

ISSN edición digital 2618 - 4656

Volumen XXVIII

Corrientes, Argentina

PROYECTO ARROZ

Resultados Campaña 2019/2020

1° encuentro
técnico virtual del
cultivo de arroz
en el
nordeste
argentino

13 y 14 de agosto de 2020

@rroceros en línea

INTA/Ediciones

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

Centro Regional Corrientes

Estación Experimental Agropecuaria Corrientes

PROYECTO ARROZ

Campaña 2019-2020

Volumen XXVIII

ISSN digital 2618 - 4656

Agosto de 2020

PROYECTO ARROZ - Campaña 2019-2020
INTA EEA CORRIENTES

Ediciones INTA
EEA INTA Corrientes
2020

ISSN digital: 2618-4656

INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ - Campaña 2019-2020. Volumen XXVIII. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2020.

PRÓLOGO

Proyecto Arroz es una publicación seriada, editada por el grupo Cultivos Extensivos de la EEA INTA Corrientes que acerca información técnica al sector productivo de la región desde hace más de 27 años.

El volumen 28 compila toda la información generada en ensayos conducidos por técnicos de la EEA Corrientes y colaboradores, así como artículos informativos resultantes de la revisión bibliográfica y el análisis de datos experimentales. Además, en este singular año caracterizado por la ocurrencia de un evento disruptivo como el brote de COVID-19 y las medidas adoptadas para evitar la diseminación en el país, se incorporan al presente los resúmenes de los temas expuestos por especialistas en el “1° encuentro técnico virtual del cultivo de arroz en el nordeste argentino”, un evento en línea motivado por la necesidad de transferir conocimientos al público en tiempos de aislamiento.

Esta publicación forma parte de un sistema integral de difusión de las actividades de investigación, experimentación y transferencia que lleva adelante el INTA, solo o en sociedad con otras instituciones y/o empresas relacionadas a la cadena arrocera y agrícola en general. La labor conjunta con productores, asesores privados, el Ministerio de Producción de Corrientes, la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), el Grupo CREA “Avati-í” y el apoyo de diferentes empresas del país y del exterior, permitieron plasmar en esta publicación los avances técnicos obtenidos.

Agradecemos de manera especial a quienes han colaborado para que este trabajo pueda concretarse.

ÍNDICE

MEJORAMIENTO

- 1** ENSAYOS REGIONALES DE CULTIVARES - CAMPAÑA 2019/20
- 10** EVALUACIÓN FUENTE-DESTINO EN TRES GENOTIPOS DE ARROZ: IMPLICANCIAS EN EL LLENADO DE GRANOS Y EN LA ESTRUCTURA DE TALLO
- 25** FENOLOGÍA Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DIEZ CULTIVARES DE ARROZ SEMBRADOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES
- 38** ESTUDIO DE CARACTERES ASOCIADOS A RENDIMIENTO EN UNA COLECCIÓN DE CULTIVARES Y LÍNEAS ÉLITE DE ARROZ

MANEJO

- 46** AZUFRE EN ARROZ: RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS CRECIENTES EN UN SUELO ARGUDOL ÁCUICO, SERIE TREVIÑO
- 48** EFECTO DE LA NUTRICIÓN BALANCEADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ DE LA VARIEDAD IRGA 424
- 51** OPTIMIZACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN PARA ALCANZAR ALTOS RENDIMIENTOS DE LA VARIEDAD IRGA 424 EN LA ZONA NORTE DE CORRIENTES

- 65** ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN BIOLÓGICA EN ARROZ
- 68** IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE ARROZ EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES
- 70** BIG DATA: ANÁLISIS DE MANEJO POR ZONA ARROCERA BASADO EN DATOS PRODUCTIVOS DEL GRUPO CREA AVATI-Í DE CORRIENTES

ROTACIONES

- 97** CULTIVOS DE SERVICIO EN ROTACIONES ARROCERAS ¿PARA QUÉ SIRVEN Y CÓMO AFECTAN AL CULTIVO DE ARROZ?
- 98** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS - CAMPAÑA 2019/20
- 101** CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMAS DE SORGO CON APTITUD SILERA EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS 2019/20
- 105** EVALUACIÓN DE BIOMASA DE HÍBRIDOS DE SORGOS EN FLORACIÓN PARA DESTINO SILAJE
- 112** RED DE EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA-RECISO. EEA INTA CORRIENTES 2019-2020

MISCELÁNEA

116 VALORACIÓN DE COLOR DEL
CANOPEO DE ARROZ CON DRON Y SU
RELACIÓN CON CARACTERÍSTICAS DEL
FOLLAJE

125 ENTORCHAMIENTO DEL ARROZ EN
ARGENTINA

128 CLASIFICACIÓN DE SEMILLAS: SU
IMPORTANCIA PARA LA MEJORA DE LA
CALIDAD

134 ESTUDIO COMPARATIVO DEL TIEMPO
DE GELATINIZACIÓN DE ARROZ EN
TRES CAMPAÑAS CONSECUTIVAS

138 MANUAL DE RIEGO PARA EL CULTIVO
DE ARROZ EN LATINOAMÉRICA

142 FORMACIÓN Y COORDINACIÓN DE
GRUPOS DE PRODUCTORES
ARROCEROS DEL OESTE DE LA
PROVINCIA DE CORRIENTES

ENSAYOS REGIONALES DE CULTIVARES 2019/2020

**M.I. Pachecoy; M.L. Fontana; F. Cattaneo; J. Ayala; R. Vicino;
J. Marassi; P. Pizzio y L. Van Opstal**

Email: pachecoy.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz; Corrientes; rendimiento; calidad.

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 los cultivares en el INASE.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y las características agronómicas de 45 cultivares de arroz en la Zona Arroceras Norte del país

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos en 6 sitios, abarcando distintas regiones arroceras de las provincias de Corrientes, Santa Fe y

Chaco, como se indica en la tabla 1.

- Tratamientos: 34 materiales de ciclo intermedio, incluidas 12 variedades comerciales, 17 líneas y 5 híbridos experimentales. En los sitios Corrientes y Las Palmas se incluyeron además 13 cultivares de ciclo largo, entre ellos 6 variedades comerciales y 7 líneas experimentales.
- Parcela: 1,02 x 6 m (6 surcos espaciados a 0,17 m).
- Diseño: Bloques completos al azar, con 4 ó 5 repeticiones (dependiendo del sitio).
- Siembra: con sembradora experimental de parcelas (fechas en tabla 1).
- Densidad de siembra: 90 kg/ha para variedades y 60 kg/ha para los híbridos.
- Control de malezas: según necesidad.
- Fertilización de base: variable según análisis de suelo en cada sitio.
- Cobertura: según el manejo del productor.
- Riego: según manejo del productor.

Tabla 1. Localización, fechas de siembra y emergencia de los ERC. Campaña 2019/2020.

Sitio	Lugar	Siembra	Emergencia
Corrientes	EEA Corrientes	09/10/2019	19/10/2019
Berón de Astrada	Arroc. Doña Marina	11/10/2019	20/10/2019
Saladas	Arroc. Borsato	30/10/2019	08/11/2019
Mercedes	Arroc. El Rocío	25/10/2019	10/11/2019
San Javier	Arroc. Tahin	11/11/2019	19/11/2019
Las Palmas	Arroc. Meichtry	26/10/2019	03/11/2019

RESULTADOS

La particular situación de cuarentena que de este año nos impidió completar la cosecha en Mercedes, Saladas y Las Palmas, por lo que solo se presentaron los resultados obtenidos en Corrientes,

Berón de Astrada y San Javier. En primer término, se realizó un análisis de varianza general de los materiales de ciclo intermedio evaluados (Tabla 2, Figura 1).

Tabla 2. Comportamiento de los cultivares de ciclo intermedio en 3 de los sitios evaluados (Corrientes, Berón de Astrada y San Javier). Campaña 2019/20.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/Ha)	Grano Entero (%)	Peso de mil granos ¹ (gr)
Sitio			
EEA Corrientes	11386 A	67 A	
San Javier	6396 B	sd	
Berón de Astrada	6061 C	59 B	
Respuesta ³	***	NO	
Cultivares			
XP 120	9436 A	66 A B C	23,2
IC 109	9066 A B	61 B C	30,0
PAC 101 (RPV)	9038 A B	65 A B C	23,5
Pampeira	9029 A B	65 A B C	28,5
IC 111 FL	9003 A B	62 B C	31,5
IRGA 424	8774 A B C	66 A B C	24,7
Cr 1044	8710 A B C	64 A B C	24,2
Taim	8661 A B C	64 A B C	23,5
IRGA 424 RI	8650 A B C	65 A B C	24,7
XP 113	8582 A B C D	51 D	26,0
XP 302	8555 A B C D	61 C	25,9
PAC 103 C	8351 B C D E	63 A B C	27,5
FL06372-M-2-13A-	8323 B C D E	63 A B C	24,2
Cr 2212	8150 B C D E F	62 A B C	29,5
IRGA 426	8084 B C D E F G	65 A B C	25,4
XP 303	7936 C D E F G H	61 B C	26,7
IC 6 CL	7780 C D E F G H I	65 A B C	25,5
Cr 762	7756 C D E F G H I	63 A B C	25,9
Tranquilo FL-INTA	7610 D E F G H I J	62 A B C	26,2
Guri INTA CL	7544 E F G H I J	66 A B C	25,4
XP121	7503 E F G H I J	66 A B C	23,9
FL11822-5P-2SR-3P-	7416 E F G H I J	64 A B C	28,9
Memby Pora INTA	7202 F G H I J	67 A B	23,5
IRGA 428	7121 G H I J	61 B C	26,9
IRGA 417	6974 H I J	68 A	25,0
Puita INTA CL	6829 I J	66 A B C	23,4
Cr 86 SF	6706 J	54 D	24,5
Cr 741	6697 J	65 A B C	25,5
Cr 178 SF	5210 K	48 D	43,4
Respuesta ³	***	***	***
C.V. (%)	12,78	5,81	NO

1: Valores promedio de dos repeticiones por sitio.

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

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

Las medias de rendimiento de los dos sitios ubicados en la provincia de Corrientes (EEA Corrientes y Berón de Astrada) fueron superiores a la campaña anterior, al igual que los porcentajes de grano entero que superaron en más de 10 puntos a la campaña 18/19. Por otro lado, el rendimiento en San Javier fue muy inferior con 6.396 Kg/ha vs. 8.180 Kg/ha promedio en la campaña 2018/19. Entre los materiales evaluados se destacaron, en términos generales, el híbrido

experimental XP 120 (Rice Tec), las líneas experimentales IC 109, IC 111 FL (ambas del Semillero Itá Caabó), PAC 101 (EEA Corrientes) y la variedad Pampeira (Embrapa) superando los 9.000 Kg/ha y con valores de grano entero por encima del 60%. Cr 178 SF presentó rendimiento significativamente inferior al resto, aunque cabe aclarar que se trata de un material de grano largo ancho.

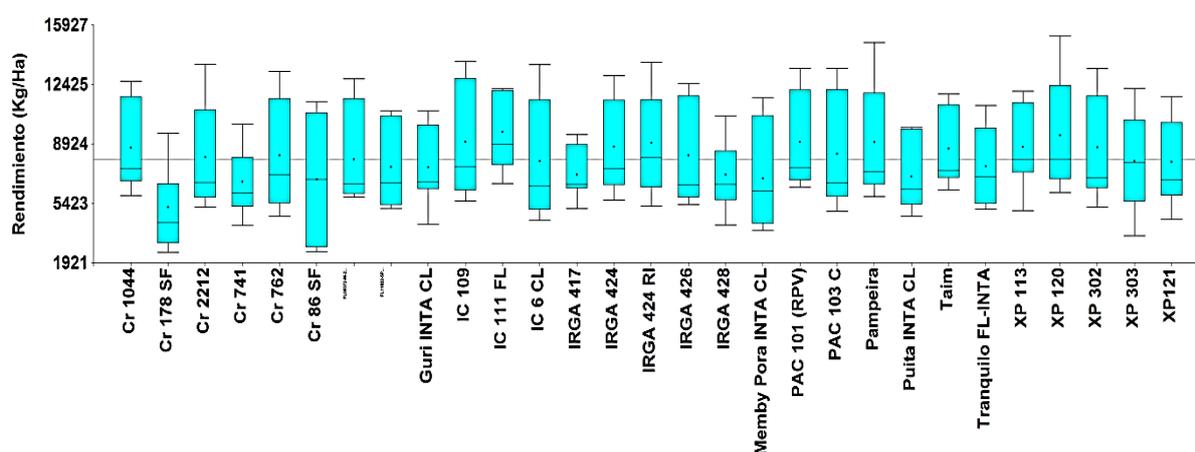


Figura 1. Rendimiento promedio de los cultivares evaluados en EEA Corrientes, Berón de Astrada y San Javier (Santa Fe). Campaña 2019-2020.

Ensayo Regional Corrientes

En este sitio se evaluaron los materiales de ciclo intermedio y largo. El análisis estadístico se realizó por separado para ambos grupos de materiales. Los datos de los materiales de ciclo intermedio se presentan en la tabla 3. Por problemas de contaminación en la semilla se eliminaron las parcelas del cultivar Cr 115 SF.

Los rendimientos en este sitio fueron muy superiores a los obtenidos en Berón de Astrada y San Javier, con un valor promedio de 11.386 Kg/ha, acompañado además por excelentes valores de grano entero.

El grupo de materiales destacados, con valores significativamente más altos en lo

referido a rendimiento, estuvo compuesto principalmente por líneas e híbridos experimentales, presentando el híbrido XP 120 el mejor rendimiento.



Figura 2. Cosecha ensayo regional Corrientes. Campaña 2019/2020.

Tabla 3. Comportamiento de los cultivares de ciclo intermedio evaluados en Corrientes. Campaña 2019/20.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/Ha)	Floración (días)	Grano Entero (%)	Peso de mil granos ¹ (gr)
Cr 115 SF	sd ^A	sd	sd	sd
XP 120	13723 ^B	99	70	23
Pampeira	13362 ^{BC}	100	67	29
IC 109	13232 ^{BCD}	103	66	30
PAC 101 (RPV)	12938 ^{BCDE}	94	69	24
PAC 103 C	12832 ^{BCDEF}	95	67	28
XP 302	12419 ^{BCDEFG}	87	61	26
IRGA 424 RI	12336 ^{CDEFGH}	98	69	25
Cr 1044	12223 ^{CDEFGHI}	99	68	24
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	12094 ^{CDEFGHIJ}	94	67	24
IRGA 424	12084 ^{CDEFGHIJ}	96	68	25
IC 6 CL	12083 ^{CDEFGHIJ}	94	70	26
IRGA 426	12003 ^{CDEFGHIJK}	89	67	25
IC 111 FL	11946 ^{DEFGHIJK}	95	65	32
Cr 2212	11854 ^{DEFGHIJK}	102	66	30
Taim	11596 ^{EFGHIJKL}	93	66	24
Cr 762	11497 ^{FGHIJKL}	87	67	26
XP 113	11487 ^{FGHIJKL}	84	56	26
XP 303	11279 ^{GHIJKL}	81	68	27
Memby Pora INTA CL	11012 ^{GHIJKL}	91	70	24
Cr 86 SF	10922 ^{H IJKLM}	92	66	25
Bio. I.FO.226	10861 ^{IJKLM}	112	61	40
XP121	10852 ^{IJKLM}	86	67	24
Tranquilo FL-INTA	10690 ^{JKLMN}	95	66	26
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	10623 ^{KLMN}	97	68	29
Guri INTA CL	10449 ^{LMN}	84	69	25
IRGA 428	9627 ^{MNO}	87	63	27
Puita INTA CL	9446 ^{NO}	84	68	23
Cr 741	8935 ^O	82	67	26
IRGA 417	8929 ^O	85	70	25
Cr 178 SF	8397 ^O	109	60	43
Carnaroli	6182 ^P	74	64	44
Respuesta³	***	***	***	NO
C.V. (%)	7,33	1,69	2,33	

1: Valores promedio de dos repeticiones.

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

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

Los valores más bajos pertenecen a cultivares con tipo de grano diferente a largo fino (Cr 178 SF: largo ancho y Carnaroli: grano medio). Esto también queda en evidencia al observar el peso de mil granos, que en ambos casos supera los 40 gr. La línea experimental Bio. I.FO.226 también es un material de grano

largo ancho. El rendimiento observado en este sitio fue muy superior a las variedades de este tipo actualmente en cultivo en la región.

En la figura 3 se presentan los rendimientos (en color celeste) y porcentajes de granos enteros (en color amarillo) para los cultivares evaluados en

la EEA Corrientes. La línea gris marca la media de rendimiento del ensayo, que fue de 11.225 Kg/Ha. Puede observarse un

muy buen comportamiento en los cultivares experimentales.

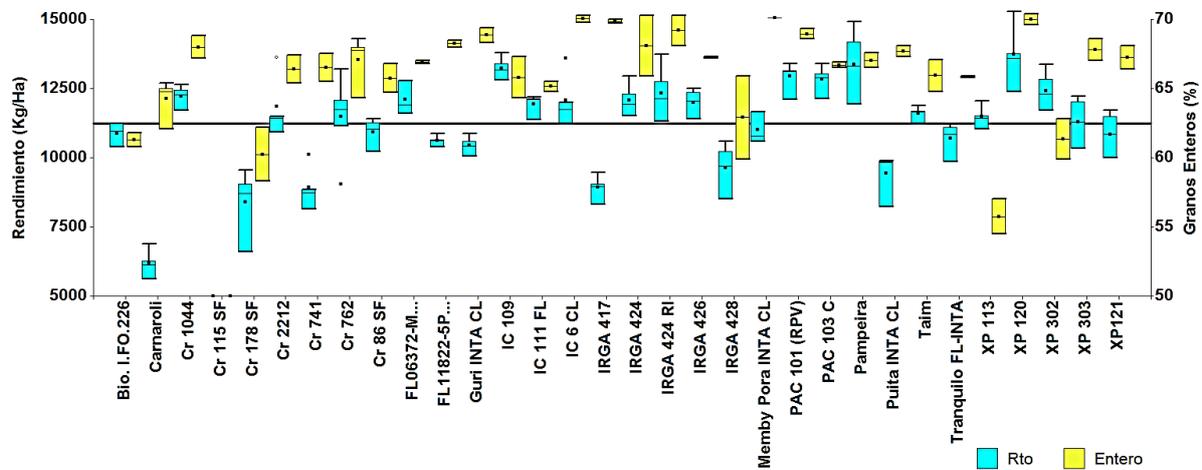


Figura 3. Rendimiento y porcentajes de granos enteros de los 32 cultivares evaluados en la EEA Corrientes. Campaña 2019/2020.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos con los materiales de ciclo largo. Se destacaron las líneas experimentales FL10140-13P-1P-2P-1P-M, PAC 103 L y FL11391-3P-6-1P-3P-M; mientras que entre las variedades fue

Pucará quien tuvo el mejor rendimiento. Además, los porcentajes de grano entero fueron muy buenos en este ensayo. También se evaluó en este grupo a Cr 178 SF de grano largo ancho.

Tabla 4. Comportamiento de los cultivares de ciclo largo evaluados en Corrientes. Campaña 2019/20.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/Ha)	Floración (días)	Grano Entero (%)	Peso de mil granos ¹ (gr)
FL10140-13P-1P-2P-1P-M	12897 ^A	114	66	26
PAC 103 L	12738 ^{AB}	118	68	28
FL11391-3P-6-1P-3P-M	12154 ^{ABC}	116	67	27
Pucará	12035 ^{ABC}	114	67	25
Epagri 108	11922 ^{BCD}	118	65	29
CT 6919-INTA	11662 ^{CD}	107	58	26
IC 110	11505 ^{CD}	119	64	29
SCS 121	11377 ^{CD}	115	62	30
Ñu poti	11358 ^{CD}	sd	69	26
FL09531-8P-3-1P-3P-M	11304 ^{CD}	112	66	28
CR 2006	11044 ^D	116	67	27
Cr 178 SF	9010 ^E	120	63	42
Respuesta ³	***		***	NO
C.V. (%)	5		1,44	

1: Valores promedio de dos repeticiones.

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

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

Ensayo Regional Berón de Astrada

El ensayo en este sitio presentó los rendimientos más bajos de la campaña. El porcentaje de granos enteros fue también el más bajo, aunque aceptable para los estándares de comercialización locales. Al igual que la campaña anterior se observaron síntomas del virus del estriado necrótico o Rice Stripe Necrosis Virus -RSNV- principalmente al inicio del ensayo (Figura 4). La evaluación fue realizada en conjunto con las especialistas en fitopatología de la EEA Concepción del Uruguay, Ingenieras Agrónomas Miriam Asselborn y María Virginia Pedraza. La intensidad de los síntomas disminuyó

sobre el final del ciclo volviéndose difícil de detectar.



Figura 4. Evaluación de síntomas del virus del estriado necrótico o Rice Stripe Necrosis Virus –RSNV en estadio de plántula. Campaña 2019/2020

Los resultados de este ensayo se presentan en la tabla 5 y figura 5.

Tabla 5. Comportamiento de los cultivares evaluados en Berón de Astrada. Campaña 2019/20.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/Ha)	Grano Entero (%)
XP 113	7990 ^A	46
XP 120	7462 ^{AB}	63
XP 303	7351 ^{ABC}	54
PAC 101 (RPV)	7105 ^{ABCD}	61
Taim	6934 ^{BCDE}	61
Pampeira	6715 ^{BCDEF}	63
Guri INTA CL	6692 ^{BCDEFG}	63
IC 111 FL	6610 ^{BCDEFG}	58
IRGA 428	6486 ^{BCDEFGH}	60
IRGA 417	6406 ^{BCDEFGH}	67
Cr 1044	6386 ^{CDEFGH}	59
IRGA 426	6325 ^{CDEFGH}	63
IRGA 424	6301 ^{CDEFGH}	64
Memby Pora INTA CL	6247 ^{DEFGHI}	64
Cr 741	6198 ^{DEFGHI}	63
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	6132 ^{DEFGHIJ}	60
XP 302	6065 ^{DEFGHIJK}	60
Bio. I.Tr.63	6026 ^{DEFGHIJK}	59
PAC 103 C	5987 ^{EFGHIJK}	59
Puita INTA CL	5952 ^{EFGHIJK}	65
IRGA 424 RI	5925 ^{EFGHIJK}	61
IC 109	5916 ^{EFGHIJK}	56
Cr 2212	5827 ^{EFGHIJK}	58
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	5742 ^{FGHIJK}	60
XP121	5604 ^{GHIJK}	68
Tranquilo FL-INTA	5400 ^{H IJK}	58
Cr 115 SF	5196 ^{IJK}	57
Cr 762	5061 ^{JK}	57
Bio. I.Tr.178	5023 ^K	59
IC 6 CL	5021 ^K	60
Cr 178 SF	3021 ^L	37
Cr 86 SF	2834 ^L	42
Respuesta ³	***	***
C.V. (%)	9,78	5,12

1: Valores promedio de dos repeticiones.

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

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

Los híbridos experimentales XP 113, XP 120 y XP 303, seguidos por la línea PAC 101 (RPV) fueron los cultivares con mejores rendimientos, aunque sólo esta última y el híbrido XP 120 tuvieron valores de grano entero aceptables. Entre las variedades los mejores rendimientos fueron para Taim, Pampeira y Guri INTA CL. Los rendimientos más bajos fueron para los materiales con grano de tipo largo ancho Cr 86 SF y Cr 178 SF.



Figura 6. Estado general del ensayo regional en Berón de Astrada. Campaña 2019/2020.

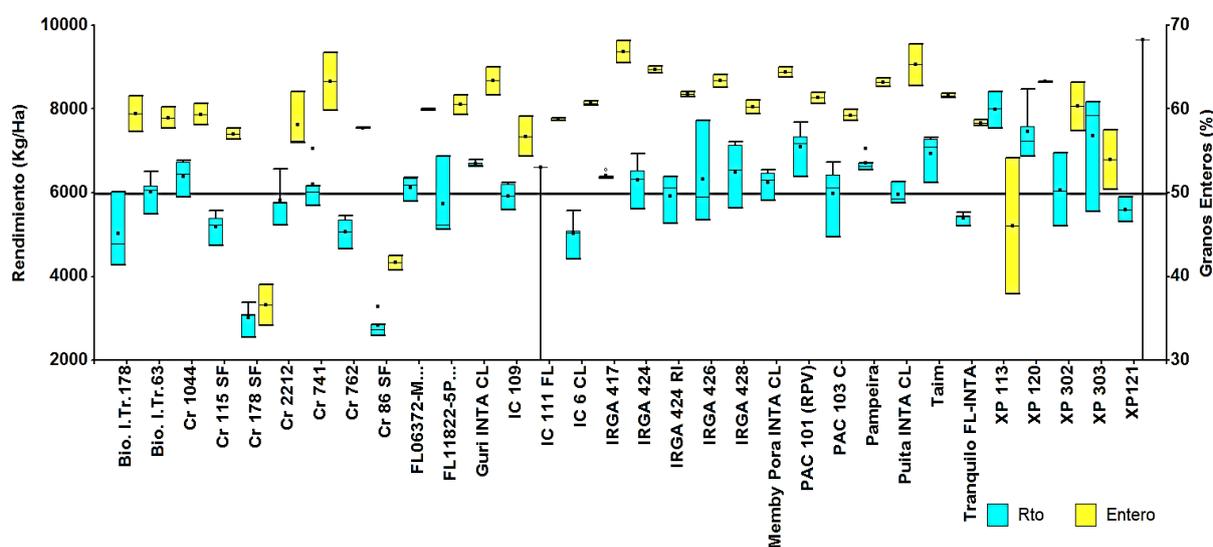


Figura 5. Rendimiento y porcentajes de granos enteros de los 32 cultivares evaluados en Berón de Astrada. La línea gris señala la media del ensayo. Campaña 2019/2020.

Ensayo Regional San Javier

En este sitio el rendimiento fue inferior a la campaña anterior (8.180 Kg/ha promedio en campaña 2018/19). Cabe aclarar que al igual que en las dos campañas anteriores este ensayo tuvo importantes problemas de daños por pájaros, principalmente en los materiales de ciclo más corto. El porcentaje de granos enteros fue bueno, con un promedio de 62%, y con solo tres cultivares por debajo de 60%.

En la tabla 6 y figura 8 se presentan los resultados de este ensayo.



Figura 7. Estado general del ensayo regional en San Javier, Santa Fe. Campaña 2019/2020.

Tabla 6. Comportamiento de los cultivares evaluados en San Javier. Campaña 2019/20.

Factores de Variación	Rendimiento (Kg/Ha)	Grano Entero (%)
IC 111 FL	8078 ^A	
IC 109	8050 ^A	
IRGA 424	7939 ^A	
IRGA 424 RI	7611 ^{AB}	
Cr 1044	7521 ^{ABC}	
Taim	7453 ^{ABCD}	
XP 120	7123 ^{ABCDE}	
PAC 101 (RPV)	7070 ^{ABCDE}	
XP 302	7031 ^{ABCDEF}	
Pampeira	7011 ^{ABCDEF}	
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	6822 ^{ABCDEFG}	
Cr 86 SF	6768 ^{ABCDEFG}	
Cr 2212	6767 ^{ABCDEFG}	
Tranquilo FL-INTA	6739 ^{ABCDEFGH}	
XP 113	6594 ^{ABCDEFGHI}	
Cr 762	6566 ^{ABCDEFGHI}	
IC 6 CL	6242 ^{BCDEFGHIJ}	
PAC 103 C	6235 ^{BCDEFGHIJ}	
Pucara CL	6158 ^{BCDEFGHIJ}	
XP121	6051 ^{CDEFGHIJ}	
IRGA 426	5957 ^{DEFGHIJ}	
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	5937 ^{DEFGHIJ}	
IRGA 417	5646 ^{EFGHIJK}	
Cr 138	5528 ^{FGHIJK}	
Guri INTA CL	5493 ^{GHIJK}	
Puita INTA CL	5344 ^{GHIJK}	
IRGA 428	5251 ^{H I J K}	
XP 303	5178 ^{I J K}	
Cr 741	4957 ^{J K}	
Memby Pora INTA CL	4436 ^K	
Cr 178 SF	4213 ^{K L}	
Cr 115 SF	3003 ^L	
Respuesta³	***	***
C.V. (%)	13,52	

1: Valores promedio de dos repeticiones.

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

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

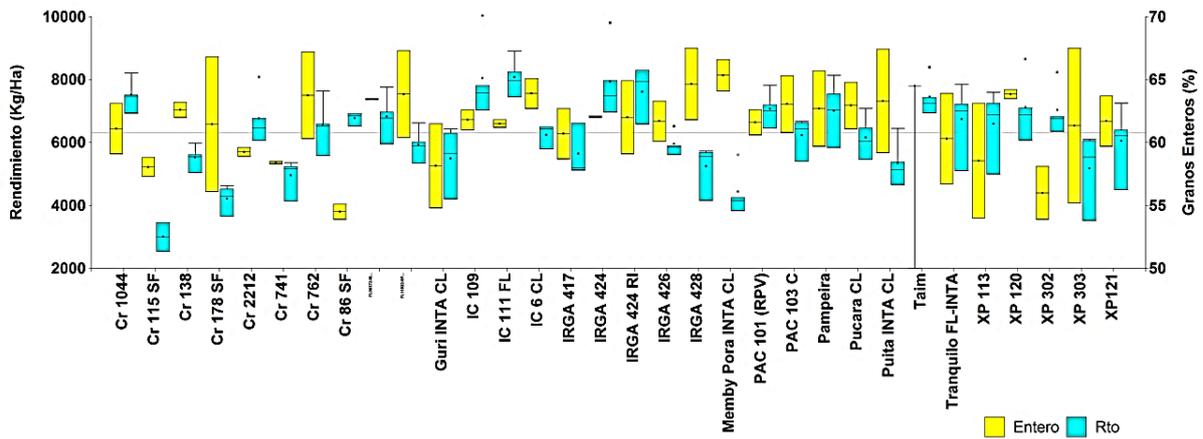


Figura 8. Rendimiento y porcentajes de granos enteros de los 32 cultivares evaluados en San Javier, Santa Fe. La línea gris señala la media del ensayo. Campaña 2019/2020.

CONSIDERACIONES FINALES

Lamentablemente no se pudo obtener información de 3 de los sitios donde se implantó el ensayo debido a la incapacidad de cosecharlos por la situación de cuarentena.

Durante la campaña 2019/2020 los mejores rendimientos se dieron el ensayo ubicado en la EEA INTA Corrientes. Los porcentajes de granos enteros obtenidos en esta localidad fueron también muy buenos y muy superiores a la campaña anterior.

Los cultivares con los rendimientos generales más altos fueron el híbrido experimental XP 120, seguido por IC 109 y PAC 101 (RPV).

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

- Corrientes: X120, Pampeira e IC 109
- Berón de Astrada: XP 113, X 120 y XP 303
- San Javier: IC 111 FL, IC 109 e IRGA 424

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

- Corrientes: FL10140-13P-1P-2P-1P-M, PAC 103 L y FL11391-3P-6-1P-3P-M.

EVALUACIÓN FUENTE-DESTINO EN TRES GENOTIPOS DE ARROZ: IMPLICANCIAS EN EL LLENADO DE GRANOS Y EN LA ESTRUCTURA DE TALLO

M.E. Pawlizki¹; M.C. Peichoto² y M.I. Pachecoy

Email: matiaspawlizki@yahoo.com

Palabras clave: CR 2006; estructura de tallo; IRGA 424; PAC 103; partición de fotosintatos.

RESUMEN

En Argentina la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) se concentra en cinco provincias, donde Corrientes tiene el 43,5% de la superficie sembrada, con un rinde promedio de 7000 kg/ha. En términos generales, el rendimiento de un cultivo depende de la capacidad de acumular biomasa en los órganos cosechables. Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos “fuente” (principalmente las hojas) pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos “destino” de una planta. Así, la distribución de biomasa en la planta tiene un rol fundamental en la producción de un cultivo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de 3 genotipos (CR 2006, IRGA 424 y PAC 103) con estructura de planta diferente frente al estrés abiótico generado por el corte de hojas, su incidencia en el llenado de granos, las características de los tallos, y los componentes de rendimiento. Se realizó la comparación entre dos tratamientos (sin hoja bandera y sin hoja uno) y un testigo. Se caracterizaron las tres estructuras de planta siguiendo los parámetros descriptivos propuestos por INASE. Se realizó el seguimiento fenológico y de crecimiento en los tres casos. Se determinó la partición de biomasa a madurez fisiológica y se establecieron las relaciones de la fuente y las características morfológicas de tallo y panoja, junto a la observación de su estructura anatómica. Se pudo observar que las plantas del genotipo IRGA 424 fueron las más sensibles a los tratamientos aplicados, reduciendo el número de granos llenos en el tratamiento que implicó el corte de la hoja bandera mientras que PAC 103 mostro el mayor número de granos vanos para el mismo tratamiento. No se observaron diferencias en relación a los estudios realizados en lupa y microscopio electrónico de barrido. El genotipo CR 2006 no mostro diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos, en ninguna de las variables medidas.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una especie de origen asiático, anual, de la familia Poaceae, con sistema fotosintético C3, adaptada al ambiente acuático. Su crecimiento puede dividirse en tres fases: vegetativa (germinación, estado de plántula, macollaje), reproductiva (diferenciación de primordio floral y floración) y maduración (llenado de granos y madurez fisiológica)

(Wang & Li, 2005; Vaughan et al., 2008). Es el cultivo más sembrado, siendo el cereal base de la alimentación del 60% de los habitantes del planeta. En el mundo se cosechan cerca de 160 millones de hectáreas, que producen aproximadamente 700 millones de toneladas de arroz cáscara. Los países que destinan mayor superficie a la producción de arroz son China, India, Indonesia y Bangladés, siendo estos mis-

¹ Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

² Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE). FCA - UNNE.

mos los principales consumidores del cereal. La producción mundial de arroz en 2018 alcanzó los 778,4 millones de toneladas (516,9 millones de toneladas de arroz blanco) (FAO, 2018). Es, además, la actividad económica que más puestos de trabajo genera, fundamental en el crecimiento de las economías regionales y nacionales (Kurtz et al., 2016).

En nuestro país la producción se concentra en la región litoral. En la campaña 2017/2018 la superficie sembrada fue de 210.650 ha, siendo Corrientes (con el 47%) la provincia que más superficie destina a la producción de arroz, seguida por Entre Ríos (31,1%), Santa Fe (15,9%), Formosa (3,6%) y Chaco (2,5%). La producción nacional alcanzó los 1.434.300 Tn, de las cuales el 47 % fue aportado por Corrientes (ACPA & Bolsa de cereales de Entre Ríos, 2018), donde además es el principal cultivo agrícola y aporta unos U\$D 194 millones anuales al Producto Bruto Geográfico Provincial (ACPA, 2018).

Se estima que, en Asia, África y América Latina, la demanda de arroz aumentará drásticamente debido al aumento constante de la población. Para satisfacer esta creciente demanda, se deben desarrollar nuevas variedades de élite que puedan producir rendimientos de granos mucho más altos (Wang & Li, 2005). En este sentido, la arquitectura de la planta involucra una serie de rasgos agronómicos importantes que determinan la producción de granos y se ve afectada principalmente por factores como el macollamiento, la altura de la planta y la morfología de la panícula (Ward & Leyser, 2004; Wang & Li, 2005.). Para maximizar los rendimientos es también fundamental conocer el comportamiento de las variedades frente a diferentes estreses cada vez más frecuentes y extremos (Lobell & Gourdj, 2012).

