión 2018p. Los datos de cada tratamiento fueron comparados mediante ANOVA por medio del test de Duncan ($\alpha = 0,05$).



RESULTADOS

El cultivo emergió 9 días después de la siembra (26/11/22). El inicio de macollaje ocurrió a los 16 días después de la emergencia (dde). La floración y la maduración tuvieron lugar a los 90 y 118 dde respectivamente. La cosecha se llevó a cabo a los 123 dde. El promedio de densidad de plantas logradas fue de 175 plantas/m² a los 18 dde. En la tabla 4 se presenta el relevamiento inicial de malezas por grupo (familia botánica) a los 18 dde del arroz. En los lotes relevados se verificó mayor presencia de gramíneas respecto de los otros dos grupos considerados; la población de ciperáceas fue superior en los bloques 1 y 2. Las gramíneas se encontraban en tres tamaños diferentes (1-2 macollos, 1-3 hojas y en hoja cotiledonar), mientras que las ciperáceas con 3-4 hojas y las latifoliadas en estado cotiledonar o con 1 a 2 hojas (Figura 3).

Tabla 4. Relevamiento inicial de grupo de especies.

Bloque	Gramíneas (Gr/m ²)			Ciperáceas (Cip/m ²)	Latifoliadas (Lat/m ²)
	Capin.Mac	Capin.1-3h	Capin.Cotil		
4	165,7	120,0	165,0	5,7	5,7
3	34,3	137,1	160,0	5,7	5,7
2	34,3	125,7	205,0	40,0	11,4
1	302,9	331,4	405,0	125,7	0,0
Promedio	134,3	178,6	233,8	44,3	5,7

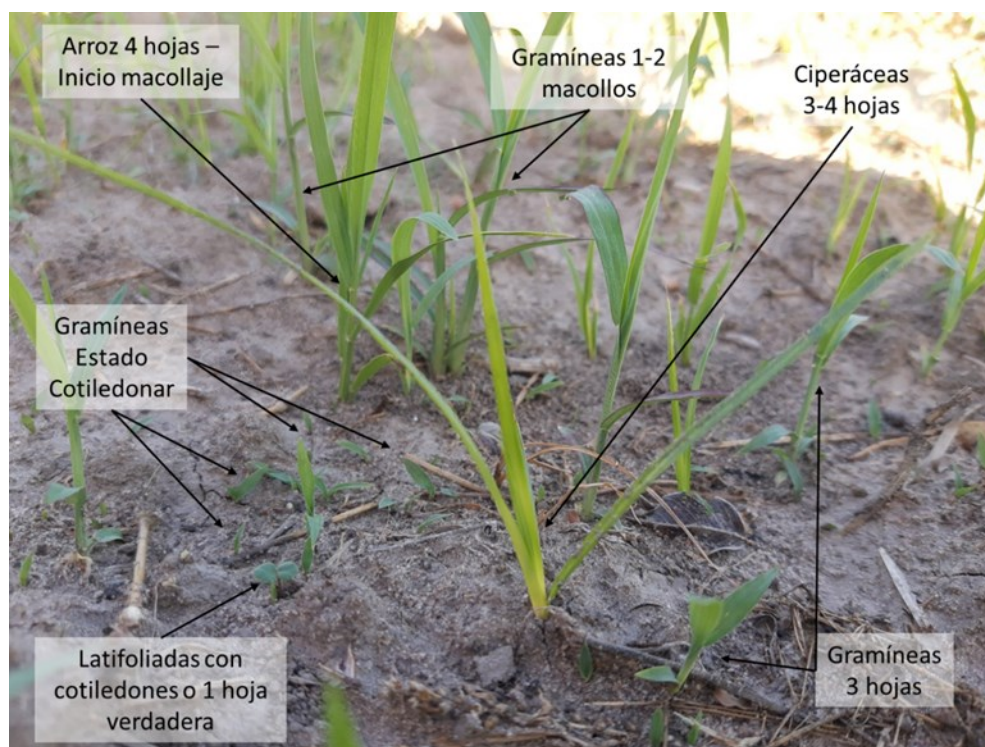


Figura 3. Situación inicial al momento de la aplicación de los diferentes tratamientos.

No se observó efecto fitotóxico sobre el cultivo de arroz a los 14 y 21 días después de la aplicación (dda).

Se analizó el control de malezas de los tratamientos a los 14 y 28 dda (Tablas 6 y 7). Se observan diferencias de control en ambos momentos, resultando mayor la eficacia de los tratamientos EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax (6) y EctrPlus.1000+Semp.100+Zinax (5) para gramíneas, ciperáceas y latifoliadas principalmente a los 28 dda.

Tabla 6. Evaluación de eficacia de control a los 14 días después de la aplicación de los tratamientos.

N	Tratamiento	% Control_ Gramíneas	% Control_ Ciperáceas	% Control_ Latifoliadas
6	EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax	91 ± 7,51 A	79 ± 9,0 A	95 ± 6,9 A
5	EctrPlus.1000+Semp.100+Zinax	89 ± 7,51 A	85 ± 9,0 A	83 ± 6,0 A
4	EctPlus.1000+Zinax	73 ± 7,51 A B	39 ± 9,0 B	81 ± 6,0 A
3	Ect.100+Clar.1000+Zinax	64 ± 7,51 B C	70 ± 9,0 A	85 ± 6,9 A
7	EctPlus.1000+Basag.1500+Zinax	63 ± 7,51 B C	73 ± 10,4 A	80 ± 6,9 A
2	Ect.100+Zinax	48 ± 7,51 C	20 ± 9,0 B C	76 ± 6,9 A
1	Testigo	0 ± 7,51 D	0 ± 9,0 C	0 ± 6,0 B
	<i>R² aj</i>	0,79	0,73	0,88
	<i>CV</i>	24,08	35,08	17,34
	<i>p-valor</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Tabla 7. Evaluación de eficacia de control a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos.

N	Tratamiento	% Control_ Gramíneas	% Control_ Ciperáceas	% Control_ Latifoliadas
6	EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax	91 ± 7,96 A	93 ± 7,9 A	97 ± 2,5 A
5	EctrPlus.1000+Semp.100+Zinax	83 ± 7,96 A B	89 ± 7,9 A	97 ± 2,1 A
4	EctPlus.1000+Zinax	65 ± 7,96 B C	43 ± 7,9 B	89 ± 2,1 B
3	Ect.100+Clar.1000+Zinax	64 ± 7,96 B C	76 ± 7,9 A	96 ± 2,5 A B
7	EctPlus.1000+Basag.1500+Zinax	53 ± 7,96 C	77 ± 9,2 A	94 ± 2,5 A B
2	Ect.100+Zinax	50 ± 7,96 C	43 ± 7,9 B	91 ± 2,5 A B
1	Testigo	0 ± 7,96 D	0 ± 7,9 C	0 ± 2,1 C
	<i>R² aj</i>	0,76	0,79	0,99
	<i>CV</i>	27,51	26,83	5,45
	<i>p-valor</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Se identificaron las diferentes especies que aparecieron en el ensayo, indicándose en la tabla 8 el grupo al cual pertenecen, nombre común y científico. No todas las especies aparecieron en cada parcela, sino que su distribución fue azarosa. *Echinochloa colona* y *Cyperus iria* fueron las predominantes.

Tabla 8. Especies presentes en el ensayo.

Grupo Botánico	Nombre común	Nombre científico
POACEAS (Gramíneas)	Capín, pasto colorado, arrocillo	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link
	Capines	<i>Echinochloa spp.</i>
CIPERACEAS	Iria, Junquillo	<i>Cyperus iria</i> L.
	Pasto bolita; Pasto cebollita, cipero	<i>Cyperus entrerianus</i> Boeck.var. <i>enterianus</i>
LATIFOLIADAS (Hoja Ancha)	Porotillo – Espinillo	<i>Aeschynomene denticulata</i>
	Verdolaga	<i>Portulaca spp.</i>
	Flor amarilla	<i>Ludwigia spp.</i>
	Porotillo rojo	<i>Macrophthilium lathyroides</i>

En la tabla 9 se muestra el rendimiento de arroz cáscara seco al 13% de humedad, donde se observa que el tratamiento EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax (6) presenta un rinde mayor a todos los tratamientos, solo diferenciándose de 2 tratamientos (Ect.100+Zinax y Testigo).

Tabla 9. Rendimiento (kg/ha).

N	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)			
6	EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax	6701,53	±	462	A
3	Ect.100+Clar.1000+Zinax	6334,73	±	462	A B
7	EctPlus.1000+Basag.1500+Zinax	5776,43	±	462	A B
4	EctPlus.1000+Zinax	5537,75	±	462	A B
5	EctrPlus.1000+Semp.100+Zinax	5433,73	±	462	A B
2	Ect.100+Zinax	4931,95	±	462	B
1	Testigo	2360,80	±	462	C
R2 aj		0,65			
CV		17,45			
p-valor		0,0001			

CONSIDERACIONES FINALES

- No se observaron síntomas de fitotoxicidad a los 14 y 28 dda con las mezclas evaluadas.
- El regular nivel de control logrado y los rendimientos inferiores a los normales (Media ensayo: 5297 kg/ha, variando desde 1481 a 7446 kg) pueden atribuirse a las características del sitio donde fue implantado el ensayo: banco de semillas abundante, lotes sin rotación con alto predominio de malezas (principalmente *Echinochloa colona* y *Cyperus iria*), con tolerancias en distintos niveles al grupo de las imidazolinonas. Tales situaciones son poco habituales, pero suceden en algunos campos destinados a la siembra de arroz. Sumado a esto, se evitó llevar a cabo una reducción de los nacimientos mediante herbicidas preemergentes.

- En las condiciones previamente descriptas, el tratamiento con mejor performance fue el EctPlus.1000+Clar.1000+Zinax (6), en cuanto al rendimiento y a la eficacia de control de gramíneas, ciperáceas y latifoliadas.

BIBLIOGRAFÍA

Balzarini, M., Di Rienzo, J. 2018. InfoGen versión 2018. FCA - Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.info-gen.com.ar>

Champion, G.T. 2000. Bright and the field scale evaluations herbicides tolerant. G M Trials. AICC Newsletter, December 2000, 7.

EWRS. European Weed Research Society. <https://ewrs.org/en>. Ultima consulta: Junio 2021.

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE UREA EN TRES MATERIALES DE ARROZ

L.G. Herber*; J. Colazo¹; E.M. Aguiar y E. Fogar²

Palabras clave: Angiru INTA CL, CR1329, LD522CL, urea.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores que influyen en el rendimiento del cultivo de arroz y la nutrición desempeña un papel fundamental para que las plantas puedan expresar su potencial de producción. El aprovechamiento genético de las plantas, que se refleja en la productividad, representa aproximadamente el 60% de este potencial. El desafío que enfrentamos es maximizar los rendimientos, y la fertilización se destaca como una de las prácticas más importantes para alcanzar este objetivo. Para lograrlo, es esencial garantizar que los nutrientes aplicados y los presentes en el suelo sean absorbidos y asimilados eficazmente por las plantas.

Con el objetivo de evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada mediante la aplicación de dosis crecientes de urea, se trabajó con tres materiales:

- Angiru INTA CL: segundo año de ensayo a fines de tener información sólida sobre la dosis óptima de urea para maximizar rendimiento y validar los datos de panza blanca.
- Cr1329: material LF avanzado del GTMGA (+/- 9 días Guri INTA CL), con 3 campañas de evaluación en ensayos regionales mostrando alta performance, con lo cual la propuesta fue comenzar a trabajar en el ajuste de manejo del mismo antes de su inscripción.
- LD522CL: híbrido de la empresa BASF, de ciclo intermedio, con alto potencial de rendimiento y calidad de grano. Posee tecnología Clearfield® para el control de malezas, tolerancia moderada a Pyricularia, muy buena performance de desarrollo y alto vigor para enfrentar estreses bióticos y abióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela sobre la que se sembró el ensayo contaba con dos años de descanso; la preparación de suelo se llevó a cabo en los meses de otoño/invierno y consistió en una pasada de rastra liviana y dos rastras de diente. Los ensayos se sembraron el día 1/11/2022 con una sembradora Semina (fecha de emergencia 16/11/2022), resultando en un tamaño de parcela de 6,12 m² (7 surcos * 0,17 m * 5 m) (Figura 1). La fertilización de base fue de 250 kg/ha 4-18-40, aplicados al voleo luego de la siembra. Las dosis de urea estudiadas fueron de 0, 80, 160, 240, 300, 350 y 400 kg/ha de urea aplicadas 100% en IR. Se realizó control de malezas y plagas acorde a las necesidades del ensayo.

¹ EEA INTA Concepción del Uruguay / ² BASF. *Email: herber.luciana@inta.gob.ar



Figura 1.
Disposición de
ensayos
sembrados en la EEA INTA
Corrientes.

RESULTADOS

Angiru INTA CL

Los rendimientos obtenidos en este ensayo, se presentan en la figura 2 y tabla 1. Se logró una curva con un ajuste de $R^2=0,75$, en la misma puede observarse que los rendimientos en general aumentan conforme aumentan las dosis de urea hasta la dosis óptima de 215 kg/ha (máxima productividad de grano 9.357 kg/ha) luego de la cual los rendimientos empiezan a decrecer.

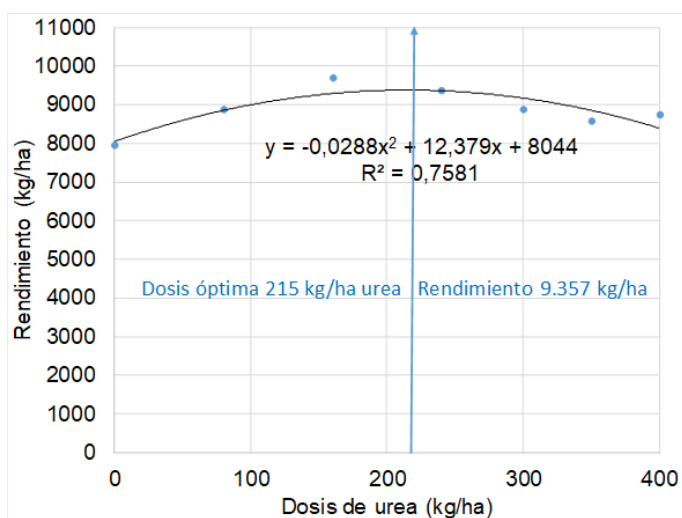


Figura 2. Rendimientos obtenidos para la variedad Angiru INTA CL en función de la dosis de urea.

Tabla 1. Rendimientos obtenidos.

Urea (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	
0	7928	C
80	8858	B
160	9668	A
240	9344	AB
300	8860	B
350	8563	BC
400	8729	B
<i>P-valor</i>	<i>0,0098</i>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los componentes de rendimiento que mayor contribuyeron a la generación del mismo fueron el número de granos llenos/panoja y el % de vano (Tabla 2).

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables % de grano entero (E) y rendimiento industrial (RI, %). El valor de panza blanca (PB) promedio del ensayo fue de 1,5% (Tabla 3).

Tabla 2. Componentes de rendimiento*

Urea (kg/ha)	Nº pl/m ²	Nº Panojas/m ²	Granos llenos/panoja	P ₁₀₀₀	% vano
0	234	621	77,60 C	25	21,27 A
80	301	667	90,00 BC	25	13,80 B
160	280	674	106,0 A	26	13,00 B
240	284	570	93,60 AB	25	13,67 B
300	240	629	94,87 AB	26	20,67 A
350	278	651	82,73 BC	26	22,87 A
400	257	680	89,00 BC	24	21,13 A
<i>p valor</i>	0,77	0,92	0,0059	0,59	0,012

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 3. Componentes de rendimiento*

Urea (Kg/ha)	E (%)	RI (%)	PB (%)
0	60	69	1,3
80	58	69	1,6
160	56	68	1,7
240	55	68	1,9
300	57	68	0,8
350	57	68	1,8
400	59	68	1,2
<i>P-valor</i>	0,29	0,705	
	Promedio PB	1,5	



Cultivar Angiru INTA CL

Cr1329 CL

Los rendimientos obtenidos en este ensayo se presentan en la figura 3 y tabla 4. Se logró una curva con un ajuste mejor que la anterior de $R^2=0,88$, en la misma puede observarse que los rendimientos en general aumentan conforme aumentan las dosis de urea hasta la dosis óptima de 221 kg/ha (máxima productividad de grano 9.639 kg/ha).

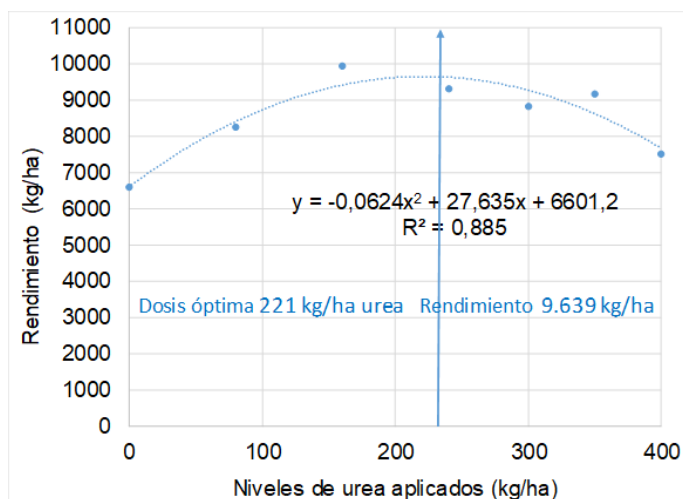


Figura 3. Rendimientos obtenidos para Cr1329 en función de la dosis de urea aplicada.

Tabla 4. Rendimientos obtenidos.

Urea (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	
0	6590	D
80	8249	BC
160	9943	A
240	9312	AB
300	8846	ABC
350	9187	AB
400	7527	CD
<i>P-valor</i>	<i>0,0098</i>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos tanto para los valores de % grano entero (E) y rendimiento industrial (RI %). Las dosis de 160, 300 y 400 kg/ha de urea presentaron valores de panza blanca (PB) por encima de 1 % (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros de calidad industrial.

Urea (Kg/ha)	E (%)	RI (%)	PB (%)
0	59 C	67,9 D	0,4
80	60 C	69,5 BC	0,8
160	60 BC	69,2 C	1,2
240	60 BC	70,43 A	0,8
300	62 AB	70,27 AB	1,7
350	62 A	70,27 AB	0,8
400	62 AB	70,77 A	1,2
<i>P-valor</i>	<i>0,0166</i>	<i>0,0001</i>	
		Promedio PB	1,5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Cr1329 CL. A) parcela 754 (80 kg/ha urea) y 755 (160 kg/ha urea); B) y panoja del tallo principal

LD522 CL

El ensayo presentó en promedio 193 plantas/m². Los rendimientos obtenidos en este ensayo se presentan en la figura 4 y tabla 6. No se presentan diferencias significativas entre los tratamientos de 240, 300 y 400 kg/ha de urea. Se logró una curva con buen ajuste ($R^2=0,89$), en la misma puede observarse que los rendimientos en general aumentan conforme aumentan las dosis de urea hasta la dosis de 300 kg/ha luego de la cual empiezan a decrecer. La dosis óptima calculada fue de 313 kg/ha con la cual se obtuvo un rendimiento de 9.881 kg/ha de arroz.

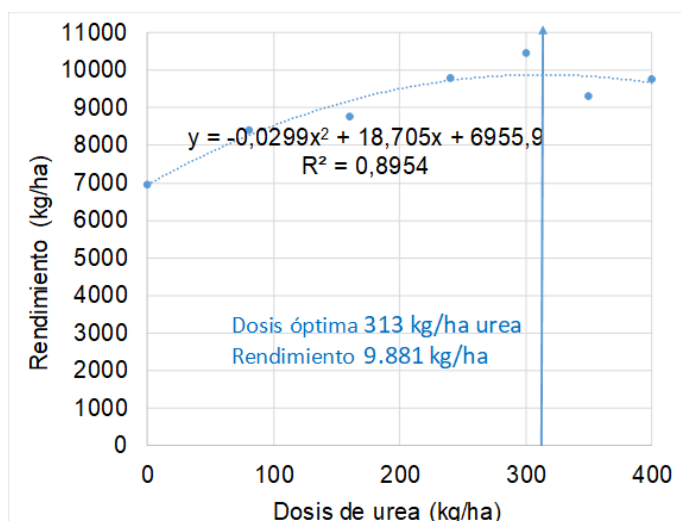
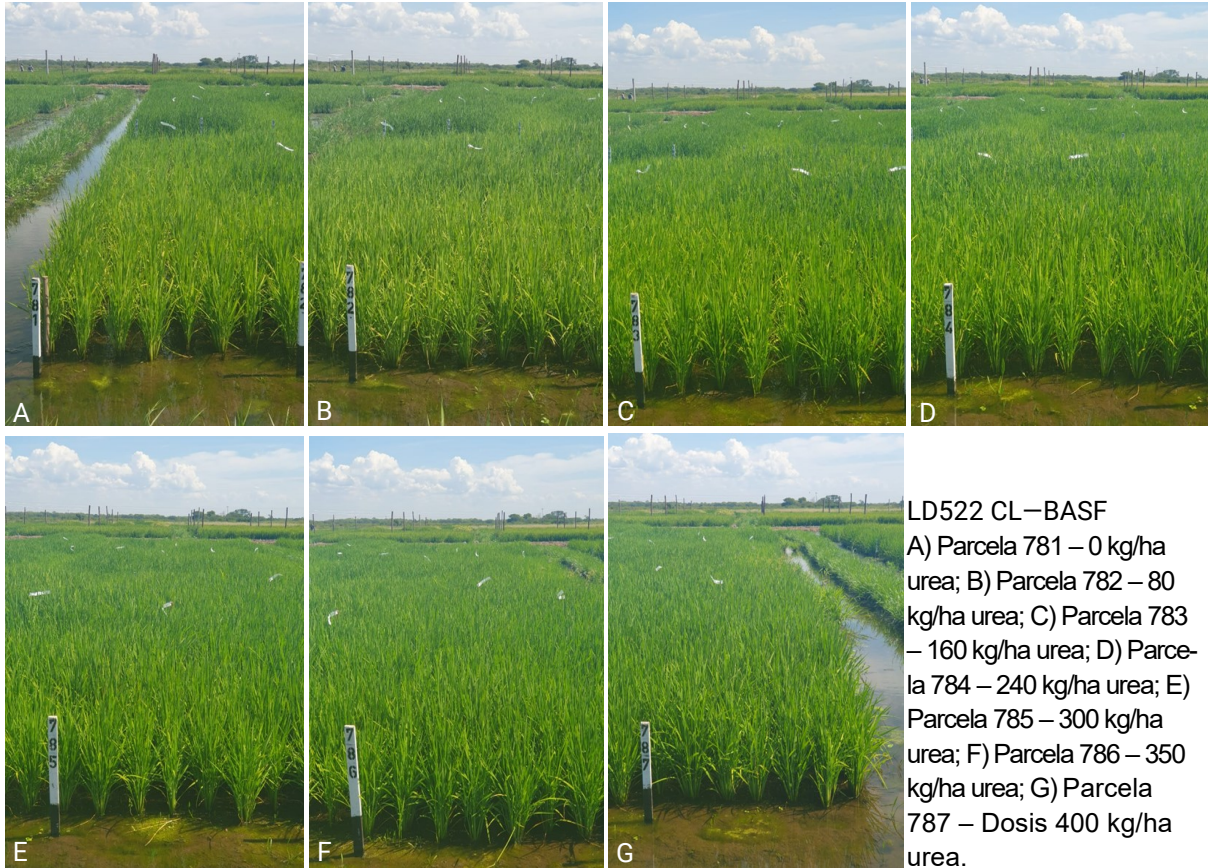


Figura 4. Rendimientos obtenidos para LD522CL en función de la dosis de urea.

Tabla 6. Rendimientos obtenidos.

Urea (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	
300	10473	A
240	9801	AB
400	9754	ABC
350	9319	BCD
160	8775	CD
80	8419	D
0	6961	E
<i>P-valor</i>	<i>0,0006</i>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).