El rendimiento de un cultivo depende de la capacidad de acumular biomasa en los ór-

ganos cosechables, por lo que un incremento proporcional de la biomasa destinada a tales órganos asegura un incremento del rendimiento. Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos "fuente" (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos "destino" de una planta. Así, la distribución de biomasa en la planta tiene un rol fundamental en la producción de un cultivo. Durante el periodo de maduración, que va desde mediados de floración hasta la madurez fisiológica del grano (Herber, 2016), los granos de arroz aumentan de tamaño y peso para acumular azúcares, almidones, proteínas y otros compuestos de almacenamiento (Wang & Li, 2005). En arroz, el rendimiento del cultivo está determinado por la biomasa de las espiguillas. Cultivares modernos que presentan un gran número de espiguillas por panoja poseen dificultades para el llenado de las mismas (Crep, et al., 2013). Esto puede deberse al escaso suministro de fotoasimilados en el inicio de la etapa de llenado como así también a la actividad enzimática relacionada con la translocación de fotoasimilados hacia los destinos reproductivos (Yang et al., 2010; Rahman et al., 2013). La hoja más alta debajo de la panícula se denomina hoja bandera y es la fuente más importante de energía fotosintética. El llenado de grano se mantiene con la corriente fotosintética de las partes superiores de la planta, principalmente la hoja bandera y las penúltimas hojas (Yoshida, 1981; Tambussi et al., 2007) pero según varios autores también aportan al llenado el tallo y la panoja (Ramadas & Rajendrudu, 1977; Raj & Tripathi, 2000; Ashrafuzzaman et al., 2009).

Existen estudios que demuestran que el crecimiento puede ser controlado tanto por la fuente como por el destino. Manipulando el equilibrio fuente - destino, se ha demostrado que ambos a menudo operan por debajo de su máximo potencial, debido a las

limitaciones impuestas por el medio ambiente y el desarrollo. Las manipulaciones han involucrado a la planta o a su entorno, por ejemplo, la actividad de la fuente puede verse alterada por un nivel elevado de CO₂, defoliación o sombreado, mientras que la actividad del destino puede verse alterada por la temperatura (White et al., 2015).

El transporte de los carbohidratos en el tallo de la planta de arroz puede afectar simultáneamente el llenado de grano y la resistencia al vuelco mediante la regulación del contenido de carbohidratos no estructurales y carbohidratos estructurales. Las distribuciones de carbohidratos acumulados antes de la anthesis en tallos juegan un papel importante en el llenado de granos en cultivos de alto rendimiento (Fu et al., 2011). En general, la contribución de los carbohidratos del tallo a los carbohidratos de granos es del 20% - 40% (Venkateswarlu, 1976). Sin embargo, el transporte excesivo de carbohidratos no estructurales puede afectar la acumulación de carbohidratos estructurales, lo que resulta en la senescencia temprana del tallo y severo vuelco (Kashiwagi et al., 2006; Zhang et al., 2010). El vuelco en plantas de arroz de alto rendimiento generalmente ocurre en los entrenudos basales del tallo, lo cual significa que esa región es responsable de la resistencia a este problema. Muchos estudios muestran correlaciones entre el diámetro, espesor de tejidos y peso seco por centímetro lineal con la resistencia del tallo (Sun, 1987). Asimismo, investigaciones a partir de estudios químicos han sugerido que la fortaleza del tallo depende del contenido de carbohidratos estructurados (celulosa, lignina); y las proporciones entre ambos tipos de carbohidratos pueden ejercer más influencia en la fortaleza del tallo en aquellos cultivos de arroz de alto rendimiento (Zhang et al., 2010).

El presente trabajo tuvo como objetivos: 1) Comprender la respuesta de plantas con

estructuras diferentes frente al estrés abiótico generado por el corte de hojas (variación fuente), su incidencia en el llenado de granos y en las características de los tallos; 2) Caracterizar la estructura de la planta de tres genotipos de arroz; 3) Determinar la partición de biomasa -en madurez fisiológica- entre vástago y panoja; 4) Establecer las relaciones entre la variación de la fuente y las características morfológicas de tallo y panoja y 5) Analizar comparativamente la morfología y la estructura anatómica de tallo, registrando los parámetros en relación a la susceptibilidad al vuelco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo a campo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes, ubicada sobre la ruta Nacional 12 km 1008. Los estudios de tallo se realizaron en el laboratorio de Anatomía del Instituto de Botánica del Nordeste, UNNE-CONICET, ubicado sobre la calle Sargento Juan Bautista Cabral 2131, con la colaboración de la Ing. Agr. (Dra.) Myriam Carolina Peichoto.

Las evaluaciones se realizaron sobre 3 genotipos de arroz: CR 2006, IRGA 424 y PAC 103.

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La siembra se realizó el 5 de octubre de 2018 con sembradora experimental de 6 surcos (distanciados a 0,17 m), en parcelas de 6 metros de largo (6m²), con una densidad de 90 kg/ha de semilla. En cada parcela se señalaron 30 plantas individuales mediante estacas metálicas y se colocaron precintos identificando en cada planta el tallo principal (Figura 1).

Se aplicaron los siguientes tratamientos:

1. 10 plantas completas (control).
2. 10 plantas sin la hoja inmediata a la panoja (plantas sin la hoja bandera).
3. 10 plantas sin la hoja inmediata a la

hoja bandera (plantas sin la hoja uno). Esto resultó en un total de 120 plantas marcadas por genotipo, 40 de ellas para cada tratamiento (10 por parcela, en las 4 repeticiones).

Para cumplir con los objetivos propuestos, los tratamientos 2 y 3 se aplicaron el día posterior al inicio de floración.



Figura 1. Plantas de arroz señalizadas mediante estacas metálicas y con precintos (rojos) identificando el macollo principal en cada caso.

Variables evaluadas:

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron mediciones de crecimiento y desarrollo (fenología). De los macollos principales señalizados inicialmente, se colectaron 3 (por genotipo y por parcela) de cada tratamiento. Sobre estos macollos se realizaron las siguientes mediciones:

- a. Longitud del vástago: esta medida se tomó desde la base del tallo hasta el ápice. Dicha medición se realizó a campo y en gabinete.
- b. Longitud de la panoja: esta medida se tomó desde la base de la hoja bandera hasta el ápice de la panoja.
- c. Longitud de entrenudos: esta medida se tomó desde un nudo detectable al siguiente nudo detectable.
- d. Diámetro mayor y menor de cada entrenudo (tallo + vainas): se midió con calibre en la porción media del entrenudo.
- e. Peso seco del vástago y de la panoja: se utilizó una balanza de precisión, luego de llevar las muestras a es-

tufa a 60°C hasta peso constante (por 48 hs aproximadamente).

- f. Número total de granos, granos llenos y vanos: se contabilizó la totalidad de granos por panoja en las plantas colectadas.

Para el análisis de la estructura de los tallos en relación a las características morfo-anatómicas vinculadas a la susceptibilidad al vuelco en arroz se realizaron estudios con lupa estereoscópica y Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

En cuatro tallos principales de cada genotipo y tratamiento (un total de 36 tallos) se realizó un corte transversal en la porción media del entrenudo (incluyendo las vainas foliares) ubicado aproximadamente a 10 cm del cuello de la planta. Las secciones de tallos fueron fijadas en FAA, que es una mezcla balanceada de tres fijadores simples: formol, alcohol etílico y ácido acético (Zarlavsky, 2014). A partir de las porciones fijadas se obtuvieron cortes transversales de tallo y vainas acompañantes de 2-3 mm de espesor. Los transcortes fueron observados y fotografiados por medio de la lupa estereoscópica Leica MZ6 con cámara digital incluida del Laboratorio de Anatomía Vegetal del IBONE (Figura 2). A partir de las fotografías obtenidas y por medio del programa Image J (Schneider et al., 2012) se realizaron las siguientes mediciones:

- a. Diámetro mayor y menor del tallo.
- b. Grosor o espesor de tallo.
- c. Diámetro mayor y menor de la médula.
- d. Área del tallo y área de la médula.

Los mismos cortes transversales fotografiados fueron deshidratados en serie de acetona ascendente, secados a punto crítico con CO₂, montados en láminas de aluminio mediante cinta bifaz y metalizados con oro paladio. Las observaciones se rea-

lizaron con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) JEOL 5800 LV, perteneciente al Servicio de Microscopía Electrónica de la UNNE, y se registraron los siguientes caracteres del tallo:

- Esesor de la capa epidermis + esclerénquima.
- Distancia entre los haces vasculares.

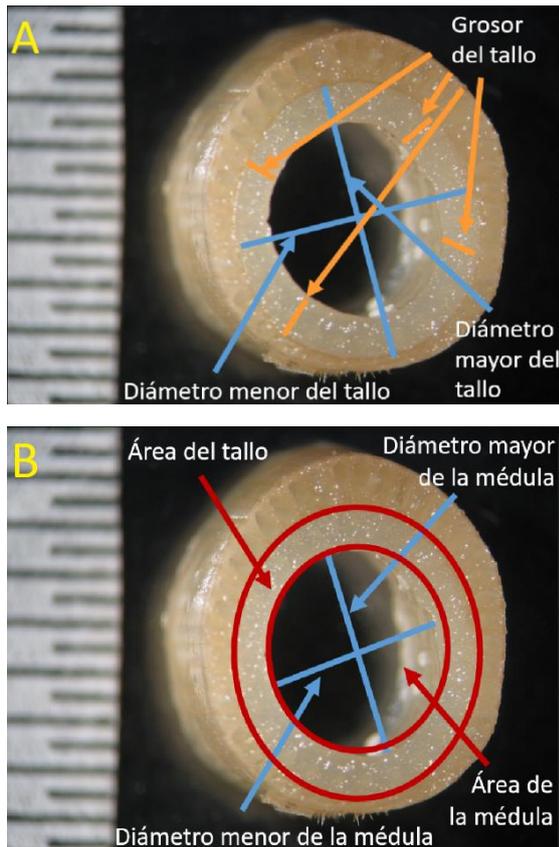


Figura 2. Cortes transversales de tallo del genotipo IRGA 424 - tratamiento control: **A.** Diámetro mayor y menor del tallo marcado con líneas azules y grosor del tallo marcado con líneas naranjas. **B.** Diámetro mayor y menor de la médula marcado con líneas azules, área del tallo entre los dos círculos rojos y área de la médula dentro del círculo rojo más interno.

Una vez alcanzada la madurez fisiológica en el cultivo, se determinaron los componentes de rendimiento. Para esto, en cada parcela, se cortó un metro lineal representativo sobre el cual se realizaron las siguientes mediciones:

- Número de plantas.

- Número de macollos.
- Número de panojas.
- Número de granos por panoja.
- Porcentaje de granos llenos.

Para el cálculo de rendimiento se cosecharon los cuatro surcos centrales de cada parcela, cuando el contenido de humedad del grano fue de aproximadamente 22%. El material recolectado se secó en un secadero experimental hasta 13% de humedad para realizar las determinaciones de calidad industrial.

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos fueron ordenados y tabulados para luego efectuar análisis de varianza y comparación de medias entre tratamientos a través del test de Duncan ($\alpha \leq 0,05$), utilizando el software InfoStat (Di Renzo et al., 2015). Para determinar las mediciones realizadas en cortes anatómicos, se utilizó el software ImageJ.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables evaluadas para cada tratamiento se presentan en cuatro grandes grupos (I, II, III y IV):

I. Mediciones realizadas a campo y en gabinete

Altura de planta y fenología se determinaron, para los 3 tratamientos, durante todo el ciclo del cultivo. Los registros fenológicos comenzaron a tomarse en el momento de la emergencia, hasta la cosecha del material, siguiendo la escala de Counce et al. (2000) actualizada por Freitas et. al. (2006) y SOSBAI (2012). Se consideró el inicio de una fase cuando el 50% de los individuos se encontraban en dicho momento.

Los tres genotipos evaluados presentaron diferente longitud del ciclo a madurez: 123 días para IRGA 424, 136 días para CR 2006 y 144 días para PAC 103. En este sentido, la duración de la fase vegetativa

fue la etapa más variable en el tiempo y responsable de determinar la longitud del ciclo de los diferentes genotipos, en coincidencia con lo expuesto por Herber (2016).

Los registros de la altura se tomaron cuando el cultivo presentó la primera hoja totalmente desplegada (lígula visible) y se

continuó hasta su madurez fisiológica (Tabla 1). Los promedios de altura en los 3 genotipos fueron: 91,30 cm para IRGA 424; 94,75 cm para PAC 103 y 97,66 cm para CR 2006.

Tabla 1. Registro de la altura de planta y fases fenológicas de los 3 genotipos en estudio, a lo largo de todo el ciclo.

Fecha	Altura de las plantas (cm)			Fase fenológica
	IRGA 424	CR 2006	PAC 103	
05-oct	-	-	-	
13-oct	-	-	-	Germinación – Emergencia
18-oct	5	6	5	Fase Vegetativa: V1
25-oct	12	7	11	Fase Vegetativa: V4
02-nov	18	15	17	Período de macollaje
09-nov	27	22	25	
16-nov	40	30	35	
22-nov	50	42	50	
30-nov	57	46	56	
06-dic	57	47	57	DPF* de IRGA 424
14-dic	65	55	66	DPF* de CR 2006 y PAC 103
21-dic	70	63	72	
27-dic	77	72	75	Embuchado de IRGA 424
02-ene	80	88	83	
08-ene	83	83	87	Embuchado de CR 2006 y PAC 103
09-ene	83	83	87	Inicio de floración de IRGA 424
15-ene	85	87	92	Inicio de llenado de granos de IRGA 424
21-ene	89	90	94	Inicio de floración de CR 2006
26-ene	91	90	94	Inicio de floración de PAC 103 Inicio de llenado de granos de CR 2006
31-ene	91	90	94	Inicio de llenado de granos de PAC 103

Continuación tabla 1

13-feb	91	97	94	Madurez fisiológica de IRGA 424
21-feb	-	97	94	Madurez fisiológica de CR 2006
06-mar	-	-	94	Madurez fisiológica de PAC 103

*Diferenciación del primordio floral.

Los datos registrados y la gráfica resultante (Figura 3) concuerdan con resultados previos (CIAT, 1985), donde se afirma que después del lento crecimiento durante el

estado de plántula, la altura de la planta aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración, cuando el crecimiento vertical cesa (Figura 4 A y B).

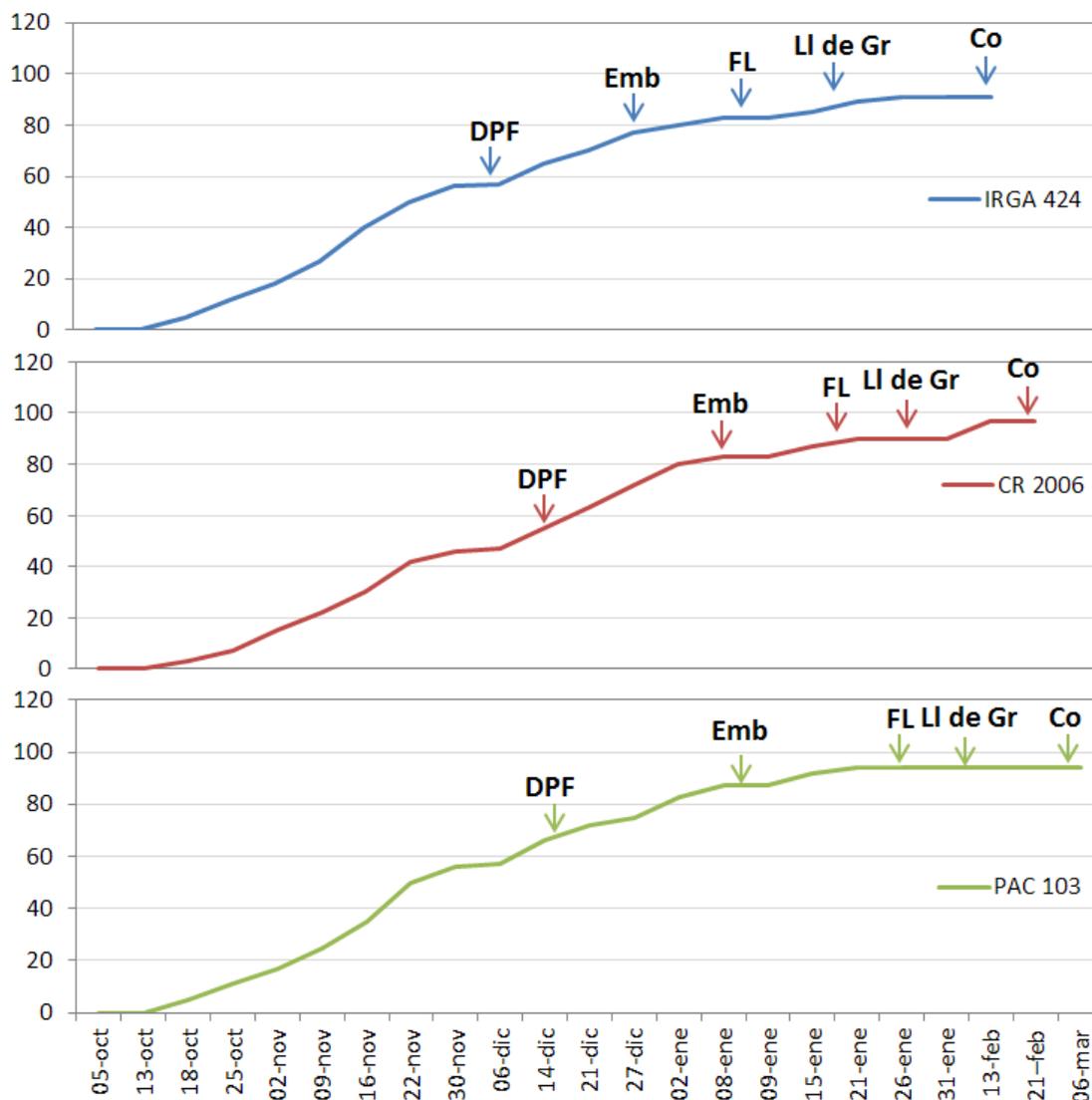


Figura 3. Variación de la altura (cm) en tres genotipos de arroz. Valores promedio de cuatro repeticiones. Las flechas señalan el inicio de diferentes momentos (DPF: Diferenciación del primordio floral. Emb: Embuchado. FL: Floración. LideGr: Llenado de granos. Co: Cosecha) en los 3 genotipos. En azul se presenta la información correspondiente a IRGA 424, en rojo CR 2006 y en verde PAC 103.

Para la descripción de los genotipos en estudio se registraron diferentes parámetros morfológicos y de ciclo (Tabla 2) incluidos en los requisitos impuestos por el Instituto

Nacional de Semillas (INASE) para la inscripción de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) (www.inase.gov.ar).

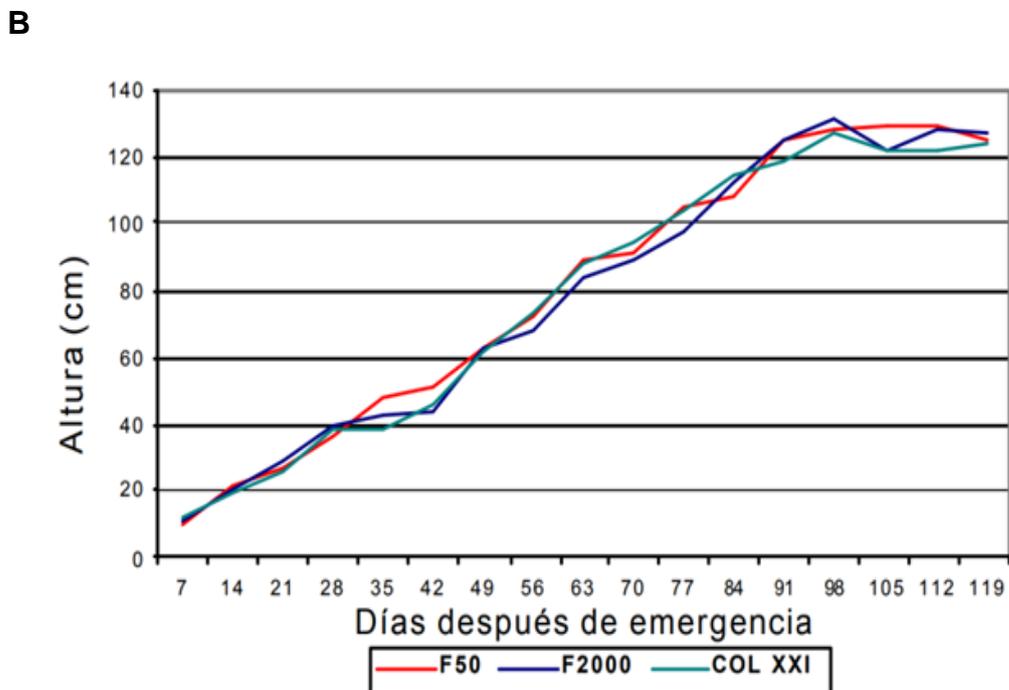
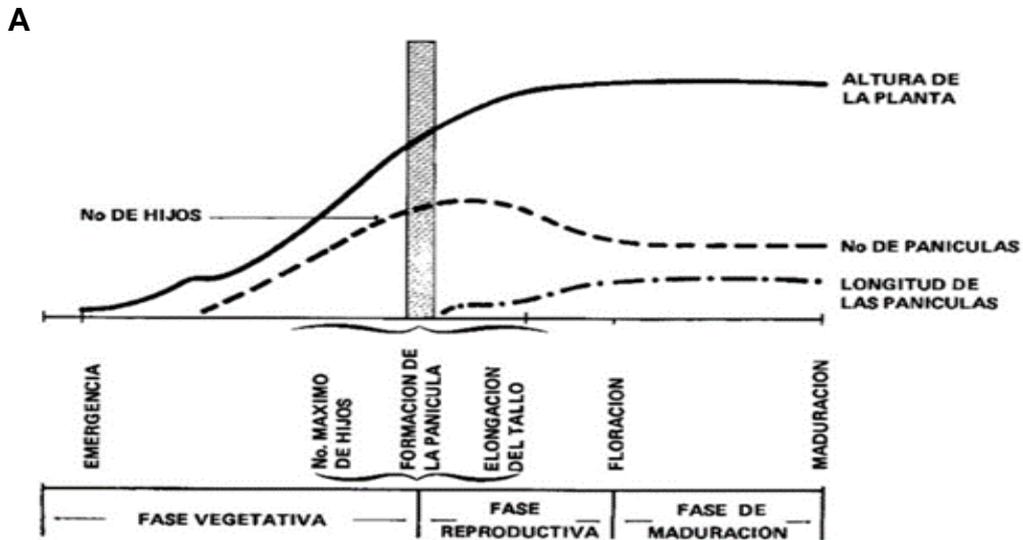


Figura 4. A. Desarrollo de la planta de arroz a través de las etapas de crecimiento tiempo. Extraído de CIAT (1980). **B.** Altura de planta a través del tiempo para tres cultivares de arroz. Extraído de Degiovanni et al. (2004).

Tabla 2. Descripción de tres genotipos de arroz según parámetros propuestos por el Instituto Nacional de Semillas (INASE).

		IRGA 424	CR 2006	PAC 103		
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	Subespecie	Índica	Índica	Índica		
	Plántula	Altura promedio	13,64 cm	15 cm	16,6 cm	
		Color de la vaina de la hoja basal	Verde claro	Verde claro	Verde oscuro	
	Planta	Porte vegetativo *	Intermedio (30°-60°)	Erecto (<30°)	Intermedio (30°-60°)	
		Altura a la madurez	91,3 cm	97,66 cm	94,75 cm	
		Vigor	Muy vigoroso	Poco vigoroso	Vigoroso	
		Estructura	Tradicional	Columnar	Tradicional	
	Tallo	Porte a la madurez	Erecto	Erecto	Erecto	
		Número de entrenudos	5	5	5	
		Longitud de los entrenudos	5,8 cm	7,38 cm	6,41 cm	
		Diámetro del entrenudo más bajo	0,68 cm	0,82 cm	0,81 cm	
		Color de la superficie externa	Verde	Verde	Verde	
		Resistencia al vuelco	Moderada	Moderada	Moderada	
		Color de la vaina **	Verde claro	Verde oscuro	Verde clara	
		Longitud de la lígula	21 a 34 mm	21 a 34 mm	21 a 34 mm	
		Color de la lígula	Incolora	Incolora	Incolora	
		Forma de la lígula	Hendida	Hendida	Hendida	
	Hoja	Color del collar a la floración	Verde	Verde	Verde	
		Color de la aurícula	Incolora	Incolora	Incolora	
		Lámina **	Porte	Erecto	Erecto	Erecto
			Longitud	39,3 cm	41,2 cm	42,3 cm
			Ancho	0,9 cm	1,2 cm	1,1 cm
			Color	Verde	Verde	Verde
			Pubescencia	Abundante	Escasa	Escasa
		Posición hoja bandera	Erecta	Erecta	Erecta	
	Panoja	Estructura	Semi compacta	Semi compacta	Semicompacta	
		Posición	Pendiente	Erecta	Pendiente	
		Ramificaciones secundarias	En racimo	En racimo	En racimo	
		Longitud promedio	23 cm	23,47 cm	24 cm	
	CICLO	Época apropiada de siembra	15/09 a 15/10	15/09 a 15/10	15/09 a 15/10	
		Días de emergencia a ponajamiento	88	105	99	
		Días de emergencia a cosecha	123	136	144	

*Ángulo que forma el macollo con la perpendicularidad.

**De la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera durante la floración, en ambas caras.

En la determinación de la biomasa en madurez fisiológica se midieron el peso de vástago y panoja. En el peso de vástago se observó el efecto significativo del tratamiento,

genotipo e interacción Genotipo x Tratamiento, por lo que se realizó el análisis por separado mostrándose los valores en función de la fuente de variación Genotipo (Ta-

bla 3).

Tabla 3. Peso seco de vástago (g). Efectos de los tratamientos en los tres genotipos de arroz evaluados. El análisis se realizó individualmente para cada genotipo.

Genotipo	Tratamiento	Media*	
CR 2006	Control	6,7	A
	Sin Hoja Bandera	6,44	A
	Sin Hoja 1	5,47	A
IRGA 424	Control	4,9	A
	Sin Hoja Bandera	3,14	B
	Sin Hoja 1	3,95	B
PAC 103	Control	5,77	A
	Sin Hoja Bandera	5,24	A
	Sin Hoja 1	6,02	A

*Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Solo se observaron diferencias significativas en el genotipo IRGA 424, donde el Tratamiento Control fue significativamente superior a los Tratamientos Sin Hoja Bandera y Sin Hoja 1.

Para la variable peso de la panoja también se observó interacción Genotipo x Tratamiento, por lo que se siguió el mismo criterio explicado anteriormente. En el análisis, hubo diferencias significativas también solo en IRGA 424, con un peso de panoja significativamente más bajo en el Tratamiento Sin Hoja Bandera (Tabla 4).

Tabla 5. Resultados para las variables total de granos, granos llenos y granos vanos por panoja.

Genotipos	Tratamientos	Medias*					
		Total de granos	Granos llenos	Granos vanos			
CR 2006	Control	132,92	A	117,58	A	15,33	A
	S/ Hoja Bandera	140,33	A	120,42	A	19,92	A
	S/ Hoja 1	117,67	A	101,08	A	16,58	A
IRGA 424	Control	121,42	B	100,42	B	21,00	A
	S/ Hoja Bandera	85,75	A	56,75	A	29,00	A
	S/ Hoja 1	106,67	A B	84,92	B	21,75	A
PAC 103	Control	111,00	A	91,00	A	20,00	A
	S/ Hoja Bandera	120,50	A	83,00	A	37,50	B
	S/ Hoja 1	122,75	A	95,50	A	27,25	A B

* Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el número de granos se observó que no hubo diferencias entre tratamientos en las variables granos totales y granos llenos para los genotipos CR 2006 y PAC 103, mientras que IRGA 424 mostró diferencias estadísticas entre el Tratamiento Control y Tratamiento Sin Hoja Bandera (Tabla 5). En cuanto a los granos vanos se vio que el genotipo PAC 103 Tratamiento Sin Hoja Bandera presentó un aumento de granos vanos en comparación con el Tratamiento Control.

Tabla 4. Peso seco de panojas (g). Efectos de los tratamientos en los tres genotipos de arroz evaluados. El análisis se realizó individualmente para cada genotipo.

Genotipo	Tratamiento	Media*	
CR 2006	Control	3,19	A
	Sin Hoja Bandera	3,31	A
	Sin Hoja 1	2,70	A
IRGA 424	Control	2,64	B
	Sin Hoja Bandera	1,56	A
	Sin Hoja 1	2,27	B
PAC 103	Control	2,59	A
	Sin Hoja Bandera	2,54	A
	Sin Hoja 1	2,77	A

*Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Estos resultados podrían explicarse con lo expuesto por Rahman (2013), quien menciona una correlación directa y positiva entre la hoja bandera y el rendimiento en grano. Al analizar el número de granos vanos/panoja se pudo observar que el genotipo PAC 103 presentó diferencias entre los tratamientos. En este sentido, Crepy y colaboradores (2013) mencionan que cultivares modernos que presentan un gran número de espiguillas por panoja poseen dificultades para el llenado de las mismas.

Por otro lado, Yang (2010) sugiere que el suministro de fotoasimilados no es el factor principal que conduce a un llenado de grano deficiente, sino que hay otros factores desconocidos que podrían influir.

En las figuras 5 y 6 puede observarse, para los 3 genotipos y sus tratamientos, la variación del peso de vástagos y panojas y el número de granos totales, granos llenos y granos vanos respectivamente.

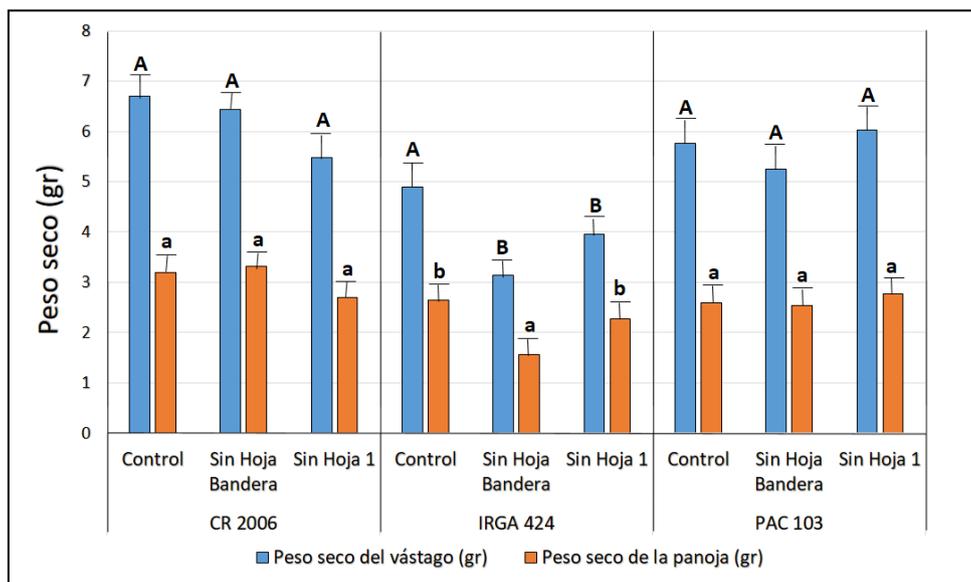


Figura 5. Peso seco de la panoja y vástago de los 3 genotipos con sus respectivos tratamientos. Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

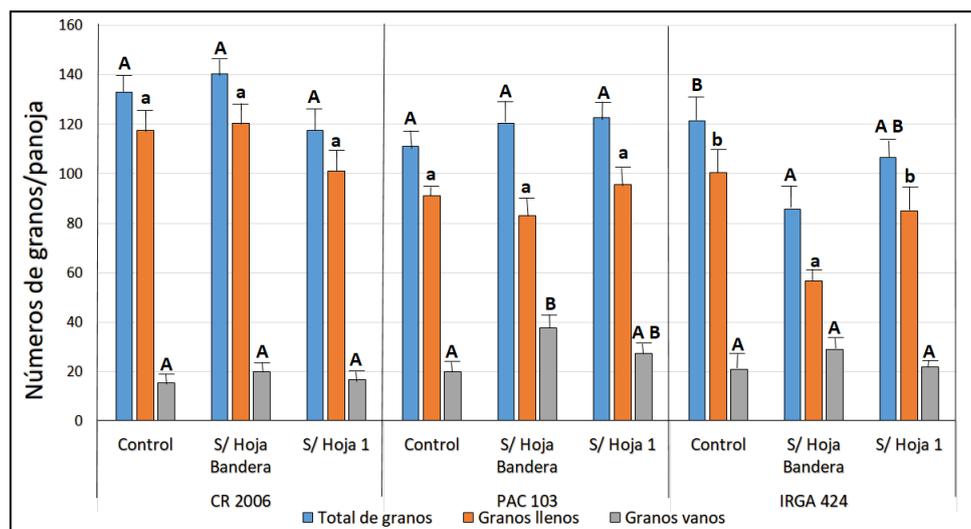


Figura 6. Número total de granos, granos llenos y granos vanos por panoja de los 3 genotipos. Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

II. Mediciones realizadas en corte transversal de tallos con lupa

En la tabla 6 se presenta el resumen de los promedios de las medidas realizadas. Se observa que no hubo diferencias significativas en los tratamientos de cada genotipo.

El genotipo CR 2006 presenta los registros más altos por ser plantas más grandes, de ciclo vegetativo más largo lo que le permitiría acumular más biomasa, en comparación con IRGA 424 y PAC 103 que son de ciclo intermedio, como se menciona en la descripción de los genotipos.

Tabla 6. Resultados obtenidos para las variables medidas en el corte transversal de los tallos.

Genotipo	Tratamiento	Medias*						
		Diámetros del tallo (mm)		Grosor del tallo (mm)	Diámetros de la médula (mm)		Área del tallo (mm ²)	Área de la médula (mm ²)
		Mayor	Menor		Mayor	Menor		
CR 2006	Control	5,96 A	5,53 A	0,77 A	4,56 A	4,15 A	11,36 A	14,94 A
	Sin Hoja bandera	5,91 A	5,50 A	0,73 A	4,40 A	4,09 A	12,67 A	13,23 A
	Sin Hoja 1	5,57 A	5,28 A	0,71 A	4,02 A	3,76 A	11,37 A	12,08 A
IRGA 424	Control	4,86 A	4,18 A	0,73 A	3,35 A	2,77 A	8,84 A	7,48 A
	Sin Hoja Bandera	4,20 A	3,82 A	0,63 A	2,91 A	2,61 A	6,56 A	5,92 A
	Sin Hoja 1	4,63 A	4,36 A	0,74 A	3,14 A	2,94 A	8,72 A	11,81 A
PAC 103	Control	4,87 A	4,64 A	0,66 A	3,54 A	3,33 A	8,52 A	9,45 A
	Sin Hoja bandera	4,64 A	4,36 A	0,63 A	3,41 A	3,16 A	7,62 A	8,42 A
	Sin Hoja 1	4,34 A	4,07 A	0,60 A	3,17 A	2,89 A	6,73 A	7,28 A

*Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

III. Mediciones de tejidos histológicos en tallo

Los transcortes analizados muestran una epidermis uniestratificada, la hipodermis está constituida por fibras (esclerénquima) que varía de 2-4 (-5) capas de espesor. Anatómicamente, Anand Rao et al. (2017) a través de estudios histológicos en variedades de arroz tolerantes y resistentes al vuelco señalaron que la resistencia física de los tallos está altamente correlacionada con el grosor del esclerénquima hipodérmico del tallo entre otras variables. Por otra parte, los haces vasculares son grupos de elementos de floema y xilema y junto a los tejidos de la vaina de los haces vasculares (fibras), son fundamentales para el transporte de agua, minerales, nutrientes y para el sostén (Li et al., 2009). La disposición de los haces vasculares, su área y la distancia

entre ellos son variables frecuentemente evaluadas en trabajos relacionados a la tolerancia al vuelco de los tallos en arroz (Chuaren et al., 2004, Wu et al., 2011).