CONSIDERACIONES FINALES

- Angiru presentó estabilidad en los rendimientos en las dos campañas evaluadas 9.357 kg/ha (21/22) y 11.493 (22/23) para dosis de urea entre 215 y 250 kg/ha aplicadas 100% en IR. El análisis conjunto de ambas campañas evidenció respuesta al ambiente.—Los componentes responsables del mismo estuvieron asociados a mayor N° de granos llenos por panoja y menor % de granos vanos. En lo que respecta a respuesta a la fertilización, tiene un comportamiento similar a Gurí INTA CL en años niña, alcanzando rendimientos entre 10.000 y 10.500 kg/ha de grano con dosis de 230 kg/ha de urea aplicados 100% en IR (véase Informe anual Proyecto Arroz. Vol XXI—2013, págs. 41-48). Con respecto a la variable panza blanca, este material presentó valores de 1,95% (21/22) y 1,5% (22/23), ambos registros por encima del valor base (1%) admitido en las normas de calidad para la comercialización de granos y subproductos (Res. ex SAGyP N° 1075/94).
- Cr1329 participa por primera vez en ensayos en la provincia. Logró un rendimiento en grano de 9.639 kg/ha con una dosis de 220 kg/ha de urea aplicada 100% en IR. Es un material con un ciclo de 8-10 días más largo que Gurí, esto puede presentar ventajas competitivas en la zona debido a la posibilidad del ciclo para explorar las condiciones ambientales. Pudo notarse heterogeneidad entre el tamaño de la panoja del tallo principal y de los macollos lo que ameritaría trabajar en densidad de siembra. Asimismo deberían estudiarse detalladamente los componentes de rendimiento.

- Para LD522 CL el uso de 300 kg/ha logró el mayor rendimiento (10.473 kg/ha), aunque estadísticamente este no fue diferente de los tratamientos 240 y 400 kg/ha de urea. La dosis óptima de fertilizante calculada fue de 313 kg/ha de urea, alcanzando un rendimiento de 9.881 kg/ha de arroz.

MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ: PÉRDIDA DE PESO Y PRINCIPALES GÉNEROS DE HONGOS ASOCIADOS

P.M. Dirchwolf^{1*}; S. Gutiérrez¹ y M. Carmona²

Palabras clave: análisis sanitario, alternariosis, escaldadura, micosis, tizón.

INTRODUCCIÓN

El manchado del grano del arroz es una enfermedad compleja, causada por numerosos agentes, entre los cuales los principales son los hongos. Todos los cultivares de arroz son susceptibles a esta enfermedad, cuyo período crítico de infección inicia a partir de floración (Baite et al., 2019; Dirchwolf et al., 2023). Las distintas manchas que se observan sobre la cáscara de los granos pueden tener varios efectos desfavorables, tanto si éste se destina a consumo o si se pretende utilizarlo como semilla (Figura 1 A). En el primer caso, los granos manchados presentan textura yesosa y se tornan quebradizos, rompiéndose durante el proceso de molienda (Pincioli et al., 2013); además, suelen pesar menos que los granos sin manchas (Kumar et al., 2021). Si se pretende usarlos como semilla, en las manchas pueden transportarse diversos hongos que ocasionan enfermedades en el futuro cultivo, como ser: podredumbre de semillas, tizón de plántulas, diversas manchas foliares, escaldadura de la hoja, tizón o quemado del arroz, etc. (Gutiérrez y Cúdom, 2013) (Figura 1 B y C).

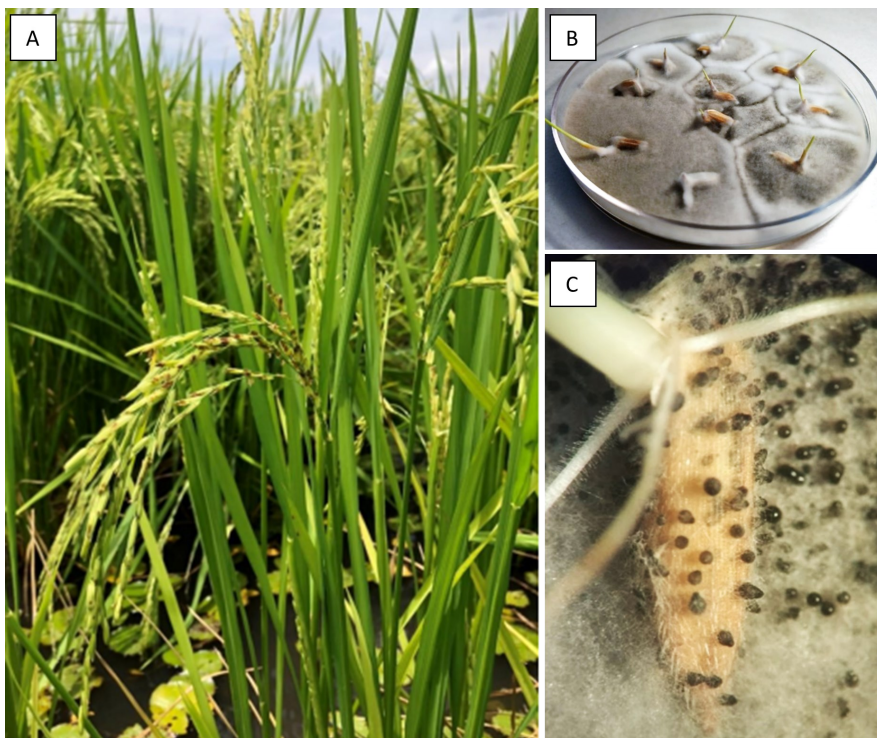


Figura 1. Manchado del grano de arroz en panojas en estado de floración (A); colonias de *Alternaria padwickii* asociadas a granos manchados de arroz (B); estructuras fúngicas de *Phoma* spp. sobre grano de arroz (C).

¹ FCA UNNE / ² Facultad de Agronomía UBA. *Email: dirchwolf.pamela@inta.gob.ar

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la pérdida de peso de los granos que presentan la enfermedad del manchado del grano del arroz y los principales hongos asociados a esta enfermedad en la provincia de Corrientes, se recolectaron 121 muestras de arroz en estado pastoso-maduro durante 3 campañas agrícolas (2015/16, 2016/17 y 2017/18) en 18 establecimientos arroceros de las 4 regiones productivas de la provincia, y se realizaron las siguientes determinaciones:

- Incidencia de la enfermedad: determinación del porcentaje de granos manchados en submuestras de 15 panojas.
- Determinación de la pérdida de peso mediante la diferencia de masa de los granos llenos manchados y los granos llenos asintomáticos de cada muestra.
- Análisis sanitario de 100 granos manchados de cada muestra mediante el método del agar (Mathur y Kongsdal, 2003) y determinación del porcentaje de incidencia de cada género y/o especie de hongo aislado.

RESULTADOS

En la figura 2 se puede ver que la incidencia promedio de la enfermedad se encontró en un rango de 17,5 a 30%, mientras que la pérdida de peso promedio ocasionada por la enfermedad fue de 0,5 a 2,5%.

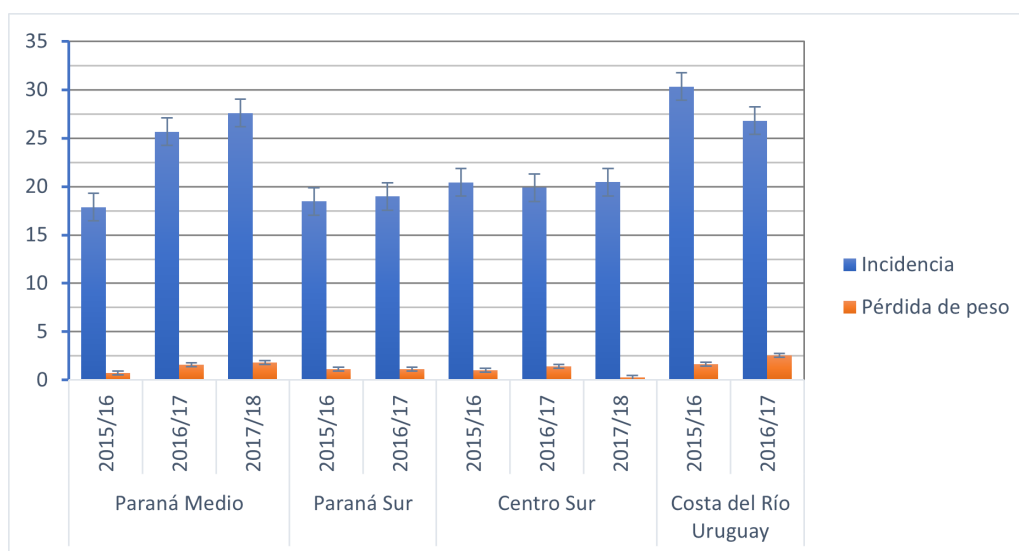


Figura 2. Incidencia del manchado del grano del arroz y pérdida de peso que ocasiona según las distintas regiones arroceras de la provincia de Corrientes, durante 3 campañas agrícolas consecutivas.

Al ser una enfermedad causada por numerosos patógenos, el efecto de cada uno de ellos puede ser distinto por su mayor o menor agresividad, el momento de infección, la competencia o sinergismo que pueda presentarse con otra especie, etc., por lo que no puede aso-

ciarse directamente un porcentaje de granos manchados con una determinada pérdida de peso dada por la enfermedad. No obstante, la diferencia de peso entre granos manchados y asintomáticos se registró en todos los casos analizados, alcanzando un valor promedio general de 1,33%, lo que correspondería a unos 90 kg/ha perdidos por la enfermedad (tomando como ejemplo un rendimiento de 6800 kg/ha). Se debe destacar que no sólo se considera la diferencia de peso entre los granos con y sin manchas, sino también la cantidad total de granos manchados de cada muestra. No se consideraron los granos vanos en esta determinación.

El análisis sanitario de las semillas de arroz permitió aislar varios géneros y/o especies de hongos, tanto causantes de enfermedad como oportunistas. En la figura 3 se presentan los porcentajes de incidencia de los principales géneros y/o especies de hongos patógenos asociados al manchado del grano del arroz en la provincia de Corrientes. Se identificaron varias especies de los géneros *Phoma* y *Bipolaris*, junto con *Microdochium oryzae* y *Alternaria padwickii*. Estos microorganismos son acarreados junto con la semilla, germinan junto con ésta, y producen enfermedades en estadios iniciales, como los tizones en plántulas ocasionados por *A. padwickii* o especies del género *Phoma*, o enfermedades foliares que se observan posteriormente, como ser manchas foliares por *Bipolaris* spp. o *A. padwickii*, o escaldadura de la hoja debido a la infección de *M. oryzae* (Gutiérrez y Cúndom, 2013; Mew y Misra, 1994). Si bien se presentaron ciertas fluctuaciones, en general se observa la predominancia de *A. padwickii* y *M. oryzae* en la mayoría de las regiones arroceras y campañas analizadas.

Si los granos infectados con *A. padwickii* son destinados a consumo, son más propensos a quebrarse durante el proceso de molienda, debido a que el hongo ingresa al endosperma y lo debilita (Rivero González et al., 2012).

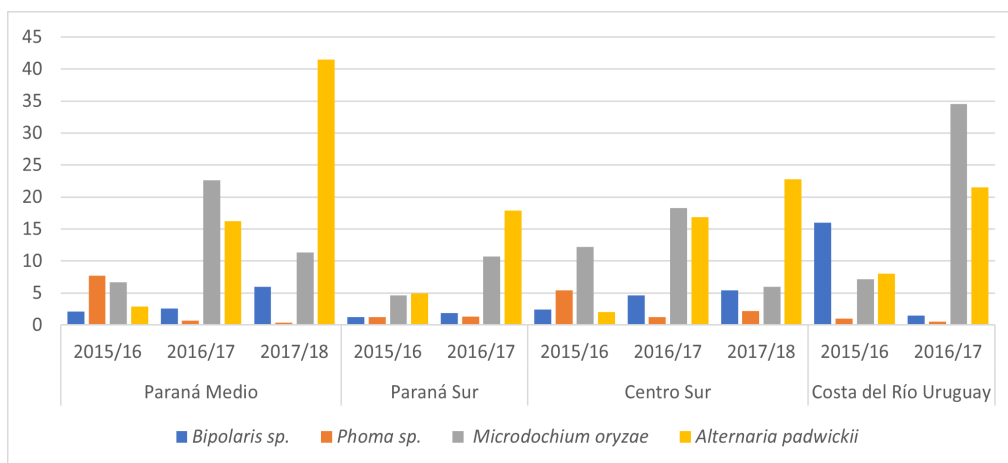


Figura 3. Incidencia promedio de los principales hongos patógenos asociados a la enfermedad del manchado del grano del arroz en las distintas regiones arroceras de la provincia de Corrientes, durante 3 campañas agrícolas.

CONSIDERACIONES FINALES

El manchado del grano del arroz es una enfermedad que se encuentra en todas las regiones arroceras de la provincia de Corrientes, ocasionando efectos perjudiciales en semillas y granos de arroz para consumo. Dada la multiplicidad de hongos que pueden causar la enfermedad, su efecto es asimismo muy variable.

BIBLIOGRAFÍA

- Dirección Nacional De Agricultura. 2022. Estimaciones agrícolas de arroz; [Acceso 06 Julio 2022]. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Baite, M. S., Raghu, S., Prabhukarthikeyan, S. R., Keerthana, U., Jambhulkar, N. N., & Rath, P. C. (2019). Disease incidence and yield loss in rice due to grain discoloration. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 9-13.
- Dirchwolf, P. M., Moschini, R. C., Gutiérrez, S. A., & Carmona, M. A. (2023). Modelling of the effects of environmental factors on rice grain discoloration incidence in Corrientes province, Argentina. *Journal of Phytopathology*, 171, 12–22. <https://doi.org/10.1111/jph.13150>
- Gutiérrez, S. A., & Cúndom, M. A. (2013). Guía para la identificación de enfermedades del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Corrientes. https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/Guia_de_enfermedades.pdf
- Kumar, J., Kumar, B., Kumar Prajapati, M., Bihari, C., & Rai, A. (2021). Seed discoloration in rice: Causes and their effect on seed quality. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1):2639-2643
- Mathur, S. B., & Kongsdal, O. (2003). Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. International Seed Testing Association.
- Mew, T.W., & Misra, J. K. (1994). A manual for rice seed health testing. International Rice Research Institute
- Pincioli, M., Gribaldo, A., Vidal, A., Bezus, R., & Sisterna, M. (2013). Mycobiota evolution during storage of paddy, brown and milled rice in different genotypes. *Summa Phytopathologica*, 39(3), 157-161.
- Rivero González, D., Triana, A. C., Rodríguez Pedroso, A. T., Echevarría Hernández, A., & Martínez Coca, B. (2012). Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32, 131-138.

CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES ECOFISIOLÓGICAS, AGRONÓMICAS, MORFOLÓGICAS Y QUÍMICAS EN TRES GENOTIPOS DE ARROZ CULTIVADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS POR BAJA RADIACIÓN IMPUESTO POR SOMBREO

A.I. Zorat^{1,2}; M.A. Barrios²; L. Degregorio²; E. Gómez^{1,2}; C. Klevet Menezes²; M. Morales²; E. Valussi²; M.I. Pachecoy; J. Fedre²; S.E. Olmos³ y M.C. Peichoto^{1,2}

Palabras clave: altura; asociación; biomasa; carbohidratos; componentes de rendimiento; intercepción de radiación solar; spad.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los tres principales cereales básicos del mundo y predomina en la mayoría de los países en desarrollo (Ariyaratna et al., 2011; Deng et al., 2021), aportando el 15% de las proteínas y el 21% de la energía por habitante en el mundo que equivalen a más de la mitad de las necesidades alimentarias (Keerthiraj et al., 2021; Sadimantara et al., 2020). En Argentina su cultivo abarca 207.579 ha concentradas primero en Corrientes y luego en Entre Ríos además de Santa Fe, Formosa y Chaco (SIIA, 2022). Su rendimiento es muy variable, en promedio se logró 6.537 kg/ha en 2021/2022 (SIIA 2022). En el país se cultivan alrededor de 10 variedades, una sola variedad ocupa cerca del 50% del área en la provincia de Corrientes. La escasa cantidad de variedades y los nuevos escenarios de cambio climático demandan el desarrollo de nuevas variedades adaptadas a los ambientes actuales (Peng et al., 2010). En el contexto nacional existe escasa información sobre estudios de arroz tendientes a lograr mayores rendimientos en genotipos comerciales y promisorios frente a estreses en situaciones de campo indicando la necesidad de ampliar el conocimiento en este cultivo regional.

La provincia de Corrientes presenta suelos aptos y clima favorable para el cultivo de arroz, aunque en ciertos años la región es afectada por el fenómeno El Niño que ocasiona problemas en el crecimiento del cultivo debido al vuelco (Kurtz et al., 2016). Además, la alta nubosidad y precipitaciones frecuentes generan una baja radiación solar incidente que limitan el crecimiento al generar una menor capacidad fotosintética que reduce la oferta de fotoasimilados hacia el grano (Yoshida., 1981).

Un estrés por baja radiación, impuesto mediante tratamientos de sombreo con malla de media sombra, puede afectar la actividad fotosintética y radiación interceptada afectando al rendimiento en varios de sus componentes. Además altera la morfología de las plantas, promueve una mayor longitud de los entrenudos basales y por ende una mayor altura, una disminución del diámetro del tallo, con bajos niveles de carbohidratos estructurales (CE) (por ejemplo, celulosa, hemicelulosa y lignina) produciendo tallos delgados y débiles (Wu et al., 2017; Zhong et al., 2020).

Así cultivares de arroz que presentan la característica de tallos grandes, relacionados a un mayor diámetro y contenido de biomasa en el mismo, son candidatos ideales para el mejoramiento del

¹ IBONE—CONICET / ² FCA — UNNE / ³ EEA INTA Colonia Benítez. *Email: angelignacioz@hotmail.com

cultivo debido a que también presentan otras características correlacionadas como ser mayor tamaño de panoja y mayor número de granos por panoja (Wu et al., 2011).

La rigidez de los entrenudos basales depende principalmente de componentes químicos como carbohidratos no estructurales (CNE) (azúcares o carbohidratos solubles, almidón) y de carbohidratos estructurales. En general, la lignina o la celulosa determinan la fuerza física del tallo (Zhang et al., 2014). Los carbohidratos no estructurales se utilizan para coordinar la relación fuente destino en las distintas fases de crecimiento y desarrollo de los cultivos en diferentes condiciones ambientales (Ruuska et al., 2006). Una ventaja adicional del alto nivel de CNE en el tallo es su removilización, que mantiene viva a la planta durante más tiempo en condiciones de estrés retrasando la senescencia y contribuye al rendimiento (Niu et al., 2022).

Estudios previos realizados en Asia, África y Norteamérica sobre distintos genotipos de arroz donde se analizaron la correlación entre variables agromorfológicas, ecofisiológicas y químicas reportaron que el número de panojas por planta y plantas por m² se correlacionaron negativamente con el peso seco de biomasa y la altura de planta; además el peso de mil granos también se correlacionó negativamente con el número de granos llenos por panoja (Wang et al., 2016). Asimismo el contenido de almidón en tallos en floración y el peso de la panoja en floración tuvo una correlación positiva con el rendimiento (Wang et al., 2016). Con respecto a la altura de planta se correlacionó positivamente con la longitud de panoja, el número de granos llenos por panoja, el peso de mil granos y el contenido de clorofila (Golam et al., 2015; Konate et al., 2016); pero negativamente con el número total de granos y peso por panoja (Kakar et al., 2021; Konate et al., 2016). El contenido de clorofila se correlacionó positivamente con el número de granos por panoja, el peso por panoja pero negativamente con el número de granos llenos por panoja (Kakar et al., 2021). También la longitud de la panoja tuvo una asociación positiva con el número de granos llenos por panoja y el peso de mil granos (Golam et al., 2015).

El objetivo de este trabajo fue analizar en una variedad comercial y dos líneas promisorias de arroz del INTA, la correlación entre variables ecofisiológicas (índice SPAD y porcentaje de radiación interceptada) y agronómicas (componentes numéricos del rendimiento y biomasa aérea), morfológicas (altura de planta, longitud de panoja, longitud y diámetro del entrenudo a 10 cm) y químicas (carbohidratos estructurales y no estructurales) en respuesta al estrés abiótico generado por baja radiación impuesto por sombreado, en dos momentos de la etapa reproductiva; para poder comprender como se asocian y poder contribuir a los programas de mejoramiento genético a largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del ensayo y manejo

El ensayo experimental de arroz se condujo durante la campaña 2021-2022 en el Módulo Arrocerero Didáctico y Demostrativo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (Figura 1). La preparación del suelo se hizo en forma convencional y la fertilización consistió en 200 kg/ha de una mezcla física (4-18-40) de base, seguido de

150 Kg/ha de urea al inicio del riego y 50 kg/ha de urea en diferenciación de primordio floral (DPF). El riego por inundación se inició a los 15 días después de la emergencia hasta madurez (F+30). Las variedades fueron sembradas en 6 surcos de 6 m de largo, espaciados a 0,175 m. La densidad de siembra fue de 250 plantas/m² (aproximadamente 90 kg de semilla/ha).

Diseño y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental en parcela dividida con cuatro bloques. La parcela principal (genotipos) estuvo compuesta por tres materiales: i) IRGA424 (altura baja, porte intermedio de 30°-60°, estructura semierecta), ii) CR2212 (INTA Concepción del Uruguay) (altura intermedia, porte erecto <30°, estructura columnar, compacta), iii) PAC103 (INTA Corrientes) (altura intermedia, porte intermedio de 30°-60°, estructura semierecta) (Olmos et al., 2019; Pawlizki et al., 2020). La sub-parcela (tratamiento de sombreado) fueron dos momentos de sombreado: desde DPF (diferenciación de primordio floral) hasta floración (M1), con sombreado desde floración a madurez (M2) y un control (C) (sin sombreado). El tratamiento de sombreado se realizó utilizando una malla media sombra negra de 50% de intercepción de radiación. La ubicación de cada sub-parcela y parcela fue distribuida al azar dentro de cada bloque.

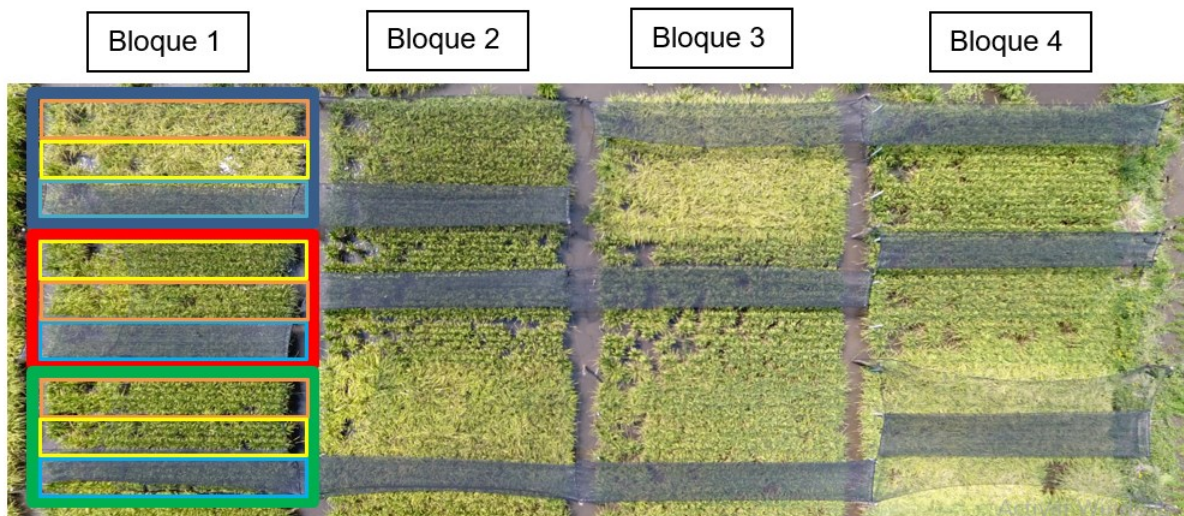


Figura 1. Fotografía con dron del ensayo de arroz, con cuatro bloques, sub-parcelas de cada genotipo con malla media sombra instaladas en M2. A modo ilustrativo se indica en un bloque la ubicación de los factores y niveles: rectángulos azul (IRGA424), rojo (PAC103) y verde (CR2212) corresponden a las parcelas principales (genotipos); rectángulos naranja, amarillo y celeste corresponden a las sub-parcelas: control (sin sombreado), tratamientos de sombreado en M1 y en M2, respectivamente.

VARIABLES ANALIZADAS

VARIABLES ECOFISIOLÓGICAS: se consideraron los datos de radiación interceptada e índice SPAD que se incluyeron en el Informe Proyecto Arroz de la Campaña 2021/2022 (Zorat et al., 2022). Se consideraron los siguientes registros: RFAi-DPF: porcentaje de radiación inter-

ceptada en DPF, RFAi-F: porcentaje de radiación interceptada en floración (F), RFAi-M: porcentaje de radiación interceptada a la madurez (M): valor de la variable luego de 30 días de la floración (F+30) y datos de SPAD-DPF: índice SPAD registrado en DPF, SPAD-F: índice SPAD registrado en floración, SPAD-M: índice SPAD registrado a la madurez.