En la tabla 7 se presentan las mediciones de epidermis + esclerénquima y la distancia entre haces vasculares realizadas con microscopio electrónico de barrido en cortes transversales de tallos de los genotipos CR 2006 y PAC 103 (Figura 7). No se presentan datos con respecto al genotipo IRGA 424 por inconvenientes ocurridos durante el procesamiento del material para su observación en el MEB.

Tabla 7. Espesor de la epidermis + esclerénquima y distancia entre haces vasculares para los genotipos CR 2006 y PAC 103 a partir del corte transversal de tallos fotografiados en MEB.

Genotipos	Tratamientos	*Medias (mm)	
		Espesor de la capa epidermis + esclerénquima	Distancia entre los haces vasculares
CR 2006	Control	0,03 A	0,44 A
	Sin Hoja bandera	0,03 A	0,51 A
	Sin Hoja 1	0,03 A	0,44 A
PAC 103	Control	0,03 A	0,44 A
	Sin Hoja bandera	0,03 A	0,44 A
	Sin Hoja 1	0,02 A	0,37 A

*Para cada genotipo, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

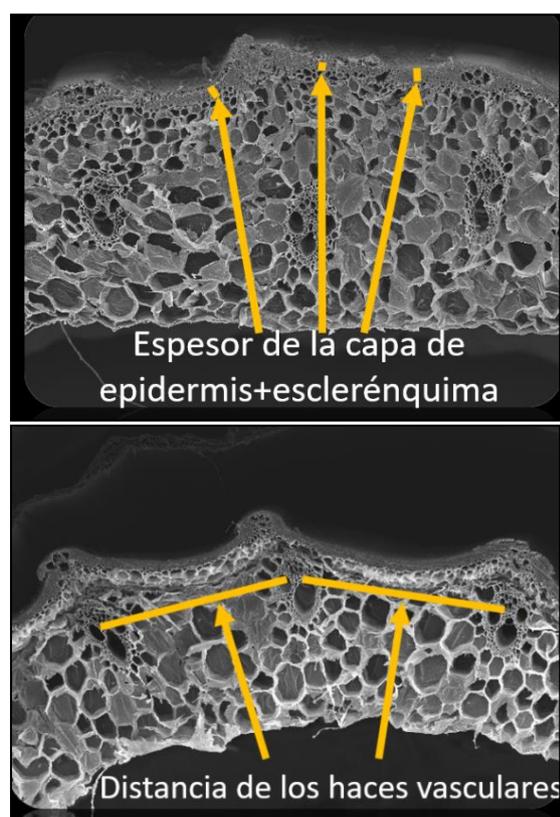


Figura 7. Cortes transversales de tallo de PAC 103, tratamiento control. **A.** Espesor de la capa epidermis + esclerénquima (Eep+esc) marcado con líneas amarillas. **B.** Distancia de los haces vasculares (DHV) marcada con líneas. Fotografías tomadas con microscopio electrónico de barrido (MEB).

Si bien el análisis microscópico comparativo fue incompleto, los resultados obtenidos muestran que la estructura anatómica de los tallos no expone diferencias entre los tratamientos aplicados en ambos genotipos analizados.

IV. Componentes de rendimiento a la madurez fisiológica

En la tabla 8 se resumen los componentes del rendimiento a la madurez fisiológica medidos en los tres genotipos en estudio. Los genotipos IRGA 424 y PAC 103 presentan alta capacidad de macollamiento. Fueron también quienes presentaron mayor número de panojas. Las variables granos por panoja y granos llenos por panoja fueron superiores en CR 2006. El genotipo PAC 103 se destacó en cuanto al rendimiento, superando los 8.500 kg/ha.

Tabla 8. Componentes de rendimiento para los tres genotipos de arroz en estudio.

	CR 2006	IRGA 424	PAC 103
Plantas/m*	59	58	49
Macollos/m*	80	113	117
Panojas/m*	77	108	96
Granos/panoja	133	121	111
Granos llenos/panoja	118	100	91
% granos enteros	58	58	56
Rendimiento (kg/ha)	7427	7616	8572

* metro lineal.

CONCLUSIONES

En el genotipo IRGA 424 se observaron respuestas frente al estrés abiótico al realizar el corte a la hoja bandera, presentando reducción del peso del vástago y panoja, número de granos y granos llenos por panoja (tratamientos sin hoja bandera y sin hoja 1).

PAC 103 mostró un aumento en el número de granos vanos al cortar la hoja bandera en floración. Y el genotipo CR 2006 no mostró diferencias significativas al corte de la hoja bandera o a la hoja 1.

Las mediciones hechas a través de los cortes transversales de tallos, estadísticamente no mostraron diferencias en los tres genotipos evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

- ACPA & Bolsa de Cereales de Entre Ríos. 2018. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros.html.
- Anand Rao N., Sreekanth B., Sheshu. Madhav M. & Narendarreddy, S. 2017. Study of the histological basis for lodging tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Pure & Applied Bioscience* 5 (4): 1345-1357.
- Ashrafuzzaman M.M., R. Islam, M.R. Ismail, S.M. Shahidullah & M.M. Hanafi. 2009. Evaluation of six aromatic rice varieties for yield and yield contributing characters. *International Journal Agriculture & Biology* 11: 616-620.
- Chuanren D., W. Bochu, W. Pingqing, W. Daohong & C. Shaoxi. 2004. Relationship between the minute structure and the lodging resistance of rice stems. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 35: 155-158.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Investigación y producción de arroz. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. CIAT, Palmira, p.19-37, 83-100.
- Counce, P. A.; Kiesling, T. C.; Mitchell, A. J. 2000. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science*, v. 40, n. 2, p. 436-443.
- Crepuy M.A., H.J. Pirchi, M.B Meichtry, L.A. Gregori & G.G. Arguissain. 2013. Relación fuente-destino y su incidencia en el llenado de granos de 3 genotipos de arroz. VIII Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado. *Anais* Vol. 1: 49-52.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional del Córdoba Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- FAO. 2018. Seguimiento del mercado del arroz. Vol. 21: N° 1.
- Freitas, T. F. S.; Silva, P. R. F.; Strieder, M. L.; Silva, A. A. 2006. Validação de escala de des-envolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. *Ciência rural*, v. 36, n.2, p 404-410.
- Fu, J., Z.H. Huang, Z.Q. Wang, J.C. Yang & J.H. Zhang. 2011. Preanthesis non-structural carbohydrate reserve in the stem enhances the sink strength of inferior spikelets during grain filling of rice. *Field Crops Res.* 123: 170-182.
- Herber, L.G. 2016. Fenología y desarrollo del cultivo de arroz. En: Guía de buenas prácticas agrícolas (GBPA) para el cultivo de arroz en Corrientes, pp 19-23.
- Kashiwagi, T., Y. Madoka, N. Hirotsu & K. Ishimaru. 2006. Locus *prl5* improves lodging resistance of rice by delaying senescence and increasing carbohydrate re-accumulation. *Plant Physiology and Biochemistry.* 44: 152-157.
- Kurtz, D., J. Fedre & D. Ligier. 2016. Importancia del cultivo y zonas arroceras. En: Guía de buenas prácticas agrícolas (GBPA) para el cultivo de arroz en Corrientes, pp 13-18.
- Li X., Y. Yang, J. Yao, G. Chen, X. Li, Q. Zhang & C. Wu. 2009. Flexible Culm 1 encoding a Cinnamyl- Alcohol Dehydrogenase controls culm mechanical strength in rice. *Plant Molecular Biology* 69: 685-697.
- Lobell, D. & S. Gourdji. 2012. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298>.
- Rahman, Md.A., M.E. Haque, B. Sikdar, Md.A. Islam & M. Nurul Matin. 2013. Correlation analysis of flag leaf with yield in several rice cultivars. *Journal of Life and Earth Science* 8: 49-54.
- Raj, A. & M.P. Tripathi. 2000. Varietal variations in flag leaf area and yield in deep water rice. *Indian J. Plant Physiol.* 5: 293-295.

- Ramadas, V.S. & G. Rajendrudu. 1977. The photosynthetic efficiency of flag leaf in relation to structural features in some crop plants. *Indian J. Plant Physiol.* 22: 123-128.
- Schneider, C. A.; Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature methods* 9(7): 671-675.
- SOSBAI. 2012. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Ita-jaí, S. C. 179 pp.
- Sun, X.C. 1987. Studies on the resistance of the culm of rice to lodging. Institute of Agricultural Information, Chinese Academy of Agricultural Sciences. 20: 32–37.
- Tambussi, E.A., J. Bort, J.J. Guiamet, S. Nogués & J.L. Araus. 2007. The photosynthetic role of ears in C3 cereals: metabolism, water use efficiency and contribution to grain yield. *Critical Reviews Plant Sciences* 26: 1-16.
- Vaughan, D.A., B.R. Lu, & N. Tomooka. 2008. Was Asian rice (*Oryza sativa*) domesticated more than once? *Rice* 1: 16–24.
- Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. *Plant Soil* 44: 575–586.
- Ward, S.P. & O. Leyser. 2004. Shoot branching. *Current Opinion in Plant Biology* 7: 73–78.
- Wang, Y. & J. Li. 2005. The plant architecture of rice (*Oryza sativa*). *Plant Molecular Biology* 59:75–84.
- White, A.C., A. Rogers, M. Rees & C.P. Osborne. 2015. How can we make plants grow faster? A source-sink perspective on growth rate. *Journal of Experimental Botany* 67(1): 31-45.
- Wu L.-L.; Liu Z.-L.; Wang J.-M.; Zhou C.-Y. & K.-M. Chen. 2011. Morphological, anatomical, and physiological characteristics involved in development of the large culm trait in rice. *Australian Journal of Crop Science* 5: 1356–1363.
- Yang, J. & J. Zhang. 2010. Grain-filling problem in “super” rice. *Journal of Experimental Botany* 61: 1-5.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. Los Baños, Laguna. 269 p.
- Zarlavsky, G.E. 2014. Histología Vegetal. Técnicas simples y complejas. Grafica Arte, Buenos Aires.
- Zhang, M.C., Y.Y. Liu, S.G. Luo, X.L. Peng, L.N. Chen, Z.Y. Li & J. Li. 2010. Effects of integrated nutrient management on lodging resistance of rice in cold area. *Institute of Agricultural Information, Chinese Academy of Agricultural Sciences* 43: 4536–4542.

FENOLOGÍA Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DIEZ CULTIVARES DE ARROZ SEMBRADOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

M.R. Saucedo¹ y M.I. Pacheco
Email: sucedomariarita@yahoo.com

Palabras clave: altura; escala BBCH; estadios; rendimiento.

RESUMEN

Se comparó el desarrollo fenológico y determinó el rendimiento agrícola y sus componentes en diez cultivares de arroz, incluyendo nueve variedades y un híbrido. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. En cada cultivar se evaluaron los estadios fenológicos con la escala BBCH y las características agronómicas como altura de planta, número de plantas y panojas por unidad de área, número de granos por panoja, porcentaje de granos llenos, peso de mil granos, índice de cosecha y rendimiento industrial. Se pudo concluir que: los materiales de arroz estudiados presentaron pequeñas diferencias en cuanto a las fases de crecimiento y etapas de desarrollo. Para variedades de diferente ciclo, la diferencia radica en la duración de las etapas vegetativas (principalmente macollamiento) y en el cambio a la fase reproductiva. La mayoría de los cultivares presentaron ciclo intermedio-corto. Los datos de rendimiento se sometieron a un análisis de la varianza (ANAVA) y un test de comparaciones múltiples (Duncan, $\alpha=0,05$). Al finalizar el ensayo, se observó que el híbrido obtuvo el mayor rendimiento superando a las variedades, pero todos los cultivares superaron el rendimiento promedio de la provincia de Corrientes.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un cambio importante en cuanto a las variedades sembradas en nuestro país. Estos cambios se deben a la adopción de variedades de grano largo fino, con arquitectura de planta moderna, introducidas tanto de países vecinos así como desde programas de mejoramiento locales. Conocer el comportamiento de los distintos cultivares es fundamental para la elección del material a sembrar. En este sentido, estudiar la fenología de un cultivo permite describir y conocer de manera integral los diferentes eventos que se suceden. La fenología se determina a partir de fases en las cuales se definen algunos de los componentes de

rendimiento: número de panojas por planta, granos llenos por panoja y peso de los mil granos. La obtención de información mediante la observación fenológica es esencial ya que permite una mejor interpretación de rendimientos finales, pudiendo relacionarlos con eventos ocurridos en alguna fase del ciclo del cultivo.

En el cultivo del arroz se han desarrollado diversos sistemas que describen el desarrollo fenológico de la planta (Zadoks et al., 1974; IRRI 1980; Lancashire et al., 1991; Counce et al., 2000). El sistema desarrollado por el BBCH -Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry- es el resultado del trabajo de distintos organismos agrarios y realiza una

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

descripción detallada de las fases de crecimiento utilizando un código decimal.

Otra forma de conocer en detalle los distintos cultivares es analizando sus componentes del rendimiento. Una medida comúnmente utilizada es el Índice de Cosecha (IC), que para las variedades mejoradas de alto rendimiento oscila alrededor de 0.5 con una relación grano-paja aproximada a 1.0.

Si bien es conocido el comportamiento a campo de los cultivares actualmente sembrados en Corrientes, existe poca información que describa su fenología detalladamente. Este trabajo permitirá ampliar el conocimiento existente sobre los mismos.

El presente trabajo tuvo como objetivo general comparar el desarrollo fenológico y determinar el rendimiento agrícola y sus componentes en diez cultivares de arroz sembrados en la provincia de Corrientes; su concreción implicó el cumplimiento de tres objetivos específicos, a saber: 1) Describir las fases fenológicas de acuerdo a la escala BBCH; 2) Evaluar las características agronómicas: altura de planta, número de plantas por metro cuadrado y 3) Determinar y comparar rendimiento industrial e Índice de cosecha (IC).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Corrientes, Ruta Nacional 12 km 1008. Se trabajó sobre un grupo de diez cultivares (Tabla 1).

El diseño del ensayo fue en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. Cada parcela experimental contó con 6 m² de superficie determinada por 5 metros de largo y 1,20 metros de ancho.

El cultivo se sembró el 17/10/17 empleando una densidad de semillas de 90 kg/ha en variedades y 50 kg/ha para el híbrido. La emergencia fue el 24/10/17.

La fertilización de base fue de 200 kg/ha de

4-18-40 (NPK), el día posterior a la siembra. Previo al riego se realizó una aplicación de cobertura de 150 kg/ha de urea.

Control de malezas: Pre-emergente: Glifosato sal potásica 66% (54%) en pre-emergencia a una dosis de 2.5 lts/ha + 75cc/100 lts de agua de K-100 (corrector de pH). Pos-emergente: Quinclorac 25% (1.5 lts/ha) + Propanil 48% (6 lts/ha) + Bentazón 60% (1.5 lts/ha), con el correspondiente corrector de pH K-100 (75cc/100 lts de agua).

Tabla 1. Cultivares de arroz evaluados y tipo de cultivar en cada caso.

Cultivar	Tipo de cultivar
IRGA 417	variedad
Taim	variedad
Tranquilo FL-INTA	variedad
Guri INTA CL	variedad
Puita INTA CL	variedad
IRGA 424	variedad
IRGA 426	variedad
IRGA 428	variedad
Lexus CL	híbrido
Memby Pora INTA CL	variedad

El riego se inició el 13 de noviembre, con el cultivo con 4-5 hojas. A los 43 días de emergencia (DDE) se inició el desecamiento para reingresar agua al lote el 12 de diciembre (49 DDE) y mantenerla hasta finalizada la cosecha del cultivo.

Se cosechó manualmente los cuatro líneas centrales de cada parcela (4 m²), con una humedad aproximada del 22%.

El material recolectado se secó en un secadero experimental hasta 13% de humedad.

Registro fenológico: Las fases de desarrollo se midieron desde la etapa 00 a la etapa 90 de acuerdo a la escala extendida de BBCH (1994) (Tabla 2). Se hicieron determinaciones semanales sobre 3 plantas elegidas al azar por parcela. La identificación de las fases se realizó visualmente sobre la planta o a partir de cortes longitudinales en los tallos (Fase 30).

Altura de planta: En todas las parcelas se tomaron datos de altura (tres individuos elegidos al azar por parcela), midiendo desde el cuello de la planta hasta la punta del ápice de la última hoja. Una vez alcanzada la madurez la altura se determinó desde el cuello de la planta hasta el extremo superior de la panoja.

- a. Componentes de rendimiento: En cada parcela, una vez ocurrida la emergencia del cultivo y previo al inicio de riego, se señaló un metro lineal representativo en los surcos

centrales sobre el cual se realizaron las siguientes mediciones:

- Número de plantas
- Número de macollos
- Número de panojas
- Número de granos llenos y vanos por panoja (3 panojas/metro lineal, 15 por cultivar)
- Peso de 1000 granos

Tabla 2. Escala extendida de BBCH (1994). Código numérico de cada fase, fase y detalle de las características de inicio y fin de cada una.

Código	Fase	Inicio	Finalización
00	Germinación	Semilla seca	Una hoja imperfecta (enrollada) emerge en la punta del coleóptilo
10	Desarrollo de hojas	Hoja imperfecta desenrollada. Es visible la punta de la primera hoja verdadera	9 o más hojas, desplegadas
20	Formación de brotes laterales(macollaje)	Comienza el macollaje: es detectable el primer hijo/macollo	Fin de macollaje. El máximo de macollos visibles o detectables
30	Diferenciación del Primordio Floral (DPF)/Encañado	Iniciación de la panícula o estadio anillo verde: acumulación del clorofilo en el tejido de la caña, formando un anillo verde	Hoja bandera completamente desenrollada, las zonas del collar (lígula y aurícula) de la hoja bandera y de la penúltima hoja alineadas (estadio pre-hinchado)
40	Hinchamiento de la panícula/embuchado	Estadio hinchado temprano: parte superior de la caña, ligeramente engrosada; la vaina de la hoja bandera 5 cm fuera de la penúltima vaina foliar	Vaina de la hoja bandera abierta
50	Salida de la panícula	Comienzo de la emergencia de la panícula: el extremo de la inflorescencia emerge de la vaina	Fin de la salida de las panículas: el nudo del cuello coincide con la aurícula de la hoja bandera; las anteras no son visibles aún
60	Floración	Comienzo de la floración: anteras visibles en lo alto de la panícula	Todas las espiguillas han terminado la floración, pero todavía pueden permanecer algunas anteras deshidratadas
70	Formación del fruto	Madurez acuosa: los primeros granos han alcanzado la mitad de su tamaño final	Lechoso tardío
80	Maduración de frutos y semillas	Pastoso temprano	Madurez completa: grano duro, difícil de dividir con la uña del pulgar
90	Senescencia	Sobre madurez: granos muy duros; no pueden ser mellados con la uña del pulgar	Planta muerta, tallos se quiebran

Índice de cosecha: Los macollos y panojas obtenidos del metro lineal señalado al inicio del cultivo se llevaron a estufa (60°C) hasta obtener un peso constante. Posteriormente, con esta información, se procedió al cálculo según la siguiente fórmula:

$$IC = \text{peso seco granos} / \text{peso seco planta entera}$$

Rendimiento industrial: Se tomaron muestras de 100 gramos de los granos cosechados de cada parcela para la determinación de los porcentajes de granos enteros y quebrados en cada caso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Descripción de las diferentes fases fenológicas siguiendo la escala BBCH, en las distintas fechas de observación

La primera determinación realizada fue la correspondiente a la emergencia del cultivo (definida por al menos un 50% de cada parcela completamente emergida), el día 24 de octubre. Esta fecha se tomó como referencia para contabilizar los días transcurridos hasta la aparición de las siguientes fases en todos los cultivares.

Fase principal 00: GERMINACIÓN

Dentro de esta fase se encuentra incluido el estado de emergencia el cual se identificó aproximadamente a los 5 días de siembra (Figura 1).



Figura 1. Emergencia del cultivo: aparición del coleóptilo (Fase Germinación).

Fase principal 10: DESARROLLO DE HOJAS

A los 2 y 7 DDE: todos los cultivares se encontraban en esta fase. Se siguió el criterio de Lancashire et al. (1991) para identificar las hojas desarrolladas: lígula o punta de la próxima hoja visibles (Figura 2).

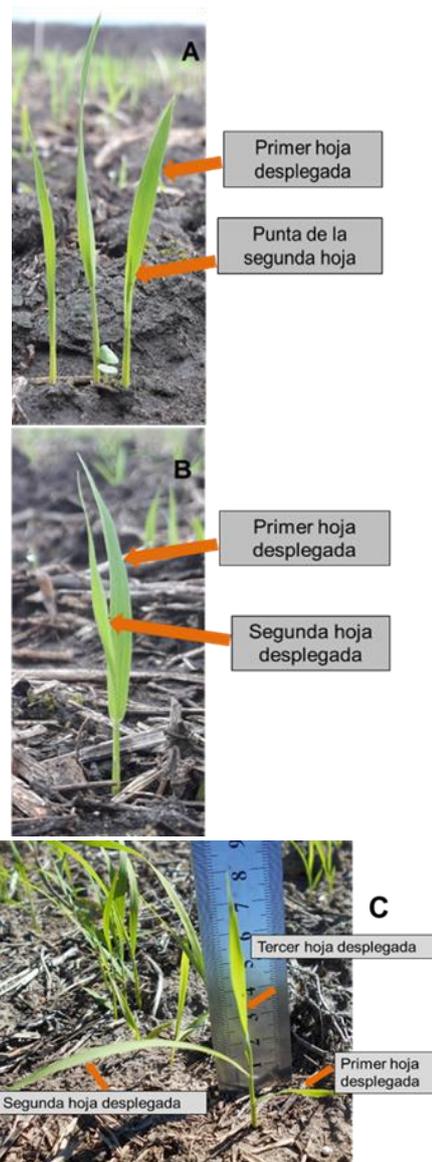


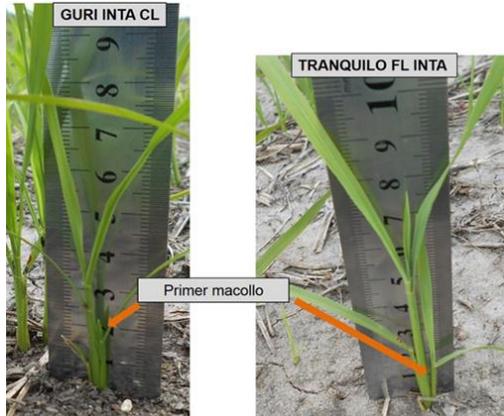
Figura 2. Diferentes estados observados dentro de la Fase Principal 10. A: Variedad IRGA 426 en fase 11. B: Variedad PUITA INTA CL en fase 12. C: Variedad IRGA 426 en fase 13.

Fase Principal 20: MACOLLAJE

A los 14, 20 y 36 DDE: todos los cultivares iniciaron el cambio de fase. En la evaluación realizada a los 20 DDE todos los culti-

vares continuaban en la fase de macollamiento, pero con un número mayor de macollos (dos y tres) por planta (Figura 3). En este momento se inició el riego del cultivo.

Figura 3. Estado 21. Primer macollo visible en dos cultivares de arroz a los 14 DDE.



Fase principal 30: ENCAÑADO O DPF

Entre los 48 y 57 DDE inició la DPF en 2 cultivares (IRGA 428 e LEXUS CL estadio 34). A los 57 DDE todas las demás variedades se encontraban en esta fase principal 30. La variedad TRANQUILO FL-INTA fue la última en registrar el cambio de fase.

A los 70 DDE varios cultivares en distintos estados, dentro de la fase principal 30 (Figura 4): TRANQUILO FL-INTA, MEMBY PORA INTA CL e IRGA 424 en estado 34 (alargamiento de entrenudos y panícula mayor a 2 mm); GURI INTA CL en estado 39 (hoja bandera completamente desenrollada) y LEXUS CL e IRGA 428 en una nueva fase principal

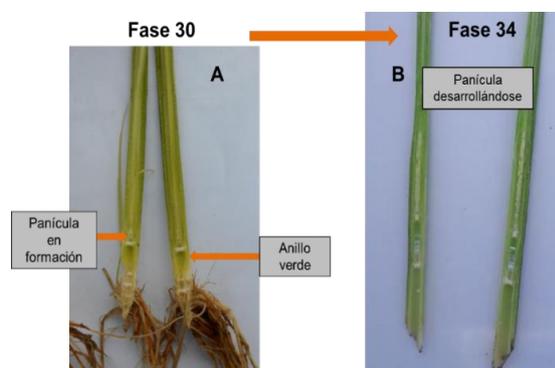


Figura 4. Diferentes estados observados dentro de la Fase Principal 30. A: Variedad IRGA 426 en fase 30. B: Variedad IRGA 424 en fase 34.

Fase principal 40: EMBUCHADO

Para identificar esta fase se tuvo en cuenta la forma de la caña y la longitud de la vaina (Figura 5), el Inicio fue muy variable entre los cultivares. A los 64 DDE, IRGA 428 iniciaba esta fase.

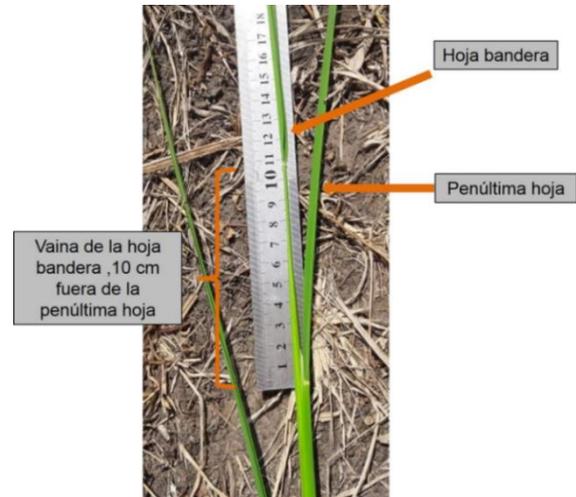


Figura 5. Estado 43. Estado hinchado medio, vaina de la hoja bandera entre 5-10 cm fuera de la penúltima hoja en el híbrido LEXUS CL.

A los 70 DDE los cultivares se encontraban en distintos estadios de esta fase: LEXUS CL en estado 43 (vaina de la hoja bandera entre 5 y 10 cm fuera de la penúltima vaina foliar); IRGA 428 fase 50 (inicio de salida de panícula). El resto de las variedades aún se encontraban dentro de la fase principal 30.

A los 78 DDE: prácticamente todas las variedades se encontraron dentro de esta fase principal

MEMBY PORA INTA CL iniciando esta fase.

IRGA 424 y TAIM en estado 43 (estado hinchado tardío: la vaina de la hoja bandera, hinchada 10 cm fuera de la penúltima hoja)

PUITA INTA CL e IRGA 417 en estado 45 IRGA 426 finalizando esta fase, estado 49 (vaina de la hoja bandera abierta)

TRANQUILO FL-INTA ingresó a esta fase a los 87 DDE (estado 45).

Fase principal 50: SALIDA DE LA PANÍCULA

El inicio de esta fase fue muy variable entre los cultivares. Se identificó primero en IRGA 428 a los 70 DDE (Figura 6), seguida a los 78 DDE por LEXUS CL y GURI INTA CL. En este mismo momento TRANQUILO FL-INTA aún se encontraba en la fase principal 30; MEMBY PORA INTA CL, IRGA 424, TAIM, PUITA INTA CL, IRGA 417 e IRGA 426 en la fase principal 40; IRGA 428 cursaba las últimas etapas de la fase principal 60.

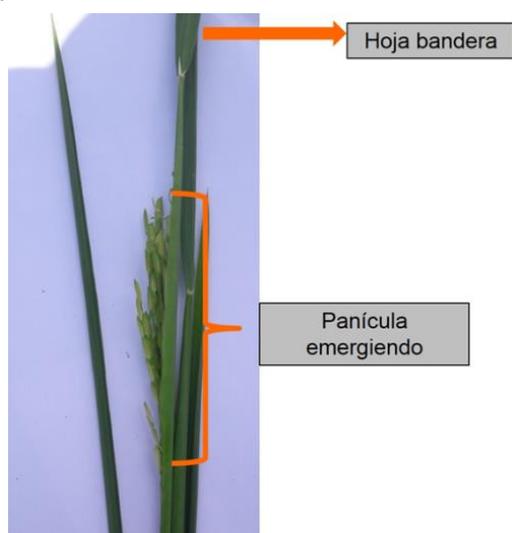


Figura 6. Estado 53. Variedad IRGA 428 con el 30% de la panícula emergido.

Fase principal 60: FLORACIÓN

La primera variedad en llegar a floración fue IRGA 428, entre los 70-80 DDE. A los 87 DDE lo hicieron MEMBY PORA INTA CL, TAIM y PUITA INTA CL.

Para esta fecha TRANQUILO FL-INTA se encontraba en fase 40 e IRGA 417, IRGA 426, GURI INTA CL y LEXUS CL en fase 70. Las variedades más tardías, IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA, iniciaron esta fase después de los 90 DDE (Figura 7).

Fase principal 80: MADURACIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS

IRGA 428 a los 87 DDE se encontraba en estado de grano pastoso temprano (estado 83), a los 99 y 114 DDE (última evaluación)

dos variedades presentaron ciclo más largo TRANQUILO FL-INTA e IRGA 424 (estado 85 grano en estado pastoso blando).

Cuando los cultivares se encontraron en las etapas finales de esta fase se procedió a su cosecha, aproximadamente 30 días luego de la floración

En base a esto se pudieron distinguir tres grupos claros de cultivares: los que necesitaron entre 70-80, 80-90 y más de 90 días para florecer. La fase vegetativa es la que presenta mayor variación entre los diferentes ciclos: su duración fue máxima en los ciclos intermedio-largo como las variedades IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA y fue menor en los ciclos intermedio-cortos como IRGA 428. En cuanto a las fases reproductivas y en madurez, la duración de las etapas es similar en todos los ciclos (Tabla 3, Figura 8).



Figura 7. Fase 65: floración plena. Gran parte de las anteras visibles.

Tabla 3. Duración en días de las etapas vegetativas, reproductivas y madurez.

Días a floración	Etapas vegetativa (Días)	Etapas reproductiva (Días)	Madurez (Días)
70 -80	50	23	34
80-90	56	27	31
≥ 90	64	27	30

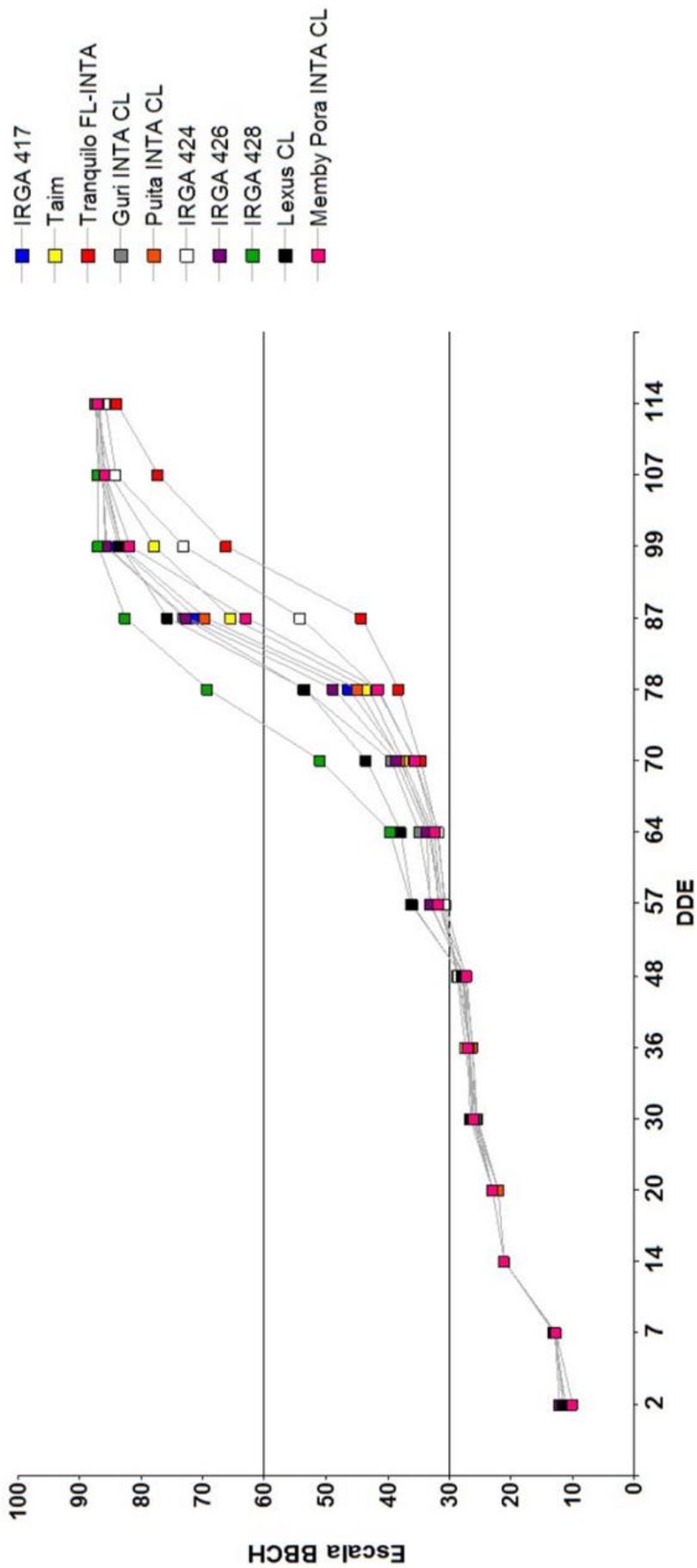


Figura 8. Avance fenológico a lo largo del ciclo del cultivo de los 10 cultivares.

II. Altura de plantas

Se realizaron mediciones hasta que los cultivares llegaron a la fase principal 60: floración (Figura 9), teniendo en cuenta que luego de la floración el crecimiento en altura cesa.

Alrededor de los 48 DDE la mayoría de los cultivares cambiaron a fase reproductiva (DPF), los entrenudos comenzaron a elongarse llevando internamente a la panoja hacia la emergencia floral provocando un importante crecimiento en altura.

De acuerdo a la escala de altura empleada por CIAT, los cultivares se pueden categorizar en semienanos (101 a 130 cm de altura), enanos (menos de 100 cm) y altos (más de 130). A partir de los datos de altura obtenidos en este trabajo todos los cultivares se ubican en la categoría enanos, a excepción de GURI INTA CL, LEXUS CL y TRANQUILO FL-INTA que se encuentran dentro del grupo de los semienanos.