Variables morfológicas: En el momento de F+30 se seleccionaron cinco plantas por sub-parcela donde se determinó:

- Altura de planta (AP): desde la zona del cuello hasta el extremo apical de la panoja.
- Largo de panoja (LP): desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panoja.

Además, se seleccionaron tres plantas por sub-parcela de las cuales se extrajo el entrenudo ubicado a los 10 cm del cuello (tercer o cuarto entrenudo). En esta porción se determinó la longitud (LE) y el diámetro mayor y menor de dicho entrenudo para obtener el diámetro medio (DM).

Variables químicas

- Contenido de carbohidratos estructurales: la parte basal de los tallos, provenientes de muestreos en floración y a la madurez, sin vainas foliares fueron secados en estufa, procesados con molinillo y luego pasados por un tamiz. El contenido de carbohidratos estructurales fue determinado mediante el método de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991). Los análisis se realizaron en el laboratorio de Química FCA-UNNE, y se obtuvieron los valores FDN en floración (FDN-F), FDN en madurez (FDN-M), FDA en floración (FDA-F), FDA en madurez (FDA-M), hemicelulosa en floración (Hemi-F) y hemicelulosa en madurez (Hemi-M).
- Contenido de carbohidratos no estructurales: la misma parte basal de los tallos, provenientes del muestreo a la madurez (F+30) fueron procesados de igual manera para determinar el contenido de azúcares solubles (%Az-M) y almidón (%Al-M) que se realizó con el método de antrona (Xue et al., 2016; Yemm & Willis, 1954). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y de Agrimensura-UNNE.

Variables agronómicas

- Se consideraron los datos de los componentes numéricos de rendimiento: número de panojas por m² (pa/m²-M), número de granos llenos (GLL), vanos (GV) y peso de 1000 granos (P1000), que se incluyeron en el Informe Proyecto Arroz de la Campaña 2021/2022 (Zorat et al., 2022).
- Biomasa aérea total (BT): en F+30 se realizó un muestreo destructivo en una porción de cada sub-parcela (un metro lineal equivalente a 0,175 m²). Para ello se cortaron desde la base todas las plantas. Las muestras fueron colocadas en sobres de papel, correctamente identificadas (por sub-parcela) y se llevó a estufa a 65°C hasta peso constante y se determinó el peso seco de cada muestra con una balanza digital.

Análisis de datos: Se aplicó el análisis de la variancia (ANAVA), utilizando un nivel de significancia del 5%. Las comparaciones múltiples se realizaron con la prueba de LSD Fischer. Para evaluar la correlación entre las variables estudiadas se registraron y determinaron los grupos de características en los distintos momentos de muestreo del ciclo de cultivo y la asociación entre variables se estableció con correlación de Pearson con un nivel de significancia del 5%. Los datos se analizaron con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2020). La matriz de correlación se graficó con el software Excel (Microsoft Office Profesional Plus 2019) utilizando la función de "formato condicional".

RESULTADOS

Variables morfológicas

Los resultados del ANAVA en función de los genotipos evaluados y tratamientos de sombreado se muestran en la Tabla 1. Con respecto a la altura de planta (AP) se encontraron diferencias significativas para la interacción genotipo por el tratamiento de sombreado donde la variedad IRGA424 con el sombreado en M2 y M1 presentaron los menores valores 86,41 y 86,61 cm, respectivamente; mientras la línea PAC103 en todos sus tratamientos expuso los mayores valores, siendo el tratamiento con sombreado en M1 el de mayor valor (97,94 cm).

Respecto al largo de la panoja (LP) se encontraron diferencias significativas en los efectos simples, donde IRGA424 y CR2212 presentaron los menores valores 23,37 y 23,93 cm, respectivamente y PAC103 el mayor valor (27,39 cm) a nivel de genotipo. Para el efecto de tratamiento, el sombreado en M1 se diferenció del resto por el menor valor (24,18cm).

Con respecto al diámetro promedio del entrenudo ubicado a los 10 cm (DM) se pudo encontrar diferencias significativas para la interacción del genotipo por el tratamiento de sombreado, donde IRGA424 en M1 presentó el menor valor (6,56 mm) y PAC103 sin sombreado el mayor valor (7,74 mm). Para la variable longitud de entrenudo no se encontraron evidencias de diferencias significativas.

Variables químicas

Los resultados del ANAVA en función de los genotipos evaluados y tratamientos de sombreado se muestran en la Tabla 2.

Contenido de carbohidratos estructurales: la evolución muestra que, desde floración, para los genotipos, como los tratamientos de sombreado y el efecto combinado de ambos factores, los valores de FDN, FDA y hemicelulosa aumentan notoriamente hasta llegar a la madurez.

En floración hubo diferencia significativa para la interacción genotipo x tratamiento de sombreado; así para FDN el análisis de la interacción reveló que tanto PAC103 como CR2212 en todos los tratamientos (excepto PAC 103 en M1) mostraron los menores valores de

FDN e IRGA424 los mayores valores en todos los tratamientos de sombreo.

En cuanto a FDA resultó significativo el efecto genotipo, donde se evidenció que CR2212 presenta los menores valores de FDA, PAC103 valores intermedios e IRGA424 los mayores valores. En cuanto al porcentaje de hemicelulosa en F no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 1. Valores promedios de contenido de variables morfológicas y agronómicas: AP (altura de planta), LP (longitud de panoja), LE (longitud del entrenudo a 10 cm), DM (diámetro promedio de entrenudo a 10 cm) y BT (biomasa aérea total) en el momento F+30.

Factores de variación		Variables morfológicas				Variable agronómica
		AP (cm)	LP (cm)	LE (cm)	DM (mm)	BT (g)
Genotipo	IRGA424	88,12	23,37a	8,87	6,68	170,50a
	PAC103	97,87	27,39b	7,94	7,31	299,63b
	CR2212	92,98	23,93a	9,11	7,24	301,96b
Tratamiento de sombreo	Control	92,63	25,09b	8,73	7,04	250,16
	M1	92,59	24,18a	8,88	7,11	273,44
	M2	93,76	25,43b	8,31	7,07	248,49
Genotipo X Tratamiento	IRGA424 Control	91,34bc ¹	23,63	8,80	6,81ab	169,57
	IRGA424 M1	86,61a	22,38	8,53	6,56a	166,62
	IRGA424 M2	86,41a	24,11	9,29	6,66ab	175,31
	PAC103 Control	97,93d	27,66	8,42	7,74d	287,52
	PAC103 M1	97,94d	26,92	8,29	7,30abcd	323,07
	PAC103 M2	97,74d	27,59	7,13	6,90abc	288,31
	CR2212 Control	88,61ab	23,97	8,98	6,58a	293,40
	CR2212 M1	93,21c	23,25	9,82	7,47bcd	330,64
	CR2212 M2	97,13d	24,58	8,53	7,67cd	281,84
C.V. (%)		4,42	5,98	27,14	14,50	23,26
ANOVA						
Genotipo		ns	* ²	ns	ns	*
Tratamiento		ns	*	ns	ns	ns
Interacción GxT		*	ns ³	ns	*	ns

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test LSD Fischer, $p < 0,05$).

² *, significativo $p < 0,05$.

³ ns, no significativo ($p > 0,05$).

En F+30 FDN presentó diferencias significativas en el factor genotipo y tratamiento de sombreo por separado, donde la línea CR2212 y el sombreo en M1 presentan los menores valores, 60,05 y 62,03 respectivamente; mientras la línea PAC103 y sombreo en M2 expusieron los mayores valores, 67,43 y 65,94 respectivamente. Analizando FDN en el mismo

momento se encontraron diferencias significativas en el efecto genotipo siendo CR2212 el que presentó menor valor e IRGA424 (41,98) y PAC103 (44,76) los de mayor valor. El % Hemi-M mostró diferencia significativa en el efecto tratamiento de sombreado, donde M1 presentó el menor valor 21,83; mientras que los restantes tratamientos tuvieron los mayores valores.

Tabla 2. Valores promedios de contenido de carbohidratos estructurales: porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), porcentaje de fibra detergente ácido (FDA) y porcentaje hemicelulosa (Hemi) en los momentos de floración (F) y madurez (F+30).

Factores de variación		F			F+		
		FDN	FDA	Hemi	FDN	FDA	Hemi
Genotipo	IRGA424	46,53	26,71c	19,82	64,98b	41,98b	22,99
	PAC103	39,16	21,64b	17,52	67,43b	44,76b	22,67
	CR2212	36,29	18,64a	17,43	60,05a	36,90a	23,15
Tratamiento de sombreado	Control	40,09	21,83	18,25	64,49ab ¹	41,08	23,41b
	M1	41,46	23,37	17,87	62,03a	40,20	21,83a
	M2	40,43	21,78	18,65	65,94b	42,37	23,57b
Genotipo X Tratamiento	IRGA424 Control	47,86b	27,09	20,77	64,93	41,39	23,54
	IRGA424 M1	46,59b	27,16	19,43	63,71	41,30	22,42
	IRGA424 M2	45,14b	25,87	19,28	66,28	43,26	23,03
	PAC103 Control	36,10a	20,10	16,00	68,40	45,21	23,19
	PAC103 M1	43,49b	24,63	18,86	65,56	43,78	21,78
	PAC103 M2	37,88a	20,18	17,70	68,34	45,29	23,04
	CR2212 Control	36,30a	18,31	17,99	60,15	36,64	23,51
	CR2212 M1	34,30a	18,32	15,31	56,82	35,52	21,30
	CR2212 M2	38,26a	19,29	18,97	63,19	38,55	24,63
C.V. (%)		7,79	8,90	11,34	4,78	6,79	6,70
ANOVA							
Genotipo		*	* ²	ns	*	*	ns
Tratamiento		ns ³	ns	ns	*	ns	*
Interacción GxT		*	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test LSD Fischer, $p < 0,05$).

² *, significativo $p < 0,05$.

³ ns, no significativo ($p > 0,05$).

Contenido de carbohidratos no estructurales: para la variable porcentaje de azúcares solubles solo se encontraron diferencias significativas a nivel de genotipo donde PAC103 evidenció el menor valor (1,10) y CR2212 el mayor valor (3,19). En cuanto al porcentaje de almidón en F+30 en el mismo momento no se encontraron diferencias significativas para

todos sus efectos (Tabla 3).

Tabla 3. Valores promedios contenido de carbohidratos no estructurales: porcentaje de azúcares solubles y porcentaje de almidón en el momento F+30.

Factores de variación		Azúcares solubles	Almidón
Genotipo	IRGA424	1,61a	0,44
	PAC103	1,10a	0,40
	CR2212	3,19b	0,30
Tratamiento de Sombreo	Control	5,61	0,43
	M1	5,57	0,31
	M2	4,25	0,41
Genotipo X Tratamiento	IRGA424 Control	3,73	0,61
	IRGA424 M1	2,68	0,31
	IRGA424 M2	2,25	0,41
	PAC103 Control	1,31	0,35
	PAC103 M1	1,40	0,44
	PAC103 M2	1,16	0,43
	CR2212 Control	11,79	0,33
	CR2212 M1	12,64	0,20
	CR2212 M2	9,33	0,38
C.V. (%)		33,48	26,39
ANOVA			
Genotipo		* ²	ns
Tratamiento		ns ³	ns
Interacción GxT		ns	ns

¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test LSD Fischer, $p < 0,05$).

² *, significativo $p < 0,05$.

³ ns, no significativo ($p > 0,05$).

Variables agronómicas

Respecto a la variable de biomasa aérea total solo se encontraron diferencias significativas a nivel de genotipos siendo IRGA424 el que presentó menor peso de biomasa (170,50 g), mientras PAC103 y CR2212 los mayores valores 299,63 y 301,96 g, respectivamente (Tabla 1).

Correlación entre características ecofisiológicas, agronómicas y químicas

Nuestros resultados revelaron una correlación significativa positiva ($r = 0,4$) entre el número de pl/m^2 y FDA-F pero se asoció negativamente ($r = -0,49$) con BT, al mismo tiempo FDA-F se asoció negativamente con el peso de granos llenos por panoja (Pgll/pa) ($r = -0,45$) y el P1000 ($r = -0,71$), de igual manera que FDN-F (Figura 2). En cuanto a pa/m^2 -M tuvo una correlación significativa positiva baja ($r = 0,32$) únicamente con BT. El GLL se correlacionó po-

sitivamente con BT aunque de manera baja ($r = 0,39$). Tanto el PglI/pa, g/m^2 como el P1000 tuvieron una asociación positiva con BT ($r = 0,55$), ($r = 0,77$), ($r = 0,67$) respectivamente. Además, P1000 mostró una correlación significativa positiva baja ($r = 0,33$) con el %Az-M. Con respecto a GV se correlacionó positivamente con FDN-M, FDA-M y FDN-F, pero negativamente con el %Az-M de igual manera se comportó el %GV.

Con respecto al grupo de variables ecofisiológicas los resultados de la correlación de Pearson revelaron que SPAD-DPF estaba correlacionada positivamente ($r = 0,38$ y $0,37$) con FDN-M y FDA-M respectivamente y negativamente ($r = -0,32$) con el %Az-M. En cambio, SPAD-F presentó asociación significativa y positiva solo con el %Hemi-F. El porcentaje de RFA-F se correlacionó positivamente con FDN-M, %Hemi-M, FDN-F, FDA-F, %Hemi-F y %AI-M, pero negativamente %Az-M.

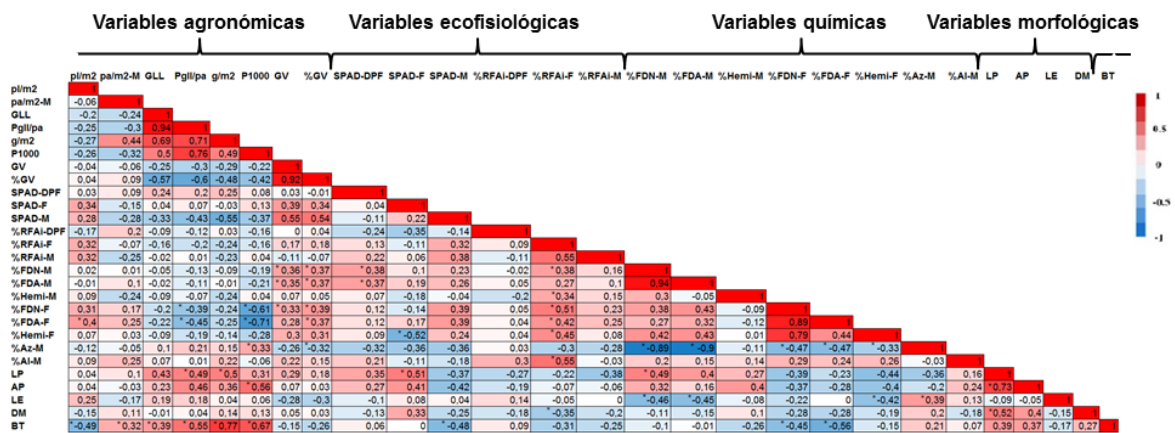


Figura 2. Correlación entre variables analizadas. Agronómicas: pl/m²: número de plantas por metro cuadrado, pa/m²-M: número panojas por metro cuadrado en madurez, GLL: número de granos llenos, PglI/pa: peso de granos llenos por panoja, g/m²: peso de granos por metro cuadrado, P1000: peso de mil granos, GV: número de granos vanos, %GV: porcentaje de granos vanos, BT: biomasa aérea total. Ecofisiológicas: SPAD-DPF: índice SPAD en diferenciación de primordio floral, SPAD-F: índice SPAD en floración, SPAD-M: índice SPAD en madurez, %RFAi-DPF: porcentaje de radiación interceptada en diferenciación de primordio floral, %RFAi-F: porcentaje de radiación interceptada en floración, %RFAi-M: porcentaje de radiación interceptada en madurez. Químicas: %FDN-M: porcentaje de fibra detergente neutro en madurez, %FDA-M: porcentaje de fibra detergente ácido en madurez, %FDN-F: porcentaje de fibra detergente neutro en floración, %FDA-F: porcentaje de fibra detergente ácido en floración, %Hemi-F: porcentaje de hemicelulosa en floración, %Az-M: porcentaje de azúcares solubles en F+30, %AI-M: porcentaje de almidón en madurez. Morfológicas: LP: longitud de panoja, AP: altura de planta, LE: longitud de entrenudo a 10 cm del cuello, DM: diámetro promedio de entrenudo a 10 cm del cuello. *, significativo p<0,05.

Analizando las características químicas el porcentaje de FDN-M y FDA-M estuvieron altamente correlacionados negativamente ($r = -0,89$) y ($r = -0,9$) respectivamente con el %Az-M, al igual que FDN-F, FDA-F y %Hemi-F con la misma variable. No hubo relación significativa entre %Hemi-M y este grupo de variables.

Teniendo en cuenta el grupo de variables analizadas, nuestro trabajo reveló una correlación significativa positiva entre LP y el PglI/pa ($r = -0,49$), g/m^2 ($r = -0,5$), SPAD-F ($r = -0,51$) y %FDN-M ($r = -0,49$). La AP se asoció positivamente P1000 ($r = -0,56$) y altamente con LP ($r = -0,73$).

Asimismo, respecto a las variables morfológicas y químicas la longitud el entrenudo se correlacionó negativamente con el %FDN-M ($r = -0,46$), %FDA-M ($r = -0,45$) y %Hemi-F ($r = -0,42$) pero positivamente con el %Az-M ($r = 0,39$). El DM reveló una correlación negativa con %RFA-F ($r = -0,35$) y positiva con LP ($r = 0,52$).

Además en el análisis entre variables agronómicas y químicas se observó que la biomasa aérea total también tuvo un grado de asociación negativa con SPAD-M ($r = -0,48$), %FDN-F ($r = -0,45$) y %FDA-F ($r = -0,56$).

CONSIDERACIONES FINALES

En relación a las variables morfológicas y agronómicas, tanto el LP como la BT difieren entre genotipo, pero el LP es afectado por el sombreado independientemente del genotipo. Mientras que la AP y el DM del entrenudo es afectado por el tratamiento de sombreado, pero dependientemente del genotipo utilizado.

Respecto a las variables químicas, el contenido de carbohidratos estructurales, aproximadamente 30 días después de iniciar el tratamiento de sombreado, en floración solo hubo diferencias entre genotipos, con excepción del porcentaje de hemicelulosa que no presentó evidencia de diferencias. A medida que avanzó el desarrollo y crecimiento del cultivo, hubo diferencias entre genotipos para el porcentaje de FDN y hemicelulosa según el momento del tratamiento de sombreado. Con respecto al contenido de carbohidratos no estructurales, los tratamientos de sombreado no afectaron su valor. Mientras que con respecto a los genotipos en el momento de F+30 todos los genotipos manifestaron igual valor del porcentaje de almidón, pero distinto valor en el caso del porcentaje de azúcares solubles, siendo IRGA424 y PAC103 prácticamente iguales sin importar el tratamiento de sombreado, CR2212 mostró mayor contenido de azúcares solubles que PAC103 y CR2212.

El análisis de correlación con las características ecofisiológicas, agronómicas, morfológicas y químicas demostró que las variables agronómicas en general solo se asociaron con variables químicas y morfológicas. Siendo preliminarmente estos grupos útiles para utilizarlos en la caracterización de genotipos tolerantes al sombreado en programas de mejoramiento genético.

El presente trabajo aporta información preliminar en relación al comportamiento comparativo de tres genotipos de arroz frente a condiciones de estrés impuesto por sombreado y como se asociaron cuatro tipos de variables, ecofisiológicas, agronómicas, morfológicas y químicas en el contexto de un trabajo más integral que abarca varios niveles de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ACPA. (2016). Relevamiento arrocero provincial informe de campaña 2015/16: fin de cosecha. <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar>

- Ariyaratna, M., Takamura, I., & Kato, K. (2011). Plant architecture and its responses to high planting density and low fertilizer of reduced culm number mutants in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 3(7), 114–119. <http://www.academicjournals.org/journal/JPBCS/article-abstract/777820F5978>
- Deng, F., Zeng, Y., Li, Q., He, C., Li, B., Zhu, Y., Zhou, X., Yang, F., Zhong, X., Wang, L., Chen, H., Zhou, W., & Ren, W. (2021). Decreased anther dehiscence contributes to a lower fertilization rate of rice subjected to shading stress. *Field Crops Research*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108291>
- Di-Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat version 2020 (versión 24). Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar/>
- Golam, S., Harun-Ur-Rashid, M., Parveen, S., & Hossain, M. (2015). Correlation and Path Coefficient Analysis for agro-morphological important traits in Aman rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *Adv. Bio.*, 6(4), 40–47. <https://doi.org/10.15515/abr.0976-4585.6.4.4047>
- Kakar, N., Bheemanahalli, R., Jumaa, S., Redoña, E., Warburton, M. L., & Reddy, K. R. (2021). Assessment of agro-morphological, physiological and yield traits diversity among tropical rice. *PeerJ*, 9, e11752. <https://doi.org/10.7717/peerj.11752>
- Keerthiraj, B., Biju, S., & Job, J. J. and A. M. (2021). Combining ability studies for lodging resistance and yield traits in rice. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 12(4 SE-Research Article). <https://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/3781>
- Konate, K. A., Zongo, A., Kam, H., Sanni, A., & Audebert, A. (2016). Genetic variability and correlation analysis of rice (*Oryza sativa* L.) inbred lines based on agro-morphological traits. *African Journal of Agricultural Research*, 11(35), 3340–3346. <https://doi.org/10.5897/ajar2016.11415>
- Kurtz, D. B., Perucca, A. R., Ybarra, D. D., Fernández López, Carolina, Rey Montoya, S., & Barrios, R. (2016). El fenómeno el Niño. Comparación de superficies afectadas por excesos hídricos en Corrientes. Grupo Recursos Naturales EEA Corrientes - INTA.
- Niu, Y., Chen, T., Zhao, C., & Zhou, M. (2022). Lodging prevention in cereals: Morphological, biochemical, anatomical traits and their molecular mechanisms, management and breeding strategies. *Field Crops Research*, 289, 108733. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108733>
- Olmos, S. E., Aguiar, E., Royo, O., Peichoto, M. C., & Pachecoy, M. I. (2019). Colorimetría de canopeo de arroz mediante medidor de clorofila, escala visual y fotografías aéreas con dron. PROYECTO ARROZ Ediciones INTA EEA INTA Corrientes, XXVII, 22–28.
- Pawlizki, M. E., Peichoto, M. C., & Pachecoy, M. I. (2020). Evaluación fuente-destino en tres genotipos de arroz: implicancias en el llenado de granos y en la estructura de tallo. Proyecto Arroz Resultados Campaña 2019/2020, 10–24. <http://agr.unne.edu.ar/>
- Pedraza, M. V. ., Asselborn, M. N. ., Liberman, C. A., Bonell, M. L., Colazo, J. L. ., & Livore, A. B. (2011). Comportamiento de Guri INTA CL y de líneas promisorias del plan de mejoramiento genético de arroz frente a *Pyricularia oryzae*. Jornada. XXII Jornada Técnica Nacional Del Cultivo de Arroz. Fundación Proarroz. Concordia, Entre Ríos.
- Peng, S., Huang, J., Cassman, K. G., Laza, R. C., Vesperas, R. M., & Khush, G. S. (2010). The importance of maintenance breeding: a case study of the first miracle rice variety-IR8. *Field Crops Research*, 119(2/3), 342–347. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.08.003>
- Ruuska, S. A., Rebetzke, G. J., van Herwaarden, A. F., Richards, R. A., Fettell, N. A., Tabe, L., & Jenkins, C. L. D. (2006). Genotypic variation in water-soluble carbohydrate accumulation in wheat. *Functional Plant Biology*, 33(9), 799–809. <https://doi.org/10.1071/FP06062>
- Sadimantara, G. R., Febrianti, E., Suliartini, N. W. S., Sutariati, G. A. K., Yusuf, D. N., & Muhidin. (2020). Grain yield and yield attributes response of four upland rice (*Oryza sativa* L.) promising lines to shade stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 454, 12188. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012188>
- SIIA. (2022). Estimaciones Agrícolas. <http://www.siaa.gob.ar>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wang, D. R., Wolfrum, E. J., Virk, P., Ismail, A., Greenberg, A. J., & McCouch, S. R. (2016). Robust phenotyping strategies for evaluation of stem non-structural carbohydrates (NSC) in rice. *Journal of Experimental Botany*, 67(21), 6125–6138. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw375>
- Wu, L.-L., Liu, Z.-L., Wang, J.-M., Zhou, C.-Y., & Chen, K.-M. (2011). Morphological, anatomical, and physiological characteristics involved in development of the large culm trait in rice. *Australian Journal of Crop Science* 5 (11), 1356–1363.