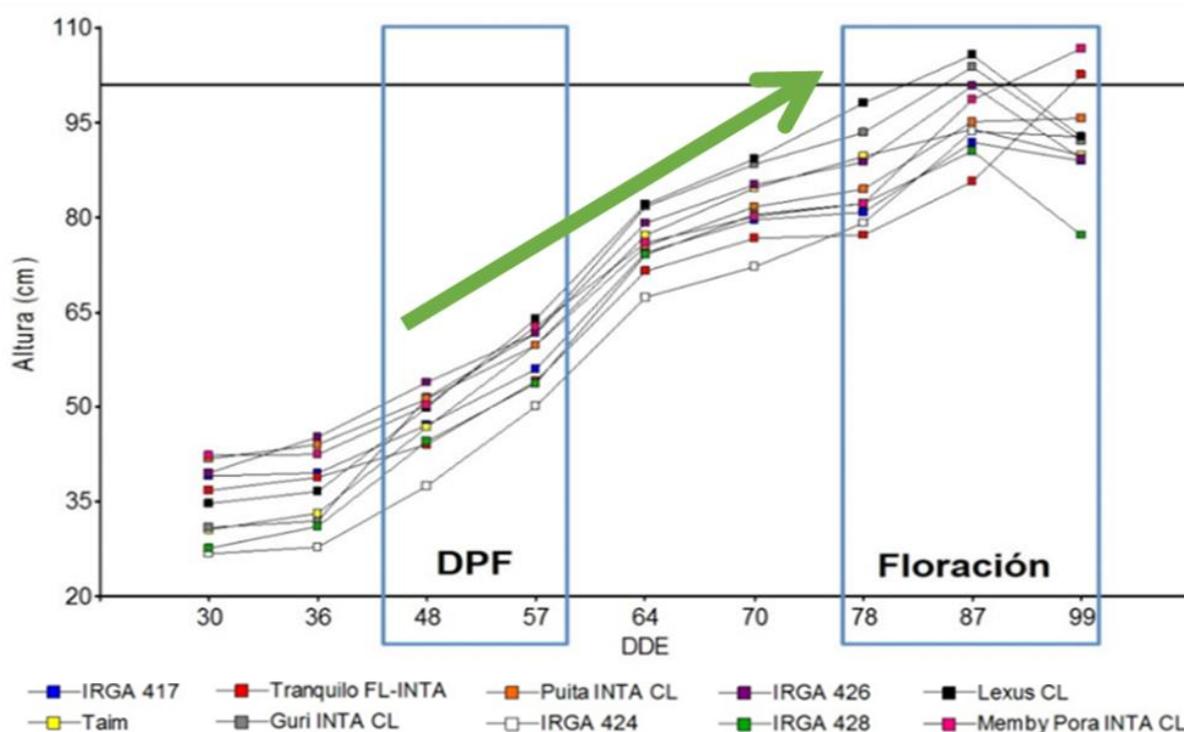


Figura 9. Evolución de la altura en los 10 cultivares evaluados a lo largo del ciclo del cultivo. En recuadros se marcan las fases DPF y floración.

III. Componentes del rendimiento

Plantas por metro lineal

Se realizó el conteo de plantas por metro lineal para cada parcela y este valor se llevó a plantas por m^2 . La densidad de plantas buscada para una cobertura adecuada, óptima cantidad de panojas/ m^2 y buen rendimiento, es entre 200 y 250 plantas/ m^2 (Olmos, 2007). El stand de plantas promedio del ensayo fue de 258 plantas/ m^2 , con

valores que oscilaron entre 192 plantas/ m^2 (LEXUS CL) y 335 plantas/ m^2 (PUITA INTA CL), como puede observarse en la tabla 4.

Número de tallos y panojas por metro cuadrado

Una vez alcanzada la madurez y posterior a la cosecha, se realizó el recuento de tallos totales (fértils e infértils) y panojas por metro lineal, sobre

el metro lineal inicialmente marcado en cada parcela que se empleó para el

recuento de plántulas. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 5.

Tabla 4. Stand de plantas por metro lineal para los diez cultivares de arroz evaluados. Valores promedio de cinco repeticiones.

Cultivar	Plantas por metro lineal	D.E.	Plantas/m ²
IRGA 417	52	8	261
TAIM	39	9	195
TRANQUILO FL-INTA	44	6	219
GURI INTA CL	66	20	332
PUITA INTA CL	67	24	335
IRGA 424	51	3	253
IRGA 426	48	8	241
IRGA 428	49	17	244
LEXUS CL	38	7	192
MEMBY PORA INTA CL	63	10	313

Tabla 5. Número de tallos totales y panojas por metro lineal y m² para los diez cultivares evaluados. Se presentan valores promedios y DE.

Cultivar	Tallos totales por metro lineal	D.E.	Tallos totales/m ²	Panojas por metro lineal	D.E.	Panojas/m ²
IRGA 417	121	12	607	104	5	520
TAIM	98	10	489	93	10	466
TRANQUILO FL-INTA	123	16	615	93	7	466
GURI INTA CL	117	14	583	110	9	548
PUITA INTA CL	120	13	599	108	15	542
IRGA 424	129	9	646	121	9	607
IRGA 426	120	12	602	109	13	543
IRGA 428	118	13	588	107	7	535
LEXUS CL	119	20	594	94	14	469
MEMBY PORA INTA CL	126	5	630	109	8	543

Granos por panoja y porcentaje de granos llenos

El número de granos por panoja es otro componente con gran influencia en el rendimiento (Tabla 6). El porcentaje de granos llenos se define durante la fase de maduración (CIAT, 1985).

Peso de 1000 granos

Es el cuarto componente del rendimiento (Tabla 7), y se establece en la fase de maduración, al igual que el

porcentaje de granos llenos.

IV. Rendimiento

La Tabla 8 presenta los resultados del análisis de la varianza y el test de comparaciones múltiples (Duncan, $p < 0,05$) realizados a la variable rendimiento.

Puede observarse que el rendimiento superior obtenido por LEXUS CL se debe principalmente al número de granos llenos y peso de 1000 granos (Tabla 9). Para el caso de GURI INTA CL, el cultivar ubicado

en segundo lugar en el ranking de rendimiento, el número de panojas por metro es el componente que podría explicar esto. La variedad MEMBY PORA INTA CL presentó valores altos en casi todos los componentes analizados, pero uno de los valores más bajos registrados para peso de 1000 granos, lo que produjo que no se destacara en el rendimiento final.

El rendimiento promedio del cultivo arroz

para la campaña 2017/2018 en la provincia de Corrientes fue de 7.170 Kg/ha (ACPA, 2018). Todos los cultivares evaluados en este trabajo superaron este valor. Considerando únicamente los datos del ensayo, el rendimiento promedio fue de 9.433 kg/ha; LEXUS CL obtuvo el rendimiento significativamente más alto (11.133 kg/ha) mientras que el más bajo fue el de PUITA INTA CL (8.494 kg/ha).

Tabla 6 Número de granos totales, llenos y vanos por panoja para 10 cultivares de arroz. Se presentan los valores promedio y el DE.

Cultivar	Granos totales	D.E	Granos llenos	D.E.	Granos vanos	D.E	% de granos llenos	D.E
IRGA 417	130	19	123	17	7	2	95	1
TAIM	159	7	132	21	27	7	83	5
TRANQUILO FL-INTA	138	15	119	8	19	4	86	3
GURI INTA CL	131	19	119	21	12	3	91	1
PUITA INTA CL	135	31	119	17	16	17	89	10
IRGA 424	138	23	120	14	18	10	87	5
IRGA 426	140	28	129	31	10	3	92	3
IRGA 428	87	23	75	12	12	4	86	3
LEXUS CL	144	23	132	24	12	4	92	3
MEMBY PORA INTA CL	159	21	145	32	14	6	91	5

Tabla 7. Peso de 1000 granos, expresado en gramos, de los 10 cultivares de arroz en estudio.

Cultivar	Peso de 1000 granos
IRGA 417	25
TAIM	23
TRANQUILO FL-INTA	26
GURI INTA CL	24
PUITA INTA CL	24
IRGA 424	24
IRGA 426	25
IRGA 428	28
LEXUS CL	27
MEMBY PORA INTA CL	23

Tabla 8. Test de Duncan para la variable rendimiento de 10 cultivares de arroz. Medidas con letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Cultivar	Medias
Lexus CL	11133 A
Guri INTA CL	10157 B
IRGA 424	10014 B C
Taim	9464 B C D
Memby Pora INTA CL	9346 B C D E
Tranquilo FL-INTA	9272 C D E
IRGA 426	9155 D E
IRGA 417	8657 D E
IRGA 428	8642 D E
Puita INTA	8494 E

Tabla 9. Componentes de rendimiento y rendimiento de los 10 cultivares de arroz en estudio.

Cultivar	Componentes de rendimiento				
	Plantas por m ² (N ^o)	Panojas por m ² (N ^o)	Granos llenos por panoja (N ^o)	Peso de 1000 granos (gr)	Rendimiento (kg/ha)
LEXUS CL	192 C	469 C	132 A	27 A	11133 A
GURI INTA CL	332 AB	548 AB	119 A	24 CD	10157 B
IRGA 424	253 ABC	607 A	120 A	24 DE	10014 BC
TAIM	195 C	466 C	132 A	23 EF	9464 BCD
MEMBY PORA INTA CL	313 AB	543 AB	145 A	23 F	9346 BCDE
TRANQUILO FL-INTA	219 C	466 C	119 A	26 B	9272 BCDE
IRGA 426	241 BC	543 AB	129 A	25 BC	9155 CDE
IRGA 417	261 ABC	520 BC	123 A	25 BC	8657 DE
IRGA 428	244 ABC	535 ABC	75 B	28 A	8642 DE
PUITA INTA CL	335 A	542 AB	119 A	24 DEF	8494 E
Respuesta	NS	NS	NS	***	***
C.V.(%)	24,5	9,58	17,36	2,1	6,95

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

***: Significativo $< 0,0001$; NS: No Significativo

V. Índice de cosecha

Todos los cultivares presentaron valores entre 0.5 y 0.6. Esto indica que los últimos (IC = 0.6) presentan mayor eficiencia en la conversión de la biomasa generada en granos.

VI. RENDIMIENTO INDUSTRIAL

El rendimiento industrial (o calidad industrial) es el porcentaje de grano entero obtenido después del proceso de elaboración en la industria (Hernaíz y Albarado, 2008). Es una medida de la proporción de granos enteros no quebrados y refleja la variedad, las condiciones del cultivo, recolección y manejo posterior (Loubes y Tolaba, 2013). En la tabla 10 se muestra el rendimiento industrial de cada uno de los 10 materiales considerados en el presente ensayo.

En Argentina, las bases de comercialización para variedades de arroz largo fino establecen un mínimo de 68% de rendimiento industrial (granos enteros + quebrados) con un 56% de rendimiento mínimo en granos enteros.

Se desprende de lo anteriormente mencionado que casi todas las variedades alcanzan el 68% de rendimiento industrial, excepto TRANQUILO FL-INTA, que además

mostró el menor porcentaje de grano entero.

Tabla 10. Porcentajes de granos enteros, granos quebrados y rendimiento industrial de los 10 cultivares de arroz evaluados.

Cultivar	Granos enteros	Granos quebrados	Rto. Industrial
IRGA 417	67	3	69
TAIM	63	7	69
TRANQUILO FL-INTA	58	9	67
GURI INTA CL	66	4	70
PUITA INTA CL	66	3	69
IRGA 424	63	6	69
IRGA 426	64	5	69
IRGA 428	64	6	70
LEXUS CL	63	8	71
MEMBY PORA INTA CL	64	4	68

CONCLUSIONES

Fenología

La mayoría de los cultivares presentaron ciclo intermedio-corto, a excepción de las variedades IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA de ciclo intermedio-largo.

Se observaron diferencias entre cultivares en el inicio de la diferenciación del primordio floral (DPF), marcando esto la principal diferencia entre los de ciclo intermedio-corto e intermedio-largo.

La duración de las etapas reproductivas y de maduración fue similar en todos los cultivares, independientemente del largo de su ciclo.

Altura

Se identificaron dos tipos de plantas según su altura: enanas y semienanas.

Se observó un incremento marcado en la altura de plantas al inicio del cultivo, hasta DPF. Una vez alcanzada la floración el incremento en altura fue menor.

Rendimiento

LEXUS CL, IRGA 424, IRGA 426, TAIM y GURI INTA CL (IC = 0,6) serían más eficientes en la conversión de la biomasa generada en granos que el resto de los cultivares evaluados.

Se observaron diferencias entre los cultivares en cuanto a los componentes del rendimiento.

El híbrido LEXUS CL obtuvo el valor más alto en lo que se refiere a rendimiento industrial, pero también uno de los valores más altos de granos quebrados.

La variedad TRANQUILO FL-INTA tuvo el valor más bajo de rendimiento industrial y porcentaje de granos llenos.

El híbrido LEXUS CL tuvo el rendimiento más alto del ensayo. Eso estuvo asociado a un alto número de granos llenos por panoja y elevado peso de 1000 granos.

Para el componente “Peso de los 1.000 granos” se destacaron la variedad IRGA 428 y el híbrido LEXUS CL, mientras que el valor más bajo lo obtuvo MEMBY PORA INTA CL.

Para el componente “Número de panosjas/m²”, la variedad IRGA 424 obtuvo el valor más alto.

TAIM y MEMBY PORA INTA CL tuvieron el mayor “Número de granos/panoja”, mientras que el valor más bajo fue para IRGA 428.

Para el componente “Granos llenos por panoja” prácticamente no se registraron diferencias entre los cultivares, destacándose solo IRGA 428 con un valor mucho más bajo.

Por lo anteriormente mencionado se puede inferir que no hay un componente determinante para el rendimiento, si bien granos llenos por panoja y peso de 1000 granos parecieran tener más influencia que los demás.

BIBLIOGRAFÍA

- ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2016). Campaña 2015/16: fin de siembra. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/C-SIEMBRA-CORRIENTES-CAMPANA-2015-16.pdf
- ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2017). Campaña 2016/17: fin de cosecha. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/D-COSECHA-CORRIENTES-CAMPANA-2016-17.pdf
- ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2018). Campaña 2017/18: fin de cosecha. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/D-COSECHA-NACIONAL-CAMPANA-2017-18.pdf
- Akinbile CO. Assessment of the CERES-Rice model for rice production in Ibadan, Nigeria. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2013;15(1):19-26.
- CIAT - Componentes del rendimiento en arroz. 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 19 pág. (Auxiliar didáctico no. 001). Recuperado 11 de noviembre de 2019: http://ciat-library.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/143.pdf
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1980). Crecimiento Y Etapas de Desarrollo de la Planta de Arroz. Guía de estudio. 28 p. Recuperado 11 de Noviembre de 2019: <https://books.google.com.ar/books?id=7uUDmiYK0doC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=Serie+04>

- [SR05.04+Enero,+1980&source=bl&ots=zgqiQDFbuO&sig=ACfU3U3YaL8DYwaq8PDECxpEHcRtmk51A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwMptDfmeLIAhXRHLkGHeqKCs4Q6AEwCnoECAYQAQ#v=onepage&q=Serie%2004SR-05.04%20Enero%2C%201980&f=false](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5000-0_5)
- Counce, P., Keisling, T., Mitchell, A. (2000). A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. *Crop Science* 40: 436-443.
- Degiovanni, V., Gómez, J., y Sierra, J. (2004). Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Montería, Córdoba. *Temas Agrarios*, 9(1), 21-29.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2017). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Volumen XX Edición N° 3 Octubre 2017. Recuperado de: <http://www.fao.org>
- FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Volumen XXI Edición No. 1 Abril de 2018. Recuperado de: <http://www.fao.org>
- Hernaiz L., S y Alvarado, R. (2008) Calidad Industrial del Arroz: Un factor importante en la modernización del cultivo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Chile. Disponible en: <http://chilearroz.cl/2008/03/02/calidad-industria-del-arroz-un-factor-importante-en-la-modernizacion-del-cultivo/>
- INTA, ACPA y Ministerio de Producción. (2016). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz. Serie Técnica N°2 - ISSN 1852-0618.
- INTA. 2017. Informe anual Proyecto Arroz. Campaña 2016/17. Vol. XXV.
- INTA. 2018. Informe anual Proyecto Arroz. Campaña 2017/18. Vol. XXVI.
- IRRI - International Rice Research Institute. (1980). Standard evaluation system for rice. IRRI, Los Baños, Phillipines.
- ISTA - International Rules for Seed Testing. (1999). Seed Sci. Technology. Zurich, Suiza.
- Kurtz, D. y Ligier, D. (2008). Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes. Publicación Técnica Serie1. Pp. 16-21.
- Lancashire P.D., Bleiholder, H., Langelüddecke, P., Stauss, R. Van Den Boom, T., Weber, E., Witzemberger, A. (1991). An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* 119: 561-601.
- Loubes, M.A. y Tolaba, M. (2012). Arroz: rendimiento de molienda mediante análisis de imágenes. *La Alimentación Latinoamericana* 308: 44-49. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15666/CONICET_Digital_Nro.19135.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maqueira, Osmany Roján, Kirenia Torres, Danay Duque y Walfredo Torres. (2018). Duration of the phenological phases, its influence in yields of rice (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 39, no. 1, pp. 68-73.
- Meier U., Bleiholder, L., Buhr, H., Feller, C., Hack, H., Hess, M., Lancashire, P.D., Schnock, U., Stauss, R., Van-den-Boom, T., Weber, E. Zwerger, P. (2009) The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants - history and publications. *Journal für Kulturpflanzen* 61:41-52.
- Olmos, S. 2007. Apunte de Morfología, Fenología, Ecofisiología y Mejoramiento Genético del arroz. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes-2006-Argentina. Disponible en: <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>.
- Vaughan, D.A, Lu, B.R., Tomooka, N. (2008). Was Asian Rice (*Oryza sativa*) Domesticated More Than Once?. *Rice* 1:16-24.
- Yzarra Tito, W.J., López Ríos, F.M. (2012). Manual de Observaciones Fenológicas. Dirección General de Agrometeorología, Lima.
- Zadoks, J., Changt, T., Konzak, C. (1974). A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.

ESTUDIO DE CARACTERES ASOCIADOS A RENDIMIENTO EN UNA COLECCIÓN DE CULTIVARES Y LÍNEAS ÉLITE DE ARROZ

M.A. Crepy^{1,2}; M.L. Bonell¹; A.A. Taborda¹; S.E. Olmos; M.L. Fontana y M.I. Pacheco

Email: crepy.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: llenado y tamaño de grano; tamaño y densidad de panoja; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

A fines de los 70' el rendimiento del grano estaba altamente correlacionado con el número de granos y ya no tanto con el peso de los mismos (es decir que la fuente no era la limitante del rendimiento) (Kumura, 1981). La limitación del rendimiento por la capacidad de números de destinos reproductivos fue aumentando con el tiempo. Fue necesario comenzar a aumentar el número de destinos reproductivos para incrementar el rendimiento, por esto la nueva tendencia por parte de los mejoradores fue la búsqueda de nuevos cultivares con una alta capacidad genética para generar gran cantidad de destinos reproductivos. Sin embargo, un incremento en el número de espiguillas no siempre resulta en un alto número de granos llenos y un beneficio en el rendimiento a madurez ya que el grado de llenado del grano de las espiguillas individuales depende de la posición de las mismas dentro de la panoja (Kato, 2006). Las espiguillas que se encuentran en las ramificaciones apicales de la panoja acumulan mayor cantidad de almidón, presentan una mayor tasa de llenado y mejor calidad de los granos que las espiguillas de las ramificaciones inferiores; por lo cual la variación en la calidad y peso del grano dentro de una panoja es dependiente de la arqui-

tectura de la misma. En los nuevos cultivares mejorados aumenta el problema del llenado de granos en las espiguillas inferiores (revisado en Mohapatra et al., 2011; en Sekhar et al., 2015; en Okamura et al., 2018; Crepy et al., 2013; Crepy et al., 2016). Hay numerosos estudios que contribuyen a dilucidar el problema del llenado de las espiguillas inferiores y en los últimos años se han encontrado muchos genes candidatos para ser utilizados en el campo del mejoramiento genético; sin embargo el problema persiste en los nuevos ideotipos mejorados. En virtud de lo expuesto, el objetivo particular de este estudio fue fenotipar por caracteres de grano y panoja una colección o panel de genotipos de arroz compuesto por más de 150 materiales, incluyendo referentes *indica* y *japonica*, cultivares y líneas *élite* de programas de mejoramiento de Argentina, y líneas del Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-FLAR (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego). Dicho panel abarca cultivares de distribución global que maximizan diversidad, y principalmente cultivares y líneas *élite* producto de cruzamientos *indica* x *japonica* desarrollados por programas de mejoramiento de Latinoamérica, entre ellos el de INTA, para regiones de clima templado.

¹ EEA INTA Concepción del Uruguay.

² CONICET.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se implantó en la EEA INTA Corrientes, en la campaña 2017-2018. La siembra se realizó el 18 de octubre con sembradora experimental. Para cada genotipo se sembraron surcos de 5 metros, distanciados a 20 cm. Se aplicaron 200 kg/ha de 4-18-40 (NPK) a la siembra y 150 kg/ha de urea previo al inicio de riego. En madurez fisiológica se cosecharon 2 panojas de cada genotipo y se secaron en estufa a 70° C. En las panojas cosechadas se midió el largo de panoja (LP) y luego fueron fraccionadas en tres tercios. Se separaron las espiguillas superiores (tercio apical), medias (tercio medio) e inferiores (tercio inferior). En cada fracción se determinó el peso seco de las espiguillas llenas, el número de espiguillas totales y el número de espiguillas vanas. Con un calibre digital se midió el ancho (A), largo (L) y espesor (E) de 5 granos de cada fracción de la panoja. Se calcularon indicadores de peso y tamaño para las espiguillas superiores (ES) respecto a las espiguillas inferiores (EI): la diferencia de peso expresada como porcentaje respecto a ES (% P (S-I)) y las relaciones del ancho (A (S/I), largo (L (S/I) y espesor (E (S/I). Además, se determinaron otros indicadores de características de panoja: el número de espiguillas totales por panoja (ETP), la densidad de crecimiento del grano (DCG (número total de espiguillas por panoja / largo de la panoja)), el porcentaje de granos vanos por panoja (VP), el peso de mil granos (PMG), y la relación entre el largo y el ancho del grano lleno (L/A).

Para analizar las variables se realizaron análisis de varianza y test de comparación de medias por el método Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (D.G.C) para detectar grupos (Di Rienzo et al., 2002) y análisis de regresión para analizar sus relaciones. Para analizar en forma conjunta las relaciones entre las variables y los genotipos se

realizó un análisis de componentes principales (ACP).

Para el análisis estadístico se empleó el software Infostat (Di Rienzo et al. 2018).

RESULTADOS

Los genotipos estudiados (127) presentaron una amplia variabilidad en cuanto al llenado de sus espiguillas según su posición en la panoja. La prueba de comparación de medias D.G.C definió dos grupos de genotipos estadísticamente diferentes (Figura 1). El grupo A compuesto por aquellos genotipos que no presentan problemas de llenado en sus EI como H298a/90, Puitá INTA CL, El Paso 144; cuya diferencia de peso entre ES y EI es del orden de 0 a 2%. Incluso dentro de este grupo hay genotipos cuyas EI alcanzan pesos ligeramente mayores que las ES; entre ellos líneas promisorias del Programa de Mejoramiento de INTA como ECR97, FL06544 y CR125 entre otras. El grupo B está formado por genotipos con problemas de llenado de sus EI, con diferencias de peso entre ES y EI que van desde un 12 a un 30%. Dentro de este grupo se encuentran tanto cultivares comerciales como líneas promisorias. El cultivar IRGA 417 fue incluido en el grupo A (sin problemas de llenado de EI) y la línea promisorio CR2006 en el grupo B (con problemas de llenado de ES) (Figura 1) coincidiendo con resultados previos observados en estudios detallados del llenado de granos en estos dos genotipos (Crepy et. al., 2013; Crepy et al., 2016).

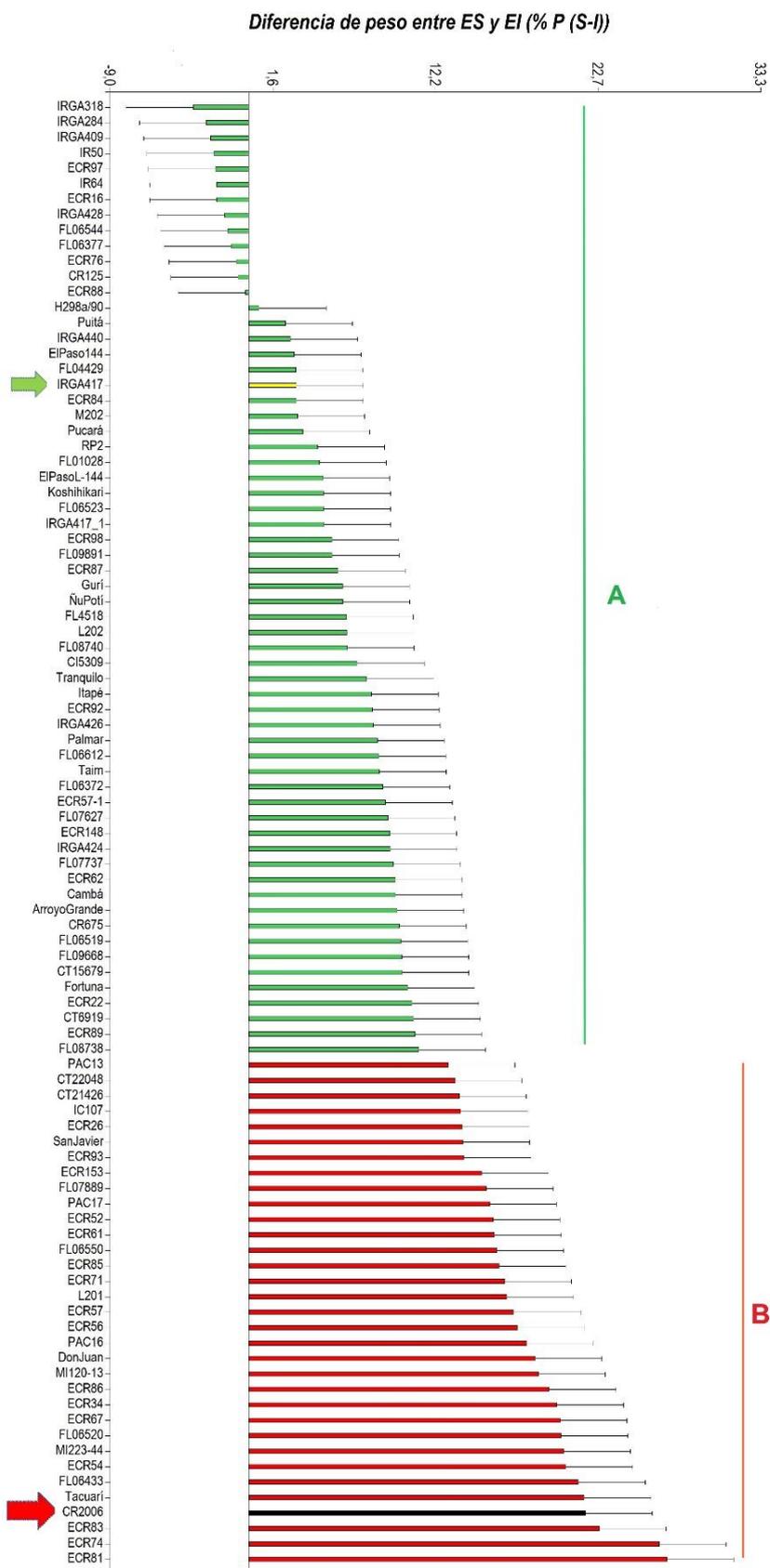


Figura 1. Diferencia entre las ES y EI observada en 127 genotipos. El grupo A (barras verdes) define aquellos genotipos que no presentan problemas de llenado en sus EI (diferencias entre el peso de sus espiguillas es menor a 12 %). El grupo B (barras rojas) define aquellos genotipos con problemas de llenado de sus EI (diferencia entre el peso de sus espiguillas es mayor a 12 %). Las flechas indican la posición de IRGA 417 y CR 2006.

Se realizó un análisis de cómo es la distribución de genotipos en cada grupo en función de distintos atributos de panoja asociados al rendimiento utilizados como caracteres de selección, tal como el número total de espiguillas por panoja (ETP), la densidad de crecimiento del grano (DCG), el porcentaje de granos vanos por panoja (VP), el peso de mil granos (PMG), el largo de la panoja (LP) y el tipo de grano; determinado por la relación entre el largo y el ancho del grano lleno (L/A).

Como resultado del análisis de estos caracteres en los genotipos de cada grupo se observó que respecto a ETP, el 37% de los genotipos del grupo B presentan panojas de más de 200 espiguillas, mientras que del grupo A solo un 17% de los genotipos presentan panojas con más de 200 espiguillas (Figura 2 a).

Por varias décadas la DCG, (número total de espiguillas por panoja / largo de la pa-

noja) ha sido un carácter de selección importante ya que muchas de las variedades de arroz lanzadas al mercado se caracterizaron por una alta densidad de granos en la panoja (Wang et.al., 2006). En el grupo B de genotipos que presentan problemas de llenado de EI, el 46% de ellos presentan panojas densas con DCG mayor a 8, mientras que en el grupo A, el 29 % tienen panojas densas (>8) (Figura 2 b).

En el mismo sentido para el PMG; el grupo B presenta un 41% de genotipos con peso de mil granos mayores a 26 gr; y el grupo A sólo un 25 % (Figura 2 c). Respecto del VP alrededor del 50% de genotipos del grupo A (sin problemas de llenado) presentan menos de un 10% de granos vanos por panoja ($VP < 10\%$); mientras que del grupo B sólo un 25 % presenta bajos porcentajes de VP (Figura 2d). Respecto al LP y al tipo de grano no hubo diferencias de distribución en ambos grupos.

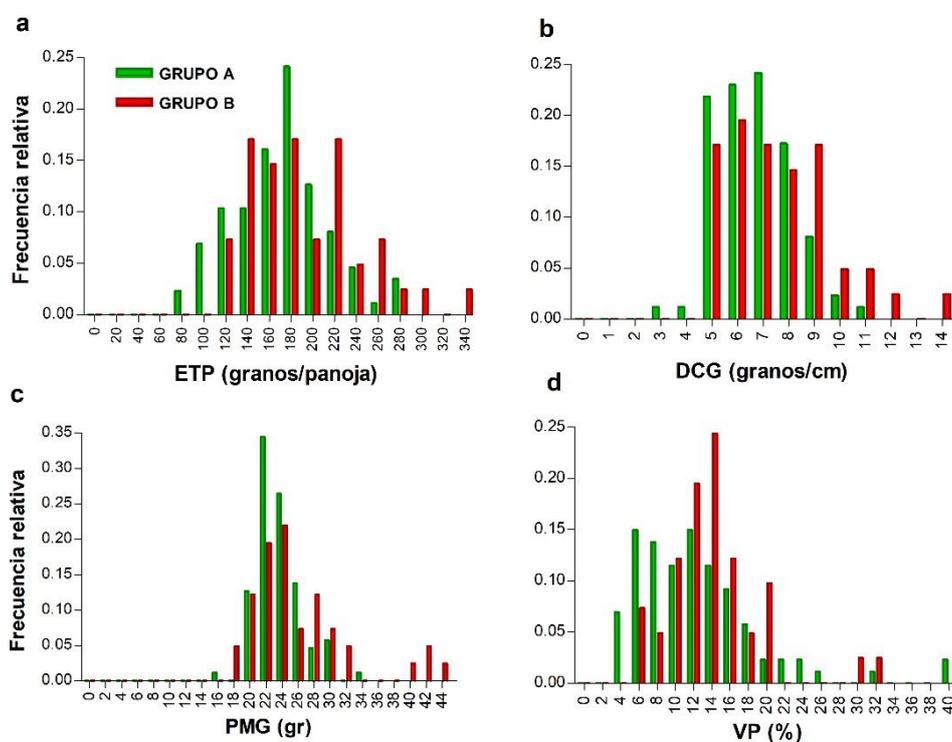


Figura 2: Distribución de frecuencia de los genotipos en función de distintos caracteres de panoja y grano. Grupo A formado por los genotipos que presentan mínimas o nulas diferencias entre ES y EI (sin problemas de llenado). Grupo B formado por los genotipos que presentan diferencias entre ES y EI (con problemas de llenado). ETP: espiguillas totales por panoja; DCG: densidad de crecimiento del grano; PMG: peso de mil granos; VP: porcentaje de granos vanos por panoja. Se utilizó el programa GraphPadPrism4.

Estos resultados sugieren que al seleccionar genotipos por tamaño (ETP) y densidad de panoja (DCG) y/o peso de mil granos (PMG) se seleccionan también con mayor frecuencia genotipos con problemas de llenado de granos.

En cuanto a la relación entre tamaño de grano y el peso de ES y EI, en los genotipos de ambos grupos se puede observar que el peso de las ES y EI está positivamente correlacionado con las variables ancho y espesor, aunque los valores de r^2 de los genotipos del grupo A son más bajos que los del grupo B (Figura 3).

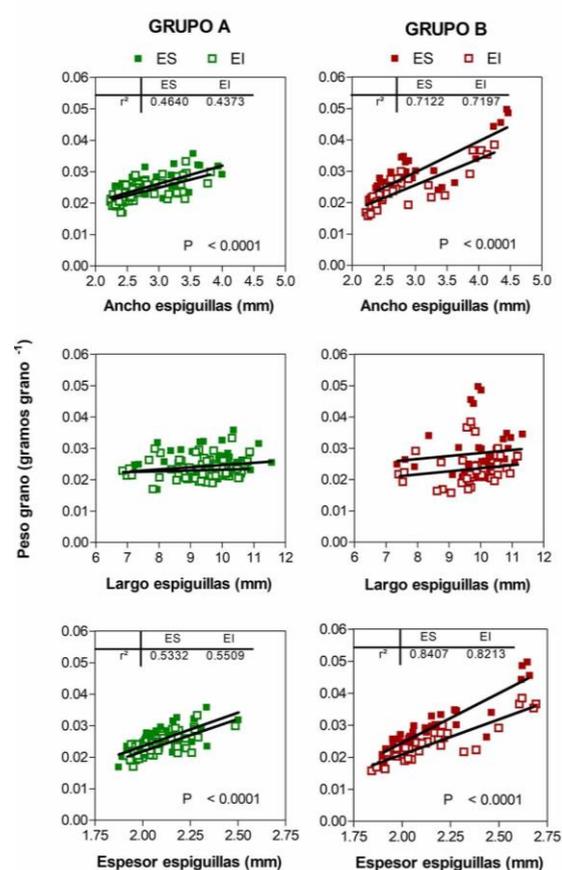


Figura 3. Peso de las espiguillas en función de los parámetros que determinan el tamaño de las mismas. Los cuadrados llenos son las ES y los vacíos son las EI en ambos grupos de genotipos. Grupo A: genotipos sin problemas de llenado en sus EI (panel izquierdo). Grupo B: genotipos con problemas de llenado en sus EI (panel derecho). Se muestra el r^2 y el valor de P de una regresión lineal. Se utilizó el programa GraphPadPrism4.