- Wu, L., Zhang, W., Ding, Y., Zhang, J., Cambula, E. D., Weng, F., Liu, Z., Ding, C., Tang, S., Chen, L., Wang, S., & Li, G. (2017). Shading contributes to the reduction of stem mechanical strength by decreasing cell wall synthesis in japonica rice (*Oryza sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00881>
- Xue, J., Gou, L., Zhao, Y., Yao, M., Yao, H., Tian, J., & Zhang, W. (2016). Effects of light intensity within the canopy on maize lodging. *Field Crops Research*, 188, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.01.003>
- Yemm, E. W., & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal*, 57(3), 508–514. <https://doi.org/10.1042/bj0570508>
- Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of rice crop science* (International Rice Research Institute (ed.)).
- Zhang, J., Li, G., Song, Y., Liu, Z., Yang, C., Tang, S., Zheng, C., Wang, S., & Ding, Y. (2014). Lodging resistance characteristics of high-yielding rice populations. *Field Crops Research*, 161, 64–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.012>
- Zhong, X., Liang, K., Peng, B., Tian, K., Li, X., Huang, N., Liu, Y., & Pan, J. (2020). Basal internode elongation of rice as affected by light intensity and leaf area. *Crop Journal*, 8(1), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.05.005>
- Zorat, A. I., Barrios, M. A., Grande, A., Degregorio, L., Klevet Menezes, C., Pachecoy, M. I., Fedre, J., Olmos, S. E., & Peichoto, M. C. (2022). Análisis de variables ecofisiológicas y agronómicas en tres genotipos de arroz cultivados bajo condiciones de estrés por baja radiación impuesto por sombreado. *Proyecto Arroz EEA INTA Corrientes*, XXX, 51–59.

CULTIVOS DE ARROZ COMO RESERVORIOS DE LA BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS: ANÁLISIS DE LOS OSTRACODOS (CRUSTACEA)

L.M. Sabater^{1*}; N. Almeida²; J. Rosa²; J. Higuti²; A.P. Pérez³ y M.C. Franceschini¹

Palabras clave: humedad; precipitaciones; radiación; regiones climáticas.

INTRODUCCIÓN

La producción de arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las actividades económicas más relevantes en el litoral argentino. En la campaña 2021/22 la producción (1,4 millones de tn, 205.250 ha cosechadas) se concentró en las provincias de Corrientes (48,78%), Entre Ríos (26,44%), Santa Fe (12,33%), Formosa (9,16%) y Chaco (3,3%) (INASE, 2022). Estos cultivos, además de ser considerados humedales artificiales, albergan una importante biodiversidad de animales, destacándose entre ellos los macroinvertebrados (Choe et al., 2016; Sabater et al., 2022). El estudio de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a los cultivos de arroz tiene larga trayectoria a nivel mundial (Heckman, 1974, 1979; Lupi et al., 2013; Rizo-Patron et al., 2013; Prasetyo et al., 2016), sin embargo, en nuestro país, es un grupo que se encuentra poco analizado debido a que el interés se ha enfocado principalmente en insectos considerados plagas agrícolas (Sabater et al., 2022).

Dentro de los macroinvertebrados, es decir aquellos invertebrados cuyo tamaño es superior a 500 μm , se incluyen, por ejemplo, los ostrácodos. Estos organismos son pequeños crustáceos (0.3 – 5 mm), cuentan con un caparazón bivalvo de naturaleza quitino-calcárea. Los ostrácodos se alimentan de algas, bacterias, hongos, polen y detritus orgánicos (Meisch, 2000; Smith et al., 2015), y, constituyen a su vez el alimento de otros invertebrados, peces y aves por lo que cumplen un rol clave en las redes tróficas (Reimche et al., 2014). Este grupo es altamente relevante porque presentan su ciclo de vida adaptado a tolerar las fases de inundación sequía produciendo huevos de resistencia (Rosa et al., 2021), y muchas especies son sensibles a determinadas condiciones ambientales, lo que permite que sean utilizados como elementos de diagnóstico de calidad de agua (Ruiz et al., 2013).

El cultivo de arroz proporciona un hábitat complejo y adecuado para el sustento de una variedad de especies de ostrácodos debido a que los productores inundan los campos de arroz durante una parte del ciclo de cultivo (Fasola y Ruiz, 1996). Así crean un humedal artificial en el que, tanto ostrácodos como otros invertebrados acuáticos pueden prosperar durante la fase de inundación, persistiendo en la etapa seca posterior a la cosecha y rastrojo gracias a las formas de resistencia que presentan.

Si bien existen estudios que indican que las arroceras que alternan fases de inundación y sequía constituyen importantes reservorios de biodiversidad dentro de los ecosistemas

¹ CECOAL - CONICET, Corrientes, Argentina / ² Universidade Estadual de Maringá (UEM) - Centro de Ciências Biológicas (CCB), Maringá, PR, Brazil / ³ INIBIOMA - CONICET, Bariloche, Argentina. *Email: sabaterlara@gmail.com

agrícolas, también existen trabajos que plantean que estos ambientes tan cambiantes pueden actuar como facilitadores de invasiones biológicas (Fernando, 1996; Bambaradeniya y Amarasinghe, 2003; Smith et al., 2018). Por ejemplo, algunas especies de ostrácodos exóticos pueden establecerse y eventualmente desplazar las especies nativas, alterando la biodiversidad local. Estas especies de ostrácodos exóticas invasoras son consideradas oportunistas y en general son tolerantes a cambios ambientales drásticos (Smith et al., 2018). Este fenómeno ha sido principalmente estudiado en cultivos de arroz de ambientes templados, los cuales cuentan con una tendencia a ser colonizados por ostrácodos exóticos que provienen de regiones tropicales o subtropicales (Ghetti, 1973; Martens y Toguebaye, 1985; Valls et al., 2014; Smith et al., 2018). Sin embargo, Victor y Fernando (1980), sostienen que, en cultivos de arroz de regiones tropicales, la fauna de ostrácodos se condice con la composición faunística de los ecosistemas cercanos. Es por ello que el objetivo de este trabajo es conocer la biodiversidad de ostrácodos en arrozceras de la provincia de Corrientes y comprender su ecología para evaluar si es factible el uso de estos organismos como bioindicadores de buenas prácticas agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar la comunidad de ostrácodos asociadas a las arrozceras se realizaron muestreos durante el mes de marzo de 2021 comparativamente en dos arrozceras de la provincia de Corrientes: Estación Experimental INTA Corrientes (El Sombrerito) y Empedrado. Durante el período de colecta las plantas de arroz se encontraban en etapa de maduración y el nivel del agua se mantenía entre 10 y 12 cm de profundidad. En cada arrozcera se realizaron dos transectas de 30 metros: una paralela al borde del cultivo y otra en el centro a 50 metros del borde. En cada transecta se tomaron 5 muestras. Los invertebrados fueron colectados por arrastre en la interfaz agua-suelo utilizando una red de tipo "D-frame". Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol 70% y transportadas al laboratorio para la posterior separación de los ostrácodos y su identificación al menor nivel taxonómico posible (morfoespecies). Los ostrácodos fueron contabilizados e identificados taxonómicamente, utilizando microscopios estereoscópico y óptico y microscopía electrónica de barrido para analizar las valvas y sus apéndices, y bibliografía específica de Martens y Behen (1994), Karanovic (2012) e Higuti y Martens (2020).

Análisis de datos

Se estimó la riqueza y abundancia (densidad) de especies de ostrácodos por transecta y por arrozcera. La abundancia de individuos se expresó en ind/m³.

Se utilizó el test de análisis de la varianza (ANOVA) para comparar la riqueza y abundancia entre ambas arrozceras. Las diferencias se consideraron significativas en los valores $p < 0,05$. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software PAST 2.08 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

De un total de 20 muestras obtenidas de ambas arroceras, se contabilizaron e identificaron un total de 215 ostrácodos adultos en la arrocera Empedrado (RFE) y 130 ostrácodos adultos en la arrocera INTA Corrientes (RFIS). Las especies con mayor abundancia registradas en RFIS fueron *Strandesia* sp. 2 y *Chlamydotheca* sp. 1, mientras que dentro de RFB se destacó *Stenocypris* sp. Nueve especies fueron encontradas en las siguientes condiciones ambientales (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de ostrácodos registradas en dos arroceras de la Provincia de Corrientes y sus respectivas variables físico químicas del agua. Con (*) los géneros que constituyen un nuevo reporte para Argentina. RFIS: INTA Corrientes, RFE: Empedrado, Temp: Temperatura, Prof: Profundidad, Transp: Transparencia.

	Sitio	pH	Temp (°C)	EC (µS/cm)	DO (%)	NH4+ (mg/l)	NO2- (mg/l)	NO3- (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Prof (m)	Transp (m)
Familia Cyprididae											
Subfamilia Cyprettinae											
(1)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Cypretta</i> sp.*										
Subfamilia Cypricerinae											
(2)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0.34 - 2.53	0,63	0.04 - 1.44	<0.02	0.14 - 2.90	0.13 - 1
	<i>Cypricerus</i> sp.*										
(3)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Strandesia bicuspis</i>										
(4)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.34 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.01 - 1.93	<0.02	0.12 - 1.60	0.7 - 0.60
	<i>Strandesia</i> sp2										
(5)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.36 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.02 - 0.32	<0.02	0.04 - 0.13	0 - 0.13
	<i>Chlamydotheca</i> sp1										
(6)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Chlamydotheca</i> sp2										
(7)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Chlamydotheca</i> sp3										
Subfamilia Herpetocypridinae											
(8)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.36 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.01 - 1.93	<0.02	0,13	0.07 - 0.13
	<i>Herpetocypridinae</i> sp.*										
(9)	RFB	6.56 - 6.62	26,1	61 - 76	29 - 34	1.7 - 2.13	<0.02	<0.02	<0.02	0,13	0,08
	<i>Stenocypris</i> sp.*										

La abundancia promedio (Fig. 1) de ostrácodos presentes en RFE fue mayor que la registrada en RFIS (690 ± 1052 vs. 417.2 ± 358 ind/m³), sin embargo, esta diferencia no fue significativa al compararla estadísticamente (ANOVA: F= 0,6018; p = 0,5823). La riqueza pro-

medio de especies (Fig. 1) registrada en RFE fue menor que en RFIS (2.4 ± 0.96 vs. 4.3 ± 2.21 morfoespecies), y, esta diferencia fue estadísticamente significativa (ANOVA: $F=6,1.89$; $p = 0,0338$).

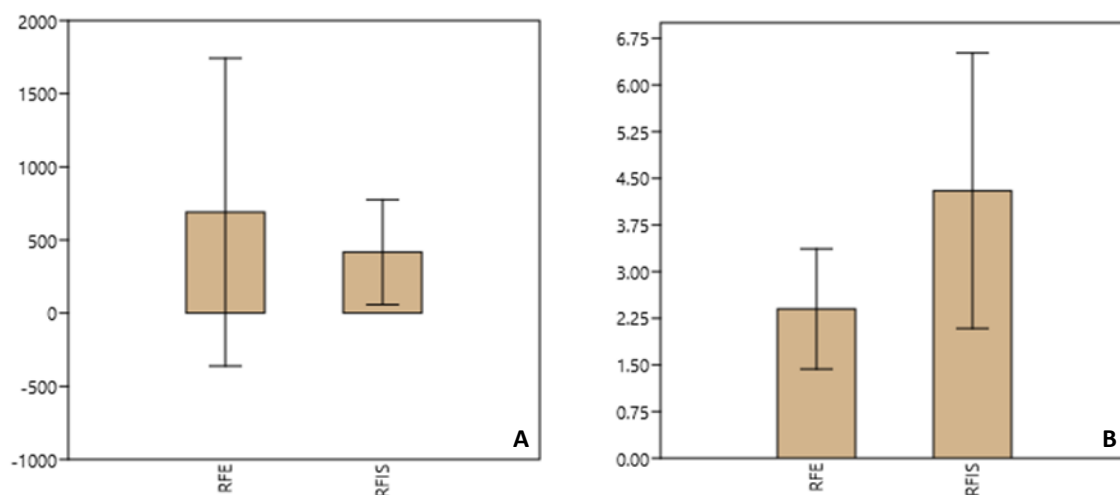


Figura 1. Abundancia (A) y Riqueza (B) de especies en dos arrozceras localizadas en la provincia de Corrientes, Argentina.

Respecto a la composición de la fauna de ostrácodos, se registraron 6 géneros con 9 morfoespecies pertenecientes a la familia Cypridae. Ambos sitios comparten la presencia de *Chlamydotheca* sp. 1, *Herpetocypridinae* sp. y *Strandesia* sp. 2 (Fig. 2). En RFIS, fueron registradas exclusivamente dos morfoespecies de *Chlamydotheca* (*Chlamydotheca* sp. 2 y *Chlamydotheca* sp. 3), *Strandesia bicuspis*, *Cypretta* sp. y *Cypricercus* sp., mientras que RFE solo contó con una especie exclusiva, *Stenocypris* sp.

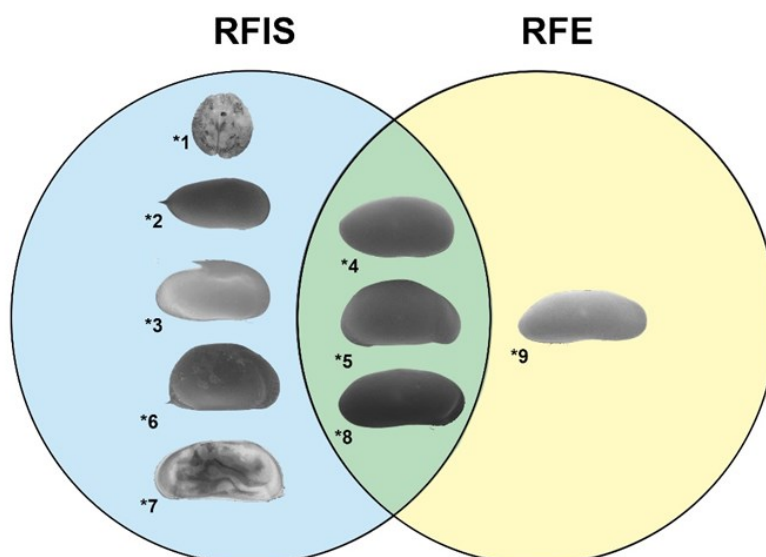


Figura 2. Abundancia Morfoespecies de ostrácodos exclusivas y compartidas de dos arrozceras de la Provincia de Corrientes. RFIS: INTA Corrientes, RFE: Empedrado. Los nombres de las especies se encuentran en la Tabla 1 .

No se ha registrado la presencia de machos en ninguna de las poblaciones estudiadas en este trabajo, por lo que se asume que se tratan de poblaciones partenogenéticas.

No se observó ninguna especie reportada como exótica para nuestro país. La mayoría de dichos géneros han sido registrados previamente en Brasil. Sin embargo, *Stenocypris* sp., *Herpetocypridinae* sp., *Cypricercus* sp. y *Cypretta* sp. constituyen nuevos reportes para Argentina.

CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo constituye el primer reporte de la fauna de ostrácodos asociadas a los cultivos de arroz en Argentina. El estudio de la diversidad de ostrácodos asociados a cultivos de arroz es de larga data en países asiáticos como Japón (Okubo, 2004), Tailandia (Savatenalinton, 2017), Indonesia, Malaysia y Filipinas (Victor y Fernando, 1980); en Europa se llevaron a cabo estudios en Italia (McKenzie y Moroni, 1986; Rossi et al., 2003) y España (Mesquita-Joanes et al., 2012; Valls et al., 2014).

Smith et al., (2018) menciona que uno de los continentes donde más se debe focalizar la identificación taxonómica de la fauna de ostrácodos es Sudamérica, ya que presenta su fauna muy diferente a la de Asia y Europa, y posee, además, un alto número de especies endémicas (Meisch et al., 2019).

Si bien no se registraron especies exóticas, conocer la fauna de ostrácodos presente en los cultivos de arroz es importante ya que, dependiendo de su ecología, sus hábitos alimentarios, reproducción y la etapa fenológica del cultivo donde aparecen, los ostrácodos pueden tener distintos tipos de impacto. Para el caso de las especies partenogenéticas, por ejemplo, la simple presencia de un huevo puede llevar al establecimiento de una población (Horne et al., 1998). Esta estrategia reproductiva, favorece a la instauración de especies invasoras, tanto exóticas como nativas, las cuales precisan ser identificadas para mitigar su posible dispersión desde los cultivos hacia los ambientes naturales cercanos (Smith et al., 2018; Lovas-Kiss et al., 2018). Por otra parte, dependiendo del tipo de alimentación, algunas especies se alimentan de algas, limitando así los blooms algales y, por consecuencia, estabilizando el pH del ambiente (Sánchez-Bayo y Goka, 2006a).

Bandeira et al., (2022) mencionan que las arroceras junto con los ambientes naturales, pueden favorecer la conservación de microcrustáceos, especialmente en cultivos con estrategias de manejo integrales, lo que posiblemente sería favorable para la gestión de estos agroecosistemas.

Comprender y valorar la diversidad de ostrácodos en los cultivos de arroz permite fomentar la adopción de enfoques agrícolas sostenibles y respetuosos con el ambiente. Asimismo, conservar estos organismos esenciales, asegura la estabilidad a largo plazo de dichos ecosistemas, promoviendo la resiliencia y la sostenibilidad de este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con los proyectos de CONICET: PUE No. 22920180100001CO y PIP KA11220200102296CO y AGENCIA (PICT 2020 SERIE A-035-65). La identificación taxonómica fue realizada mediante una estadía en la Universidade Estadual de Maringá (Paraná – Brasil), la cual fue posible gracias a la adjudicación de una Beca de Traslado “Categoría B” otorgada por el Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se agradece al Ing. Agr. Daniel Kruger del INTA Corrientes y a los productores de la arrocería de Empedrado por facilitar la realización de los muestreos. JH agradece al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) por la beca de productividad en investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandeira MGDS, Martins KP, Palma-Silva C, Barbosa FG, Hepp LU, Albertoni EF. 2022. Microcrustaceans in rice fields: A scientometric analysis from 1977 to 2019. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94.
- Bambaradeniya CNB, Amarasinghe FP, 2003. Biodiversity associated with the rice field agroecosystem in Asian countries: A brief review. Working Paper 63. International Water Management Institute, Colombo: 24 pp.
- BCSF. 2021. Evolución de la producción de arroz en Argentina. Bolsa de Comercio de Santa Fé, 8 pp.
- Choe, L. J., Cho, K. J., Han, M. S., Kim, M. K., Choi, S. K., Bang, H. S., ... & Kim, M. H. (2016). Benthic macroinvertebrate biodiversity improved with irrigation ponds linked to a rice paddy field. *Entomological Research*, 46 (1), 70-79.
- Fasola, M., & Ruiz, X. (1996). The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial waterbirds*, 122-128.
- Fernando CH, 1996. Ecology of rice fields and its bearing on fisheries and fish culture. p. 217-237. In: S.S. de Silva (ed.), *Perspectives in Asian fisheries*. Asian Fisheries Society, Manila.
- Ghetti PF, 1973. Dynamique de populations d'ostracodes de douse rizieres Italiennes. *Notes d'ecologie. Extr. Ann. Stat. Biol. Besse-en-Chandesse* 7:273-294.
- Hammer, O. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentol electron*, 4, 9.
- Heckman, C.W. 1974. The seasonal succession of species in a rice paddy in Vientiane, Laos. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 59: 489–507.
- Heckman, C.W. 1979. Rice field ecology in northeastern Thailand. *Monographiae Biologicae* 34. Dr W. Junk, The Hague, 228 pp.
- Higuti, J., & Martens, K. (2020). Class Ostracoda. *In: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 631-661). Academic Press.
- Horne, D. J., Danielopol, D. L., & Martens, K. (1998). Reproductive behaviour. *In* K. Martens (Ed.), *Sex and parthenogenesis: Evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine ostracods* (pp. 157–195). Backhuys Publishers.
- Instituto Nacional de Semillas (2022). Sistema de Información Simplificado Agrícola, Informe de Arroz, Campaña 21/22. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if_sisa_arroz_21-22.pdf
- Karanovic, I. (2012). Recent freshwater ostracods of the world: Crustacea, Ostracoda, Podocopida. Springer Science & Business Media.
- Lovas-Kiss A, Sánchez MI, Molnár A, Valls L, Armengol X, Mesquita-Joanes F & Green AJ. 2018. Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. *Freshw Biol* 63: 392-404.
- Lupi, D., Rocco, A., & Rossaro, B. (2013). Benthic macroinvertebrates in Italian rice fields. *Journal of Limnology*, 72(1).
- Martens, K., & Behen, F. 1994. A checklist of the recent non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from the inland waters of South America and adjacent islands (Vol. 22). Ministère des affaires culturelles, Musée

national d'histoire naturelle.

- Martens K, Toguebaye BS (1985) On the presence of *Cypris subglobosa* Sowerby, 1840 (Crustacea, Ostracoda) in Africa, with notes on the distribution of this species. *Ann Soc Roy Zool Bel* 115:147–153
- McKenzie KG & Moroni A, 1986. Man as an agent of crustacean passive dispersal via useful plants - exemplified by Ostracoda *ospiti esteri* of the Italian ricefields ecosystem – and implications arising therefrom. *J. Crust. Biol.* 6:181-198.
- Meisch C. 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe. *Sußwasserfauna von Mitteleuropa* 8/3.
- Meisch C, Smith RJ, & Martens K. 2019. A subjective global checklist of the extant non-marine Ostracoda (Crustacea). *European journal of taxonomy*, 492, 1-135.
- Mesquita-Joanes F, Aguilar-Alberola JA, Schornikov EI, Rueda J, Smith RJ, Escrivà A, Kamiya T & Karanovic I. 2012. Global distribution of *Fabaeformiscandona subacuta*: An exotic invasive Ostracoda on the Iberian Peninsula? *J Crust Biol* 32: 949-961.
- Okubo I, 2004. [Nihon tansui san kaimijinko rui ni tsuite]. [Book in Japanese]. Kabushikigaisha Sanmon Insat-susho, Okayama: 72 pp.
- Prasetyo, D. B., Koji, S., & Tuno, N. (2016). A comparison of aquatic invertebrate diversity between paddy fields under traditional and modern management in Western Japan. *Research in Agriculture*, 1(1), 25-41.
- Reimche GB, Machado SLD, Zanella R, Vicari MC, Piccinini F, Golombieski JI & Reck L. 2014. Zooplankton community responses to the mixture of imazethapyr with imazapic and bispyribac-sodium herbicides under rice paddy water conditions. *Cienc Rural* 44: 1392-1397.
- Rizo-Patron, F., Kumar, A., Colton, M. B. M., Springer, M., & Trama, F. A. (2013). Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated rice fields in Guanacaste, Costa Rica. *Ecological Indicators*, 29, 68-78.
- Rosa, J., de Campos, R., Martens, K., & Higuti, J. (2021). Spatial variation of ostracod (Crustacea, Ostracoda) egg bank in temporary lakes of a tropical flood plain. *Marine and Freshwater Research*, 79, 26–34.
- Rossi V, Benassi G, Veneri M, Bellavere C, Menozzi P, Moroni A, McKenzie KG, 2003. Ostracoda of the Italian ricefields thirty years on: a new synthesis and hypothesis. *J. Limnol.* 62:1-8.
- Ruiz, F., Abad, M., Bodergat, A. M., Carbonel, P., Rodríguez-Lázaro, J., González-Regalado, M. L., ... & Prenda, J. (2013). Freshwater ostracods as environmental tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 1115-1128.
- Sabater, L.M., Bertucci, S.E., Perez, A.P. & Franceschini, M.C. (2022). Invertebrados en arrozceras de Corrientes: ¿Son importantes para diseñar e implementar un sistema de manejo integrado de plagas? INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ (Argentina): Ediciones INTA, 2022. Campaña 2021-2022. Volumen XXX. Corrientes, Argentina.
- Sánchez-Bayo F, Goka K, 2006a. Ecological effects of the insecticide imidacloprid and a pollutant from antidandruff shampoo in experimental rice fields. *Environ. Toxicol. Chem.* 25:1677-1687.
- Savatenalinton S. 2017. Species diversity of ostracods (Crustacea: Ostracoda) from rice fields in Northeast Thailand, with the description of a new *Tanycypris* species. *Zootaxa* 4362: 499-516. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4362.4.2>.
- Sistema de Informacion Simplificado Agricola, Instituto Nacional de Semillas, Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca. (2023) Informe de Arroz 2022-2023. Gobierno de la República Argentina
- Smith RJ, Horne DJ, Martens K & Schön I. 2015. Class Ostracoda. *In* Thorp and Covich's freshwater invertebrates (pp. 757-780). Academic Press.
- Smith RJ, Zhai D, Savatenalinton S, Kamiya T & Yu N. 2018. A review of rice field ostracods (Crustacea) with a checklist of species. *J Limnol* 77: 1-16. DOI:10.4081/jlimnol.2017.1648.
- Valls L, Rueda J, Mesquita-Joanes F, 2014. Rice fields as facilitators of freshwater invasions in protected wetlands: the case of Ostracoda (Crustacea) in the Albufera Natural Park (E Spain). *Zool. Stud.* 53:1-10.
- Victor R & Fernando CH, 1980. Freshwater Ostracoda from the ricefields of South East Asia. *Trop. Ecol. Dev.* 1980:957-970.