En ambos grupos, el peso de las ES como el de las EI no se correlacionaron con el largo de grano.

Por último, el ACP se realizó con las variables: número total de espiguillas por panoja (ET/P), la densidad de crecimiento del grano (DCG), el largo de la panoja (LP), la diferencia de peso entre ES y EI (% P (S-I)) y los indicadores de las diferencias de tamaño expresadas como la relación entre el ancho, largo y espesor de ES respecto EI (A (S/I), L (S/I) y E (S/I) respectivamente). La CP1, que explica el 39% de la variación de los datos, mostró correlación positiva con los indicadores de diferencia de peso y tamaño entre ES y EI, % P (S-I) (0,76), A (S/I) (0,89), L (S/I) (0,53) y E (S/I) (0,72). También presentó correlación positiva con los indicadores de tamaño de panoja DCG (0,52), ET/P (0,59) y menor con LP (0,28). La CP2 que explica el 25% de la variación, presenta correlación positiva y elevada con las variables DCG (0,76), ET/P (0,79) y menor con LP (0,17); y correlación negativa con las variables % P (S-I) (-0,20), A (S/I) (-0,24), L (S/I) (-0,51) y E (S/I) (-0,41). La proyección de los genotipos en el plano de las CP1 y CP2 diferenció los genotipos por su capacidad de llenado de ES y EI y/o tamaño de panoja. En el cuadrante superior izquierdo, se ubican genotipos con bajos valores de los indicadores de diferencia de peso y tamaño entre ES y EI. En estos genotipos como CR125, FL06544, FL06377 las EI alcanzan el peso de las ES o incluso lo superan y, presentan panojas grandes de alta densidad de crecimiento de granos (DCG) y gran cantidad de espiguillas totales por panoja (ET/P). En el cuadrante superior derecho de la gráfica, genotipos como ECR34, Tacuarí y PAC17, muestran panojas grandes y alta densidad de crecimiento de granos con diferencias de llenado en sus EI y ES. Los genotipos como Koshihikari y Akihikari ubicados en la parte inferior izquierda son los que presentan panojas de menor tamaño. Hacia la

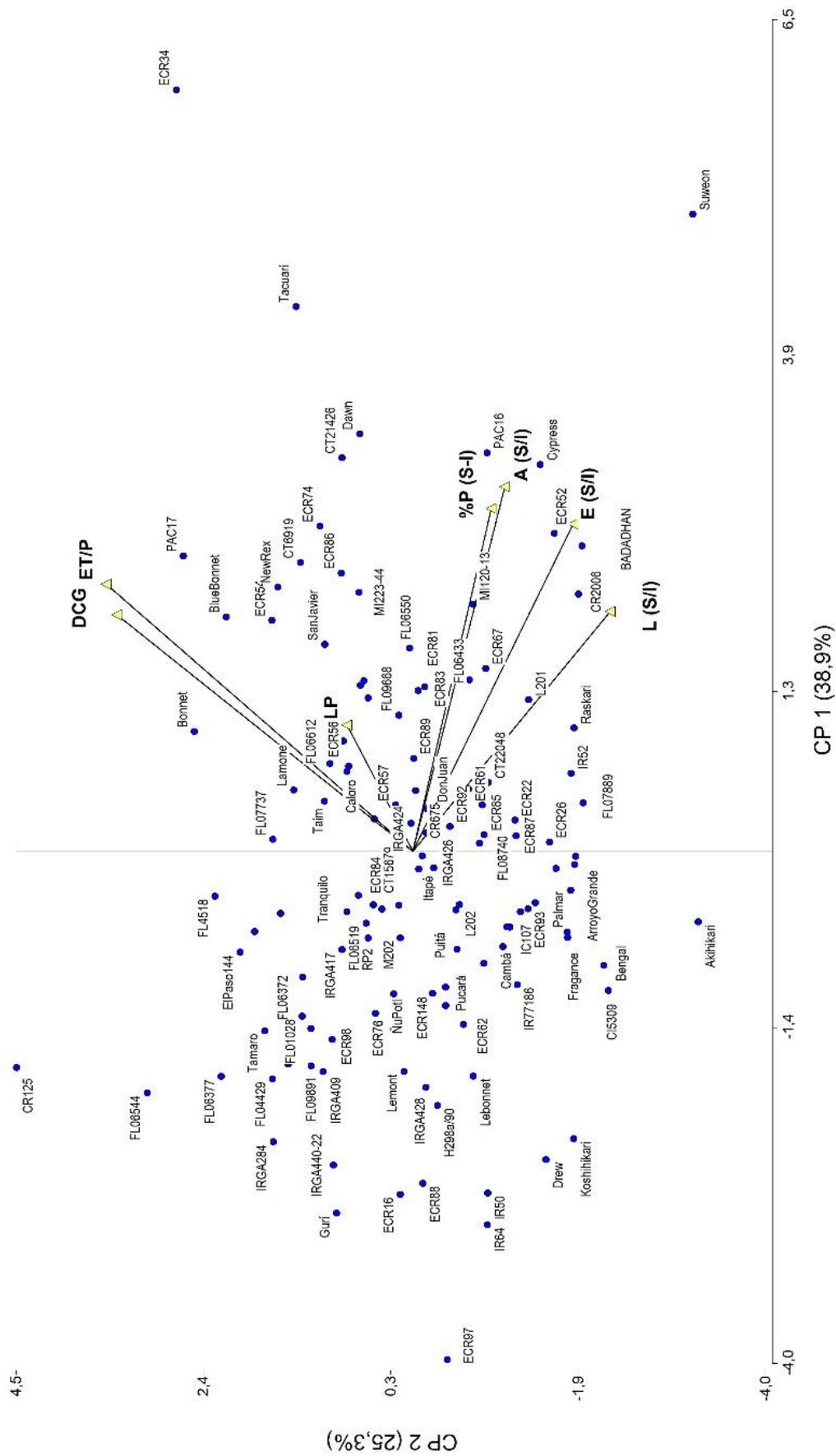


Figura 4. Biplot de los CP1 y CP2 generadas por ACP de las variables asociadas a caracteres de rendimiento en 127 genotipos de arroz estudiados.

parte inferior derecha se encuentran genotipos como CR2006 con mayor diferencia en el llenado de sus EI respecto de las ES. La variable % P (S-I) presenta una alta correlación con la variable A (S/I), la variable de tamaño que menor correlación tiene con la diferencia en el peso de las espiguillas es el largo del grano, como fue observado en la figura 3. La variable LP que está representada con un vector cercano al origen nos indica que el largo de la panoja no estaría dándonos información relevante, lo cual se condice con lo expuesto respecto a la distribución relativa de los genotipos del grupo A y B respecto al LP (el 51 % de genotipos de ambos grupos presentan panojas de más de 26 cm).

La tendencia a la ortogonalidad entre las variables % P (S-I) y DCG o ET/P indica que no hay una correlación entre estas variables en el conjunto de genotipos analizados. Por lo tanto, las mayores diferencias de peso entre EI y ES entre las distintas espiguillas según su posición en la panoja no están asociadas al tamaño de la panoja. Lo cual se condice con estudios previos (datos no publicados) donde se observó que la diferencia de tamaño entre ES y EI es intrínseco de cada genotipo y un genotipo que presente panojas más grandes no necesariamente tendrá mayores diferencias en el llenado de sus espiguillas. Lo que sucede es que dentro de la población de genotipos con problemas de llenado hay una proporción mayor de genotipos con panojas densas y grandes que en la población de genotipos que no presentan problemas de llenado (figura 2), y al seleccionar por estos caracteres se selecciona también panojas heterogéneas.

CONCLUSIONES

Con la introducción de los nuevos cultivares mejorados denominados “super rice” (cultivares que tienen una gran cantidad de

espiguillas en la panoja con una alta capacidad de rendimiento) aumentó el problema del llenado de granos en las EI (revisado en Mohapatra et al., 2011). Sin embargo, de acuerdo a los resultados de la evaluación de esta colección de variedades y líneas *elite* de arroz observamos que existen genotipos con elevado número de espiguillas en la panoja que no presentan problema de llenado de sus EI. Esto plantea la posibilidad de que en la selección de genotipos sea necesario incorporar nuevos criterios.

Los datos presentados aquí corresponden a un solo año de ensayo que tendrán que ser reforzados y corroborados con nuevos muestreos y fenotipado la colección de genotipos. Sin embargo, vale notar que tanto la variedad IRGA 417 como la línea CR2006 mostraron el mismo comportamiento que en los estudios fisiológicos inicialmente realizados. La línea CR2006 presentó grandes diferencias en el llenado las EI respecto a ES mientras que IRGA 417 mostró homogeneidad en el llenado. Estas observaciones de los estudios fisiológicos previos fueron corroborados al estudiar esta amplia muestra de genotipos, lo cual consolida también el muestreo y caracterización preliminar realizada, ya que al trabajar con tantos genotipos el tamaño de la muestra usada por cada genotipo es pequeña. Esto demuestra el aporte que desde estudios detallados de fisiología vegetal se puede realizar a estudios masivos de una amplia muestra de genotipos en el desarrollo de programas de mejoramiento vegetal y la importancia de los estudios interdisciplinarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Crepuy MA, Rojas MA, Gregori LA y Pirchi HJ (2016). Estudio del llenado de granos en genotipos de arroz de alto rendimiento. XXXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. pp: 108.
- Crepuy, M. A.; Pirchi, H. J.; Meichtry, M. B.; Gregori, L. A.; y Arguissain, G. G. (2013). Relación

- fuente-destino y su incidencia en el llenado de granos de 3 genotipos de arroz. VIII Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado. 1: 49-52.
- Di Rienzo JA, Guzmán AW, Casanoves F (2002) A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J Agric Biol Environ Stat* 7:129–142. doi: 10.1198/10857110260141193
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW (2018) InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar>
- Kato, T. (2006). Panicle centroid index: An index to represent the distribution of spikelets in a panicle. *Kinki J. Crop Sci. Breed.* 51: 31–36
- Kumura, A. 1981. Progress in rice cultivation in Japan viewed from source-sink relationships. Carbon-nitrogen interaction in crop production. In JSPS Japan - U.S. Science Program Rept.
- Mohapatra, P.K., Panigrahi, R. and Turner, N.C. (2011). Physiology of spikelet development on the rice panicle: Is manipulation of apical dominance crucial for grain yield improvement?. Chapter 5. *Advances in Agronomy*. 110: 333-352.
- Okamura Masaki, Yumiko Arai-Sanoh , Hiroe Yoshida , Takehiro Mukouyama, Shunsuke Adachia, Shiori Yabe , Hiroshi Nakagawa , Koichi Tsutsumi , Yojiro Taniguchi , Nobuya Kobayashi , Motohiko Kondo. (2018). Characterization of high-yielding rice cultivars with different grain-filling properties to clarify limiting factors for improving grain yield. *Field Crops Research*. 219: 139-147.
- Sekhar Sudhanshu, Sachin Ashruba Gharat, Binay Bhushan Panda, Trupti Mohapatra, Kaushik Das, Kamber Kariali, Pravat Kumar Mohapatra, Birendra Prasad Shaw. (2015). Identification and Characterization of Differentially Expressed Genes in Inferior and Superior Spikelets of Rice Cultivars with Contrasting Panicle-Compactness and Grain Filling Properties. *PlosOne*.
- Wang, F., Cheng, F. and Zhang, G. (2006). The relationship between grain filling and hormone content as affected by genotype and source-sink relation. *Plant Growth Regul.* 49:1–8. DOI 10.1007/s10725-006-0017-3.

AZUFRE EN ARROZ: RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS CRECIENTES EN UN SUELO ARGUDOL ÁCUICO, SERIE TREVIÑO

L.G. Herber

Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: hojas jóvenes; nutrición azufrada; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El azufre (S) es un constituyente esencial de aminoácidos (cisteína, metionina y cistina) que están envueltos en la producción de clorofila, en la síntesis de proteínas y en el funcionamiento y estructura de las plantas. También es un constituyente de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas. El S se encuentra presente en las hormonas tiamina y biotina que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos y está involucrado en algunas reacciones de óxido-reducción. En contraste con la deficiencia de N donde las hojas viejas se afectan primero, la deficiencia de S resulta en un amarillamiento de toda la planta y la clorosis es más pronunciada en hojas jóvenes, cuyas puntas se tornan necróticas. Los suelos particularmente susceptibles a deficiencias presentan bajo contenido de materia orgánica (M.O.) y textura arenosa que favorece fácilmente la lixiviación, entre otros. Los efectos de la deficiencia de S en el rendimiento son más pronunciados durante el crecimiento vegetativo,

por lo tanto, los síntomas deben detectarse y corregirse temprano en el ciclo (Dobermann y Fairhurst, 2000).

El objetivo del ensayo fue evaluar la respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de dosis crecientes de S sobre un suelo Argudol ácuico, serie Treviño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la campaña 2019/20 en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes. El tipo de suelo sobre el cual se realizó el ensayo corresponde a la Serie Treviño (Argudol ácuico): franco fina, mixta; que se caracteriza por presentar color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida (Escobar et al., 1996) y cuyos atributos químicos se encuentran descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio del experimento.

Profundidad	pH	MO	Nt	P	K	Ca	Mg
Muestra		(%)	(%)	(ppm)	(cmol/kg)	(cmol/kg)	(cmol/kg)
0-20 cm	5,4	0,93	0,05	4,859	0,25	3,56	1,03

Materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

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 dos pasadas de rastra y dos nivelaciones con landplane. El ensayo se sembró el día 26/09/2019 con una sembradora Semina, resultando en un tamaño de parcelas de 9,18 m² (9 surcos * 0,17 m * 6 m).

El material utilizado fue IRGA 424 sembrado a una densidad de 80 kg.ha⁻¹. La fecha de emergencia fue el 14/10/2019.

El diseño experimental fue un DBCA con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANOVA y luego separación de medias por el test de LSD Fisher ($p < 0,05$). Los tratamientos estudiados fueron dosis crecientes de S (kg.ha⁻¹): 0 (T1); 8 (T2); 16 (T3); 24 (T4); 32 (T5) y 40 (T6).

El fertilizante utilizado fue Azugran Nidera (Sulfato de Calcio) (0-0-00-16,3S-24,1Ca) y se aplicó junto con la urea en pre riego.

La fertilización de base fue de 155 kg.ha⁻¹ PMA + 225 kg.ha⁻¹ KCl, aplicados al voleo luego de la siembra. La fertilización nitrogenada fue de 250 kg.ha⁻¹ de urea pre riego. La cosecha del ensayo se realizó de forma manual. Se midió rendimiento del cultivo (kg.ha⁻¹) (corregido al 13% de humedad).

RESULTADOS

Los rendimientos obtenidos en este ensayo se presentan en la figura 1. En la misma puede observarse que el mayor rendimiento del cultivo se obtuvo con la dosis de 32 kg.ha⁻¹ de Azufre (32 S) donde se verifican diferencias significativas con el resto de los tratamientos estudiados (9.277 kg.ha⁻¹). A su vez este tratamiento presentó una respuesta de 754 kg.ha⁻¹ de arroz con respecto al tratamiento que no recibió aplicación de este nutriente (0 S). Cuando la dosis de S fue superior a los 32 kg.ha⁻¹, el rendimiento cayó y alcanzó un valor de 8.905 kg.ha⁻¹ (40 S) (Tabla 2).

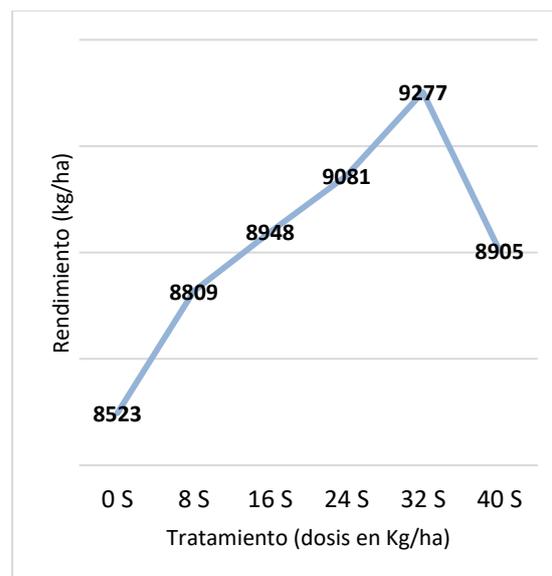


Figura 1. Rendimiento (kg.ha⁻¹) ($p < 0,0001$).

Tabla 2. Valores de rendimiento y respuesta (kg.ha⁻¹) del cultivo en cada tratamiento.

	Rendimiento	Respuesta
32 S	9277	754
24 S	9081	558
16 S	8948	426
40 S	8905	382
8 S	8809	287
0 S	8523	---

CONCLUSIONES

A partir del ensayo realizado pudo determinarse que la dosis óptima de S para este suelo fue de 32 kg.ha⁻¹ S, lo que permitió alcanzar un rendimiento de 9.277 kg.ha⁻¹ de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management. Handbook Series. 192 págs.
- Escobar E. H.; H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes. Argentina. 315 págs.

EFECTO DE LA NUTRICION BALANCEADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ DE LA VARIEDAD IRGA 424¹

L.G. Herber y H.F. Ramirez²
Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: azufre; macronutrientes; magnesio; zinc.

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional de la planta de arroz tiene gran influencia en las variables productivas del cultivo. Esto, sumado al desarrollo de nuevos materiales con mayores exigencias en extracción de nutrientes, hacen que el tema se torne muy relevante, debido a que este rubro representa aproximadamente el 20% de los costos de producción. Cuando analizamos en detalle el aporte de elementos esenciales, encontramos que la fertilización del cultivo en Corrientes se basa mayoritariamente en el aporte de N, P, K (en algunos casos Zn) quedando desfasados los aportes de otros macro y micronutrientes requeridos para garantizar una nutrición balanceada y lograr altos rendimientos. Uno de los principales desafíos que se plantean hoy en día es mejorar la competitividad haciendo que nuestra inversión en fertilización sea más eficiente, generando mayor producción por unidad de área y mejorando las características de calidad molinera.

El objetivo del ensayo fue evaluar cuatro combinaciones de fuentes físicas y químicas (N, P, K, S, Mg y Zn) versus una de las fuentes tradicionales de uso en arroz (4-18-40) buscando potenciar los rendimientos del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la campaña 2019/20 en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes. El tipo de suelo sobre el cual se realizó el ensayo corresponde a la Serie Treviño (Argiudol ácuico): franco fina, mixta; que se caracteriza por presentar color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida (Escobar et al., 1996) y cuyos atributos químicos se encuentran descriptos en la tabla 1.

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 dos pasadas de rastra y dos nivelaciones con landplane. El ensayo se sembró el día 26/09/2019 con una sembradora Semina, resultando en un tamaño de parcelas de 9,18 m² (9 surcos * 0,17 m * 6 m). El material utilizado fue IRGA 424 sembrado a una densidad de 80 kg.ha⁻¹. La fecha de emergencia fue el 14/10/2019. El diseño experimental fue DBCA con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANOVA y luego separación de medias por el test de LSD Fisher ($p < 0,05$). Los tratamientos estudiados se presentan en la tabla 2 y los mismos tratamientos expresados por aporte de nutriente elemento en la tabla 3.

La fertilización de base se realizó acorde a los tratamientos planteados, se aplicó al voleo luego de la siembra. La fertilización

¹ STE N° 2145 INTA – BUNGE ARGENTINA S.A. - campaña 2019/20.

² Responsable técnico por BUNGE ARGENTINA S.A.

nitrogenada fue de 150 kg.ha⁻¹ para el tratamiento T1 (dosis promedio que aplica el productor) y de 230 kg.ha⁻¹ para el resto de los tratamientos estudiados. La aplicación de la misma fue el 13/11/2019 y se inició el

riego inmediatamente (la demora en la aplicación de urea se debió a problemas para iniciar el riego por la bajante del río). La cosecha del ensayo se realizó de forma manual. Se midió rendimiento del cultivo (kg.ha⁻¹) (corregido al 13% de humedad).

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio del experimento.

Profundidad muestra	pH	MO (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)
0-20 cm	5,4	0,93	0,05	4,859	0,25	3,56	1,03

Materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Tabla 2. Tratamientos estudiados.

T	Dosis (kg.ha ⁻¹) mezcla	Grado	Aporte extra KCl (kg.ha ⁻¹)
T1		(4-18-42)	---
T2	300 (MEZn + K-MAG)	(7-23-9-15S-0,6Zn-4Mg)	70
T3	300 (MAP + NMAX + K-MAG)	(4-23-8-11S-0,5Zn-4Mg)	70
T4	200 (MEZn + KCl)	(10-34-9-8,5S-0,85Zn)	70
T5	220 (MAP + NMAX + KCl)	(5-31-11-4S-0,64Zn)	70

Tabla 3. Aporte de nutrientes como elemento (kg.ha⁻¹) en cada tratamiento.

	P	K	S	Mg	Zn
T1	16	66	---	---	---
T2	31	57	45	13	1,7
T3	30	56	35	13	1,2
T4	30	57	17	---	1,7
T5	30	56	8	---	1,4

RESULTADOS

Los rendimientos obtenidos en este ensayo se presentan en la figura 1. En la misma puede observarse que el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T2 (300 kg.ha⁻¹ 7-23-9-15S-0,6Zn-4Mg + 70 kg.ha⁻¹ KCl) con 9.995 kg.ha⁻¹ diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos estudiados.

A su vez este tratamiento presentó una respuesta de 878 kg.ha⁻¹ de arroz con respecto a la fertilización NPK utilizada usualmente por el productor (T1) (Tabla 4).

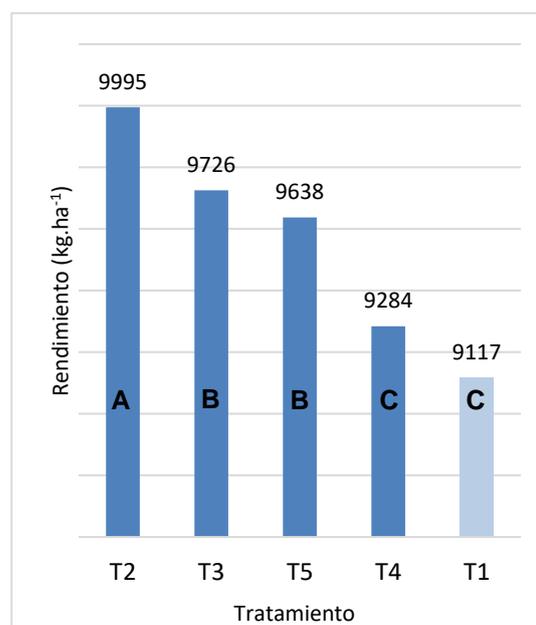


Figura 1. Rendimiento (kg.ha⁻¹) (p<0,0001).

Tabla 4. Valores de rendimiento y respuesta del cultivo en cada tratamiento.

	Rendimiento (kg.ha⁻¹)	Respuesta (kg.ha⁻¹)
T2	9995	878
T3	9726	609
T5	9638	521
T4	9284	167
T1	9117	---

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento del cultivo se obtuvo con el T2 que consistió en 300 kg.ha⁻¹ de fertilizante de base y 215 kg.ha⁻¹ de urea aplicada 100% en IR. La formulación de base utilizada contenía, además de la aplicación usual de NPK, un aporte adicional (que coincidió) con las mayores dosis de S (45 kg.ha⁻¹) y Zn (1,7 kg.ha⁻¹) estudiadas y el aporte extra de Mg (13 kg.ha⁻¹). En orden de importancia, continúa el tratamiento T3 el cual contenía 10 kg.ha⁻¹ menos de S, pero casi mismos niveles de Mg y Zn. Finalmente están los tratamientos T5 y T4 que no tuvieron aporte de Mg. En último lugar se ubicó el tratamiento NPK (T1). Los resultados obtenidos muestran claramente la importancia de orientar la producción hacia una fertilización cada vez más balanceada en el aporte de nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

Escobar E. H.; H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes. Argentina. 315 págs.

<https://www.larepublica.co/archivo/una-nutricion-balanceada-en-los-cultivos-de-arroz-2108936> Última visita: 14/07/2020.

OPTIMIZACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN PARA ALCANZAR ALTOS RENDIMIENTOS DE LA VARIEDAD IRGA 424 EN LA ZONA NORTE DE CORRIENTES

G.J. Luque¹ y L.H. Herber

Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz, rendimiento industrial; fertilización de base; nutrición; urea; 4-18-40.

RESUMEN

El uso racional de la fertilización es fundamental para aumentar la productividad de los cultivos, así como reducir el costo de producción y los riesgos de contaminación ambiental. Cultivares más eficientes en la absorción y la translocación de nutrientes están siendo prioritarios en los programas de mejora, además de que cada vez más suelos pobres se incorporan al proceso de producción agrícola. El objetivo general de este trabajo fue ajustar los niveles de fertilización en el norte de la provincia de Corrientes para obtener altos rendimientos de arroz en la variedad IRGA 424. Se realizó un ensayo en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes durante la campaña 2017/18. El diseño estadístico fue factorial en parcelas divididas; donde la parcela principal fue la dosis de base y la sub-parcela las dosis de urea (4 repeticiones por tratamiento). Los tratamientos estudiados resultaron de la combinación de 4 dosis de fertilizante de base $6N-16P_2O_5-40K_2O$ (200, 250, 300 y 350 $kg\cdot ha^{-1}$), aplicados al voleo a la siembra; combinados con 5 dosis de fertilizante nitrogenado (urea 46-0-0) (150, 200, 250, 300 y 350 $kg\cdot ha^{-1}$), aplicados al voleo en pre inicio de riego. Se realizó la aplicación de herbicida en función de las malezas presentes y se inició el riego inmediatamente luego de aplicar la urea (25/10/2017), a los 20 días desde emergencia. Se analizó el rendimiento del cultivo, número de plantas. m^{-2} , macollos. m^{-2} y panojas. m^{-2} , número de granos llenos por panoja (NGLI/P), porcentaje de vano, peso de mil granos (PMG), rendimiento industrial y porcentaje de granos enteros. Con respecto a los resultados obtenidos, surge que la variedad IRGA 424 en general presentó respuesta a la aplicación de diferentes dosis de urea, donde los componentes de rendimiento responsables fueron el NGLI/P y % de vano. La combinación fertilización óptima para altos rendimientos fue de 200 $kg\cdot ha^{-1}$ de fertilizante de base y 300 $kg\cdot ha^{-1}$ de urea aplicados en inicio de riego.

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cultivos más tradicionales e importantes del mundo ya que se cultiva en más de un centenar de países donde alcanza una producción de 511,2 millones de tn de arroz elaborado (FAO, 2020). La misma, está concentrada geográficamente en Asia (más del 85%) donde

tan solo siete países (China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar y Tailandia) producen y consumen el 80% del arroz del mundo. Por su parte, Brasil y Estados Unidos son los principales productores no asiáticos, e Italia el primer productor en Europa.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

En Argentina, el área de cultivo puede catalogarse como arroz de riego templado, debido a que se realiza en su totalidad bajo condiciones de inundación con baja frecuencia de temperaturas extremas (Quinteros et al., 2009). Históricamente, la producción de arroz mostró una tendencia creciente a lo largo de la década del noventa y cayó a partir de la campaña 1998/99; luego de registrarse el pico máximo de hectáreas sembradas (290 mil ha) y de producción (1,6 millones tn) (Mamani, 2013). En la actualidad, la producción se lleva a cabo principalmente en la región litoral; en las provincias de Corrientes (47%), Entre Ríos (31%), Santa Fe (15%), Formosa (4%) y Chaco (2%) donde se sembraron 195.000 ha la campaña 2019/20, alcanzándose 1,4 millones de toneladas de producción de arroz cáscara (ACPA y Bolsa de cereales de E. R., 2020).

A nivel local, desde la campaña 2010/11, la provincia de Corrientes se ubica en primer lugar en superficie sembrada (ACPA, 2018). El arroz es de suma importancia para la provincia, ya que es considerada una economía regional (INTA et al., 2016) que representa actualmente cerca del 30% del valor bruto de la producción agrícola (VBPA) provincial. A la vez es una de las pocas producciones primarias que se procesa en diverso grado dentro de la provincia, y alrededor del 65-70% se destina a la exportación generando un importante efecto multiplicador y de uso de mano de obra (Herber et al., 2017).

Con respecto a los suelos, la provincia posee un potencial de 2 millones de hectáreas con características específicas para realizar este cultivo. De las mismas, un 21% son "Aptas" y "Muy Aptas" para el cultivo del arroz. Estos suelos contienen una alta saturación de bases en los primeros 20 cm y una buena provisión de materia orgánica, siempre algo más elevada en la Clase Muy Apta. Las diferencias entre ambas clases se deben principalmente a la posición

en el relieve relacionada a la susceptibilidad a los encharcamientos. Un 47% son tierras "Moderadas" para la realización de este cultivo. Son suelos en planicies de pendientes muy largas, que requieren una buena sistematización para manejar el agua. Es común la presencia de microrelieves causados por erosión reticular (malezales) o tacurúes (hormigueros), que obligan a una mayor intensidad de mecanización inicial. La fertilidad es moderada a baja, presentan horizontes de lenta permeabilidad en los primeros 50 cm y es común el exceso de acidez y/o la toxicidad por hierro. Y finalmente la clase "Marginal" ocupa un 32% del total de tierras arroceras. Estos suelos son utilizados en función al menor costo de riego o de movimiento de suelo. En este sentido las arroceras ubicadas en valles aluviales corren alto riesgo de sufrir inundaciones que pueden provocar pérdidas totales del cultivo; las arroceras ubicadas sobre suelos arenosos, pobres y de difícil retención de lámina de agua, en general no soportan una producción sostenida de arroz y los lotes deben abandonarse luego de dos años consecutivos con este cultivo (Escobar et al., 1996).

En general, el grano de arroz se clasifica de acuerdo a sus dimensiones, sembrándose en Argentina predominantemente variedades Largo Fino. Las mismas, son de porte moderno, semi enanas, de arquitectura erecta y poseen granos más delgados y traslúcidos. Su rendimiento superior se encuentra asociado a una alta eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes y a una mayor producción de panojas y granos por unidad de superficie (INTA et al., 2016). En Corrientes, la variedad más sembrada durante 13 años fue EMBRAPA 7 Taim, mientras que desde la campaña 2011/12 comenzaron a sembrarse superficies crecientes de IRGA 424, la cual hasta la campaña 2018/19 continúa siendo la más sembrada a nivel provincial (51% de la superficie) (ACPA, 2019) Este último material es

de origen brasileño, de vigor inicial bajo y alta capacidad de macollaje, con un ciclo intermedio de siembra a cosecha (132 días), excelente potencial de rendimiento y muy buena respuesta a la fertilización y prácticas de manejo (Sementes Simão, 2017). Con respecto a la calidad de grano, responde a mercados de exigencia intermedia ya que presenta un grano de longitud de 6,63 mm; índice de centro blanco intermedio, temperatura de gelatinización baja, contenido de amilosa alta (SOSBAI, 2012) y muy buena cocción (Martínez, 1989).

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de arroz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y para optimizar el resultado de los sistemas de producción (Herber et al., 2017). Hoy, las recomendaciones pueden ser hechas conformes a la época de siembra, región en la que se encuentra el productor, la variedad utilizada o el tipo de suelo. Siendo el cultivo de arroz bastante exigente en nutrientes y para que no haya limitaciones en la productividad, los mismos deben estar dentro un proceso de planificación y programación de la producción (Scherer et al., 2015).

Por su parte la fertilización nitrogenada promueve un rápido crecimiento (aumento de la altura de la planta y el número de macollos), mayor tamaño de hoja y número de espigas por panojas, mayor número de granos llenos por panoja (GLI/P) y contenido de proteína de grano; resultando este nutriente el responsable de los principales parámetros que contribuyen al rendimiento. El fósforo por su parte es un nutriente móvil dentro de la planta y promueve el macollaje, desarrollo radicular, floración temprana y maduración. Por su parte, el potasio aumenta el número de espiguillas por panoja, porcentaje de GLI/P y peso de mil granos (Dobermann y Fairhurst, 2000).

El presente trabajo tuvo como objetivos: 1) Evaluar la respuesta de la variedad IRGA 424 a la combinación de diferentes dosis de fertilizante de base y urea; 2) Determinar cuáles fueron los componentes de rendimiento responsables de la respuesta obtenida, 3) Evaluar la influencia de la fertilización sobre el rendimiento industrial y porcentaje de grano entero de la variedad y 4) Determinar la combinación óptima de base y urea para alcanzar los mayores rendimientos de la variedad en el Norte de la provincia de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2017/18 en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes, provincia de Corrientes. El lote bajo estudio pertenece a la unidad cartográfica 95a / h-D-A, la cual está formada por una asociación de suelos Argiudoles ácuicos (Serie Treviño), Endoacualfes típicos (Serie Valencia) y Epiacualfes típicos (Serie Tala) con predominio de los primeros (Escobar et al., 1996). La Serie Treviño pertenece a la clase de Capacidad de uso IIIe, los suelos se ubican en relieve normal, media loma alta a media loma, con pendientes de 1 a 1,5%. Son moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcables por cortos períodos. Presenta un epipedón mólico de 40 cm de profundidad, que incluye un BAt; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (Bt), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, tiene color negro y reacción neutra. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios de bases de cambio, especialmente en el Bt y de materia orgánica en el epipedón; muy pobres en fósforo. Poseen aptitud agrícola, aunque con limitaciones por susceptibilidad a la

erosión hídrica y permeabilidad lenta a moderada, que requieren de prácticas especiales de conservación.

En pre siembra del ensayo se realizó un muestreo de suelos con el objetivo de caracterizar el sitio experimental, se tomaron muestras de suelo de 0-20 cm sobre las que se determinó pH (1:2,5 H₂O), materia orgánica (MO) (Walkey y Black), Nitrógeno total (Nt) (Kjeldahl), fósforo extractable (P) (KyB 1), y cationes intercambiables (K (potasio), Ca (calcio), Mg (magnesio) (Acetato de amonio pH 7) según lo descrito en Sparks et al. (1996) (Tabla 1).

La parcela sobre la que se sembró el ensayo tenía dos años de descanso, la preparación de suelo se llevó a cabo en los meses de otoño/invierno y consistió en dos pasadas de rastra y dos nivelaciones con landplane. El ensayo se sembró el día 26/09/2017 con una sembradora experimental Semina de 9 surcos espaciados a 0,20 m, resultando las parcelas bajo estudio de 9 m² (9 surcos x 0,20 m entre surcos x 5 m largo). El material utilizado fue IRGA 424 a una densidad de 80 kg.ha⁻¹ (Poder Germinativo 90%). La fecha de emergencia fue el 06/10/2017, la fecha de floración el 02/01/2018 y la cosecha se realizó el día 07/02/2018.

Diseño experimental y tratamientos: El diseño estadístico fue en arreglo factorial, con 4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos estudiados resultaron de la combinación de 4 dosis de fertilizante de base 6N-16P₂O₅-40K₂O (200, 250, 300 y 350 kg.ha⁻¹), aplicados al voleo a la siembra; combinados con 5 dosis de fertilizante nitrogenado (urea 46-0-0) (150, 200, 250,

300 y 350 kg.ha⁻¹), aplicados al voleo en pre inicio de riego. Se realizó la aplicación de herbicida en función de las malezas presentes y se inició el riego inmediatamente luego de aplicar la urea (25/10/2017), a los 20 días desde emergencia.