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE GRANOS DE ARROZ CON SOFTWARE DE LIBRE DISTRIBUCIÓN Y UN ESCÁNER DE ESCRITORIO

M.S. Cleva^{1*}; M.L. Fontana; L.G. Herber; R.D. Kruger; M.I. Pachecoy y D.O. Liska¹

Palabras clave: calidad; morfología; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es un cultivo de particular interés en el litoral argentino. La producción nacional se concentra en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Formosa y Chaco (Dirección Nacional de Agricultura, 2022). Tanto a nivel mundial como regional, mucha de la investigación realizada sobre el cultivo apunta al incremento de los rindes, en modelos de producción sostenible. Esto implica la necesidad de conocer la naturaleza del rendimiento para poder manejar los diferentes factores inherentes al cultivo y al ambiente (componentes bióticos y abióticos) con miras a optimizar la producción (CIAT, 1986). Posterior al descascarado y pulido de los granos, la determinación de sus dimensiones resulta de interés para clasificar al cultivar en arroz tipo "largo ancho", "largo fino", "mediano" o "corto" (Resolución SAGyP N° 1075, 1994); así mismo, sabiendo la longitud media del grano entero de un material, es posible determinar la longitud de los granos quebrados (75% largo entero) y su proporción en la muestra, a fin de establecer su calidad industrial. Con fines experimentales, esta tarea la realiza un experto midiendo cada grano de la muestra con un calibre. Resulta tedioso, requiere cierta habilidad manual y consume tiempo en función de la cantidad de granos a medir.

La aplicación del Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) a la industria y producción agrícola se ha incrementado en los últimos años favorecida por dos factores que están mutuamente relacionados: a) el desarrollo de los algoritmos utilizados y su disponibilidad en diferentes aplicaciones específicas (algunas gratuitas) y b) el desarrollo y abaratamiento del hardware empleado tanto para la obtención de las imágenes, como para su posterior procesamiento.

Los algoritmos de PDI aplicados al estudio de semillas y granos permiten obtener información del tamaño y parámetros de forma a partir de su imagen, como así también sobre el color y la textura, las cuales se relacionan con diversos daños en los mismos. Las determinaciones de estos valores son importantes tanto para definir la calidad del producto, como para el diseño de equipamiento para procesamiento, transporte, ordenamiento, separación y almacenamiento.

Para el caso del arroz, Sakai y col. (1996) analizaron por PDI los efectos de la variedad y el método de pulido en la forma y tamaño de grano. Lloyd y col. (2001) compararon la deter-

¹ UTN - FRRRe. Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías de la Información y Comunicación (CInApTIC). *Email: clevamario@hotmail.com

minación del porcentaje de granos de arroz enteros para dos variedades con dos equipos comerciales de PDI, introduciendo el concepto de “peso por pixel” a fin de determinar la fracción en masa de granos partidos y enteros.

Van Dalen (2004) determina la distribución de las longitudes de los granos de arroz de una muestra a partir de la aplicación de algoritmos de PDI a la imagen digital de los mismos. Sansomboonsuk y Afzulpurkar (2006) proponen un algoritmo para evaluar imágenes de granos de arroz que están en contacto entre sí para obtener información relacionada con su morfología. Los datos obtenidos se emplearon para clasificar los granos usando lógica difusa y los resultados se compararon con la clasificación hecha visualmente por peritos llegando a un 90% de coincidencia.

En este trabajo se propone validar una metodología fiable y factible con equipos de baja complejidad (escáner y un software de libre distribución) principalmente para determinar dimensiones de granos de arroz posterior a la etapa de pelado y pulido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron dos muestras: una de 30 granos de arroz enteros y otra de 30 granos partidos (Figura 1) extraídos de un paquete comercial de arroz largo fino parbolizado. Esta cantidad arbitraria fue suficientemente representativa para la comparación entre dos métodos.



Figura 1. Granos enteros (fila superior) y partidos (fila inferior).

A fin de contrastar los resultados obtenidos por PDI con los obtenidos por el método manual, para cada grano de la muestra se determinó el ancho y el largo con un calibre digital (Essex, precisión 0,01 mm). Estos valores fueron promediados y calculadas sus desviaciones estándar. La imagen de esta muestra se obtuvo con el escáner de una impresora multifunción Hewlett Packard Deskjet F4280. En la parte interna de la tapa del escáner se colocó un lámina de goma EVA color azul real de tamaño A4. Se seleccionó este color porque uno de sus canales RGB resulta adecuado para contrastar el fondo de la imagen del grano.

El procesamiento de las imágenes obtenidas se realizó con el software gratuito ImageJ®. Este es un programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java desarrollado en el National Institutes of Health. Fue diseñado con una arquitectura

abierta que proporciona extensibilidad vía plugins Java y macros grabables, que posibilitan la realización de secuencias de cálculo reiterativas.

También desde el mismo programa se puede hacer la captura de la imagen desde el escáner con el empleo de un plugin.

La secuencia de operaciones para realizar la medición de las dimensiones de los granos de arroz se presentan en la figura 2.



Figura 2. Secuencia de operaciones para la determinación de dimensiones de los granos.

Se detallan a continuación cada una de estas etapas.

Adquisición de la imagen

Los granos de la muestra se distribuyeron sobre la bandeja del escáner evitando el contacto entre ellos. Esto se realiza para no emplear algoritmos de separación que dilatarían el tiempo de cálculo. Las imágenes se adquirieron con una resolución de 300 dpi., resolución adecuada para una aceptable precisión y velocidad en el tiempo de procesamiento. La imagen se almacenó en formato BMP a fin de evitar la pérdida de información propia de los algoritmos de compresión que emplean algunos formatos.

Binarización

La imagen de la muestra de granos partidos y enteros se separa en los canales RGB (red = rojo, green = verde y blue = azul) que la componen (Figura 3 a, b y c).

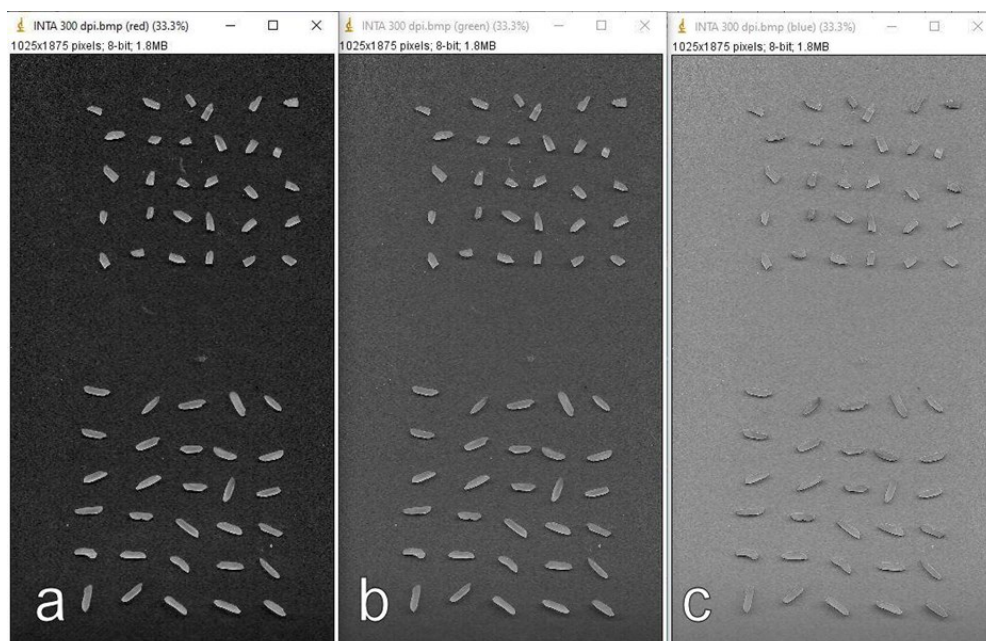


Figura 3. Imágenes de los canales RGB: a) Canal rojo; b) canal verde y c) canal azul.

Como se aprecia en la figura 3a, el canal rojo es en el que mejor contrastó el fondo con el grano, canal que se seleccionó para realizar la binarización.

La binarización es una operación recurrente en el PDI. Consiste en convertir a dos tonos (0 ó 255) la intensidad de los píxeles de una imagen en relación a un valor determinado denominado umbral de binarización. Si el valor del píxel está por encima del umbral, toma el valor de 255 y si está por debajo, el valor de 0. De este modo, la intensidad de los píxeles relacionados con un objeto se hacen uniformes, lo mismo que el fondo (Figura 4).

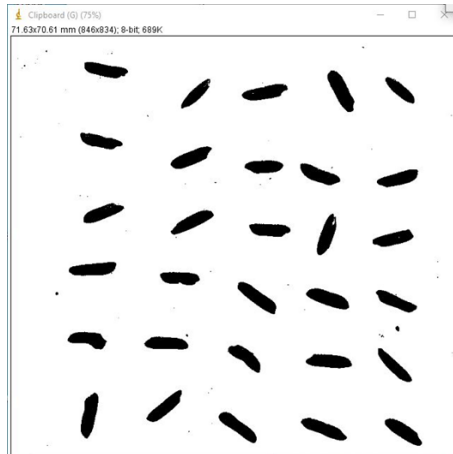


Figura 4. Imagen binarizada de los granos enteros

La selección del umbral de binarización se realizó en función al histograma del canal rojo (Figura 5).

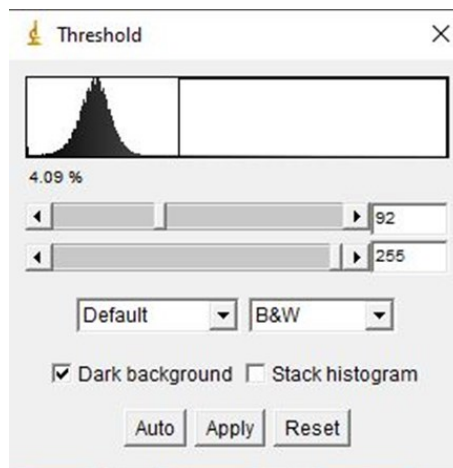


Figura 5. Histograma del canal rojo y umbral de binarización.

El histograma es una representación gráfica de las frecuencias en que se encuentran las diferentes intensidades, en función de la intensidad.

Configuración de la escala

La resolución es un parámetro importante a la hora de escanear una imagen. Se mide en puntos por pulgadas (dpi por sus siglas en inglés) y es un valor que está relacionado con la

calidad de la imagen y el tamaño de la misma. En el caso de la determinación de dimensiones en granos y semillas, una resolución de 300 dpi es aceptable para determinaciones morfológicas. La figura 6 presenta el menú de configuración de escala en ImageJ®.

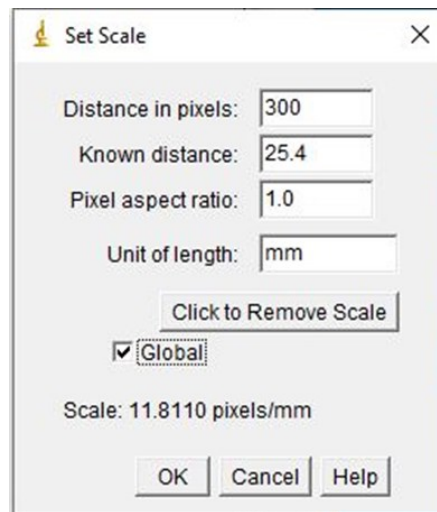


Figura 6. Configuración de escala

Si la resolución es de 300 puntos por pulgada, significa que hay 300 puntos por cada 2,54 cm o 25,4 mm. Con la escala configurada, todas las dimensiones que se midan quedarán expresadas en las unidades seleccionadas.

Cálculo del largo y ancho de los granos

El método de la elipse que mejor ajusta consiste en sustituir, el área proyectada del grano de arroz, por una elipse que cumple las mismas propiedades geométricas que la del área del grano. Las figuras 7 y 8 presentan una porción de la imagen en la que se muestra como los contornos de estas elipses se ajustan al perímetro del área proyectada, tanto en los granos enteros como en los partidos. Se aprecia que la longitud y el ancho de cada grano coincidieron en forma aproximada con la de los ejes de las elipses.

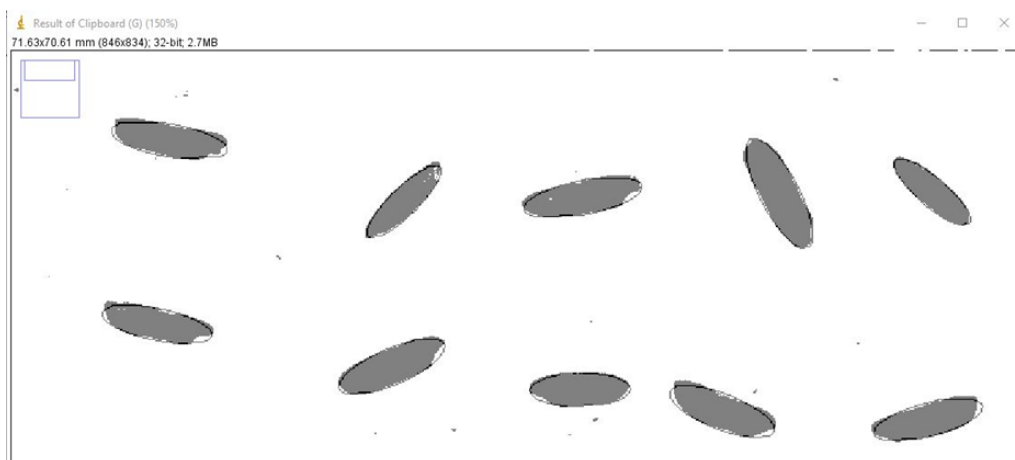


Figura 7. Área proyectada de los granos enteros y elipse que mejor ajusta



Figura 8. Área proyectada de los granos enteros y elipse que mejor ajusta.

En las Figuras 4, 7 y 8 aparecen objetos (de diferente origen y menor tamaño) que no son granos. Para que estos no sean tenidos en cuenta, se los filtra en el conteo empleando el criterio "área". Para este caso, todos los elementos con área menor a 2 mm², fueron desconsiderados (Figura 9A).

El efecto del filtro por área (<2 mm²) se muestra en la figura 9B: la primera columna representa el grano; la segunda, el área en el sistema de unidades que se empleó en la escala; la tercera y cuarta columna representan los valores del eje mayor y menor de la elipse que mejor ajusta y la quinta, la orientación en grados.

Analyze Particles

Size (mm²): 2-Infinity

Pixel units

Circularity: 0.00-1.00

Show: Ellipses

Display results Exclude on edges

Clear results Include holes

Summarize Record starts

Add to Manager In situ Show

OK Cancel Help

Results

File	Edit	Font	Results	
	Area	Major	Minor	Angle
18	13.204	7.909	2.126	143.559
19	13.290	7.376	2.294	161.293
20	10.810	7.198	1.912	156.236
21	11.090	6.240	2.263	170.492
22	11.534	7.240	2.028	177.579
23	10.810	6.313	2.180	142.977
24	10.409	7.551	1.755	135.546
25	12.645	7.478	2.153	176.214
26	11.548	7.277	2.021	40.615
27	13.176	7.586	2.211	78.377
28	12.151	7.739	1.999	143.482
29	12.681	7.967	2.027	158.403
30	11.986	6.996	2.181	146.031

Figura 9. A) Configuración para filtrar partículas; B) Tabla de resultados de ImageJ®

RESULTADOS

Los resultados de la determinación de las dimensiones de la muestra de granos de arroz empleando un calibre y por PDI se presentan en la tabla 1.

Los resultados de la determinación de las dimensiones de la muestra de granos de arroz empleando un calibre y por PDI se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones para granos enteros y quebrados empleando calibre y PDI.

Método	Entero		Quebrado	
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
Calibre	7.1 ± 0.5	1.9 ± 0.2	4.1 ± 0.7	1.9 ± 0.2
PDI	7.1 ± 0.5	2.1 ± 0.2	4.2 ± 0.7	2.1 ± 0.2

Los valores de las dimensiones se expresan con su desviación estándar, siendo esta última expresada con una sola cifra significativa. Ambas formas de determinación tienen la misma variabilidad, reflejada por este valor.

La tabla muestra la similitud en los valores obtenidos entre ambos métodos, sobre todo en el largo de los granos, enteros y partidos. La determinación con calibre del ancho ha sido más compleja que la determinación del largo por lo difícil que resulta posicionar al grano entre las mordazas del calibre. Se asume entonces que esta medida es la que está más afectada de error y, en base a los valores obtenidos del largo, se puede asumir que la medida por PDI es la que tiene menos error en su determinación.

CONSIDERACIONES FINALES

Se presentó una forma de determinar las dimensiones de una muestra de granos de arroz empleando un escáner de escritorio e ImageJ® y se contrastó con las mismas determinaciones empleando un calibre digital. Las medidas realizadas con PDI se ejecutaron en menos tiempo y no requirieron de habilidades especiales para realizarlas.

El método es económico ya que no demanda un equipo nuevo para implementarla. De hecho se puede reciclar algún equipo con sistema operativo en el que se pueda ejecutar ImageJ® y al que se pueda conectar un escáner.

En el método por PDI el número de granos a medir está limitado por la cantidad de granos que entran en la bandeja de un escáner y como desventaja tiene el tiempo empleado para la revisión de que los granos no estén en contacto entre sí.

BIBLIOGRAFÍA

- Dirección Nacional De Agricultura. 2022. Estimaciones agrícolas de arroz; [Acceso 06 Julio 2022]. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1986). Componentes del rendimiento en arroz; Guía de estudio. Contenido científico: International Rice Research Institute. Traducción y adaptación: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. CIAT.
- Sakai, N.; Yonekawa, S.; Matsuzaki, A.; Morishima, H. 1996. Two-dimensional image analysis of the shape of

- rice and its application to separating varieties. *Journal of Food Engineering*, 27(4), 397-407.
- Lloyd, B.J.; Cnossen, A.G.; Siebenmorgen, T.J. 2001. Evaluation of two methods for separating head rice from brokens for head rice yield determination. *Applied Engineering in Agriculture*, 17 (5), 643–648.
- Van Dalen, G. 2004. Determination of the size distribution and percentage of broken kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. *Food Research International*, 37(1) 51-58.
- Sansomboonsuk, S; Afzulpurkar, N., 2006. The Appropriate Algorithms of Image Analysis for Rice Quality Evaluation, The 20th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand. 18-20 October, Nakhon Ratchasima, Thailand.

MIRANDO EL ARROZ DESDE OTRA PERSPECTIVA: ¿QUE PODEMOS DETECTAR A CAMPO LUEGO DE UN VUELO CON EL DRON?

L.G. Herber* y E.M. Aguiar

Palabras clave: Análisis; Anomalías; Arroz; Drone; Ortomosaicos.

INTRODUCCIÓN

Luego de un vuelo con un dron, se pueden detectar una variedad de situaciones/elementos según el tipo de equipo, los sensores que tenga a bordo y el propósito de la misión. Aquí hay algunas de las cosas comunes que se pueden detectar o recopilar después de los vuelos:

- 1.- Fotografías y videos: los drones a menudo están equipados con cámaras que pueden capturar imágenes y videos desde el aire, las cuales pueden ser útiles para inspecciones visuales, cartografía, vigilancia, etc.
- 2.- Datos topográficos y de mapeo: permiten realizar un relevamiento detallado para luego crear mapas tridimensionales de terrenos o estructuras.
- 3.- Imágenes multiespectrales e infrarrojas: permiten detectar problemas en cultivos, salud en las plantas o buscar puntos de calor en edificios, equipamientos o incendios.
- 4.- Análisis de Seguridad y Vigilancia: Los drones pueden utilizarse para vigilancia y análisis de seguridad en áreas remotas o de difícil acceso. Pueden detectar actividades sospechosas o proporcionar una vista en tiempo real de situaciones de emergencia.
- 5.- Inspección de Infraestructuras: Los drones son útiles para inspeccionar infraestructuras como puentes, líneas eléctricas, torres de comunicación y tuberías. Pueden detectar daños, corrosión o problemas estructurales.
- 6.- Medición de Contaminantes del Aire: Algunos drones están equipados con sensores para medir la calidad del aire y detectar contaminantes atmosféricos, lo que es útil para monitorear la calidad del aire en áreas específicas.
- 7.- Detección de Incendios Forestales: Los drones pueden ser utilizados en la detección temprana y el seguimiento de incendios forestales, proporcionando información valiosa para los equipos de extinción de incendios.
- 8.- Búsqueda y Rescate: Los drones equipados con cámaras térmicas y sensores de búsqueda pueden ayudar en misiones de búsqueda y rescate (SAR) al localizar personas desaparecidas en áreas difíciles de alcanzar.
- 9.- Monitoreo de Vida Silvestre: Los drones también se utilizan para el monitoreo de vida silvestre, lo que permite a los investigadores estudiar y proteger a las especies en peligro.

*Email: herber.luciana@inta.gob.ar

de extinción sin perturbar su entorno natural.

10.- Análisis de Daños Naturales o Desastres: Después de desastres naturales como terremotos, inundaciones o huracanes, los drones pueden sobrevolar áreas afectadas para evaluar los daños y ayudar en la respuesta de emergencia

En este trabajo abordaremos aspectos relacionados al primer punto, los cuales están asociados a la detección directa de objetos, anomalías, malezas, etc. en los ortomosaicos realizados en sucesivos vuelos sobre lotes de ensayos de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó una sucesión de vuelos entre noviembre y febrero de 2022 y 2023 sobre el campo experimental de arroz del grupo Agricultura Extensiva de la EEA INTA Corrientes. Los vuelos se realizaron con un dron Mini Mavic 3 Pro a una altura de 30 metros a una velocidad promedio de 2,5 m/s con la finalidad de armado de ortomosaico con un buen solapamiento. Se voló siempre a la misma hora y en las mismas condiciones de radiación solar y viento, con un margen aceptable de variabilidad. Se trabajaron ortomosaicos de los vuelos y fotografías aéreas cenitales tomadas por el dron, técnicas conocidas como analítica directa; no se realizaron para este trabajo estudios de índices ni mapeos de categorías que se utilizaron en otros análisis aunque si un desarrollo de IA para detección de maleza que por su complejidad se expondrá en futuras ediciones.

RESULTADOS

A continuación, se presentan algunos recortes de los ortomosaicos de lotes de producción y de ensayos (Figuras 1 a 4).



Figura 1. Franja N° 3.



Figura 2.
Franjas N° 12
(horizontal) y
N° 5 (vertical).

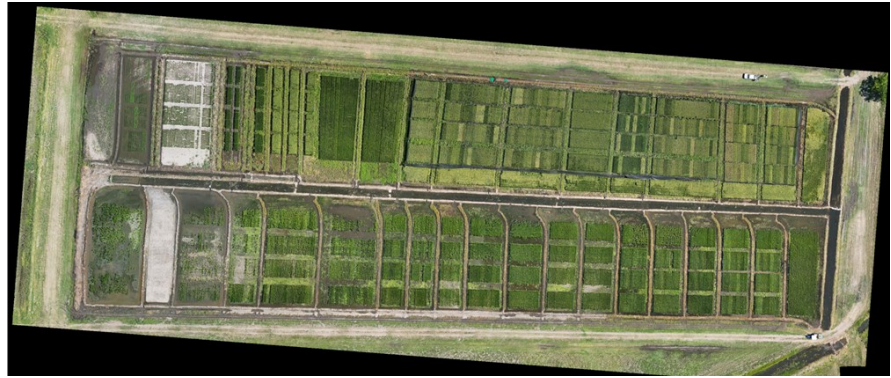


Figura 3.
Franjas N° 4 a y b.



Figura 4.
Franja N° 2.

ANÁLISIS DE PARCIALIDADES DETECTADAS

A continuación, se presenta un análisis de objetos, situaciones detectados en las franjas señaladas anteriormente. El análisis se realizó en acercamientos que permiten las resoluciones de Drone ($1,11 \text{ cm} \cdot \text{px}^{-1}$), de un centímetro y fracción por pixel.