Determinaciones: Una vez tomada la fecha de emergencia, dentro de cada una de las parcelas bajo estudio, se demarcó una línea de 1 m de longitud sobre el surco central (la cual se conservó hasta cosecha) con el objetivo de contar *número de plantas.m⁻²*; *número de macollos.m⁻²* y *número de panojas.m⁻²*.

Para la determinación de rendimiento, se cortaron manualmente los 5 surcos centrales de cada parcela por 4 m de largo (4 m²), descartándose la bordura. Las muestras fueron trilladas, se tomó humedad de entrada y peso; y luego se pusieron en estufa hasta peso constante. El rendimiento (kg.ha⁻¹) se calculó a partir de la siguiente fórmula (grano seco al 13% de humedad):

$$\text{Rendimiento (kg.ha}^{-1}\text{)} = (\text{peso muestra cosechada (kg)} \times (10.000 \text{ m}^2/\text{superficie cosechada (m}^2\text{)}) \times ((100\text{-humedad promedio de cosecha}) / 87).$$

Para la obtención del número de granos llenos por panoja (NGLI/P) y vanos, se seleccionaron al azar 10 panojas (dentro del metro marcado al inicio), las mismas se trillaron manualmente y se procedió al recuento de los granos.

El peso de mil granos con cáscara (PMG) se calculó a partir de pesar 333 granos buenos, seleccionados al azar, y luego se los multiplicó por 3.

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio del experimento.

Profundidad		MO	Nt	P	K	Ca	Mg
Muestra	pH	(%)	(%)	(ppm)	(cmol/kg)	(cmol/kg)	(cmol/kg)
0-20 cm	5,46	0,91	0,05	4,89	0,27	3,55	1,06

Materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Para la obtención del rendimiento industrial (%), las muestras fueron procesadas en el secadero de laboratorio marca SATAKE, para uniformizar el contenido de humedad hasta un 14%. Para el análisis de calidad industrial se realizó el descascarillado de una muestra de 100 gr de arroz con el molinillo de laboratorio SUZUKI y sobre la misma se determinó el porcentaje de granos enteros ($\frac{3}{4}$ parte del tamaño del grano) y quebrados.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y el test de Duncan ($p < 0,05$) para la comparación de medias mediante el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Rendimiento

En la tabla 2 se presentan los rendimientos promedio (Media) obtenidos para cada tratamiento, así como el coeficiente de variación (CV) para dicho parámetro. En el ensayo se obtuvieron valores de rendimientos medios que van desde los 9.577 a los 11.132 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con valores mínimos y máximos de 8.096 y 12.047 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. El CV expresa el desvío estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad. Para este tipo de ensayos suele utilizarse una tolerancia de $\text{CV} \leq 15\%$; valores por encima indican que el conjunto de datos es "heterogéneo" y por lo tanto su promedio no es representativo del conjunto de datos. En este ensayo, todos los CV fueron inferiores a dicho valor.

El rendimiento del cultivo fue influenciado solamente por la dosis de urea aplicada ($p = 0,011$); mientras que no resultó significativo el nivel de fertilizante de base, ni la interacción de base*urea. Los mayores valores de rendimiento se obtuvieron con las dosis de 200, 250 y 300 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de urea

aplicada (promedio 10.544 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (Tabla 3).

Tabla 2. Rendimiento medio de granos en la variedad IRGA 424 bajo diferentes niveles de fertilización base (4) y nitrogenada (5).

Niveles de base ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Niveles de urea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Media ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	CV (%)
200	150	9759	2
200	200	10509	8
200	250	10402	13
200	300	10774	4
200	350	9591	13
250	150	9976	6
250	200	10752	9
250	250	10838	7
250	300	10477	10
250	350	10323	10
300	150	9577	11
300	200	9798	5
300	250	10568	11
300	300	9992	4
300	350	10129	7
350	150	9710	7
350	200	10448	4
350	250	10846	6
350	300	11132	4
350	350	10133	6

Tabla 3. Rendimiento del cultivo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para cada una de las dosis de urea aplicadas (Nivel de base e interacción base*urea: NS).

Dosis urea	Medias	
250	10663	A
300	10593	A
200	10377	A
350	10044	A B
150	9756	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p = 0,011$); CV 7,86%.

Esta información indica que la variedad IRGA 424 responde de manera diferencial

a las aplicaciones de nitrógeno. Schoenfeld et al. (2015) evaluaron el comportamiento de las variedades IRGA 424 y 424 RI con diferentes niveles de fertilización (0, 60, 90, 120 y 150 kgN.ha⁻¹) aplicados de manera fraccionada 70% en Inicio de Riego (IR) y 30% previo a Diferenciación de Primordio Floral (DPF); a diferencia de este trabajo, el mayor rendimiento se obtuvo con la mayor dosis aplicada (4.200 kg.ha⁻¹ más que el tratamiento sin fertilizar). Ferreira da Silva et al. (2009) al igual que en este trabajo observaron incrementos de rendimiento en grano de 2 y 3 tn.ha⁻¹ (con respecto al testigo sin fertilizar) con aplicaciones de 180 y 210 kgN.ha⁻¹ respectivamente en la variedad IRGA 424. De Batistta et al. (2005) obtuvo respuesta a la fertilización con P y N en dos localidades de Entre Ríos con la variedad El Paso 144. Los resultados indicaron valores de rendimiento de 6.800 kg.ha⁻¹ (10,5 kgP.ha⁻¹ y 25 kg urea.ha⁻¹) y 11.500 kg.ha⁻¹ (17 kgP.ha⁻¹ y 115 kg urea.ha⁻¹) de arroz en los departamentos de Villaguay y Federal respectivamente. Patol (1986) obtuvo un aumento significativo en la productividad (64,2%) de arroz cuando las parcelas se complementaron con 40 kgN.ha⁻¹; otro de sus estudios reveló que las tasas de N aumentaron significativamente el rendimiento en grano hasta 140 kgN.ha⁻¹ en comparación con dosis más bajas de nitrógeno (80 y 100 kg.ha⁻¹), estas últimas no mostraron diferencias significativas con la dosis de 160 kgN.ha⁻¹ (Hirzel et al., 2011). Lopes et al. (1996) mostraron respuesta al rendimiento de granos de manera lineal y cuadrática a la aplicación de nitrógeno con dosis de hasta 120 kg.ha⁻¹ obteniendo un rendimiento de 8.2 tn. ha⁻¹; también Singh et al. (1997) informaron que la aplicación de 100 kgN. ha⁻¹ proporcionó 1.550 kg.ha⁻¹ más de rendimiento que los tratamientos con 50 (250 kg.ha⁻¹) y 150 kgN.ha⁻¹ (650 kg.ha⁻¹) respectivamente. Jumar et al. (2007) informaron que la aplicación de 180

kgN.ha⁻¹ produjo un rendimiento de grano significativo (4,5 tn.ha⁻¹) con respecto al testigo (2 tn. ha⁻¹). Dhal y Mishra. (1993); Murthy et al. (1992); Reddy y Reddy (1989); Thakur et al. (1988) y Dalal y Dixit (1987) también informaron respuestas similares.

Doring Wolter et al. (2019) también obtuvieron una respuesta favorable para la aplicación de nitrógeno en las variedades Guri INTA CL, IRGA 424 RI e IRGA 431 CL en donde el rendimiento de granos respondió de forma cuadrática al aumento de las dosis de N aplicadas, dosis 0,60, 90, 120, 150,180 y 210 kg.ha⁻¹ urea para las tres variedades. La derivada de la ecuación de regresión indicó que la dosis de 164 kg.ha⁻¹ de N promovió la máxima productividad de la variedad Guri INTA CL con 10.588 kg.ha⁻¹ de granos, con la dosis de 224 kg.ha⁻¹ de N generó una máxima productividad de la variedad IRGA 431 CL con 10.658 kg.ha⁻¹ de granos y la dosis de 201 kg.ha⁻¹ de N proporcionó la máxima productividad de la variedad IRGA 424 RI con 12.658 kg.ha⁻¹ de granos producidos.

II. Componentes de rendimiento

N° de plantas, macollos y panojas/m²

En este ensayo no se observó significancia en lo que respecta al número de plantas.m⁻², macollos.m⁻² y panojas.m⁻² (Tabla 4) ya que todas estas variables se comportaron de forma indiferente frente a los tratamientos estudiados y a su interacción.

Al igual que los resultados obtenidos en este trabajo, Porras Arica (2013) no encontró diferencias significativas entre las dosis de N aplicadas al cultivo (50, 75, 100 y 125 kgN.ha⁻¹) y la cantidad de macollos efectivos por metro cuadrado (530 a 559 macollos.m²). Sin embargo Endris y Alemayehu (2014)

concluyeron que al aumentar los niveles de N de 0 a 140 kg.ha⁻¹, aumentó significativamente el rendimiento del cultivo (3020 a 4690 kg.ha⁻¹); el número macollos.m⁻² (477 a 661) y panojas.m⁻² (456 a 612). Amoacy et al. (2006) verificó un incremento lineal y cuadrático del número de macollos; donde el mayor número por metro lineal fue de 72 para una fertilización con 168 kg.ha⁻¹ de N. Moro et al. (2015) observaron que el número de macollos aumentó al aumentar los niveles de N, el incremento fue de un 53% para una dosis de 30 kgN.ha⁻¹, de 70% para 60 kgN.ha⁻¹, de 72% para 90 kgN.ha⁻¹, de 77% para 120 kgN.ha⁻¹ y de 103% para 150 kgN.ha⁻¹ comparado con el testigo, donde para la dosis mayor presentó 440 macollos.m⁻² frente a 216 macollos.m⁻² del testigo. Quinteros et al. (2009) realizaron un ensayo en cuatro localidades de la provincia de Entre Ríos con el objetivo de evaluar el momento óptimo de aplicación de nitrógeno en arroz. En promedio; todos los tratamientos fertilizados lograron mayor número de panojas.m⁻² con respecto al testigo sin fertilizar, 394 y 335 panojas.m⁻² respectivamente. Arguisain et al. (2004) observaron que a medida que aumentó la dosis de nitrógeno aplicada al cultivo (dosis de 45 a 135 kgN.ha⁻¹) lo hizo también número de panojas.m⁻², teniendo una diferencia de 11 panojas por unidad de superficie entre el testigo y la máxima fertilización del ensayo. Doring Wolter et al. (2019) encontraron que el aumento de la dosis (0,60,90,120,150,180 y 210 kg.ha⁻¹ de urea) de nitrógeno promovió el aumento del número de panojas hasta la dosis de 210 kg.ha⁻¹ de urea para la variedad Guri INTA CL con 610 panojas.m² y un aumento lineal para IRGA 431 CL e IRGA 424 RI.

Tabla 4. Número de plantas.m⁻², macollos.m⁻² y panojas.m⁻².

Dosis (kg.ha ⁻¹)		Plantas.m ⁻²	Macollos.m ⁻²	Panojas.m ⁻²
base	urea			
200	150	213	584	529
200	200	215	666	518
200	250	215	608	469
200	300	193	674	533
200	350	218	680	520
250	150	233	532	497
250	200	208	616	476
250	250	230	568	505
250	300	243	651	599
250	350	238	678	521
300	150	230	659	508
300	200	208	674	544
300	250	220	645	471
300	300	258	718	570
300	350	240	674	509
350	150	200	634	554
350	200	245	668	580
350	250	250	688	593
350	300	223	613	509
350	350	240	713	459
Dosis base		NS	NS	NS
Dosis urea		NS	NS	NS
D. base*urea		NS	NS	NS
CV (%)		21,32	14,48	18,85

N° de granos llenos por panoja (NGLI/P)

Analizando la fertilidad de las espiguillas, se puede apreciar que tanto las dosis de fertilizante de base como de urea afectaron el NGLI/P mientras que la interacción base*urea no fue estadísticamente significativa. La dosis base de 200 kg.ha⁻¹ logró 95 GLI/P mientras que el aporte de 300 kg.ha⁻¹ de urea lograron 98 GLI/P (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Número de granos llenos por panoja para las dosis de base aplicadas (Interacción base*urea: NS).

Dosis base	Medias		
200	95	A	
250	89	A	B
300	87	B	
350	85	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,02$); CV 11,66%.

Tabla 6. Número de granos llenos por panoja para las dosis de urea aplicadas (Interacción base*urea: NS).

Dosis urea	Medias		
300	98	A	
350	90	B	
200	87	B	
150	87	B	
250	83	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0032$); CV 11,66%.

Endris y Alemayehu (2014) observaron que al aumentar la dosis de N de 0 a 140 kg.ha⁻¹ también aumentó el NGLI/P aumentó con respecto al testigo, 80 a 100 NGLI/P respectivamente. Deambrosi y Méndez (2007), informaron que el número de granos llenos.m⁻² mostró una correlación muy alta con el rendimiento del cultivo en las variedades El Paso 144 e INIA Olimar. Al analizar los NGLI/P, obtuvieron un promedio de 69,4 y 69,6 GLI/P para cada variedad respectivamente como respuesta a la aplicación de 4 niveles de urea (0, 40, 80 y 120 kg.ha⁻¹). Quinteros et al. (2009) determinó que NGLI/P es una de las principales variables que determinan el rendimiento junto con el número de panojas.m⁻² luego de evaluar 180 lotes comerciales de arroz. A su vez indicó que el promedio es de 84 GLI/P en la provincia

de Entre Ríos (un 14% menos de lo obtenido en el norte de Corrientes). Por otro lado, Porrás Arica (2013) indicó que cuando aumentó la dosis de N, disminuyó la cantidad de NGLI/P. Para las dosis de 50 y 75 kgN.ha⁻¹ se contabilizaron 35 y 33 GLI/P mientras que para las dosis de 100 y 125 kgN.ha⁻¹ se obtuvieron 27 y 22 GLL/P respectivamente. Un estudio realizado por Méndez et al. (2012), indicó que el NGLI/P no fue influenciado por el aumento en los niveles de nitrógeno, obteniéndose una media de 76 GLI/P para la dosis de 300 kg.ha⁻¹ de urea.

Peso de mil granos (PMG)

Los resultados del peso de mil granos se presentan en la tabla 7. En la misma puede observarse que este parámetro no fue afectado por ninguna de las fuentes de variación. Por otro lado, es importante destacar que los PMG encontrados en este ensayo, se corresponden con los deseados para el arroz tipo largo fino, para el cual se contempla un PMG de 23 a 27 gr según lo descrito por Fontenla (2018). Yoshida (1981) afirmó que el PMG es un componente de la productividad bastante estable y característico de cada variedad coincidiendo con los resultados obtenidos en este ensayo. Esto concuerda con lo afirmado por Bastos et al. (1992) quien afirma que esta característica está fuertemente relacionada con el cultivar más allá de los niveles de fertilización. Carrasco Soto (2010) observó una disminución del PMG al aumentar los niveles de fertilización, luego de estudiar el efecto de cuatro dosis de nitrógeno sobre la variedad Diamante (0, 60, 120 y 240 kg.ha⁻¹) aplicadas al voleo y en línea.

Tabla 7. Peso de mil granos (PMG, gr) en la variedad IRGA 424 para diferentes niveles de fertilización base y nitrogenada

Dosis de base (kg.ha ⁻¹)	Dosis de Urea (kg.ha ⁻¹)	PMG (gr)
200	150	25,9
200	200	25,7
200	250	26,8
200	300	26,7
200	350	24,1
250	150	25,0
250	200	26,2
250	250	25,5
250	300	26,0
250	350	26,8
300	150	24,9
300	200	26,0
300	250	26,6
300	300	26,5
300	350	25,8
350	150	26,0
350	200	26,3
350	250	26,6
350	300	26,7
350	350	26,8
Dosis de base		NS
Dosis de urea		NS
Dosis base*urea		NS
CV (%)		4,06

Buzetti et al. (2006), obtuvo la misma tendencia en sus resultados al estudiar el efecto de la combinación de 4 dosis de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg.ha⁻¹) con reguladores de crecimiento en dos cultivares de arroz de riego. A diferencia de los anteriores; Kischel et al. (2011), observaron promedios superiores en los PMG (promedio 27 gr) en el ambiente con bajo contenido de N (20 kg.ha⁻¹) comparada con un ambiente donde fue aplicado alta dosis de nitrógeno (120 kg.ha⁻¹) donde se obtuvieron 23 gr en

todas las variedades evaluadas. Méndez et al. (2012) observaron una tendencia significativa a favor del PMG, donde se logró un valor promedio de 26,41 gr al evaluar 4 fuentes nitrogenadas y cuatro dosis (23; 46; 34,5 y 69 kgN.ha⁻¹) interaccionando con dos momentos del inicio de riego además de un testigo sin nitrógeno para la variedad El Paso 144.

Porcentaje de vano

En la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para el porcentaje de vano. Este parámetro fue afectado solamente por las dosis de urea aplicadas $p=0,0095$. Los menores porcentajes de vano se obtuvieron con las dosis de 150 y 200 kg.ha⁻¹ de urea.

Tabla 8. Porcentaje de vano para las dosis de urea aplicadas.

Dosis urea	Medias	
200	5,26	A
150	5,43	A
300	6,59	A B
250	6,74	A B
350	8,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0062$); CV 35,85%.

Esto coincide con el trabajo de Arguisain et al. (2004) quienes estudiaron el efecto de la aplicación de 3 dosis de nitrógeno (0, 45 y 90 kgN. ha⁻¹) sobre 8 líneas y variedades de arroz largo fino y encontraron valores de vano de 14,6%, 20,7% y 16% respectivamente. De la misma forma, Carrasco Soto (2010) estudiaron el efecto de cuatro dosis de nitrógeno (0, 60, 120 y 240 kg.ha⁻¹) y hallaron que el número de granos vanos por panoja se incrementó con el aumento de la fertiliza-

ción. Cambios importantes en la esterilidad por efecto de la aplicación de nitrógeno fueron reportados por Willeauer et al. (1996) y Rojas et al. (1982) estudiando en Chile, la variedad Oro durante 3 campañas consecutivas (20 ensayos). Los mismos encontraron que los valores de esterilidad floral tendieron a aumentar con las dosis nitrógeno y argumentan que esta respuesta se deba a que la cantidad de carbohidratos producidos no sea suficiente para llenar el mayor número de espiguillas inducidas por las altas dosis de nitrógeno (Mamani, 2013) él cual obtuvo valores promedios de granos vanos por genotipo de 10,8; 12,8; 23; 10 y 7,6% para los genotipos H358, H362, H361. Nutriar e IRGA. H361 presentó la mayor cantidad de granos vanos en los tres momentos de fertilización mientras que IRGA los menores. Por otro lado, Gindri et al. (1996) no encontró evidencias significativas con relación al efecto del nitrógeno en la esterilidad de las espiguillas en donde obtuvieron resultados de 83, 84 85 y 85 de índice de fertilidad de las espiguillas para las 4 dosis utilizadas (de 0-50-100-150 kgN.ha⁻¹)

Parámetros de calidad industrial

Rendimiento industrial

La calidad del cultivo de arroz está determinada por el rendimiento industrial ya que es el único cereal utilizado como grano entero (Jodari y Linscombe, 1996). En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos de rendimiento Industrial, este parámetro no fue afectado por ninguna de las fuentes de variación ni por su interacción. De todos modos, los valores obtenidos en este ensayo oscilaron entre 67,55% y 68,93%, valores que están dentro de los parámetros establecidos por SENASA, en la Norma de Calidad

para ser Aplicada en la Comercialización del Arroz Cáscara Mercado Interno, Exportación e Importación (Resolución N° 1075/94 Anexo II) para largo fino en donde la base está fijada en 68% de rendimiento mínimo en granos enteros y quebrados y la tolerancia de recibo es de 63%.

Pinciroli et al. (2005) evaluaron las modificaciones en los parámetros de calidad industrial del grano de la variedad de arroz La Candelaria FA, bajo dos tratamientos de fertilización con urea granulada: N25 (25 kgN.ha⁻¹, aplicados en macollaje) y N50+25 (50 kgN.ha⁻¹, aplicados en macollaje + 25 kgN.ha⁻¹ en DPF); sin obtener variaciones en rendimiento industrial debido a la fertilización nitrogenada. Más tarde, Pinciroli et al. (2013) evaluaron el rendimiento en grano y la calidad de genotipos en etapas finales de selección de arroz tipo largo ancho. Los mismos fueron cultivados en diferentes ambientes y con dos niveles de fertilización nitrogenada (0 y 50 kgN.ha⁻¹). Entre los resultados obtenidos pudo observarse que el porcentaje de grano total resultó similar en ambos años, obteniendo una respuesta no significativa frente a la fertilización nitrogenada. Por su parte, Arf et al. (2015) estudiaron (durante tres campañas) el efecto de la época de aplicación de nitrógeno sobre la productividad y calidad industrial de granos de arroz. Concluyeron que ninguno de los parámetros fue afectado por fertilización nitrogenada y obtuvieron valores de rendimiento industrial de 69,34%, 70,83% y 69, 91% para el tratamiento testigo y de 69,95%, 69,28% y 71,75% para el tratamiento fertilizado con 100 kgN.ha⁻¹.

Tabla 9. Rendimiento Industrial – Rto Ind.

Dosis de base (kg.ha ⁻¹)	Dosis de urea (kg.ha ⁻¹)	Rto Ind. (%)
200	150	68,35
200	200	68,15
200	250	68,03
200	300	68,70
200	350	68,30
250	150	68,45
250	200	68,53
250	250	68,93
250	300	68,25
250	350	68,58
300	150	68,20
300	200	68,35
300	250	68,33
300	300	68,73
300	350	67,65
350	150	67,88
350	200	68,10
350	250	67,55
350	300	68,45
350	350	68,83
Dosis de base		NS
Dosis de urea		NS
Dosis base*urea		NS
CV (%)		1,06

Grano entero

El porcentaje de grano entero obtenido se presenta en la tabla 10. El mismo fue afectado solamente por las dosis de urea aplicadas $p < 0,0001$. Los mayores valores de grano entero se obtuvieron fertilizando con 200, 250, 300 y 350 kg.ha⁻¹ de urea (promedio 65,2%). Considerando que las entregas de arroz cáscara quedan sujetas a la base de comercialización para un rendimiento mínimo de granos enteros para arroz tipo largo fino: cincuenta y seis por ciento (56%) (SENASA, Res. 1075 / 94), se obtuvo en este ensayo un 16% más de granos enteros. Estos

resultados a su vez se encuentran entre 3 y 4 puntos de entero por encima de la recomendación de SOSBAI (2012) para esta variedad (62% de granos enteros).

Tabla 10. Porcentaje de grano entero para cada una de las dosis de urea aplicada.

Dosis urea	Medias	
350	65,66	A
300	65,64	A
250	64,85	A
200	64,65	A
150	62,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,0001$); CV 2,31%.

Bernal et al. (1985), observaron diferencias altamente significativas para este parámetro al comparar una dosis de 150 kgN.ha⁻¹ con respecto al tratamiento testigo donde obtuvieron valores de 60,2% y 57,8% respectivamente. Alvarado y Lobos (1996) en la localidad de El Parral (Chile) encontraron un incremento en grano entero de 62,97% producto de la fertilización nitrogenada aplicada. Pereyra et al. (2019) al estudiar los efectos de las dosis de nitrógeno en IRGA 424 RI e IRGA 431 CL encontraron que, independientemente de la dosis (90-150 y 210 kgN.ha⁻¹) y de la variedad, la aplicación de nitrógeno proporcionó mayor porcentaje de granos enteros comparado con los tratamientos sin fertilización además que no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes dosis aplicadas. Por otro lado, Arf et al. (2015) (durante tres campañas agrícolas) encontraron que los granos enteros no fueron afectados por el manejo de la fertilización nitrogenada, obteniendo valores de

61,52%, 66,93% y 63,93% para el tratamiento testigo y 60,68%, 63,68% y 66,36% para el tratamiento donde se aplicó 100 kgN. ha⁻¹.

CONCLUSIONES

IRGA 424 presentó respuesta a la aplicación de diferentes dosis de urea.

Tanto el número de granos llenos por panoja, como el porcentaje de vano, fueron los responsables de los mayores rendimientos obtenidos; asociados principalmente al efecto de la aplicación de diferentes dosis de urea y, en segundo lugar, a la dosis de base para el caso de NGLI/P

El porcentaje de grano entero se vio beneficiado al aumentar las dosis de urea aplicadas. Ninguno de los parámetros evaluados presentó efecto sobre el rendimiento industrial.

Para obtener alto rendimiento en la variedad IRGA 424 sembrada sobre un suelo Serie Treviño se recomienda fertilizar con 200 kg.ha⁻¹ de fertilizante de base y 300 kg.ha⁻¹ de urea aplicados en inicio de riego. Estas dosis permitieron alcanzar un rendimiento de 10.593 kg.ha⁻¹, 95 a 98 granos llenos por panoja, 6,59% de vano y sobre todo un porcentaje alto de grano entero (65,64%), el cual se encuentra por encima del estándar de comercialización de SENASA.

BIBLIOGRAFÍA

- ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. 2020. Relevamiento arrocero nacional. Informe de campaña 2019/20.
- ACPA. 2018. Relevamiento arrocero provincial. Informe de campaña 2017/18: fin de siembra.
- ACPA. 2019. Relevamiento arrocero provincial. Informe de campaña 2018/19: fin de siembra.
- Alvarado R. A. y Lobos C. 1996. Calidad de Arroz. Características de tres variedades y efecto de la fertilización nitrogenada y control de malezas. Agricultura técnica Chile 46, pág. 10-12.
- Amoacy C.; C. H. Kurihara, A. Baêta dos Santos. 2006. Resposta do arroz irrigado a doses de nitrogênio e potássio. Pesquisadores da Embrapa Agropecuária Oeste; 2 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.
- Arf O.; R. A. F. Rodrigues; A. S. Nascente; M. C. Lacerda. 2015. Adução antecipada de nitrogênio na cultura do arroz de terras altas sob plantio direto. Revista de Ciências Agrárias, Belém, PA, v. 58, n. 1, p. 6-13, jan./mar.
- Arguissain G.; G. Malagrina; H.J.Pirchi; G. Franck y A. Dri. 2004. Fertilización de líneas promisorias y cultivares de arroz. Resultados experimentales 2004-2005. Fundación PROARROZ Vol XIV.
- Bastos W.; S. Amorim, G. Bellon y H. Freitas. 1992. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Registro Norte Fluminense. Lavoura Arrozeira 45:14-17
- Bernal R.J.H.; R. D. Del Castillo y B. D. Munoz. 1985. Influencia de la arquitectura de la planta de arroz (*Oryza saliva* L.) y algunas prácticas culturales en el rendimiento y calidad. Acta Agronômico, v.35, n. 1, p.23-33.
- Buzetti S.; G. C. Bazanini, J. G. Freitas, M. Andreotti, O. Arf, M. E. Sa y F. Meira. 2006. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 12, p. 1731- 1737.
- Carrasco Soto E. A. 2010. Efecto del manejo agronómico sobre el rendimiento y vanazon en arroz (*Oryza sativa* L.) Cultivar diamante. 8 págs.
- Dalal P. K. and L. Dixit. 1987. Response of medium duration rice varieties to the levels of nitrogen. Indian J Agron 32: 286-287.
- De Batista J. J.; J. Ojeda, D. Mildenberger, H. Rodriguez, J. Gange y P. Gonzalez. 2005. Fertilización de arroz. Resultados Experimentales 2005-2006. Ed Fundación Proarroz-INTA Concepción del Uruguay, pág. 135-138.
- Deambrosi E. y R. Méndez. 2007. Respuesta de cultivares de arroz de Tipo INDICA a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno en la zona este de Uruguay Montevideo (Uruguay). INIA, 36 p. (INIA Serie Técnica; 167.

- Dhal P. and G. Mishra. 1993. Effect of nitrogen on grain filling and yield of rice. *Oryza* 30: 162-164.
- Dobermann, A y Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient Disorders y Nutrient Management. Handbook Series
- Doring Wolter, R. C.; Bergmann, C.; Neves, G.; Carrasco Corrêa, M. y Barbosa Valente, G. 2019. Resposta a nitrogênio para as cultivares de arroz irrigado Guri INTA CL, IRGA 431 CL e IRGA 424 RI. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Itajaí- SC.
- Endris Y. and Alemayehu B. 2014. Effect of Nitrogen Application on Grain Yield and Nitrogen Efficiency of Rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Crop Science*, 6: 273-280.
- Escobar E. H.; H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes. Argentina. 315 págs.
- FAO. 2020. Situación Alimentaria Mundial. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>. Último acceso: 14 de mayo de 2020.
- Ferreira da Silva P. R.; J. D. Batista, R. Schoenfeld, I. Anghinoni, G. Borba Menezes, S. A. Genro Junior, V. A. Vieira, G. Silva Serpa, C. Bredemeier, L. Maass e C. Gehlen. 2009. Adubação nitrogenada no arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno.
- Fontenla, F. J. 2018. Evaluación del rendimiento y la calidad en líneas mejoradas de arroz tipo comercial largo ancho y proteico. Efecto de la fertilización foliar. Trabajo final de carrera para acceder al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 45 págs.
- Gindri S., M. Souza y V. Mussoi. 1996. Curva de resposta a aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira* 49:3-6.
- Herber L. G.; R. D. Kruger y M. L. Fontana. 2017. El cultivo de arroz en Corrientes... una producción con historia. Campaña 2016/17. Vol. XXV. Pág. 1-16.
- Hirzel J.; A. Pedreros and K. Cordero. 2011. Effect of nitrogen rates and split nitrogen fertilization on grain yield and its components in flooded rice. *Chilean J Agric Res* 71: 437-444.
- InfoStat (2008). InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INTA, ACPA y Ministerio de Producción. 2016. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz. Serie Técnica N°2 - ISSN 1852-0678. 134 Págs.
- Jodari F. and S. D. Linscombe. 1996. Grain fissuring and milling yields of rice cultivars as influenced by environmental conditions. *Crop. Science*, p. 1496-1502.
- Kischel E.; R. R. Fidelis, M. M. Santos, D. R. Brandão, E. R. Cancellier y I. R. Nascimento. 2011. Efeito do nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. *Revista Ceres*, v. 58, n. 1, p. 84-89.
- Lopes S. I. G.; M. S. Lopes y V. R. M. Macedo. 1996. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, v.49, p.3-6.
- Mamani, C. 2013. Fertilización nitrogenada: efecto del momento de aplicación sobre el rendimiento y la calidad en genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) de alto contenido proteico. Informe Trabajo final de Carrera para acceder al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Plata.
- Martinez C. 1989. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. CIAT.
- Méndez R.; J. Castillo, E. Deambrosi. 2012. Evaluación de fuentes alternativas de fertilizantes nitrogenados. *Inia Treinta y Tres - Actividades de difusión* N° 686, 3: 1-3.
- Moro, B. M.; Nuhu, I. R.; Ato, E. and Nathaniel, B. 2015. Effect of nitrogen rates on the growth and yield of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties in rain-fed lowland in the forest agro-ecological zone of Ghana. CSIR – Soil Research Institute (SRI), Academy Post Office, Private Mail Bag, Kwadaso – Kumasi, Ghana.
- Murthy P. S. S.; K. S. Ramesh, G. V. H. Rao and A. Narayanan. 1992. Influence of nitrogen on grain filling potential and yield of rice (*Oryza sativa*) varieties. *Indian J Agron* 37: 157-158.
- Pereira T. C.; Lautenschlager C. S. ; Da Silva Lindemann I.; Valente G. B.; Levien N.; Vanier; Da Trindade J. K. 2019. Efeitos da dose de nitrogênio sobre a qualidade de

- grãos dos cultivares IRGA 431 CL e IRGA 424 RI. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Itajá- SC
- Pincirolí M.; R. Bezus, L. J. Scelzo y A. A. Vidal. 2005. Determinación del momento de cosecha sobre la calidad del cultivar la candelaria bajo dos tratamientos de fertilización. VI Congreso de Arroz irrigado. Porto Alegre.
- Pincirolí M.; R. Bezus, L. J. Scelzo y A. A. Vidal. 2013. Rendimiento y calidad de arroz de genotipos tipo largo ancho con diferentes formas de fertilización nitrogenada aplicada en macollaje. VIII Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado - CBAI 2013
- Porras Arica, E. 2013. Respuesta del arroz (*Oryza sativa*. l) cultivar c-7 stec a tres densidades de siembra, cuatro niveles de nitrógeno y dos niveles de potasio, en siembra de verano en finca la vega, San Carlos. Trabajo Final de Graduación Presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al Grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Instituto tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos
- Quinteros C.; M. A. Zamero, G. Boschetti, M. R. Befani, E. Arévalo y N. Spinelli. 2009. Evaluación de los momentos óptimos para la aplicación del nitrógeno en arroz. Resultados Experimentales 2008-2009. INTA ProArroz. Ed. Fundación ProArroz, Concordia. Pg. 55-63.
- Reddy G. R. S. and K. A. Reddy. 1989. Effect of levels and sources of nitrogen on rice. *Indian J Agron* 34: 364-366.
- Rojas C. W.; R. A. Alvarado y C. N. Belmar. 1982. Fertilización Nitrogenada en arroz. Efecto sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo. *Agricultura técnica Chile* 43. pág. 354,355.
- Scherer, M. B.; Sanchotene, D. M.; Rodrigues, S. N.; Carloto B. W.; e Lima Spatt, L. 2014. Utilização de diferentes doses do fertilizante biozyme® em tratamento de semente em arroz irrigado, cultivar prime CL. SOSBAI. 2015.
- Schoenfeld R.; M. Groohs, F. Selau, E. Marcolin y P. R. Ferreira da Silva. 2015. Resposta das cultivares IRGA 424 RI e IRGA 424 a níveis de adubação. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas, RS.
- Sementes Simão. 2017. <https://www.sementessimao.com.br/cultivar-arroz/IRGA-424>. Último acceso: 15 de mayo de 2020.
- SENASA. 1994. Norma de Calidad para ser Aplicada en la Comercialización del Arroz Cáscara Mercado Interno, Exportación e Importación (Resolución N° 1075/94 ANEXO II).
- Singh M. V.; H. N. Tripathi and H. P. Tripathi. 1997. Effect of nitrogen and planting date on yield and quality of scented rice (*Oryza sativa*). *Indian J Agron* 42: 602-606.
- SOSBAI. 2012. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Gravatal, SC: SOSBAI. 179 p.
- Sparks D. L., A. L. Page, P. A. Helmke, R. A. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston and M. E. Sumner. 1996. *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*. 3rd Ed. ASA. Madison, Wisconsin, USA.
- Thakur R. B.; S. S. Mishra and N. N. Sharma. 1988. Effect of pesticides on N-use efficiency and growth dynamics in rice. *Indian J Agron* 33: 181-185.
- Willeauer J.; R. Valdez y R. Cruz. 1996. Nitrogen use efficiency and grain yield of lowland rice cultivars. *Philippine Journal of Crop Science* 20:32.
- Yoshida S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. Pp-269.

ALTERNATIVAS DE FERTILIZACION BIOLÓGICA EN ARROZ¹

L.G. Herber y C. Hug²

Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: agricultura sustentable; biofertilizantes; PGPR.

INTRODUCCIÓN

Se denomina fertilizante biológico a aquellos productos formulados con organismos vivos que se utilizan para favorecer la nutrición de las plantas. Los mismos presentan muchas ventajas respecto a los químicos debido a que no poseen riesgo de contaminación ambiental, su efecto está fuertemente sincronizado con los requerimientos de la planta y generalmente son de menor costo. Los microorganismos que se utilizan para la fabricación de fertilizantes biológicos son aquellos que establecen interacciones positivas con las plantas y que son de fácil manejo en condiciones industriales (medios de cultivo baratos, crecimiento rápido, etc.). Dentro de los fertilizantes biológicos están los conocidos como PGPR (promotores del crecimiento) que favorecen la nutrición vegetal por vías específicas, por ej. solubilización y traslado de P, producción de hormonas de enraizamiento para mayor absorción de nutrientes, control de patógenos, etc. Si bien los fertilizantes biológicos son conocidos desde hace mucho tiempo, en la actualidad se han difundido en mayor medida debido a la aplicación de nuevos criterios productivos como son la agricultura sustentable y los cultivos orgánicos (sin uso de agroquímicos).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes microorganismos promotores

del crecimiento vegetal y sus combinaciones sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la campaña 2019/20 en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes. El tipo de suelo sobre el cual se instaló el ensayo corresponde a la Serie Treviño (Argiudol ácuico): franco fina, mixta; que se caracteriza por presentar color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida (Escobar et al., 1996) y cuyos atributos químicos se encuentran descriptos en la tabla 1.

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 dos pasadas de rastra y dos nivelaciones con landplane. El ensayo se sembró el día 28/10/2019 con una sembradora Semina, resultando en un tamaño de parcelas de 7,65 m² (9 surcos * 0,17 m * 5 m). El material utilizado fue IRGA 424 sembrado a una densidad de 80 Kg/ha. La fecha de emergencia fue el 07/11/2019. El diseño experimental fue DBCA con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANOVA y luego separación de medias por el test de LSD Fisher ($p < 0,05$). Los tratamientos estudiados se presentan en la tabla 2.

La fertilización de base fue de 200 kg/ha de

¹ STE N° 2246 INTA – BARENBRUG PALAVERSICH S.A. - campaña 2019/20.

² Responsable técnica por BARENBRUG PALAVERSICH S.A.

un formulado NPK 4-18-40 aplicados al voleo luego de la siembra. La fertilización nitrogenada fue de 180 kg/ha aplicados pre-riego. Se inició riego el 20/11/2019.

La cosecha del ensayo se realizó de forma manual. Las mediciones realizadas fueron número de plantas/m² y rendimiento del cultivo (kg/ha).

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio del experimento.

Profundidad muestra	pH	MO (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)
0-20 cm	5,4	0,93	0,05	4,859	0,25	3,56	1,03

Materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Tabla 2. Tratamientos estudiados.

Tratamientos	
T1	Testigo (sin aplicación de microorganismos)
T2	Biopower + Biomix
T3	Biopower + Biomix + Rizobio
T4	Biopower + Biomix + Trichoderma
T5	Bacillus sp + Trichoderma

RESULTADOS

i. Número de plantas/m²

En la tabla 3 se presentan los resultados de Número de plantas/m². En la misma puede observarse que los tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí, logrando mayor número de plantas los tratamientos T3 (Biopower + Biomix + Rizobio) y T1 (Testigo); con 244 y 238 plantas/m² respectivamente ($p < 0,0001$).

Tabla 3. N° de plantas/m².

N° de plantas/m ²		
T3	244	A
T1	238	A
T2	205	B
T5	192	B
T4	171	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,0001$).

ii. Rendimiento

Los rendimientos obtenidos en este ensayo se presentan en la figura 1. Los mayores rindes se obtuvieron con los tratamientos T1 (testigo) y T4 (Biopower + Biomix + Trichoderma) con un rendimiento promedio de 7.840 kg/ha presentando diferencias significativas con el resto de los tratamientos estudiados.

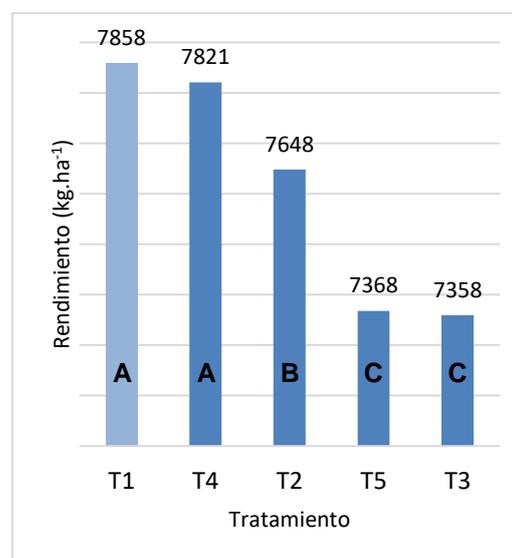


Figura 1. Rendimiento (kg.ha⁻¹) ($p < 0,0001$). Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,0001$).

CONCLUSIONES

Los tratamientos que presentaron mayor número de plantas/m² fueron los tratamientos: Biopower + Biomix + Rizobio (T3)

y el tratamiento testigo (T1) quien también presento los mayores rendimientos del ensayo junto con Biopower + Biomix + Trichoderma (T4).

BIBLIOGRAFÍA

Escobar E. H.; H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes. Argentina. 315 págs.

<http://agro.unc.edu.ar/~microbiologia/wp-content/uploads/2014/04/unidad-9-Fertilizantes-biologicos.pdf>

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE ARROZ EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

J. Araujo¹; J. Guiguer Molleví¹ y N. Ojeda¹

Email: calidadagroalimentariacorrientes@gmail.com

Palabras clave: BPA; calidad agroalimentaria; producción responsable.

RESUMEN

El arroz es uno de los principales cereales junto al maíz y el trigo que componen la dieta de millones de personas en el mundo. El crecimiento demográfico y la consecuente escalada de las necesidades básicas alimentarias impulsan su demanda a nivel mundial. En la República Argentina se destina a la producción de este cereal 195.000 hectáreas, siendo una de las principales economías regionales del Litoral, concentrándose en las provincias de Corrientes con aproximadamente 50% de la superficie sembrada, un 32% a Entre Ríos, 13% Santa Fe y el resto se distribuye entre Chaco y Formosa. En la Provincia es el principal cultivo extensivo con aproximadamente 97000 hectáreas distribuidas en 120 establecimientos.

Según proyecciones de las Naciones Unidas estiman que la población mundial en el año 2050 será de 9700 millones de personas y que para cubrir esa demanda será necesario que la agricultura produzca un 50% más de alimentos con respecto a valores del año 2012 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Este incremento en la oferta de alimentos deberá estar acompañado de prácticas agrícolas que aseguren la sustentabilidad de los sistemas productivos, la inocuidad de los productos obtenidos, la

seguridad y bienestar del personal y el cuidado del ambiente.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se las puede definir como un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros y económicamente factibles.

La provincia de Corrientes fue la primera en elaborar una guía de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de Arroz (GBPAA) en Argentina, a través de un acuerdo firmado entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA) (mayo de 2007), en donde se trabajó de manera interdisciplinaria e interinstitucional. Dicho documento contiene recomendaciones prácticas para la producción de arroz de manera sustentable y su objetivo es que el mayor número de productores lo adopte.

En el año 2015 se realizó una actualización técnica de la primera edición de la Guía. Con el objetivo de actualizar la información sobre las tecnologías disponibles para el cultivo, optimizar la gestión de la información y fijar bases para el desarrollo de un

¹ Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes. Dirección de Producción Vegetal- Subdirección de Certificación y Calidad Agroalimentaria.



protocolo y condiciones para la certificación si así correspondiere. De dicha actividad participaron las Instituciones que elaboraron la 1ª edición (INTA, ACPA), el Ministerio de Producción de Corrientes a través de la Dirección de Producción Vegetal como organismo asesor del proceso de implementación y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), como institución certificadora.

En la última edición la guía se dividió en dos partes, en la primera están todas prácticas a implementar desde la preparación del suelo a la cosecha, en la segunda está referida a la certificación de la implementación e incluye nueve planillas de registros y una lista de chequeo con los puntos de control y criterios de cumplimiento que cuenta con 95 puntos de los cuales el 54% son obligatorios y un 44% progresivos.

El ministerio de Producción en el año 2017 aprobó el Programa de Implementación de Buenas Agrícolas en los Sectores productivos de la Provincia de Corrientes. (Resolución 787/17), con el objetivo de promover la implementación de las BPA como política agroalimentaria. En ese sentido en el sector arrocerero se incorpora la GBPAA al mencionado programa como documento para la implementación de las BPA (Disp. Nº 46/2019) e instrumentando la adhesión de productores/ empresas al Programa con pautas definidas de cumplimiento.

En el marco del Programa y tomando como base la lista de chequeo propuesta por la GBPAA (2º edición) se realizó un ajuste de la misma en la cantidad de puntos de control, disminuyendo a 52 puntos. Dicha disminución se debió a la agrupación de puntos en común y a la priorización de prácticas fundamentales en cada temática. Analizando los motivos por el cual una empresa o productor inicia un camino de gestión de la calidad surgen dos posibilidades: 1) Por exigencias de los compradores, posibilitando el acceso a nuevos mercados, posicionando mejor el producto a mejores

precios y 2) Por una necesidad interna, con objetivos definidos como ser la eficiencia productiva, disminución de riesgos, etc. En ese sentido el programa de BPA brinda una herramienta para aquellos interesados en recibir asesoramiento en la implementación independientemente de los motivos que lo motoricen.

Actualmente la lista de chequeo del programa BPA en Arroz cuenta con 32 puntos de cumplimiento (Disposición Nº 07/2020), los criterios priorizados surgen del consenso con referentes productivos del sector, primando las prácticas fundamentales en lo referente a la inocuidad, seguridad del trabajador rural, la sociedad y el ambiente. El programa contempla la certificación de los establecimientos mediante la disposición de la Dirección de Producción Vegetal.

BIG DATA: ANÁLISIS DE MANEJO POR ZONA ARROCERA BASADO EN DATOS PRODUCTIVOS DEL GRUPO CREA AVATI-Í DE CORRIENTES

R.D. Kruger y A. Taié

Email: kruger.raul@inta.gob.ar - taie.armando@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz; clima; manejo; rendimiento; zonificación.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad de los proyectos productivos agrícolas puede lograrse seleccionando correctamente los ambientes que presentan mejores condiciones agroecológicas (clima, suelo, agua) para un determinado cultivo; por una parte, adecuando el paquete tecnológico a fin de maximizar el rendimiento y el impacto positivo del proyecto y, por la otra, minimizando el impacto negativo que pudiera efectuarse sobre el ambiente ajustando el manejo a las prácticas más adecuadas.

Dentro de este contexto, la zonificación agrícola es una herramienta que permite integrar un conjunto de variables o indicadores con el fin de localizar, en el espacio geográfico, zonas adecuadas para el desarrollo de un cultivo agrícola o grupo de cultivos con requerimientos agroecológicos similares.

La importancia del cultivo de arroz bajo riego en el ámbito provincial y su adaptación a diversos ambientes hace necesaria la división por zonas según aspectos relacionados a la oferta de agua, suelo, vocación agrícola y tecnologías aplicadas.

Ligier (2008) delimitó el territorio de la provincia de Corrientes en áreas arroceras considerando los siguientes criterios:

1. Fuentes de agua de riego disponibles: se incluyen tanto las de origen natural (ríos, arroyos, lagunas, esteros) como las

artificiales (represas, por almacenamiento de aguas de origen pluvial) localizadas hasta 10 km de los suelos aptos para el cultivo.

2. Características y riesgos de los suelos: analizando la información provista por las cartas de suelos en diferentes escalas, se definen en cada zona superficies netas con suelos aptos para el cultivo de arroz (incluyendo clases aptas, moderadas y marginales).

3. Aptitud general de uso agrícola en la zona: se caracterizó a nivel cualitativo, la vocación de uso agrícola en cada zona, basándose en las estadísticas históricas e inventarios de ocupación de tierra.

4. Niveles tecnológicos relativos: de acuerdo a la intensidad de uso de tecnología aplicada por los productores de cada zona y asignando así tres niveles tecnológicos diferentes (bajo, medio, alto).

5. Concentración relativa del área con arroz bajo riego: este parámetro se determina teniendo en cuenta la participación relativa de la zona en proporción con el total de la superficie arroceras provincial, contemplando para ello cinco campañas consecutivas.

Como resultado, se delimitaron diez zonas arroceras que concentran 2.230.000 ha potenciales para el cultivo de arroz con diferentes niveles de aptitud (Figura 1).

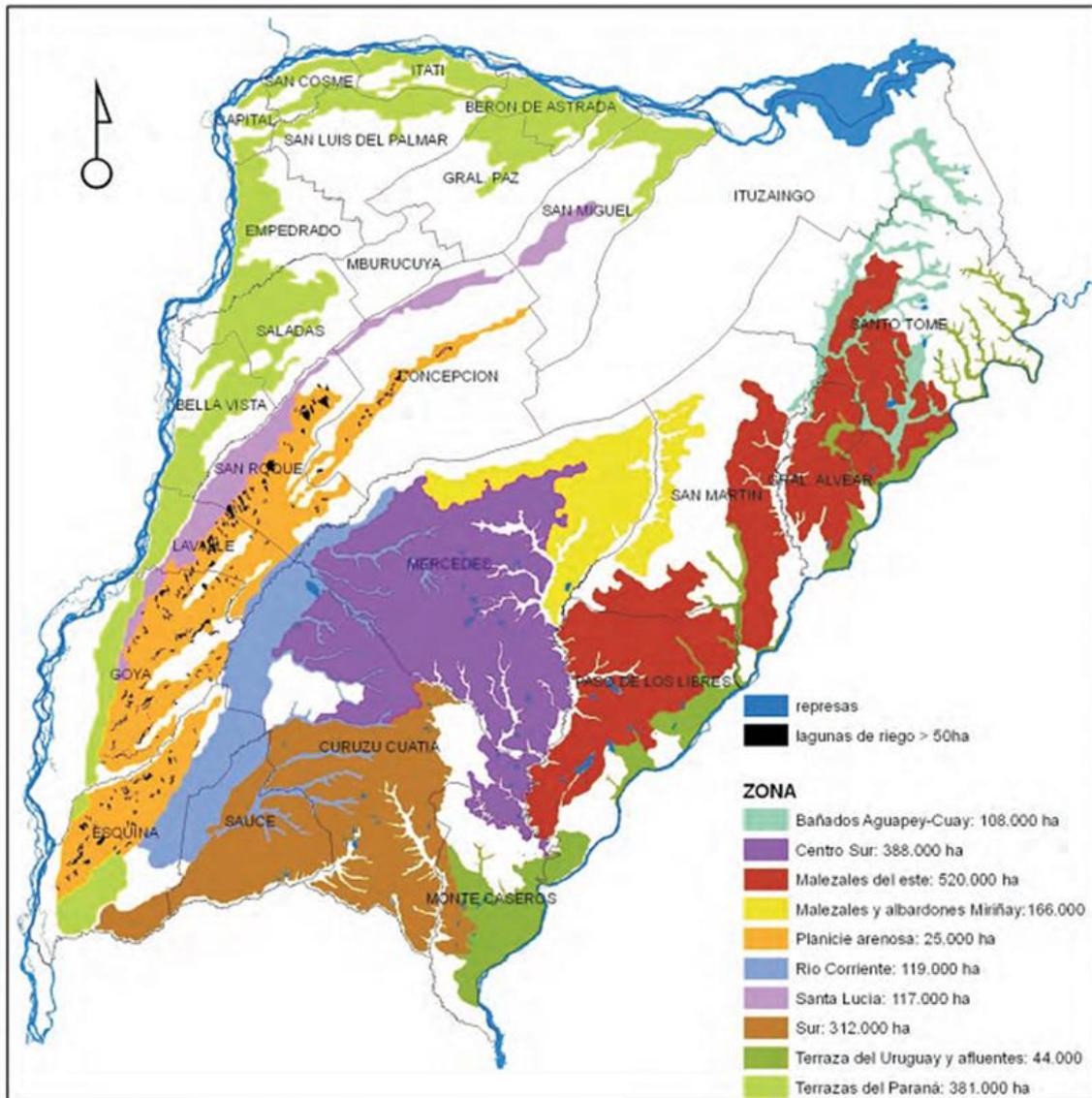


Figura 1. Zonas arroceras de la provincia de Corrientes. Clasificación realizada por Ligier (2008). Recursos Naturales – EEA INTA Corrientes.

Las mismas son Zona Centro Sur, Sur, Río Corriente, Malezales del Miriñay, Terrazas del Paraná, Malezales del este, Bañados del Aguapey – Cuay, Planicie arenosa, Santa Lucía y Terrazas del Uruguay y afluentes.

En Argentina, el arroz que se produce es altamente competitivo y en amplias extensiones. Toda mejora en el sistema de cultivo que pueda contribuir a reducir las pérdidas y minimizar los costos de producción es beneficioso para los productores, cuyo interés principal es la competitividad más que el rendimiento *per se*.

En general, los productores no llevan registro de sus lotes y rendimientos, por lo que resulta difícil hacer análisis básicos de su situación. No obstante, en la provincia existe una iniciativa del grupo CREA arrocero que fomenta la interacción entre los productores hacia una mejora técnica y mayor registro de información. En Corrientes este grupo ya tiene más de 15 años recopilando datos sobre el cultivo de arroz, lotes y prácticas de manejo, entre otros. Ellos, a través de un convenio, han puesto a nuestra disposición parte de esa información, la cual es muy rica en variables y re-

presenta una buena materia prima para caracterizar las prácticas de manejo por zona arrocera.

El mencionado grupo tiene foco en la provincia de Corrientes, principalmente en los departamentos de Curuzú Cuatiá, Mercedes, Paso de los Libres, San Roque, Sauce, Monte Caseros y San Martín abarcando las zonas productivas que a continuación se mencionan:

Centro Sur: Incluye suelos de drenaje moderado a imperfecto, bien provistos en materia orgánica y bases de cambio, pero deficientes en fósforo. La geomorfología incluye lomas de 1 a 3% de pendiente general y planicies encharcables-anegables que no superan el 1% de pendiente. La permeabilidad lenta a moderadamente lenta, favorece el establecimiento de la lámina de agua durante el ciclo del cultivo. Los riesgos de degradación de suelos se presentan por erosión hídrica en laderas y por déficits hídricos estacionales en período de siembra – inicio del riego, debido a la elevada energía de retención hídrica de los suelos (por su elevado contenido de arcilla). La irregularidad en el régimen de lluvias puede afectar además el llenado de las represas.

Sur: Presenta suelos bien drenados a imperfectamente drenados (Argiudoles y Vertisoles) muy bien provistos en bases de cambio (calcio) y de materia orgánica. La geomorfología incluye lomas de 1 a 4% de pendiente, planos o bañados de altura encharcables y albardones de ríos y arroyos. Los riesgos se vinculan a erosión hídrica y excesos de agua estacionales en bañados de altura. Presenta irregularidades climáticas similares a las de la zona Centro sur.

Río Corriente: Los suelos se muestran con drenaje imperfecto, arcillosos con alto contenido de arcillas expandentes, muy bien provistos en bases de cambio y con elevados niveles de materia orgánica; se localizan principalmente en planicies anega-

bles-inundables en pendientes que no superan el 0,5% promedio. Los riesgos se vinculan principalmente a excesos de agua originados por desbordes del río Corriente.

Malezales del este: Las características de los suelos son el drenaje imperfecto, alto contenido de aluminio y la baja fertilidad química. Los riesgos están asociados a los anegamientos estacionales, la infestación con arroz colorado y los desbalances nutricionales por excesiva acidez del suelo.

Malezales del Miriñay: Incluye suelos con drenaje imperfecto con alto contenido de aluminio, baja fertilidad natural y niveles de materia orgánica medios. Se localizan en paisajes de extensas planicies con pendientes que no superan el 0,5% y con microrelieves de lomos y surcos (malezales). Los riesgos se relacionan con anegamientos estacionales y con desbalances nutricionales por excesiva acidez del suelo.

Terrazas del Uruguay y afluentes: Presenta suelos con drenaje imperfecto, medianamente provistos de materia orgánica y fertilidad química restringida. Los riesgos se asocian a inundaciones estacionales e infestación de arroz colorado.

El análisis exploratorio es la primera etapa del análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data). La misma nos permite organizar la información de manera de detectar algún patrón de comportamiento o de caracterización. Esto se lleva a cabo por medio de métodos numéricos de resumen y gráficos, los cuales ayudan a detectar características relevantes e inesperadas.

El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis exploratorio (Big Data) de las principales variables de manejo por zona arrocera basado en datos productivos del grupo CREA Avati-í de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis exploratorio de las principales variables de manejo por zona

arrocera basado en los eventos del cultivo (Base de Datos del CREA Avati-i). Para ello se procedió a recopilar y preparar los datos para el posterior análisis y caracterización de las zonas.

Recopilación y preparación de datos

a. Eventos del cultivo: la base de datos CREA

Los datos fueron trabajados por técnicos (CREA, CIAT e INTA) a fin de realizar el diagnóstico, limpieza, estandarización de variables y recuperación de faltantes junto con las coordenadas de los establecimientos. Se obtuvo una base de datos de 4035 registros de 13 empresas con información de las campañas 05/06 a 13/14. La ubicación de los establecimientos y la cantidad aproximada de registros disponibles para cada uno se muestran en la figura 2. A cada uno de los eventos se le asignó la zona correspondiente.

Se llevó a cabo un análisis exploratorio

de datos y se seleccionaron las variables de entrada (Tabla 1). Aquellos registros donde faltaba demasiada información no se tuvieron en cuenta para estos análisis.

b. Eventos del cultivo: Categorización de variables

Se categorizaron algunas variables por su interés en la caracterización de zonas (Tabla 2).

c. Eventos del cultivo: relacionamiento con datos de suelo

La base de datos CREA proporcionó las coordenadas de cada sitio de producción. Con ellas se relacionó cada uno de los eventos del cultivo con las principales propiedades del suelo, utilizando los mapas en escala de 1:500.000 generados por el INTA (<http://www.geointa.inta.gob.ar/>). La lista resultante de predictores de suelo se muestra en la tabla 3.

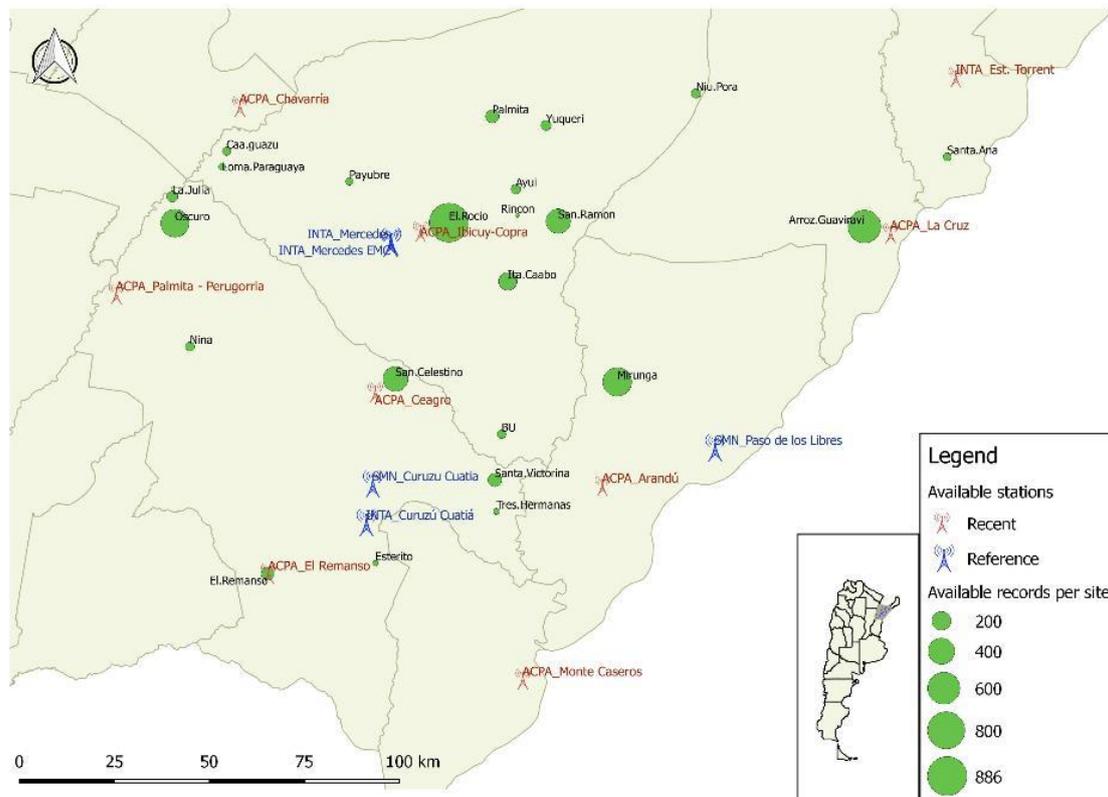


Figura 2. Mapa del área de estudio. La ubicación de la Provincia de Corrientes se indica en el mapa del recuadro. La cantidad de registros disponibles para cada empresa se representa por el tamaño de los puntos verdes.

Tabla 1. Variables incluidas en el análisis, definición de la misma, tipo y unidad.

Variable	Definición	Tipo	Unidad
Siembra.Emergencia_Dias	Duración entre la siembra y la emergencia	Número	Días
fer_bs_1_N	Cantidad de N aportado en la primera fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_1_P	Cantidad de P aportado en la primera fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_1_K	Cantidad de K aportado en la primera fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_2_N	Cantidad de N aportado en la segunda fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_2_P	Cantidad de P aportado en la segunda fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_2_K	Cantidad de K aportado en la segunda fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_3_N	Cantidad de N aportado en la tercera fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_3_P	Cantidad de P aportado en la tercera fertilización de base	Número	kg.ha-1
fer_bs_3_K	Cantidad de K aportado en la tercera fertilización de base	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_preriego_Cant_N_kg.ha	Cantidad de N aportado en la fertilización de pre-riego	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_preriego_Cant_K_kg.ha	Cantidad de P aportado en la fertilización de pre-riego	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_macollaje_Cant_N_kg.ha	Cantidad de K aportado en la fertilización de pre-riego	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_macollaje_Cant_K_kg.ha	Cantidad de K aportado en la fertilización de macollaje	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_DPF_Cant_N_kg.ha	Cantidad de N aportado en la fertilización de diferenciación del primordio floral	Número	kg.ha-1
Fert_Cober_DPF_Cant_K_kg.ha	Cantidad de N aportado en la fertilización de diferenciación del primordio floral	Número	kg.ha-1
Emerg.Floracion_Dias	Días de emergencia hasta floración	Número	Días
Ciclo_Emerg.Cosecha_Dias	Días desde emergencia hasta cosecha	Número	Días
Periodo_Emergencia_Mes	Mes de la emergencia	Catógórica	Ninguna
Periodo_Floracion_Mes	Mes de floración	Catógórica	Ninguna
Cultivo_Antecesor	Cultivo antecesor en la rotación	Catógórica	Ninguna
Tipo_material	Tipo de cultivar	Catógórica	Ninguna
variedad	Cultivar	Catógórica	Ninguna

Tabla 2. Variables categorizadas, división de categorías.

Variable categorizada	División	
Gran grupo FECHA DE SIEMBRA	Cat. A: Siembra antes del 15 de Oct.	
	Cat. B: Siembra después de 15 de Oct.	
Grupo FECHA DE SIEMBRA	Cat. 1: Siembra antes del 15 de Sept.	
	Cat. 2: Siembra entre el 15 Sept – 30 Sept.	
	Cat. 3: Siembra entre el 01 Oct. – 15 Oct.	
	Cat. 4: Siembra entre el 15 Oct. – 31 Oct.	
	Cat. 5: Siembra después del 01 de Nov.	
Grupo DURACIÓN DEL CICLO	Cat. 1: < 120 días	
	Cat. 2: 120 -< 135 días	
	Car. 3: 135 - <150 días	
	Cat. 4: >= 150 días	
Grupo FECHA DE FLORACIÓN	Cat. 1: Floración antes del 31 de Dic.	
	Cat. 2: Floración entre el 01 de Ene. - 31 Ene.	
	Cat. 3: Floración entre el 01 de Feb. - 28 Feb.	
	Cat. 4: Floración después del 01 de Mar.	
Grupo MES DE COSECHA	Cat. 1: Enero	
	Cat. 2: Febrero	
	Cat. 3: Marzo	
	Car. 4: Abril	
	Car. 5: Mayo	
	Cat. 6: Junio	
Grupo CANTIDAD DE NITRÓGENO TOTAL	Cat. 1: <= 50 kg N/ha	
	Cat. 2: >50 - <75 kg N/ha	
	Cat. 3: >75 - <100 kg N/ha	
	Cat. 4: >100 - <125 kg N/ha	
	Cat. 5: >125 - <150 kg N/ha	
	Cat. 6: >= 150 kg N/ha	
Grupo CANTIDAD DE POTASIO TOTAL	Cat. 1: <= 50 kg K/ha	
	Cat. 2: >50 - <75 kg K/ha	
	Cat. 3: >75 - <100 kg K/ha	
	Cat. 4: >= 100 kg K/ha	
Grupo CANTIDAD DE FÓSFORO TOTAL	Cat. 1: <= 20 kg P/ha	
	Cat. 2: >20 - <25 kg P/ha	
	Cat. 3: >25 - <30 kg P/ha	
	Cat. 4: >= 30 kg P/ha	
Grupo ANTECESOR EN LA ROTACIÓN	Pasturas	Pasturas, RGA1, RGA2
	Camp.Nat	Campo.Natural
	Descanso	Desc1; Desc2; Desc3; Des c4o_mas
	Cult.Ver	Agricultura, Maíz, Soja, Sorgo
	Cult.Inv	Avena, Trigo
	Monocult<=2	Arroz1; Arroz2
	Monocult>2	Arroz3; Arroz4o_mas

Tabla 3. Lista de predictores de suelo por cada sitio.

Variable	Definición	Tipo	Unidad
Suelo.Principal	Nombre del tipo de suelo principal	Categórica	---
SP_DRENAJE	Capacidad de drenaje	Categórica	---
SP_PENDIENTE	Pendiente	Categórica	---
SP_CAPAC.USO	Capacidad de uso de suelo	Categórica	---
SP_LIM1	Principal factor limitante	Categórica	---
SP_PROF.EFEC	Profundidad efectiva	Continua	cm
SP_I.P.	Índice de productividad	Continua	---

Caracterización de zonas

Se utilizaron técnicas de análisis exploratorio de datos para caracterizar las zonas en cuanto a las variables más relevantes utilizando tablas y gráficos dinámicos de Excel y el software InfoGen/P versión 2016¹. Solo se utilizaron registros de lotes sembrados con variedades o híbridos del tipo Largo fino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados incluyen a las variables más relevantes que surgen del análisis exploratorio de los datos disponibles (campañas 05/06 al 13/14).

I. Caracterización por los efectos de las condiciones atmosféricas sobre los rendimientos zonales

Rendimiento (kg/ha) por campaña según zona arroceras INTA

Cuando se analizaron los rendimientos por cada una de las campañas agrupadas por zona arroceras (Figura 3) se observa que, en términos generales, la zona Sur obtuvo rendimientos cercanos y mayores a los 8.000 kg/ha, superando a las otras zonas que presentaron rindes menores (Centro Sur > Malezal del Este > Río Corrientes). Por otro lado, de las zonas MyA Miriñay y T. Uruguay se tienen pocos datos que respalden los resultados obtenidos.

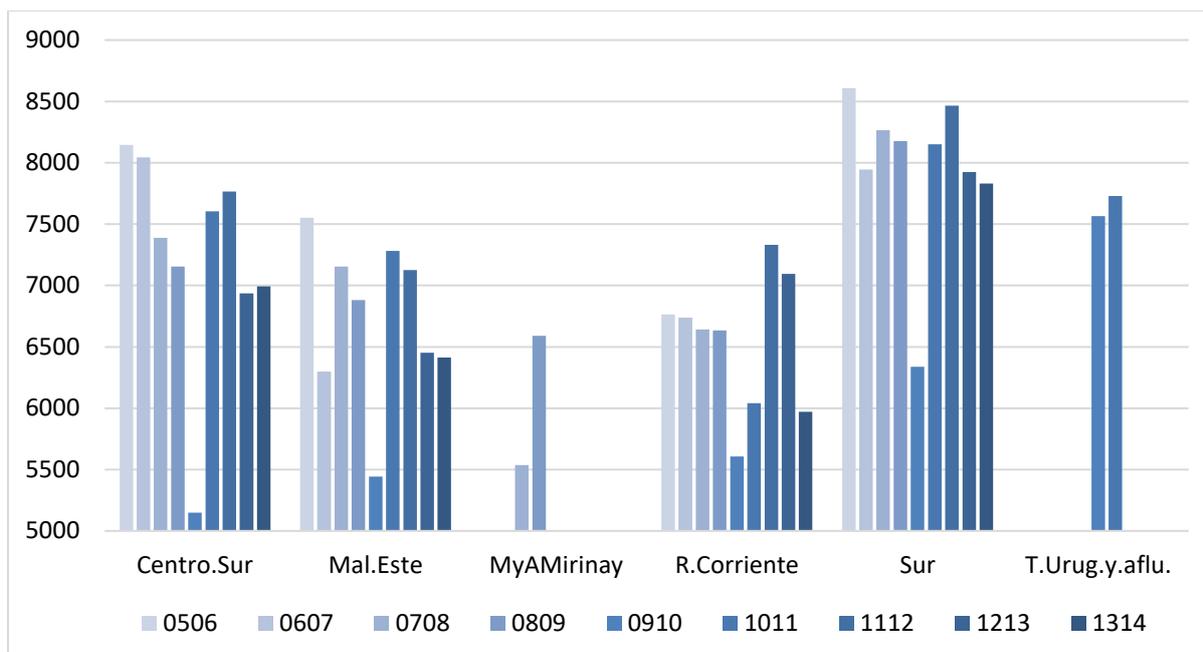
Es relevante observar que la campaña 09/10 presenta los menores rindes en todas las zonas.

Rendimiento (kg/ha) por zona arroceras INTA según campaña

En virtud de lo afirmado anteriormente, en la figura 4 se confirma que en la campaña 09/10 se produjeron los menores rindes en todas las zonas arroceras. De todos los rindes zonales, en la zona del R. Corriente se observa una menor recuperación en cuanto al rendimiento en la próxima campaña.