Detección de malezas (color verde claro, sobre el surco del cultivo) y zonas ralas (suelo desnudo, marrón claro).



Presencia de surcos sin plantas, zonas ralas.

Presencia de agua en préstamos.



Ataque de patos.



Avance del riego.



Manchones de malezas (color verde oscuro).



Falla en la sembradora (parcela ausente); presencia de microrelieves que trajo aparejado problemas de riego y finalmente invasión de malezas en zonas altas. Muerte de plantas en el último bloque a causa de exceso hídrico.

Pérdida de plantas.



Fallos de germinación de las semillas.



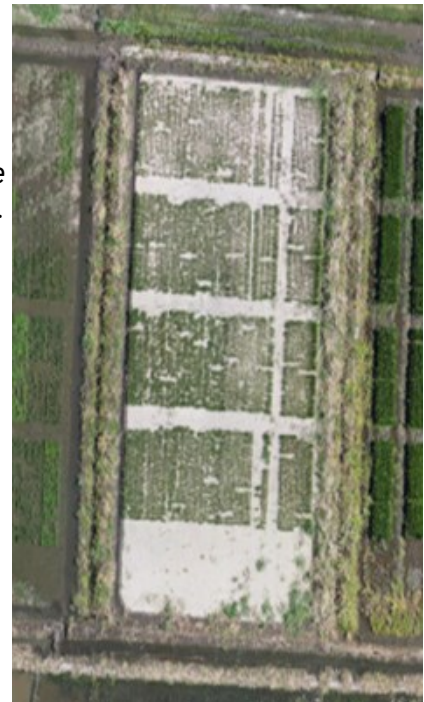
Presencia de vehículos en la chacra; árboles; canal de riego secundario; malla anti pájaros (línea verde claro); taipas.



Ensayo de arroz de secano.



Cobertura de ensayos con malla anti pájaros (color negro).

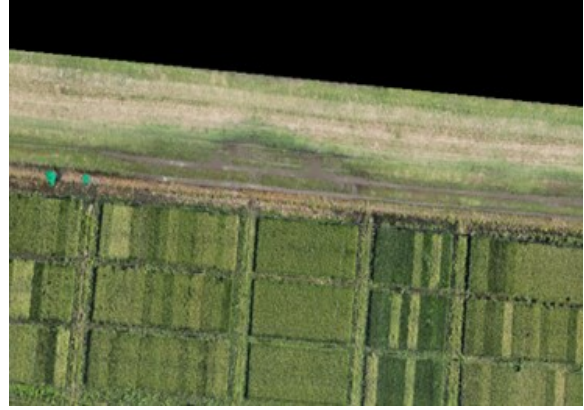


Tractor.



Ensayo de Tiempo Térmico (la coloración de cada parcela está asociada a un material específico y al estadio fenológico del mismo) al momento del vuelo.

Rotura de taipa e inundación del camino.



Restos de agua post lluvia.



Enmalezamiento resistente al herbicida aplicado en la emergencia del cultivo.



Laboreo de nivelación incorrecto y emergencia despareja de plantas.

CONSIDERACIONES FINALES

A través del vuelo de drone y aplicando las técnicas analíticas visuales en fotografías aisladas o en ortomosaicos fue posible discriminar diversos objetos y situaciones propias del cultivo de arroz. Dado que la visión es cenital, otros usos posibles a la hora de abordar trabajos son: determinación de la estructura de cultivo; conteo de plantas; presión de plagas y enfermedades; mapas zonificación y prescripciones. En el caso de ser una situación adversa, mediante técnicas de conteo o superficie pueden cuantificarse pérdidas de productividad.

SEGUIMIENTO DE ENSAYOS DE ARROZ CON ÍNDICES ESPECTRALES DE BANDA VISIBLE CON DRONES Y SATÉLITES - parte 1

L.G. Herber* y E.M. Aguiar

Palabras clave: arroz; drones; fenología; índices espectrales, mapeos.

INTRODUCCIÓN

Mediante la aplicación de drones y fotografías RGB posteriormente mapeadas espectralmente con las bandas visibles, las imágenes satelitales realistas y mapeos satelitales incluyendo NIR, se compararon 12 vuelos resumidos en 9 de las diversas etapas fenológicas de los ensayos, con la finalidad de comparar la evolución de esos índices espectrales y los materiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la experiencia se utilizaron drones DJI Mini y Mini 3 Pro según parámetros de vuelo descriptos posteriormente. La analítica se efectuó con el software Pix4dfields (licenciado) y otros instrumentos informáticos. Las imágenes satelitales corresponden a la constelación Sentinel 2 de la ESA y el procesamiento se efectuó en SNAP y Qgis.

Los vuelos se efectuaron en dos niveles de altura: 15 y 30 metros, pero debido a la emergencia de los ensayos los primeros se realizaron a 10 metros, con la dificultad inherente de creación del ortomosaico debido a la baja altitud y velocidad de vuelo, y en un vuelo posterior (#7) solo se voló a 27 m en lugar de 30 m y no hubo segundo vuelo a 15 m. En general el estándar es 15 y 30 m por la resolución espacial de 0,47cm_{px}-1, 1,05 a 1,11 cm_{px}-1 respectivamente. A 10 m el gsd es de 0,34 cm_{px}-1 y a 27 m de 1.08 cm_{px}-1. Estos valores pueden poseer variaciones de magnitudes de centésimas a décimas de centímetros según el renderizado de cada ortomosaico, pero están en el orden del [1,1 ~ 1,05] cm*px⁻¹, lo cual no es relevante en estos casos.

La causal de estas altitudes menores a 30 m es el nivel de detalle de aspectos varios (siembra, surcos, emergencia, raleos, etc.) que a mayor altitud en las fases iniciales del cultivo es más arduo identificar y cuantificar adecuadamente.

Vuelos

Detalle de ortomosaico de drones e imágenes satelitales, en los últimos vuelos se incluyen los

19/10/2022	OM	S2A/B
Vuelos #1 y #2 (15 y 30 m)		

*Email: herber.luciana@inta.gov.ar

2/11/2022	OM	S2A/B
Vuelos #3 y #4 (10 y 30 m)		
8/11/2022	OM	S2A/B
Vuelos #5 y #6 (10 y 30 m)		
17/11/2022	OM	S2A/B
Vuelos #7 (solo 27 m)		
ensayos de la		segunda fase.
6/12/2022	OM	S2A/B
Vuelos #8 (30 m)		
22/12/2022	OM	S2A/B
Vuelo #9 (30m) (ambos lotes: inicial y replica)		
6/01/2023	OM	S2A/B
Vuelo #10 (30m) (ambos lotes: inicial y replica)		

Relación de índices espectrales

Aquí se indica la reflectancia de la formulación de cada índice, tomándose en cuenta el rango (valores mínimos y máximos de la curva) del espectro visible (RGB) de la cámara del drone. En el caso de la toma satelital (*Sentinel 2 a o B*) el GSD es de $514,9 \text{ cm px}^{-1}$ es decir la

mitad de la resolución nativa mediante un artificio algorítmico consistente en un promedio gaussiano de los 8 píxeles vecinos que forman un gradiente de 5 metros vs 10 m nativos. En el caso de los índices espectrales del dron corresponden a bandas visibles (RGB de la cámara nativa del dron) y el satélite (S2A/B) incluye la banda NIR (*infrarrojos cercanos*) según la formulación clásica. La imagen espectral al igual que la imagen realista satelital

fecha	vari	tgi	xndvi	exg	gli	Ndvi sat	gsd/alt.
19/10/22	[-0,01~0,14]	[0,02~0,10]	[0~0,09]	[6,94~54,5]	[0,01~0,15]	[0,20~0,64]	1,13 cmpx ¹ / 30 m
2/11/22	[0~0,22]	[0,03~0,11]	[0~0,11]	[10,14~65,58]	[0,02~0,21]	[0,24~0,67]	1,09 cmpx ¹ / 30 m
8/11/22	[0~0,19]	[0,03~0,19]	[0~0,39]	[3,21~86,99]	[0~0,27]	[0,24~0,65]	1,11 cmpx ¹ / 30 m
17/11/22	[0,03 ~ 0,35]	[0,03~0,35]	[-0,01~0,35]	[8,54~172,39]	[0,02~0,43]	[0,27 ~ 0,68]	1,08 cmpx ¹ / 27 m
6/12/22*	[-0,10 ~ 0,53]	[-0,01 ~ 0,35]	[-0,06 ~ 0,48]	[-7,03 ~ 162,98]	[-0,02 ~ 0,66]	[0,11 ~ 0,17]	1,05 cmpx ¹ / 30 m
22/12/22	[-0,12 ~ 0,51]	[0 ~ 0,35]	[0 ~ 0,97]	[-4,02 ~ 164,94]	[-0,01 ~ 0,79]	[0,44 ~ 0,67]	1,07 cmpx ¹ / 30 m
6/01/23	[-0,11 ~ 0,41]	[-0,01 ~ 0,30]	[-0,01 ~ 0,84]	[-9,0 ~ 138,96]	[-0,02 ~ 0,52]	[0,26 ~ 0,52]	1,08 cmpx ¹ / 30 m

están con un proceso de interpolación gaussiana (*ver anexo*) que reduce a la mitad de la resolución espacial nativa de 10 mp^x⁻¹ del satélite.

*Vuelo del 06/12/2022 incluye lote de replica, lo cual baja el índice mínimo a valores de suelo desnudo con escasa emergencia.

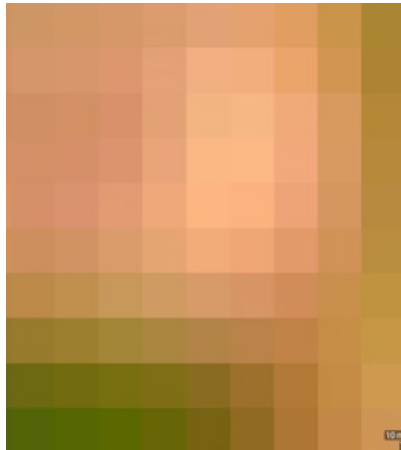







RESULTADOS

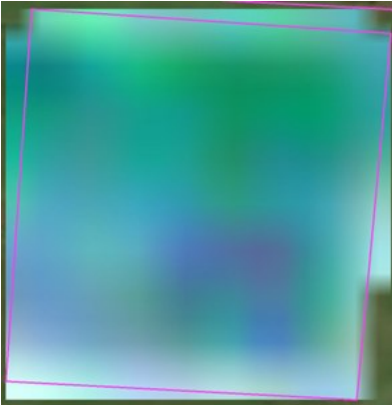

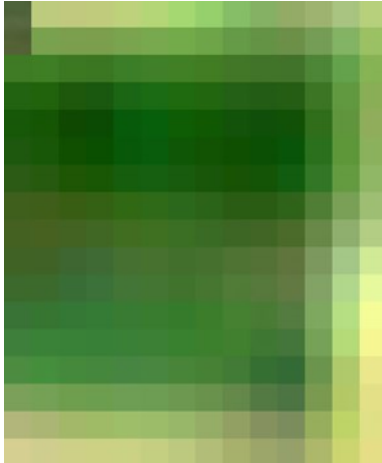

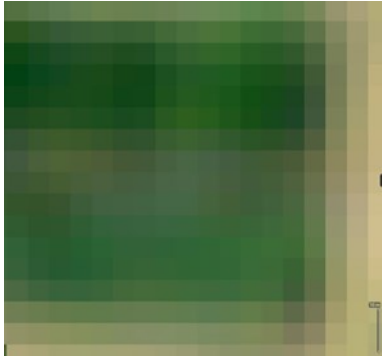

Evolución de Imagen satelital y ortomosaicos

Ortomosaicos realistas en base al vuelo e imágenes satelitales, cuantificación de los mismos lotes en porcentaje y superficie y conclusiones.

El sentido de la detección es en primer término determinar la cantidad de superficie sembrada y los errores de siembra o germinación de los ensayos; en segundo término la cobertura vegetal (basada en NDVI y sucedáneos en la detección clorofílica) para muestrear el avance de estos ensayos. En la línea de tiempo se dan dos fases en la que la primera predominan los índices que establecen la presencia vegetal pero no su cobertura, y luego con el crecimiento de las plantas, predominan los índices verdes de detección clorofílica.

Posteriormente al llegar a su fin de ciclo hay una tercer fase que es la que muestra la senescencia del cultivo y su preparación para la cosecha, donde al igual que al principio predominan los IR y los rojos en la reflectancia óptica y radiométrica. El sentido de estas imágenes en catálogo fenológico (por crecimiento y tiempo) es la correlación a diferentes resoluciones espaciales de la "visión" realista de los lotes de ensayos. La idea que subyace

fecha	Imagen Satelital (parcial lotes LH)	Ortomosaico (parcial lotes LH)
19/10/2022		
02/11/2022		
08/11/2022		
17/11/2022		

fecha	Imagen Satelital (parcial lotes LH)	Ortomosaico (parcial lotes LH)
6/12/2022		
22/12/2022 Ambos lotes (el inicial y la replica)		
06/1/2023		

es comprender la imagen satelital con la imagen del ortomosaico para detectar las anomalías desde cualquiera de ambos medios de recaudación de datos. Lo espectral lo veremos posteriormente a esta sección.

CONSIDERACIONES FINALES

Tanto en los índices como la imagen satelital interpolada a 5 metros por pixel, es observable un fenómeno de “contaminación” de valores que por los bordes de las taipas en donde hay evidentemente actividad fotosintética, esto influye en las renderizaciones de los mode-

los. Eso explica que los NDVI satelitales den valores mas altos que los del drone, mas acotados a los espacios y cuantificaciones ajustadas al terreno y sin grado de interpolación; aun así, en grandes rasgos, ambos sistemas (*Bandas visibles e índices clásicos*) aproximan a valores y cualificaciones de los ensayos.

SEGUIMIENTO DE ENSAYOS DE ARROZ CON INDICES ESPECTRALES DE BANDA VISIBLE CON DRONES Y SATÉLITES - parte 2

L.G. Herber* y E.M. Aguiar*

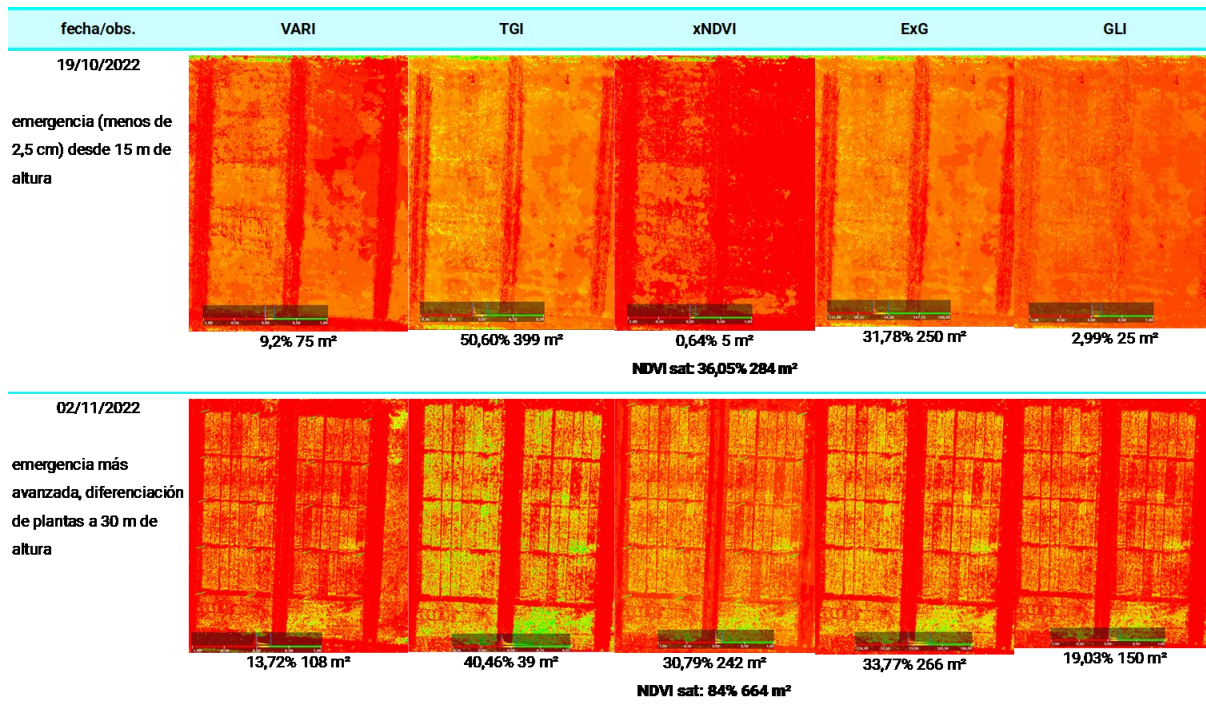
Palabras clave: arroz; drones; fenología; índices espectrales, mapeos.

INTRODUCCIÓN

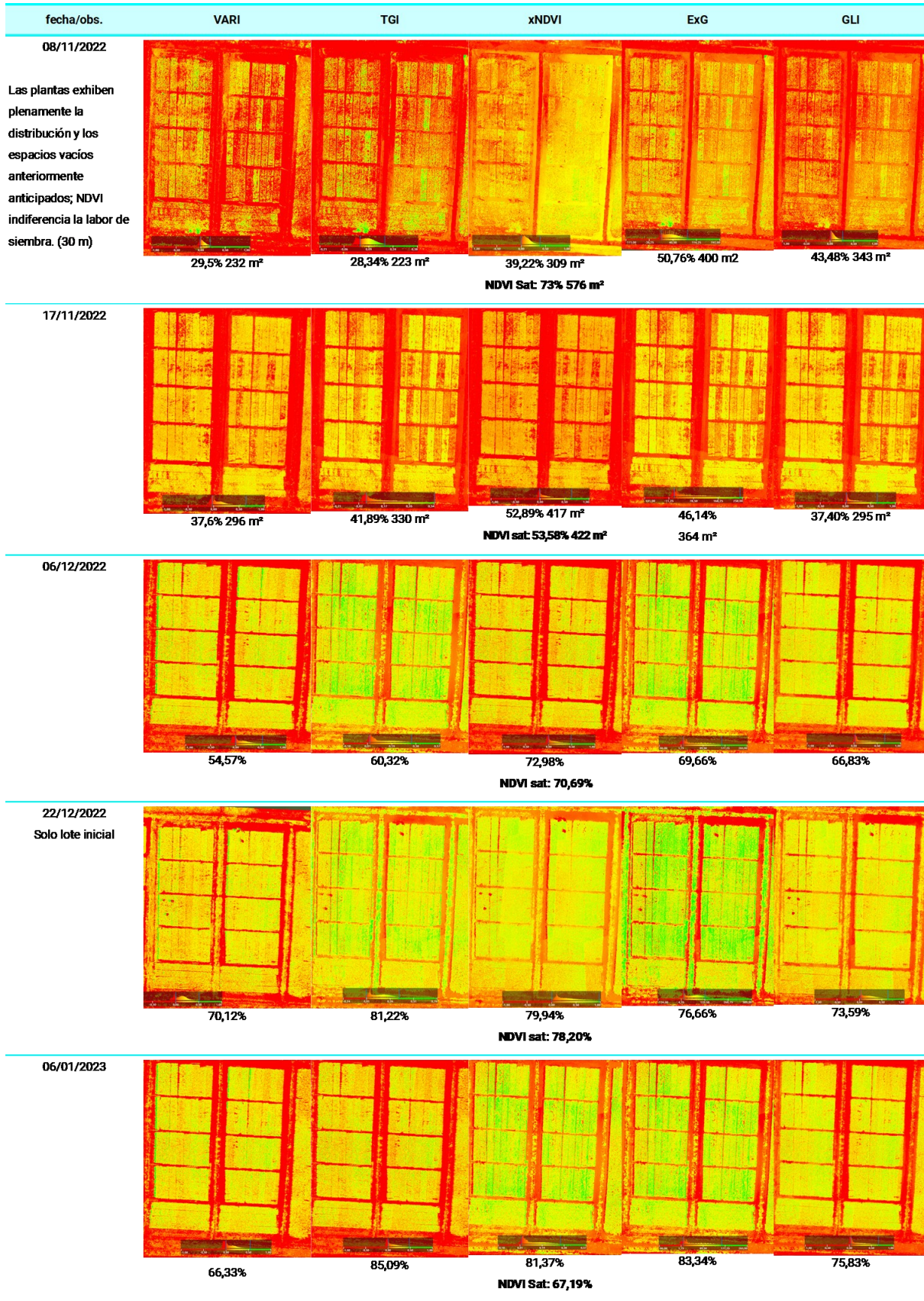
El uso de herramientas como los drones, sistemas de información geográfico y mapeos espectrales contribuye a una mejor apreciación de la fenología de los ensayos o cultivos. En este breve material exponemos algunas de las técnicas y conclusiones a las que hemos arribado.

DESARROLLO

Procedemos a realizar los mapeos espectrales utilizando una zona específica representativa de los lotes de ensayos, a fin de observar la evolución de los índices espectrales según fecha y medio. La variable medios alude a Drone y a Satélite, este último solo en la medición (*en rojo debajo del NVDI del dron*). Se incluye una aproximación de la superficie censada en m² determinada por el índice respectivo. Los índices tipo y formulación de álgebra de bandas y matricial se explican a posteriori.



*Email: herber.luciana@inta.gob.ar—aguiar.edwin@inta.gob.ar



Consideraciones sobre los índices y sus mediciones

Momentos de vuelos

En las curvas indicadas como figura 1 se observa la evolución de los índices espectrales medidos y cuantificados según una serie de pautas para normalizarlos y poder compararlos dentro de la relatividad de sus diversas mediciones, ya que mientras algunos miden en una escala de $[-1 \sim 1]$ otros lo hacen desde $[0 \sim 1]$ un tercero lo hace en una escala de $[0 \sim 16000]$ etc. Por eso la medición es esencialmente una curva en la cual se busca el contraste ajustado entre suelo y emergencia del ensayo, con una corrección manual que se ha indicado en las tablas "Relación de Índices Espectrales". Este contrastado busca la separación del suelo con respecto al ensayo para visualizar mejor las labores de siembra y germinación. Sin embargo, al ser un cultivo que posee una condición particular de inundación se ha dado el caso que en los primeros cuatro vuelos hay dos con seco y dos con inundación, lo cual afecta la reflectancia y además genera una serie de interferencias en la radiometría. Aun así, es perceptible que la correlación *satélite - dron* se está dando en una confluencia más ajustada a medida que avanza el desarrollo de la biomasa.

Hay una tendencia *-en el cuarto vuelo-* a una confluencia de la mayoría de índices de banda visible con los del satélite y además es observable que algunos son más útiles en determinados momentos que en otros, para los fines de conteo de surcos o de cuantificación de biomasa.

En el vuelo del 6 de diciembre se observa que la mayoría de los índices confluyen a valores similares, es ascenso, acompañando el desarrollo vegetal de los ensayos. Aunque hay una interferencia por el lote de réplica, que no se ha tomado en cuenta en esta cuantificación, espectralmente ha creado una interferencia que es más acentuada en las imágenes y mediciones satelitales, no así en la de drones que se ha logrado separar debido a la altura de vuelo promedio de 30 metros.

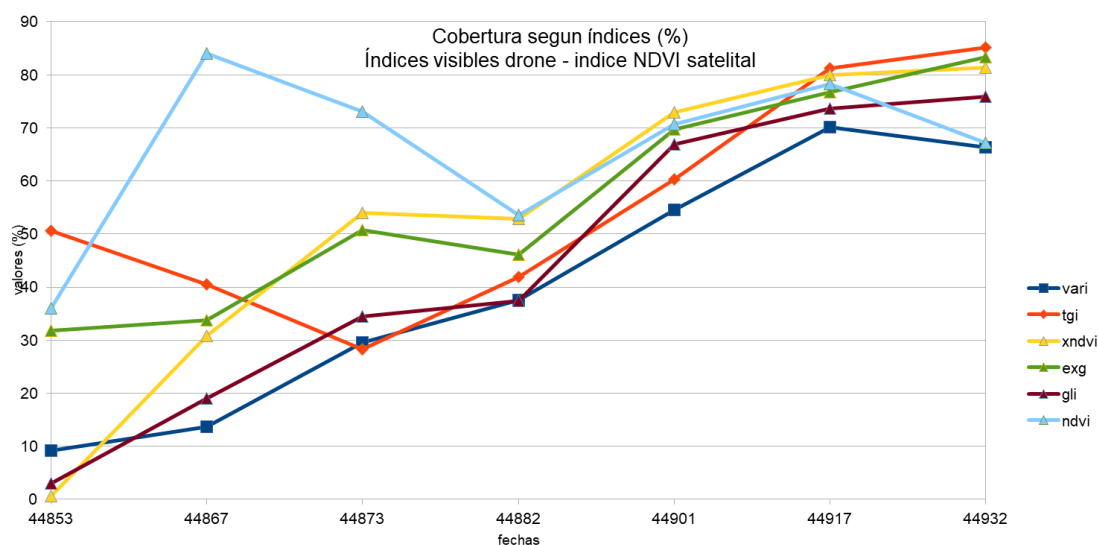
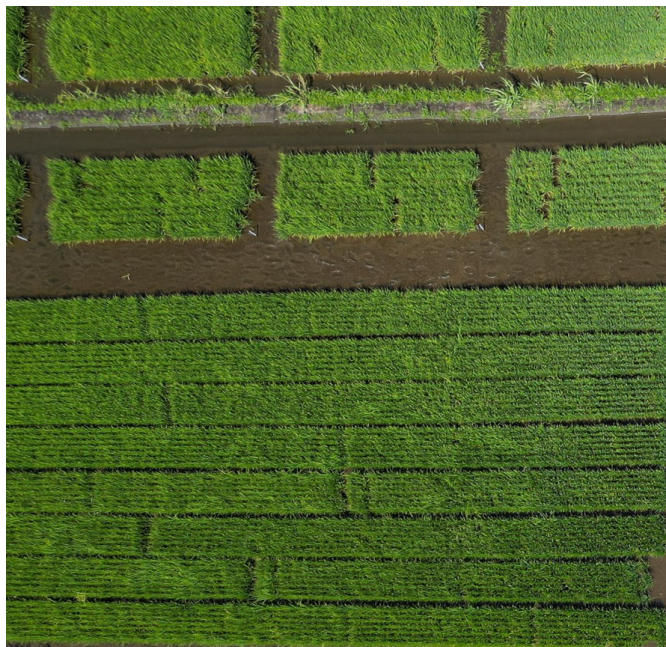


Figura 1. Evolución de índices espectrales.

Hacia el 22 de diciembre, los lotes de ensayo iniciales están plenamente desarrollados, los de réplica están aún cerrando los surcos. En los primeros se advierte que los distintos índices ya poseen poca definición geométrica, esto es debido a que la masa foliar ya es considerable cerrándose, como se puede ver en la fotografía debajo:



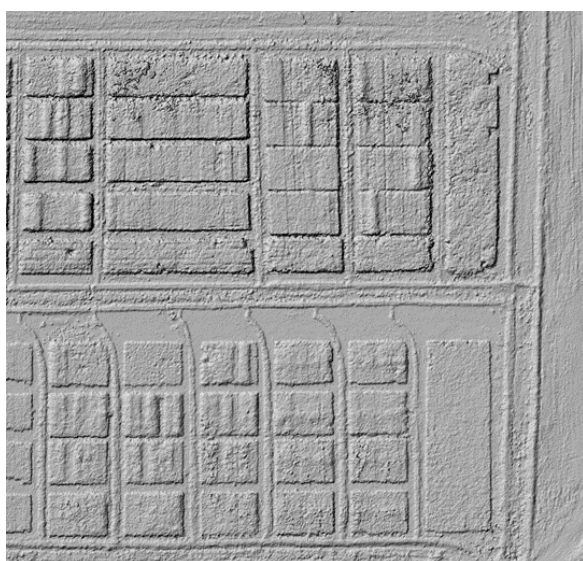
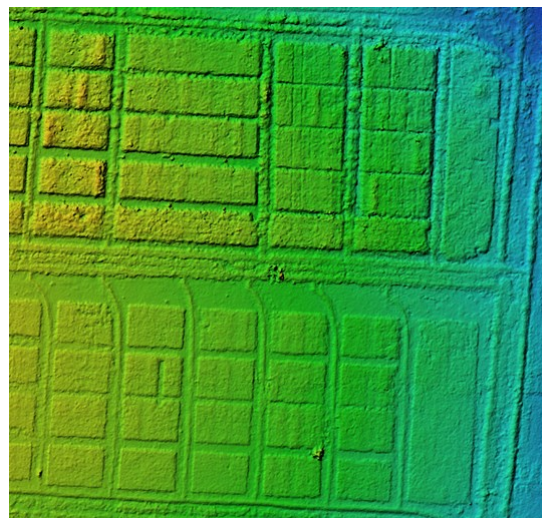
En la parte superior de la fotografía del dron se visualiza que la altura de los ensayos la hace susceptible de ser movida por el viento, algo más fácil de advertir en un video, y en los demás lotes aunque el tamaño también es superior a los 25 cm, las líneas de siembra van desdibujándose. En esta instancia la geometría de siembra se percibe por los faltantes ocasionales y se estaría en condiciones de realizar cálculos de productividad tomando en cuenta el área de cobertura porcentual multiplicándolo por el rendimiento. Aunque falta algún tiempo para la cosecha se pueden anticipar estos valores que de no ocurrir ninguna circunstancia en contra mantendría esos valores estimativos.

En el vuelo del 6 de enero del 2023 se observa una ligera retracción del valor de los índices, pese al riego del cultivo hay una reducción de valores sensibles a la clorofila específicamente en el VARI (que toma en cuenta valores de distorsión de la atmósfera y el suelo y el NDVI satelital), lo que determina valores inferiores en los índices visibles pero también en el NDVI basado en NIR del Sentinel 2; aun así el aumento de la cobertura de los ensayos y el cierre de surcos avanza según la fenología propia de cada línea de arroz. Hay que tener en cuenta la heterogeneidad de dichos ensayos y sus caracteres morfológicos en cada caso (altura, ancho de hoja, etc.).

DEM como herramienta de evaluación de homogeneidad en el cultivo de producción

El DEM o modelo digital de elevaciones, es una composición simulada de 3D que permite mostrar el suelo y lo que hay encima de él en relieve. En este caso en el vuelo del día 22/12/2022 se exhiben los dos lotes, el inicial y la réplica.

A simple vista es factible de determinar que cada parcela -que contiene un ensayo distinto- posee diferentes alturas. También se pueden advertir las personas trabajando en la arrocera (en tres puntos con uno o tres individuos), las taipas y demás relieves.



En el segundo DEM que hemos grisado para que la escala de colores no distraiga, se observa el relieve comparado del primer lote de ensayos (superior) con el de réplica (inferior) donde se advierte por las sombras y las alturas relativas de cada franja de ensayo.

Estas diferencias de altura corresponden no solo al propósito de los ensayos o a la regeneración de la semilla, sino también a las características propias de cada accesión del banco de arroz, los descriptores morfológicos, que sumados a los de pasaporte son

los principales indicadores primarios de cada uno. Posteriormente se agregan descriptores secundarios (moleculares por ejemplo).

Ambos lotes se hallan aun inundados, y hay un indicador de la labor de siembra, de manejo, de ataque de aves y otros depredadores además de las extracciones de materiales de los investigadores; todos estos detalles son observables en el ortomosaico realista pero también en el DEM (modelo digital de elevación) que detalla la huella del tiempo y de la cobertura de la vegetación.

Aquí estamos hablando de una gran heterogeneidad de variedades de arroz, las diferencias principalmente se deben a esta causa, sin embargo, en las producciones donde obviamente predomina un conjunto homogéneo del cultivo estas anomalías de desarrollo, laboreo, depredación u otras causas es indicativo de la merma de producción.

En este esquema de heterogeneidad el DEM posee escasa relevancia, pero en el contexto de un lote productivo homogéneo esta misma imagen nos informa de variaciones en el cultivo, anomalías, que deben atribuirse a varios factores (inundación o carencia de agua, plantas faltantes, malezas, nutrientes, plagas, enfermedades, ataques de depredadores, etc.) que permiten una visualización más acertada del verdadero estado de situación del lote.

La pregunta que se debe hacer, siempre hablando de lotes de producción homogéneo, es ¿Porqué el lote no es parejo, sin diferenciaciones?

Curvas y fases interpretativas

La interpretación de las curvas de la grafica muestran la convergencia en estos casi 60 días de vuelos, que confluyen hacia un mismo valor promediado; incluso con el NDVI satelital. La aproximación numérica de estos índices de espectro visible es aceptable y correlaciona con valores de otros índices espectrales basados en infrarrojos. Los distintos grados de sensibilidad de cada índice marcan más o menos la presencia o ausencia de masa foliar, la cobertura vegetal de los ensayos, y su estado fenológico. Al acercarse el momento de cosecha se podrá utilizar alguno de ellos para la determinación de la maduración del ensayo; estimándose también la cantidad producida.

Es razonable pensar que los índices sirven en determinadas etapas para determinados fines. En los primeros vuelos para ver la emergencia y calcularla, ver los problemas y en cierta manera anticiparlos. En una segunda etapa para evaluar la cobertura vegetal de la masa foliar y estimar la cantidad a producir, y en la tercer fase el momento y valor de esa producción, en **estay** caso de ensayos.

Sobre la resolución satelital y los índices en la primera etapa

También es destacable que la medición del NDVI satelital es de 10 mpx⁻¹ nativa, interpolada a 5 mpx⁻¹ y que sufre una fuerte interferencia de los pixeles adyacentes que derivan en valores altos con respecto a la realidad del suelo desnudo y escasa vegetación. Esta interferencia son los bordes del ensayo, rebosantes de malezas con un alto valor del índice (0,63 y superior). Esto se compensa con la absorbancia de la 3er y 4to fecha de vuelos (inundación) que baja estos niveles promediados.



Fotografías aéreas de las misiones del 08/11 y 17/11 respectivamente en las que se aprecia la inundación de los ensayos.

La curva (figura 2) muestra el diferencial entre los índices, valor máximo contra valor mínimo de cualquiera de ellos entre si, dando por resultado un angostamiento o confluencia de los valores de todos los índices hacia un mismo punto.

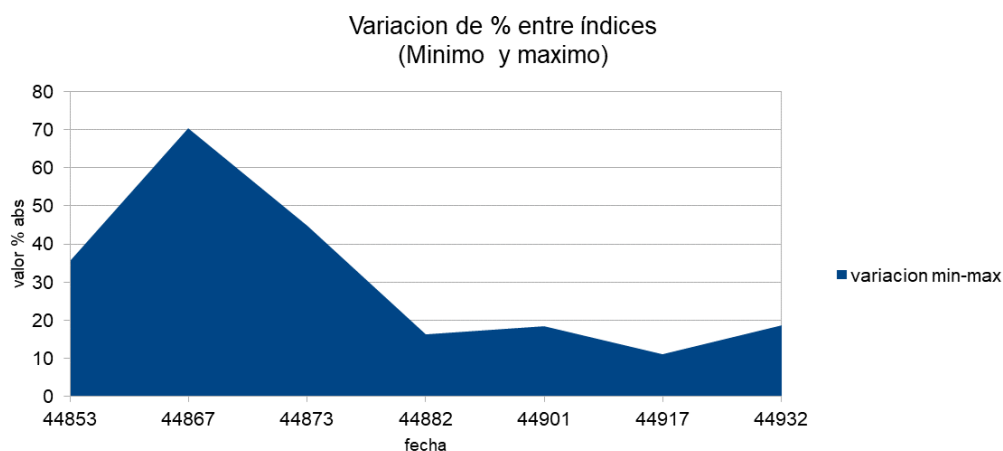


Figura 2. Gráfica de diferencial entre índices.

La diferencia inicial es debido a la resolución satelital versus la del dron. Hay un punto del 70% donde es más notoria la interferencia del NDVI en la determinación y en la interpolación, pero a medida que la superficie va cubriéndose por el cultivo, el valor del satélite en estas superficies pequeñas va coincidiendo con las mediciones del dron y atenuándose las interferencias satelitales por la atmósfera y la interpolación a $5\text{ m}^2\text{px}^{-1}$.

En el vuelo del 06 de enero el diferencial entre los valores mínimo y máximo se ha expandido un poco, del 11 al 18% retrayendo a valores de un mes anterior, posiblemente debido al efecto de las condiciones climáticas adversas. Los indicadores según índices del vuelo del 06/01/2023 los podemos discriminar en:

- valores en constante alza: **TGI y xNDVI**
- valores medios: **GLI**
- valores en descenso: **VARI - NDVI**

Línea de tiempo vuelos (días desde el primer vuelo)

19/10/2022	02/11/2022	08/11/2022	17/11/2022	06/12/2022	22/12/2022	06/01/2023
0	14	20	29	43	59	74

Consideraciones sobre los distintos índices empleados

Los índices espectrales empleados aquí consisten en formulaciones de álgebra de matrices según los valores de cada capa, que consisten en matrices de valores numéricos que reflejan *-valga la redundancia-* la reflectancia de dicha banda en particular. En el caso de satélites se utilizan bandas que son invisibles al ojo humano, los infrarrojos y sus variacio-

nes (NIR, Medio, onda corta 1, onda corta 2 etc.) mientras que los drones empleados aquí trabajan solo con la base RGB que conforman el espectro visible que percibimos y crean las imágenes.

Esta limitación, la falta de infrarrojos en los drones profesionales pero no específicos, puede parecer una barrera o un obstáculo para la determinación

de índices espectrales. En realidad debido precisamente a los métodos de relevamiento (altura, velocidad y cobertura) no representan mayores inconvenientes debido a que los valores invisibles no son estrictamente filtrados a bajas altitudes.

Las cámaras RGB poseen un filtro delante del sensor CCD que toma las imágenes, que usualmente elimina las ondas superiores al rojo, por eso muchas cámaras “infrarrojas” en realidad es la misma maquina común sin dicho filtro, o en todo caso con uno que simplemente elimina las bandas radiométricas superiores a 695 μm (*frecuencia del NIR o infrarrojo cercano*); no es extraño hallar en la red tutoriales para la construcción casera de dichas maquinas.

Las cámaras RGB poseen el potencial de realizar índices espectrales de rango visible, tanto por la literatura que avala¹ estas construcciones como por la propia industria, como es el caso de Pix4D que en su programa Pix4dfields, destinado a la agricultura, usa por defecto un par de índices (*TGI* y *VARI*) como se aprecia en la imagen adjunta.

Pero además es factible de construir los propios índices que se deseen, ya que incorpora una calculadora ráster que posibilita el álgebra de bandas existentes. Esta facilidad permite usar índices que hemos formulado (como el ExG) que buscan determinadas reacciones de la fenología en los ensayos y cultivos. El índice citado, se diseño para advertir el porcentual de maduración de los lotes, pero el uso del mismo lo hemos extendido a varios casos más. Por supuesto el programa Pix4dfields en el uso de capas satelitales permite una gran variedad de otros índices ya que trabaja con las bandas disponibles y la construcción de nuestras formulaciones, como por ejemplo el EVI que es un índice mejorado de vegetación últimamente recomendado.

Los índices utilizados en este trabajo son los siguientes:

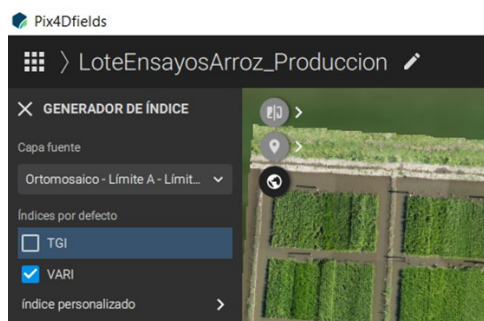
VARI

Define la medida en la que la zona bajo observación presenta fracciones verdes. Es interesante para situaciones que muestren baja influencia atmosférica por lo que, en vuelos de drones a baja altitud. La formulación es sencilla y no requiere de NIR

$$VARI(\text{Indice visible resistente a la atmosfera}) = \frac{(R - G)}{(R + G - B)}$$

TGI

El índice TGI permite evidenciar niveles de clorofila asociados a la vegetación y cultivos, sin



¹Por ejemplo **Novarra M., Estergaard S., Olmos D., et al;** 2020, “Comparación de índices espectrales RGB a partir de imágenes VANT, para la identificación de coberturas vegetales en ambientes rurales y urbanos patagónicos esteparios”; **Padro Garcia J. Torres Batillo J,** 2018, “Análisis de imágenes procedentes de vehículos aéreos no tripulados (uav) para la obtención de aplicaciones en el seguimiento de la biodiversidad.”

²Recomendamos leer <https://www.pix4d.com/blog/pix4dfields-vegetation-indices-for-precision-agriculture> consultado en Diciembre de 2022.

necesidad de implementar cámaras infrarrojas. Es sensible a los verdes clorofílicos y canopeos. De manera que el procedimiento se desarrolla únicamente con las longitudes de ondas del espectro visible (Rojo, Verde y Azul), su formulación es la siguiente:

$$TGI(\text{IndiceTriangularVerde}) = (G - 0,39) * R - (0,61 * B)$$

GLI

Este índice trabaja muy bien con los verdes clorofilos de las hojas, de allí su nombre (*Green leaf index*) pero su debilidad es que es afectado por las sombras (como se aprecia en los mapeos de índices anteriores), la formulación tampoco recurre al NIR:

$$GLI(\text{Indicedehojaverde}) = \frac{((G - R) + (G - B))}{((2 * G) + R + B)}$$

El índice mostrará un rango de valores positivos y negativos que ayudan a descartar las estructuras vegetales del resto de componentes de la imagen. Los valores negativos mostrarán suelos desnudos, masas de agua e infraestructuras antrópicas. Por el contrario, valores positivos identificarán la presencia de la vegetación a través de un degradado de color análogo al NDVI, según el LUT que se emplee.

ExG

Este índice diseñado por nosotros posee una formulación también basada en bandas visibles:

$$ExG = 2(G - R - B)$$

Siendo la constante 2 un valor que según el cultivo se va modificando para lograr la constatación de lo verde y lo maduro. Aun esta en fase experimental.

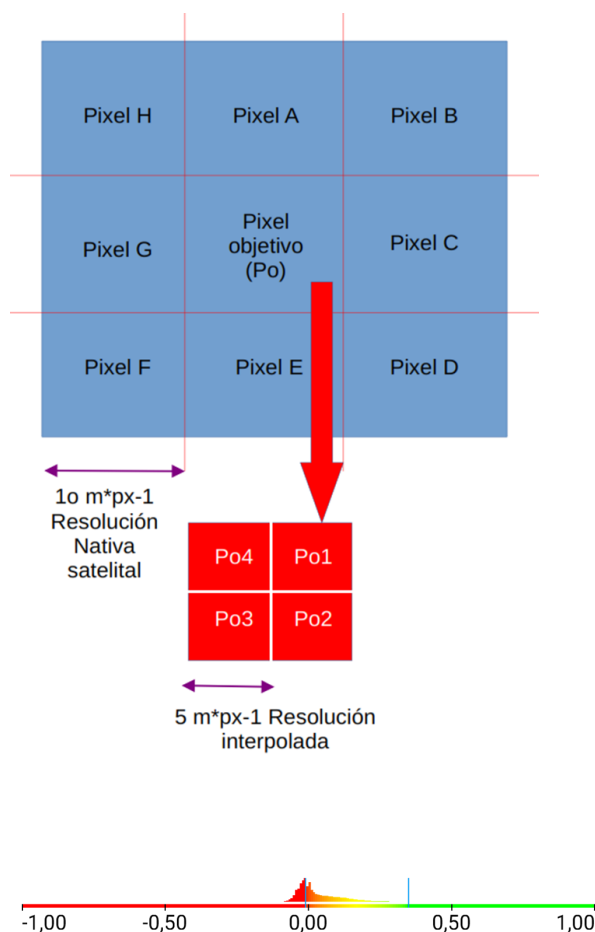
xNDVI

Es una variación de NDVI sin NIR que resulta útil en bajas altitudes (30-60 m) y busca la detección de la salud vegetal basado en un índice de -1 a 1 siendo los valores superiores a 0,63 los de sanidad plena, los superiores a 0,33 de enfermedad o inicio de senescencia y los inferiores de senescencia y muerte vegetal.

$$xNDVI = \frac{(G - R)}{(G + R)}$$

Interpolación de resolución espacial satelitales

El software Pix4dfields posee la descarga de las imágenes satelitales recortadas según la demarcación de los lotes o por el contexto de la región que contiene al mosaico espacial contenedor del lote del dron. Es apreciable que la resolución baja a la mitad, perceptible por el tamaño de los pixeles de 5 metros versus los originales de 10. Un análisis sencillo y sin pretensiones estableció una formulación que probamos y que genéricamente función y



es aplicable fuera del contexto de Pix4dfields y es factible de realizar por ejemplo con R u otros medios.

Aunque no hallamos literatura sobre el particular, la formulación de la interpolación es deducible *-y comprobable, como lo hemos realizado-* con este ejemplo.

Tenemos un pixel objetivo, central en el mosaico de pixeles. Esta rodeado en el sentido horario por los pixeles [A ~H], ese pixel objetivo se subdivide en 4, es decir al 50% del área a representar. Cada formulación $Po_1 \sim Po_4$ abarca un promedio gaussiano de tres pixeles vecinos. Tomemos un ejemplo con la división Po_1 :

$$Po_1 = \frac{\left(\frac{(PoA)}{2} + \frac{(PoB)}{2} + \frac{(PoC)}{2}\right)}{3}$$

$$Po_2 = \frac{\left(\frac{(PoC)}{2} + \frac{(PoD)}{2} + \frac{(PoE)}{2}\right)}{3}$$

$$Po_3 = \frac{\left(\frac{(PoE)}{2} + \frac{(PoF)}{2} + \frac{(PoG)}{2}\right)}{3}$$

$$Po_4 = \frac{\left(\frac{(PoG)}{2} + \frac{(PoH)}{2} + \frac{(PoA)}{2}\right)}{3}$$

Esta formulación sencilla se repite algorítmicamente con cada pixel de la matriz de imagen compuesta por los valores algebraicos del índice NDVI, iniciando en M_0 hasta M_n . Debemos recordar que NDVI o cualquier otro índice es una operación de matrices cuantificadas en $2^{8(3)}$ generalmente [0~255] es decir 256 valores de grises de la reflectancia tomada del sensor. Los valores de la resultante de la formulación, por ejemplo

$$NDVI = \left(\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}\right)$$

Es otra matriz de valores en escala de grises, que coloreados con un LUT nos dan la valoración visual del grado del índice buscado, en este caso la salud de la vegetación. Lo mismo aplica a los demás índices, variando el color del LUT según el criterio de quien lo realice. En nuestro caso usamos una variabilidad desde el -1 con el rojo al +1 con el verde, expresado en los mapeados precedentes. En la ilustración lateral el índice xNDVI del vuelo del 17/11/2022, las barras azules muestran los márgenes acotados y ajustados para la representación en el mapeado.

³Puede ser 2^{10} ó 2^{12} según el sensor y satélite.

CONSIDERACIONES FINALES

Se puede concluir que según la etapa fenológica del cultivo, en este caso el arroz de ensayos, predomina un índice que indica su evolución, siendo el más común el NDVI satelital y su homólogo de bandas visibles xNDVI de drones, que en líneas generales siguen la curva de salud vegetal y declinación. Se observa que las perturbaciones atmosféricas falsearon datos en algún momento con un salto del índice satelital pero que el índice del dron prosigue una curva característica estable. Al final del ciclo o en las cercanías del inicio de senescencia decaen, pero el satélite posee “inercia” en la representación del mismo. Esto es debido al mencionado efecto distorsivo de la atmósfera, pero también a la resolución espacial de estos dos medios.

Los otros índices incluyendo el ExG creado por nosotros para seguir esta evolución han funcionado correctamente con mayor o menor sensibilidad pero siguiendo la línea general de las etapas fenológicas. Resta por hacer seguimientos específicos para crear una serie de cartas de curvas características con las cuales se puedan hacer estos seguimientos en el futuro y de esta manera con la fecha de siembra, ortomosaicos de drones y cálculos de índices determinar la salud o las anomalías de forma sencilla y rápida.

Etapa vuelo	Etapa ortomosaico	Etapa índices	Etapa cuantificación	Total	Resultados
15-30 min.	15 min. (*)	10 min. (*)	20 min. (*)	60-75 min.	inmediatos

*En esta planificación se ha tomado como base el software Pix4dfields⁴ aunque se pueden utilizar otros como el Agisoft Metashape, los tiempos se han calculado para una operación tranquila aunque pueden reducirse mucho con la práctica, a la mitad incluso.

⁴Versión de prueba de 7-15 días disponible en la web del fabricante www.pix4d.com

PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS PARA UNA NUEVA CAMPAÑA ARROCERA: EL NIÑO Y LAS PRECIPITACIONES 2023-2024

N.N. Gattinoni^{1*}

¹Instituto de Clima y Agua de INTA Castelar .

Trabajo expuesto en la "Jornada Técnica Arrocera - INTA Corrientes" (7 de septiembre/2023).