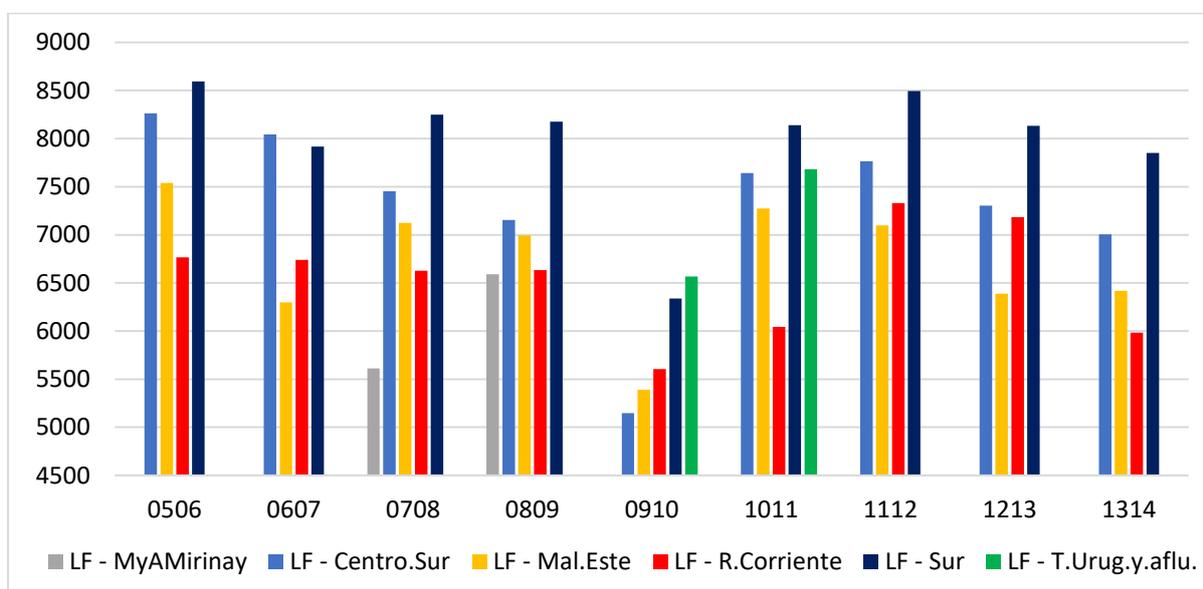
Debido a la relación que existe entre los cultivos y el clima, se analiza la ocurrencia del fenómeno Niño y Niña a lo largo del período estudiado (Figura 5). Se observa en la mencionada figura que para la campaña 09/10 se presentó la anomalía del fenómeno Niño en forma muy intensa, lo que podría explicar en parte la disminución de los rindes en dicha campaña.

¹ Balzarini M.G., Di Rienzo J.A. InfoGen versión 2016. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar>.



Zona	Centro.Sur	Mal.Este	MyAMirinay	R.Corriente	Sur	T.Urug.y.aflu.	Total general
Rdto X	7294,7	6771,7	6035,8	6617,1	8044,1	7658,8	7292,5
N° Lotes	854	1134	38	599	1375	21	4021

Figura 3. Rendimiento (kg/ha) por campaña por zona arrocería INTA.



Campaña	0506	0607	0708	0809	0910	1011	1112	1213	1314	Total general
Rdto X	7921,4	7287,6	7390	7107,5	5675,8	7568,5	7783	7372,8	7148,2	7250,2
N° Lotes	427	347	569	473	256	442	447	441	438	3840

Figura 4. Rendimiento (kg/ha) por zona arrocería INTA por campaña.

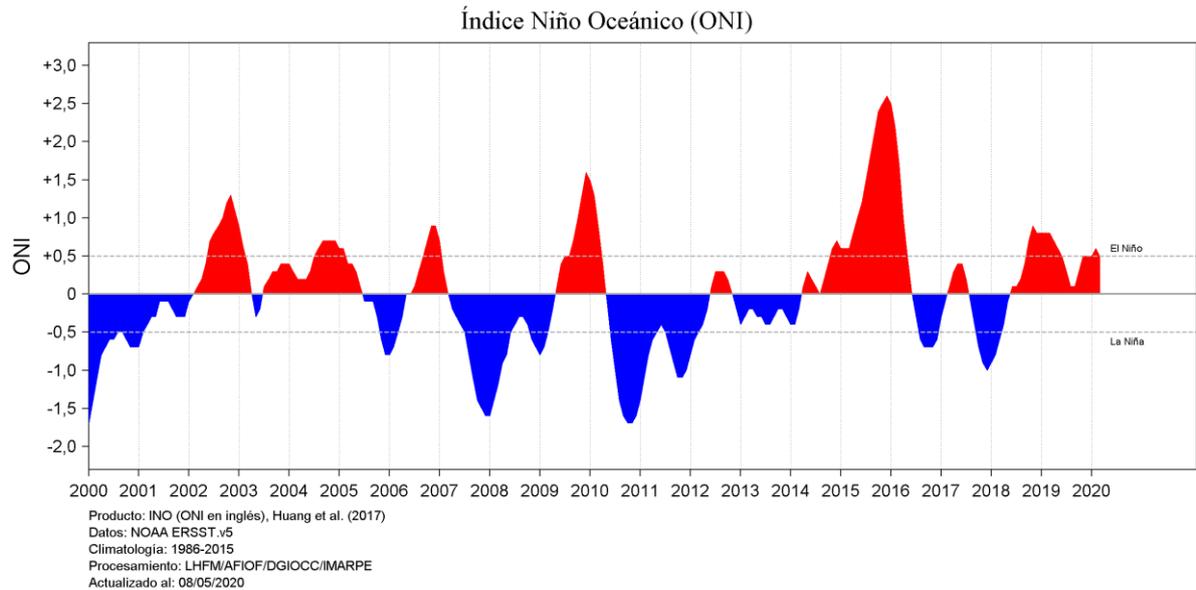


Figura 5. Serie de Tiempo del Índice Niño Oceánico (ONI en inglés) para los últimos 20 años de acuerdo a Huang et al. (2017). Los periodos cálidos (en color rojo) o fríos (en color azul) que sobrepasan el umbral de $+0.5^{\circ}\text{C}$ o -0.5°C indican la ocurrencia de El Niño o La Niña, respectivamente. Los datos están disponibles en http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensotuff/ONI_v5.php. Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE. Periodos niño y niña de los últimos 10 años. Fuente: JAXA EORC.

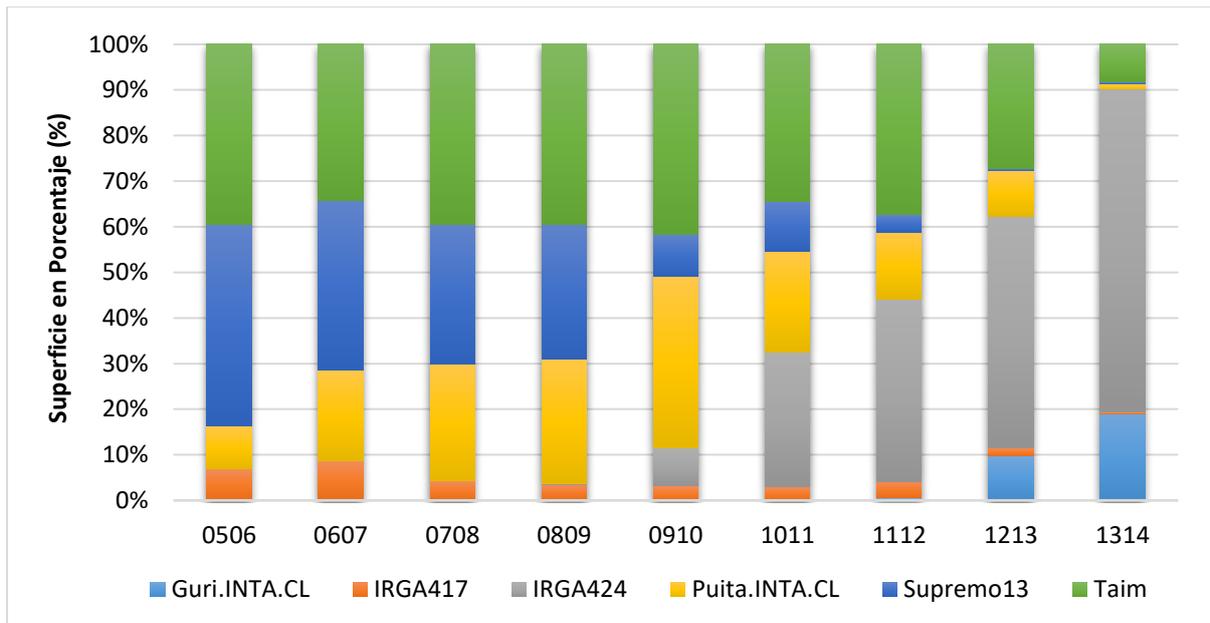
II. Caracterización por el efecto de las variedades sobre los rendimientos zonales

Se analiza la influencia de la variedad en relación con el rendimiento en las distintas zonas.

Principales variedades sembradas por campaña

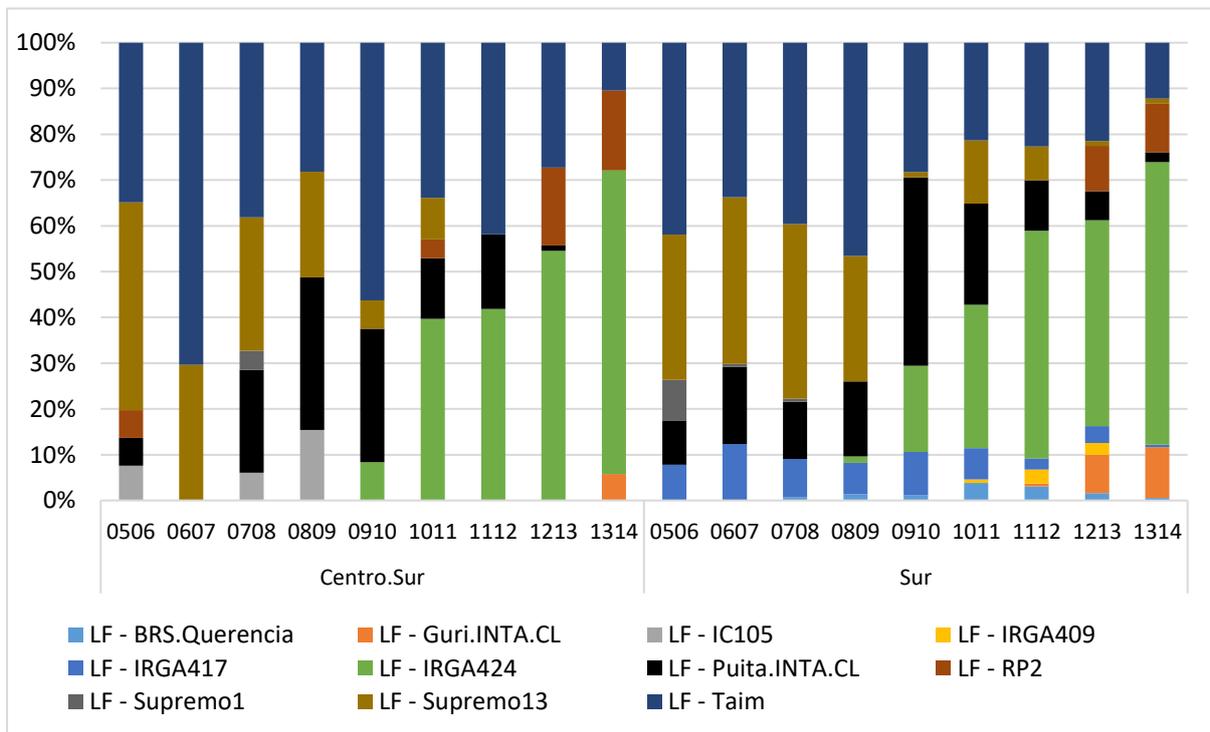
En la figura 6 se observan los porcentajes de participación de las principales variedades en la superficie sembrada analizada. Con el avance de las campañas se verifica una disminución de la superficie sembrada con Supremo 13 y Puita INTA CL y un incremento del área ocupada por IRGA 424.

La figura 7 presenta los porcentajes de participación de las principales variedades por campaña para las zonas Sur y Centro sur (principales zonas arroceras INTA). Se evidencia que la variación de la superficie sembrada de cada material es similar en comportamiento de todas las zonas en conjunto.



Campaña	0506	0607	0708	0809	0910	1011	1112	1213	1314	Total general
N° Lotes	362	336	555	426	250	426	405	361	378	3499

Figura 6. Principales variedades sembradas en el periodo 05/06 – 13/14.



Campaña	0506	0607	0708	0809	0910	1011	1112	1213	1314	Total general
Cen-tro.Sur	66	27	165	117	48	121	86	88	86	804
Sur	167	154	144	73	85	131	163	191	180	1288

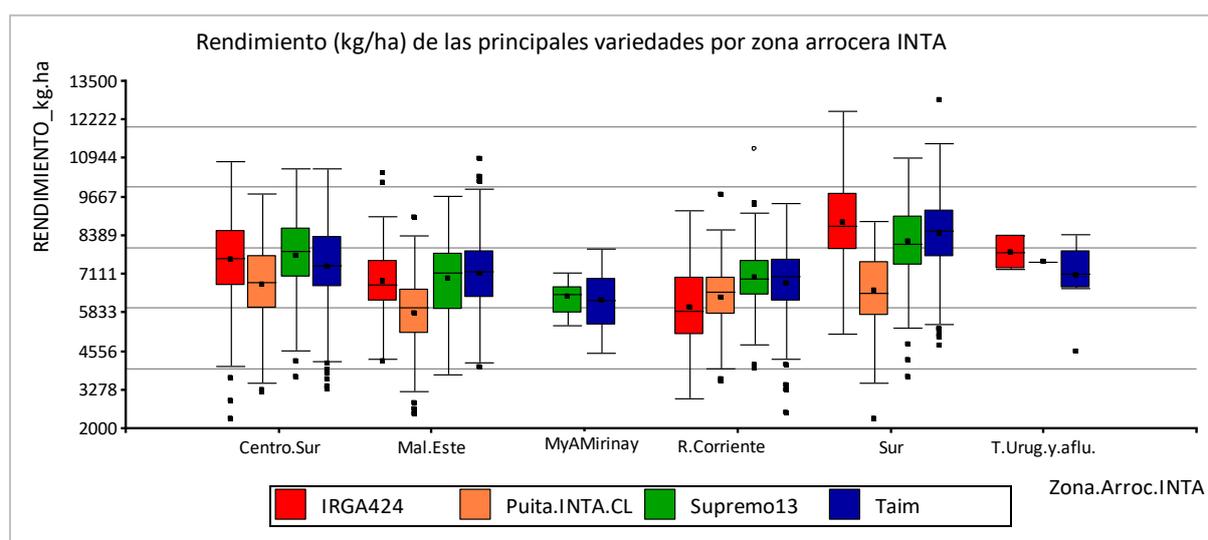
Figura 7. Porcentaje de participación de las principales variedades por campaña en las dos principales zonas arroceras INTA.

En la figura 8 se muestran los rendimientos de las 4 principales variedades sembradas, discriminados por zona arrocera INTA. La gráfica Boxplot muestra dentro de cada caja el rango intercuartil (Q3-Q1), el cual concentra el 50% de los datos; el punto en la caja es el promedio y los bigotes representan los rangos del 25% de datos de la parte inferior y el 25% de la parte superior. Interpretando el gráfico es posible apreciar la dispersión de los datos en torno al promedio para cada una de las zonas y variedades sembradas.

El análisis de los rendimientos medios permite inferir que: 1) los rendimientos más altos ocurren en la zona Sur; en orden decreciente por rinde las zonas se ordenan: Centro Sur - Malezal Este y Río Corriente. 2) la variedad Puita INTA CL es generalmente la de menor desempeño en todos los ambientes donde figura (excepto R. Corriente donde es similar con IRGA 424). 3) En todas las zonas (excepto T.Urug.y.aflu. que no hay registros y Mal.Este que presenta escasos datos) Supremo 13 y Taim se muestran parecidas al considerar su rinde. 4) IRGA 424 muestra su potencial en

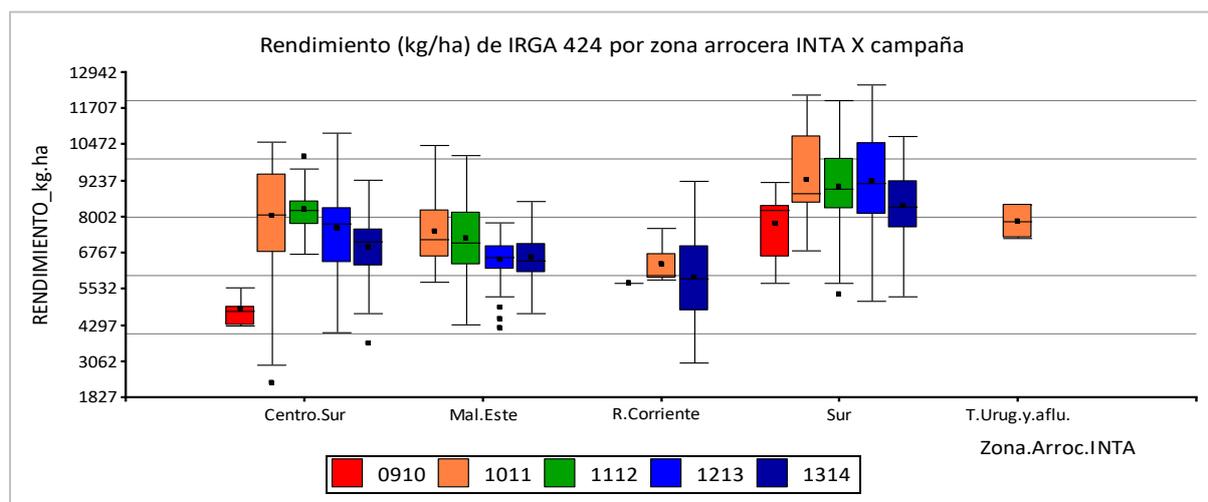
la zona Sur, y en las otras tiene un comportamiento similar a Taim y Supremo 13.

El comportamiento por zona y por campaña de IRGA 424 se presenta en la figura 9. Se verifica que en la campaña 09/10 (Niño) los rendimientos de esta variedad fueron también afectados.



Zona	Centro.Sur	Mal.Este	MyAMirinay	R.Corriente	Sur	T.Urug.y.aflu.	Total general
N° Lotes	759	841	32	546	1128	14	3320

Figura 8. Rendimiento (kg/ha) de las 4 principales variedades sembradas por zona arrocera INTA



Campaña		0910	1011	1112	1213	1314	Total general
Centro.Sur	Rdto X	4847,9	8045,3	8248,8	7630,3	6945,6	7589,0
	N° Lotes	4	48	36	48	57	193
Mal.Este	Rdto X		7505,5	7254,5	6526,9	6629,8	6873,8
	N° Lotes		28	45	49	73	195
R.Coriente	Rdto X	5740,5	6380,7			5936,5	6019,8
	N° Lotes	1	7			27	35
Sur	Rdto X	7752,8	9265,1	9045,1	9205,6	8385,5	8837,3
	N° Lotes	16	41	81	86	111	336
T.Urug.y.afllu.	Rdto X		7839,2				7839,2
	N° Lotes		2				2

Figura 9. Rendimiento (kg/ha) de la variedad IRGA 424 sembradas por zona arrocerá INTA.

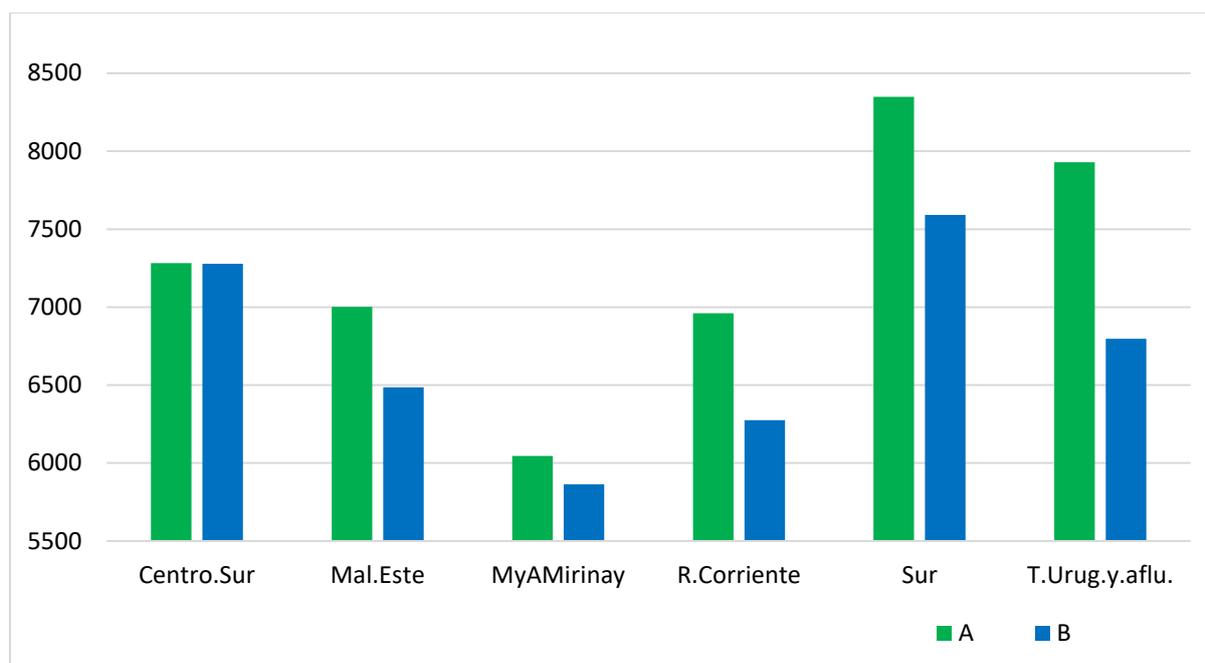
III. Caracterización por fechas de siembra, floración y cosecha y por la duración del ciclo

En este apartado se presentan los análisis de variables relacionadas a la ecofisiología del cultivo y sus efectos sobre el rendimiento.

Gran grupo fecha de siembra

Cuando se analizan los rendimientos por zona arrocerá, discriminando la fecha de siembra (antes o después del 15 de octubre), se observa que, en las zonas Sur, Malezal del Este, Río Corriente y Terrazas del Uruguay, se presenta un mayor rendimiento cuando la fecha de siembra se produce antes del 15 de octubre; a diferencia

en el Centro Sur se logran rindes similares (Figura 10).

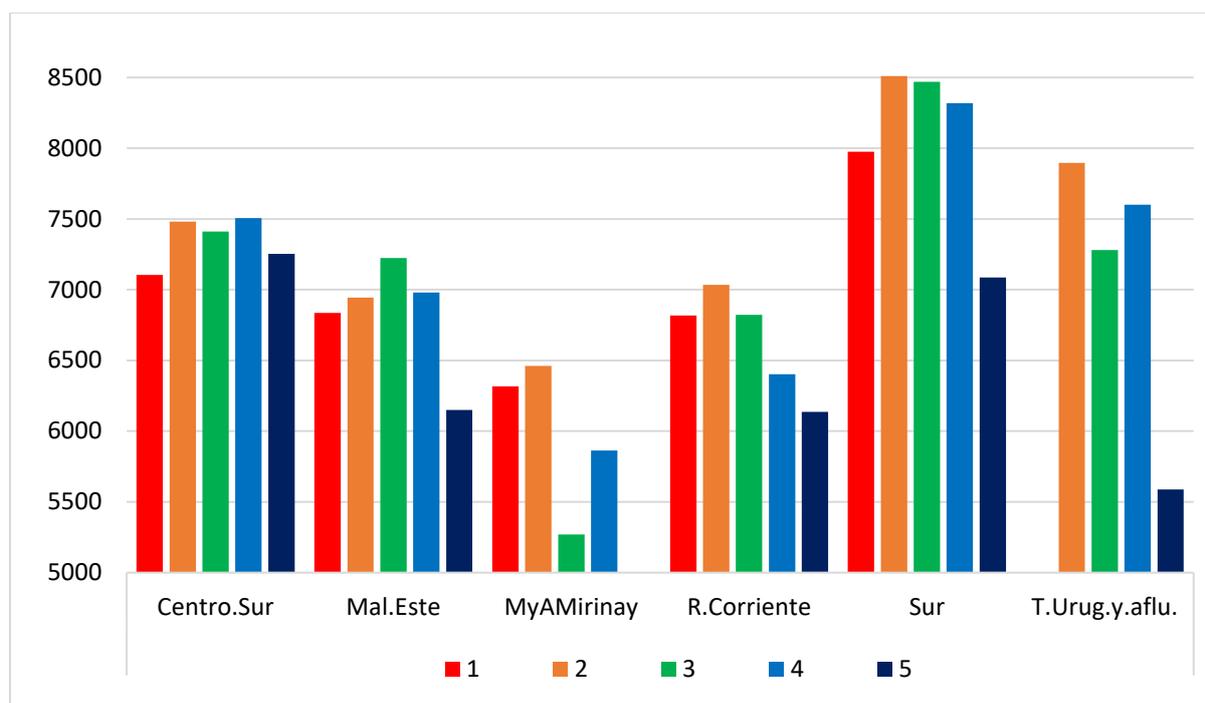


Gran grupo fecha de siembra	Centro.Sur	Mal.Este	MyAMirinay	R.Corriente	Sur	T.Urug.y.aflu.	Total general
A							
Rdto X	7283,3	7001,0	6045,4	6960,3	8348,9	7928,2	7529,4
N° Lotes	474	632	36	315	826	16	2299
B							
Rdto X	7277,7	6486,5	5863,7	6274,3	7590,6	6796,5	6986,6
N° Lotes	362	501	2	248	538	5	1656

Figura 10. Rendimiento (kg/ha) por *gran grupo de fecha de siembra* según zona arrocerá INTA. Cat. A: Siembra antes del 15 de octubre.; Cat. B: Siembra después del 15 de octubre.

Grupo fecha de siembra

En el caso de que la fecha de siembra se discrimine considerando las quincenas de septiembre, de octubre y siembras de noviembre en adelante, en la figura 11 se observa que para todas las zonas la segunda quincena de septiembre y octubre se presentan como la fecha óptima, exceptuando R. Corriente que aparece como fecha óptima siembras de septiembre y primera quincena de octubre.



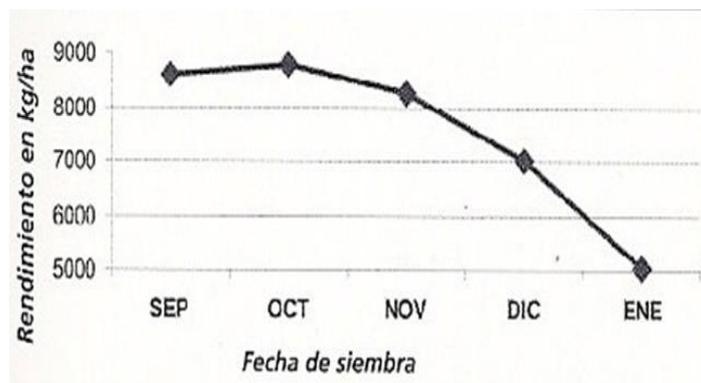
Categoría		1	2	3	4	5	Total general
Centro.Sur	Rdto X	7103,6	7481,5	7410,4	7505,7	7253,9	7351,5
	N° Lotes	139	169	146	152	200	806
Mal.Este	Rdto X	6835,7	6945,1	7223,8	6980,9	6149,9	6763,4
	N° Lotes	141	292	185	164	300	1082
MyAMirinay	Rdto X	6317,7	6461,5	5268,8	5863,7		6088,5
	N° Lotes	13	13	9	2		37
R.Corriente	Rdto X	6816,9	7033,3	6821,2	6402,7	6136,6	6651,2
	N° Lotes	29	199	86	119	128	561
Sur	Rdto X	7975,1	8511,1	8469,6	8317,4	7085,7	8078,4
	N° Lotes	225	408	184	233	283	1333
T.Urug.y.afllu.	Rdto X		7897,4	7280,4	7601,5	5589,0	7283,9
	N° Lotes		4	5	3	2	14

Figura 11. Rendimiento (kg/ha) por fecha de siembra según zona arrocera INTA. Cat. 1: Siembra antes del 15 de septiembre; Cat. 2: Siembra entre el 15 y 30 de septiembre; Cat. 3: Siembra entre el 01 y 15 de octubre; Cat. 4: Siembra entre el 15 y 31 de octubre; Cat. 5: Siembra después del 01 de noviembre.

Estos resultados son similares a los logrados por los investigadores del Proyecto Arroz – INTA Corrientes (Marin et. al., 2003), quienes determinaron con datos de 5 campañas, 4-5 épocas de siembra (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero) y 11 variedades (Taim, Agrisul, Ciprés, CT 6919-INTA, IR 1529-INTA, Paso-144, Epagri106, Epagri-108, IRGA-417, RP2 y Supremo-1), con cuatro repeticiones,

que hay una pérdida de rendimiento de 40 kg de arroz por día de atraso en la emergencia a partir del 15 de octubre (Figura 12 A); asimismo la información se condice con los datos del Proyecto 10+ del IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz – Brasil, 2004) que, para el estado de Rio Grande del Sur, señalan el decaimiento de los rindes en siembras posteriores al 15 de octubre (Figura 12 B).

A



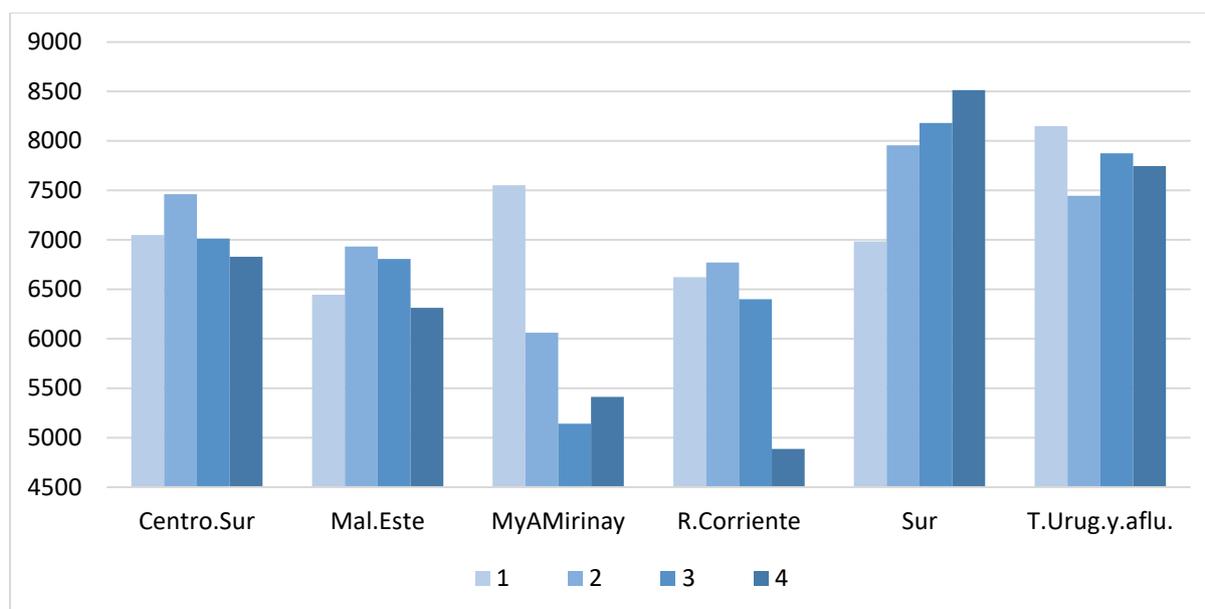
B



Figura 12. Pérdida de rendimiento por fecha de siembra: a) Marin et. al. 2003 (INTA Corrientes, 3ra Conferencia Internacional de arroz de Clima Templado, INIA, marzo 2003); b) Proyecto 10+ del IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz - Brasil) - <http://oryzasoy.com/publicacoes/>.

Grupo duración del ciclo

El análisis de la duración del ciclo en relación con el rendimiento en las distintas zonas presenta los siguientes resultados: En la zona Sur claramente ciclos largos producen mayores rendimientos; para las zonas Centro Sur, Malezales del Este y Río Corriente los mejores rindes se dan con ciclos de 120 a 135 días. MyAMirinay y T.Urug.y.aflu. presentan muy pocos registros (Figura 13).



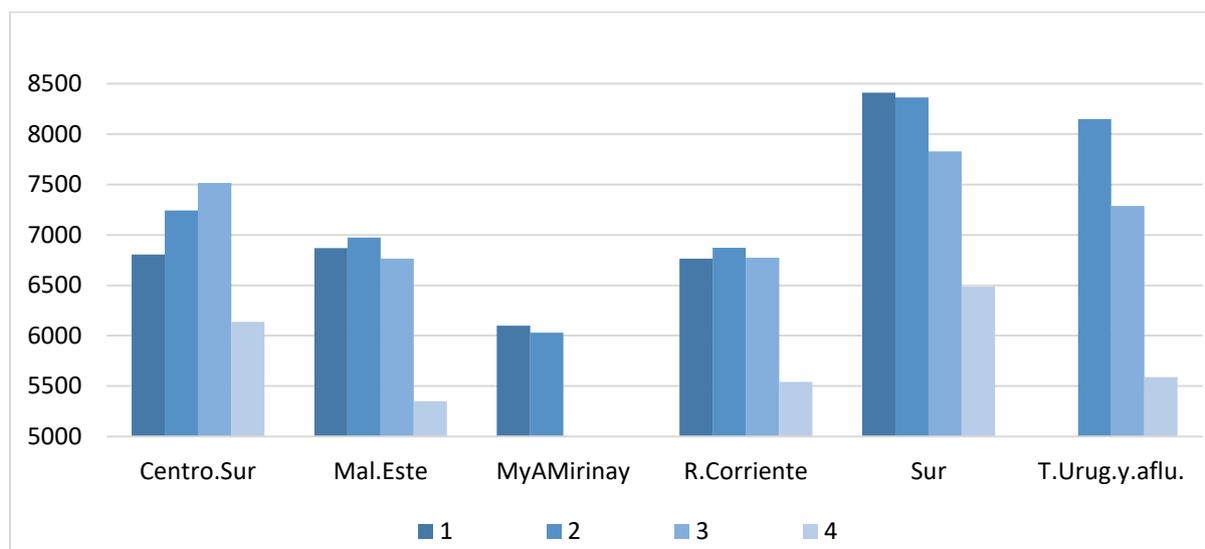
Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
Centro.Sur	Rdto X	7050,5	7462,5	7014,4	6830,5
	N° Lotes	141	439	209	28
Mal.Este	Rdto X	6444,1	6933,9	6807,9	6314,0
	N° Lotes	176	589	257	66
MyAMirinay	Rdto X	7551,3	6062,1	5142,8	5413,3
	N° Lotes	1	34	2	1
R.Corriente	Rdto X	6622,6	6771,4	6400,8	4888,2
	N° Lotes	217	256	67	9
Sur	Rdto X	6985,9	7957,6	8183,4	8515,3
	N° Lotes	102	529	503	149
T.Urug.y.afllu.	Rdto X	8151,2	7445,8	7874,5	7744,7
	N° Lotes	1	10	6	4

Figura 13. Rendimiento (kg/ha) según *grupo duración del ciclo* por zona arrocera INTA. Cat. 1: <120 días; Cat. 2: $120 \geq x < 135$ días; Cat. 3: $135 \geq x < 150$ días; Cat. 4: ≥ 150 días.

Grupo fecha de floración

En cuanto a la fecha de floración y su relación con el rendimiento, según las distintas zonas, se observa que en la zona Sur las floraciones anteriores al 31 de enero obtienen los mejores rendimientos. En el Centro Sur la floración en febrero es la de mejor rinde mientras que en las zonas Malezal del Este y Río Corriente no se presentan mayores diferencias de rendimiento cuando las floraciones son entre diciembre a febrero. Sin embargo, floraciones poste-

riores al primero de marzo tienen un marcado descenso de rendimiento en todas las zonas analizadas. Para las zonas MyAMirinay y T.Urug.y.afllu. se tienen muy pocos registros (Figura 14).