El potencial productivo del arroz depende de las condiciones climáticas, entre otros factores. Dependiendo de la etapa de desarrollo será distinta la incidencia de la temperatura del aire y del suelo, de la humedad edáfica, de la radiación solar y las precipitaciones.

Las últimas tres campañas (2020-2022) estuvieron caracterizadas principalmente por un importante déficit de precipitación en toda la provincia de Corrientes. Esta situación se vio reflejada en el contenido hídrico de los suelos y en una disminución de la extensión de los cuerpos de agua sobre el territorio provincial. A su vez, se vio impactado en el nivel de los ríos con una importante bajante histórica.

El principal fenómeno oceánico-atmosférico que explica, en parte, la variabilidad de las lluvias sobre el este argentino es el fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS). Según los análisis históricos, las lluvias de la provincia de Corrientes tienen una alta relación con las fases de este fenómeno. Entre 2020 y 2022, transitamos su fase fría: La Niña, una de las más prolongadas en el tiempo luego de las ocurridas en 1998-2001, 1973-1976 y 1954-1956. Esta fase del ENOS fue principalmente la que generó condiciones desfavorables para las lluvias en la provincia y en el país.

Las perspectivas climáticas previstas para una campaña serán un insumo fundamental para conocer el posible ambiente en el que se desarrollará y crecerá el cultivo. Es así como para esta campaña 2023-24, recurrimos al seguimiento del ENOS como principal indicador de las características climáticas a largo plazo. Actualmente, este fenómeno se encuentra en su fase cálida: El Niño, caracterizada por aguas más cálidas en el océano Pacífico ecuatorial y una circulación en la atmósfera acorde a esta característica (Figura 1, izquierda). Para los meses de primavera-verano, los modelos indican con más del 95% de probabilidad, que se mantenga la fase cálida del fenómeno: El Niño, la cara opuesta a La Niña (Figura 1, derecha). Al contrario de La Niña, esta fase favorece las lluvias en la región.

Teniendo presente las actuales características del océano, así como también otros indicadores de la atmósfera, es posible recurrir a los pronósticos climáticos estacionales, que nos permiten obtener información sobre el posible escenario de lluvias y temperaturas para los próximos meses. A diferencia de un pronóstico meteorológico a corto plazo, en este caso no podemos predecir valores, sino que nos referiremos a una situación como más probable. Una de las herramientas que disponemos a nivel país, son las perspectivas climáticas elaboradas por el Servicio Meteorológico Nacional. Estas perspectivas indican con

Descargá la presentación escaneando el código QR o haciendo click sobre él



*Email: gattinoni.natalia@inta.gov.ar

una probabilidad mayor al 50% que el trimestre octubre-diciembre/2023 transite un período con lluvias superiores a las normales e incluso no se descarta la ocurrencia de eventos de lluvias localmente intensas (Figura 2, izquierda). En el caso, de las temperaturas medias, se espera un trimestre más cálido con la ocurrencia de periodo de temperaturas más elevadas (Figura 2, derecha). Es importante recordar que toda esta información se actualiza hacia el fin de cada mes y debe complementarse con las actualizaciones de los pronósticos semanales.

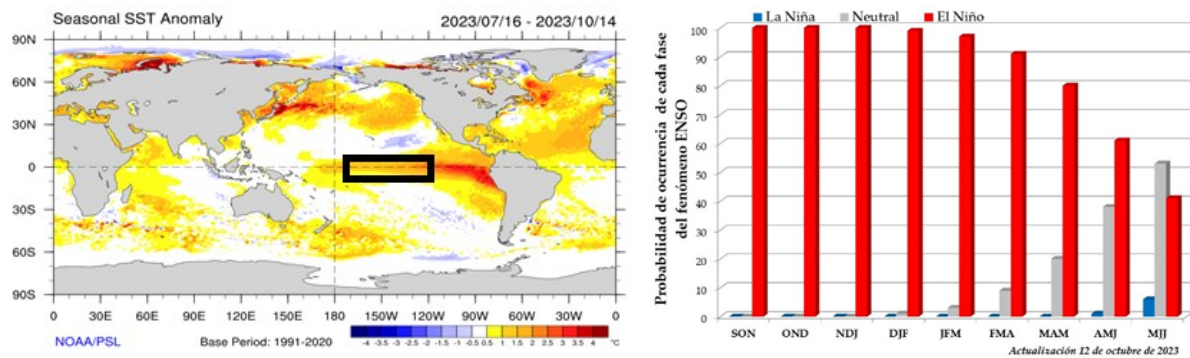


Figura 1. Anomalías de la temperatura de la superficie del Océano Pacífico ecuatorial (izquierda, rectángulo) durante el periodo julio-octubre/2023. Probabilidad de ocurrencia de El Niño (barras rojas) según la información de distintos modelos (derecha).

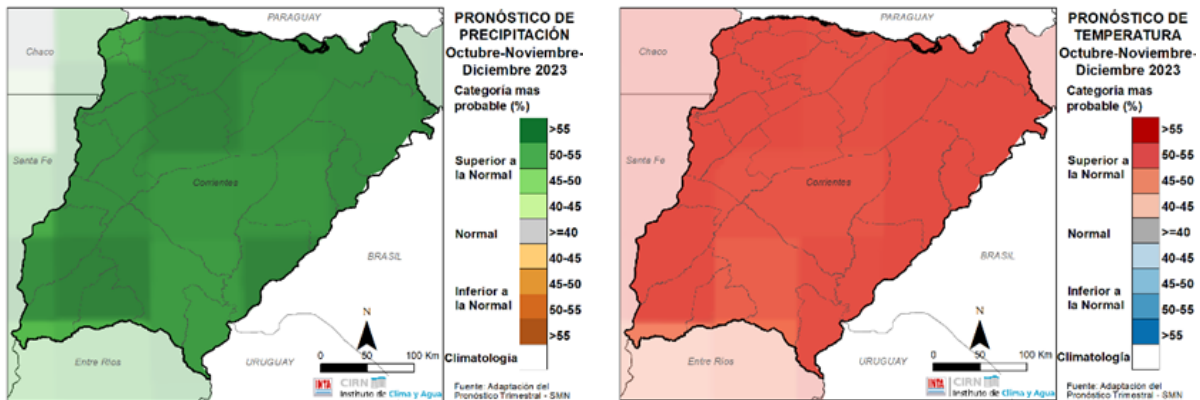


Figura 2. Perspectivas climáticas elaboradas por el Servicio Meteorológico Nacional para el período octubre, noviembre, diciembre de 2022. Rango de precipitaciones trimestrales más probable (izquierda) y rango de temperaturas medias trimestral más probable (derecha).

Para los próximos trimestres, los modelos internacionales muestran que las características mencionadas, tanto hídricas como térmicas, tienen mayores chances de continuar. Este aspecto es importante porque se favorecería la ocurrencia de lluvias y de un ambiente más húmedo favorable para la ocurrencia de enfermedades, como se mencionara en la exposición “Niño: sus posibles incidencias sobre el rendimiento y la sanidad del cultivo” (Kruger y Dirchwolf) de la Jornada Técnica de Arroz.

Para finalizar, haremos un repaso de los datos climáticos históricos para conocer cómo se comportaron las lluvias en otros eventos El Niño en la provincia. Según la información climática de las EEA INTA Bella Vista, Mercedes y Corrientes, se destaca que cada evento El

Niño presenta una distribución de lluvias mensuales diferente pero que en promedio las lluvias tienden a ser superiores a los promedios históricos entre octubre-enero, una vez que el fenómeno de El Niño se establece. Los trimestres *noviembre-diciembre-enero* clasificados como años El Niño se ubicaron dentro de los periodos más lluviosos, mientras que por el contrario los trimestres clasificados como La Niña resultaron ser los más secos.

Es importante recalcar que, particularmente en el noreste del país, no es sólo la señal de El Niño lo que debemos monitorear, sino que también existen otros fenómenos meteorológicos que ocurren a escala mensual y que interactúan con él. Es por ello, por lo que resulta fundamental recurrir a los pronósticos a corto y mediano plazo para conocer como se irán comportando las lluvias y temperaturas. En especial, para los eventos de olas de calor que son no predecibles a escala estacional y que pueden tener un impacto importante sobre el arroz principalmente en la floración.

SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS PARA EL RIEGO EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

D.B. Kurtz^{1*}; G.I. Saucedo¹; S.C. Perucca¹ y R.A. Barrios¹

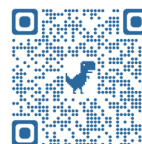
¹EEA INTA Corrientes.

Trabajo expuesto en la "Jornada Técnica Arrocera - INTA Corrientes" (7 de septiembre/2023).

En Corrientes el arroz es el cultivo anual de mayor importancia geográfica, el total de la producción se realiza bajo riego por inundación, siendo la provisión de agua diferente según de que zona se trate. Es muy importante tener en cuenta la capacidad de riego para definir la superficie a sembrar y las estrategias a seguir para alcanzar satisfactoriamente la cosecha. En la provincia el 60% del área se riega a partir de represas, las que se concentran en las regiones Centro Sur (departamentos Mercedes, Curuzú Cuatiá, Sauce, Monte Caseros) y Costa del Río Uruguay (departamentos Paso de Los Libres y San Martín). Para conocer la situación de las represas antes de la siembra y aportar a la planificación de área sembrada, se calculó la cantidad de represas para riego de arroz y la superficie de agua frente a la campaña 2023-2024. En agosto de 2022, la superficie total de superficie de agua represada había alcanzado las 23.169 hectáreas. Sin embargo, en agosto de 2023, esta cifra llega apenas a las 6.142 hectáreas.

Frente a las escasas reservas de agua y a que la variabilidad climática requiere buscar alternativas que utilicen menos agua para la producción se calculó la superficie de suelos potencialmente aptos para el cultivo de maíz, considerando: i) un esquema de labranza convencional y, ii) un esquema de siembra directa. Con la información de los levantamientos de suelos se generaron bases de datos unificadas que se confrontan con los requisitos del cultivo. Los resultados se clasificaron de acuerdo a su aptitud en 4 categorías: muy apta, moderada, marginal y no apta. A través de un sistema de información geográfica se calcularon las superficies de acuerdo al sistema evaluado. Los cálculos indican que hay 180.135 ha de suelos muy aptos para el cultivo de maíz bajo labranza convencional, mientras que, si se considera un sistema de siembra directa con cultivos en curvas de nivel y terrazas, la superficie muy apta pasa a 449.197 ha. Si se consideran los suelos con aptitud moderada para el cultivo la superficie se incrementa adicionando 950.000 y a 730.000 ha más, bajo labranza convencional y siembra directa respectivamente. El potencial de expansión del cultivo es enorme y aporta a la planificación predial y como insumo para planes de fomento y/o del cultivo. Se generaron mapas y capas en formatos amigables, fácilmente utilizables por diferentes usuarios.

Descargá la presentación escaneando el código QR o haciendo click sobre él



*Email: kurtz.ditmar@inta.gov.ar

DESCRIPCIÓN Y MANEJO DEL NUEVO CULTIVAR LARGO ACHO ALDEBARÁN SF

R.A. Vicino^{1*}; J.O.A. Ayala² y M.N. Dopazo¹

¹Ministerio de la Producción, Ciencia y Tecnología de la provincia de Santa Fe / ²AER INTA San Javier.
Trabajo expuesto en la "Jornada Técnica Arrocera - INTA Corrientes" (7 de septiembre/2023).

El nuevo cultivar de arroz Aldebarán SF (*Oryza sativa* L.) es una variedad moderna, botánicamente pertenece a la sub especie japónica, obtenida por el Centro de Mejoramiento Genético de la Delegación San Javier del Ministerio de la Producción, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Santa Fe, resultado de la selección del cruzamiento de Diamante INIA (Chile) x Puita INTA x Fortuna INTA x Fortuna INTA, persiguiendo como objetivos: el mejoramiento de la arquitectura de la planta tradicional de Fortuna, con la reducción del vuelco, manteniendo las características físicas del grano, calidad industrial y culinaria.

En el año 2008 comenzó el cruzamiento de sus progenitores, Diamante de ciclo corto, para nuestra latitud, resistente al frío y con buenas características de cocción, con contenido de amilosa intermedio y baja temperatura de gelatinización; y Puita INTA CL, otorgándole resistencia a las imidazolinonas y altura de planta. En 2010, la F₃ se cruzó con Fortuna, buscando mantener la relación largo/ancho, cercana a 2,58, calidad industrial y culinaria; y luego una retrocruza por Fortuna en 2013, dando comienzo a selección.

Las características destacadas del grano son su relación largo /ancho de 2,60; el peso de los 1000 granos con cáscara de 40g y molinado de 31g, temperatura de gelatinización: baja-intermedia; contenido de amilosa en % cercano a 20, y un tiempo de cocción de 18min y 30s.

El ciclo del cultivo, de emergencia a madurez fisiológica es de 155 días, con una duración del periodo emergencia a floración de 105 días. Con respecto a la arquitectura de la planta, se destaca por hojas erectas carácter agronómico asociado a altos rendimientos, una altura de 90 cm, aproximadamente 50 cm menos que Fortuna INTA, otorgando mayor resistencia al vuelco. Es un cultivo susceptible a *Pyricularia* sp, *Rhizotonia* sp y *Sclerotium* sp.

De mayor rendimiento agrícola que su progenitor comparativo Fortuna INTA, alcanzando entre 6000 y 8000 kg.ha⁻¹ según manejo, manteniendo la calidad industrial y culinaria similar, y la particularidad de resistencia a los herbicidas del grupo de las imidazolinonas, siendo la única variedad largo ancho registrada en Argentina con ésta característica. El índice de cosecha de 0,49, mejor relación grano/paja, logrando reducir el volumen de rastrojo respecto a su comparativo largo ancho que es 0,30.

La fecha óptima de siembra es de mediados de octubre, no obstante, es posible siembras más tempranas desde mediados de septiembre; así como fechas tardías hasta la primera quincena de diciembre con el consiguiente acortamiento del ciclo. La densidad de siembra recomendada es aquella que logre un stand de entre 220 y 250 plántulas por m². La fertilización recomendada según estudios, para la región arrocera de San Javier, es 100 kg.ha⁻¹ de DAP como base, y N a razón de 150 kg.ha⁻¹ de urea particionada en dos aplicaciones, macollaje 70% y diferenciación el restante, con rendimientos promedios de 7000 kg.ha⁻¹.

Cr 363 Línea promisoría: Obtenida por el Centro de Mejoramiento Genético de la Delegación San Javier del Ministerio de la Producción, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Santa Fe del cruce

Descargá la presentación escaneando el código QR o haciendo click sobre él



*Email: mpsanjavier@santafe.gov.ar

miento genético realizado en 2015 de las variedades de tipo largo fino: Pucará x IRGA 426. Buscando como objetivo mantener la calidad de grano, característica adquirida de Pucará, así como la estabilidad a las condiciones agronómicas de la región; mientras que el acortamiento del ciclo fue logrado mediante la incorporación del IRGA 426.

Es una línea promisorio participante de los Ensayos Regionales de INTA Corrientes hace tres campañas, obteniéndose como resultados de las campañas 2020/21 y 2021/22 rendimientos superiores a 10000 11000kg.ha⁻¹, similares a IRGA 424, variedad comercial comparativa con mayor superficie de siembra; mientras que en el 2022/2023 hubo variaciones en los distintos ambientes (Duval Flores 11000 kg.ha⁻¹), se promedia en un rendimiento de 9000 11000kg.ha⁻¹; con las ventajas: Cr 363 en las 3 campañas superó significativamente a IRGA424 en factor por ausencia de panza blanca y grano entero (Adecoagro y Agrolibres) y acortamiento del ciclo con una disminución de 5 días del período emergencia-floración. La duración total del ciclo del cultivo de emergencia a madurez fisiológica es de 135 días.

Las características del grano: relación largo/ancho de 3,48, con un largo de 7,04 mm y espesor de 2,03mm; el peso de los 1000 granos con cáscara de 27,5g y molinado de 18,25g, baja temperatura de gelatinización; alto contenido de amilosa (27,5%), y un tiempo de cocción de 17min.

Es un cultivar con tecnología Clear Field posibilitando el uso de herbicidas del grupo de las imidazolinonas para el control de lotes que presenten problemas de malezas. Es un cultivo resistente a *Pyricularia* sp, característica destacable frente al comportamiento de otras variedades comerciales comparativas, y tolerante a *Rhizotonia* sp y *Sclerotium* sp. Respecto a la fertilización nitrogenada presenta buena respuesta.

NIÑO: SUS POSIBLES INCIDENCIAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA SANIDAD DEL CULTIVO

P.M. Dirchwolf^{1*} y R.D. Kruger¹

¹EEA INTA Corrientes.

Trabajo expuesto en la "Jornada Técnica Arrocera - INTA Corrientes" (7 de septiembre/2023).

Para considerar la incidencia de un año "Niño" sobre el rendimiento del cultivo de arroz, se analizaron datos de productividad de 4 departamentos arroceros a lo largo de 5 campañas, siendo 3 de ellas desarrolladas en años clasificados como "Niño", con distintos niveles de intensidad: Niño débil (ND) (2018/19), Niño moderado (NM) (2009/10) y Niño muy fuerte (NMF) (2015/16); un año "Niña" débil (NAD) (2022/23), y un año "Neutro" (N) (2019/20).

Los años N, NAD y ND presentaron rendimientos promedio similares en los distintos departamentos arroceros (Mercedes, Goya, Paso de los Libres, Berón de Astrada), fluctuando entre 6400 y 7000 kg/ha, mientras que en los años NM y NMF los rindes se encontraron entre los 4300 y 6500 kg/ha.

Considerando la incidencia de los factores ambientales sobre los rindes, se analizó su variación según las diferentes etapas fenológicas que atraviesa el cultivo (implantación, vegetativo, reproductivo, maduración), en las campañas antes mencionadas. A partir de los datos de precipitaciones acumuladas (mm), promedio de horas de sol (h), temperaturas máximas, mínimas y promedio (°C) y humedad relativa ambiente (%) registrados por las casillas meteorológicas de la EEA Mercedes y EEA Bella Vista, se observó que en ambas localidades ocurrieron mayores precipitaciones en los períodos vegetativo y reproductivo considerando los años NM y NMF en comparación con aquellos años Niña o Neutro. Si bien hubo un menor número de horas de sol en los períodos de implantación y maduración en Mercedes en los años NM y NMF respecto a la campaña Niña y Neutro, en Bella Vista esta disminución en las horas de sol se presentó en todas las etapas del cultivo, siendo siempre menor en los años NM y NMF. En este sentido, está comprobado que la reducción de la radiación se traduce en menor cantidad de panojas por metro cuadrado, menor número de granos por panoja, y menor peso de granos llenos.

Respecto a las otras variables meteorológicas, en general se observó que los años Niño, cualquiera sea su intensidad, presentaron mayores porcentajes de humedad relativa ambiente, y menores temperaturas (mínima, promedio y máxima), en los períodos vegetativo, reproductivo y de maduración, que los años Niña y Neutro.

Las mayores precipitaciones y valores de humedad, y las menores cuantías de temperatura y horas de sol constituyen condiciones ambientales predisponentes para numerosas enfermedades que afectan el cultivo de arroz. Es así que debería tenerse en cuenta que existen diferentes fuentes de inóculo, como ser el suelo, rastrojo y semilla, y dar inicio al cultivo utilizando semillas fiscalizadas y en lo posible con un curasemillas adecuado según la historia del lote o el análisis sanitario de la semilla a utilizar. Hay que considerar que en el suelo y/o rastrojo pueden permanecer microorganismos o partes de ellos que pueden causar enfermedades como podredumbre del

Descargá la presentación escaneando el código QR o haciendo click sobre él



*Email: dirchwolf.pamela@inta.gov.ar

tallo, tizón y/o manchado de vainas foliares, carbón y falso carbón; mientras que la semilla puede albergar inóculo de distintas manchas foliares, tizón de plántulas por *Alternaria* y *Microdochium*, etc. En los períodos vegetativo y reproductivo es clave el monitoreo de enfermedades, a sabiendas que ellas pueden influir en la formación y/o llenado de los granos. Para disminuir su efecto deletéreo, existen varias opciones de fungicidas registrados. De ser necesario su uso, se enfatiza en su uso responsable y en la rotación de principios activos con distinto modo de acción, para evitar la generación de resistencia. De no disminuir el inóculo en estos períodos, se corre el riesgo de sufrir el ataque de *Pyricularia* en el cuello de la panoja, podredumbre de la vaina de la hoja bandera y/o manchado del grano.

Otras recomendaciones para tener en cuenta incluyen la elección del material y del sitio a utilizar: a partir del análisis de 275 lotes relevados durante un año NM y 460 lotes estudiados en un año Niña fuerte, se observó que en el año NM hubo un plus de rendimiento de 1000 kg/ha en el uso de híbridos en lugar de variedades, mientras que en el año Niña ambos materiales se comportaron de forma muy similar. Respecto a la elección del lote, aquellos que no tengan problemas de exceso de agua presentan mejores rindes en general, sin embargo, en años Niño se observa una mayor productividad en lotes con mejor capacidad de uso agrícola (III), mientras que este efecto se diluye en años Niña.

Acerca de la fecha de implantación, se observaron mayores rindes en siembras tempranas en años Niño, mientras que en años Niña no existen marcadas diferencias respecto a este parámetro. Se sugiere evitar la siembra escalonada en una misma área, no sólo por la dificultad en cuestiones de logística de prácticas y/o aplicaciones, sino también para prevenir el pasaje de inóculo de un lote a otro, a medida que éstos van llegando al período crítico del cultivo.

Por todo lo antes mencionado, se recalca la elección de lotes con mayor productividad en los años con pronóstico Niño, y en lo posible con menor cantidad de rastrojo. Asimismo, se sugiere que el lote provenga de una rotación, con un barbecho adecuado, es decir sin presencia de malezas en las semanas previas a la siembra. Respecto a la sistematización del lote, se aconseja un buen valetado, mantener drenajes abiertos y desagües limpios, y el uso de taipas bajas y de base ancha.

Asimismo, se sugiere mantener una nutrición balanceada, evitando excesos de nitrógeno, ya que esto predispone al cultivo a una mayor severidad de ciertas enfermedades.

De manera general, se recomienda agilizar las prácticas realizadas al cultivo, como ser en la aplicación de herbicidas post emergente, fertilización nitrogenada e inicio de riego en macollaje, así como también evitar demoras en la cosecha, para sortear el desgrane, las pérdidas de calidad y el mayor tiempo de exposición a enfermedades.

Si bien todos los años la dedicación al cultivo es una constante, en años con pronóstico Niño, donde las condiciones ambientales predisponen a un gran número de enfermedades y a menores rindes en general, los cuidados y el monitoreo deben ser más frecuentes y minuciosos, en vistas de proteger nuestra semilla, nuestras plantas y nuestro rinde.

DISPONIBLES PARA DESCARGAR:

Descargue las presentaciones escaneando el código QR o haciendo click sobre ellos

María Inés Pachecoy
EEA INTA Corrientes
Nuevos cultivares



José Colazo
EEA INTA Concepción del Uruguay
Nuevos cultivares



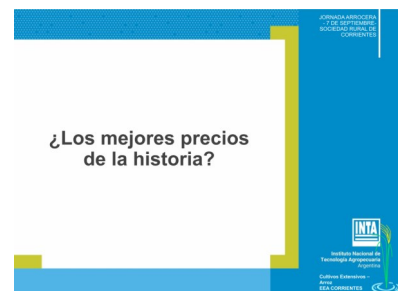
Evelin Fogar
BASF
Nuevos cultivares



Luciana Herber
EEA INTA Corrientes
Manejo



Fabián Franzese
Agrosocio S.A. (Uruguay)
Mercado



GRUPO CULTIVOS EXTENSIVOS

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA CORRIENTES

Almirón, Roberto	<i>Auxiliar</i>
Aranda, Argentino	<i>Auxiliar</i>
Aranda, Fernando	<i>Auxiliar</i>
Aranda, Raúl A.	<i>Auxiliar</i>
Barrientos, Darío	<i>Auxiliar</i>
Berger, Dino	<i>Auxiliar</i>
Dirchwolf, Pamela	<i>Sanidad</i>
Escobar, Jorge	<i>Auxiliar</i>
Fontana, Ma. Laura	<i>Tecnología de semillas</i>
Herber, Luciana	<i>Nutrición</i>
Kruger, Raúl Daniel	<i>Protección</i>
Lencina, Diego	<i>Auxiliar</i>
Meza, Ignacio J.	<i>Auxiliar</i>
Niz, Analía	<i>Auxiliar</i>
Pachecoy, Ma. Inés	<i>Mejoramiento genético</i>
Rodríguez, Daniel	<i>Auxiliar</i>
Sosa, Feliciano	<i>Auxiliar</i>



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación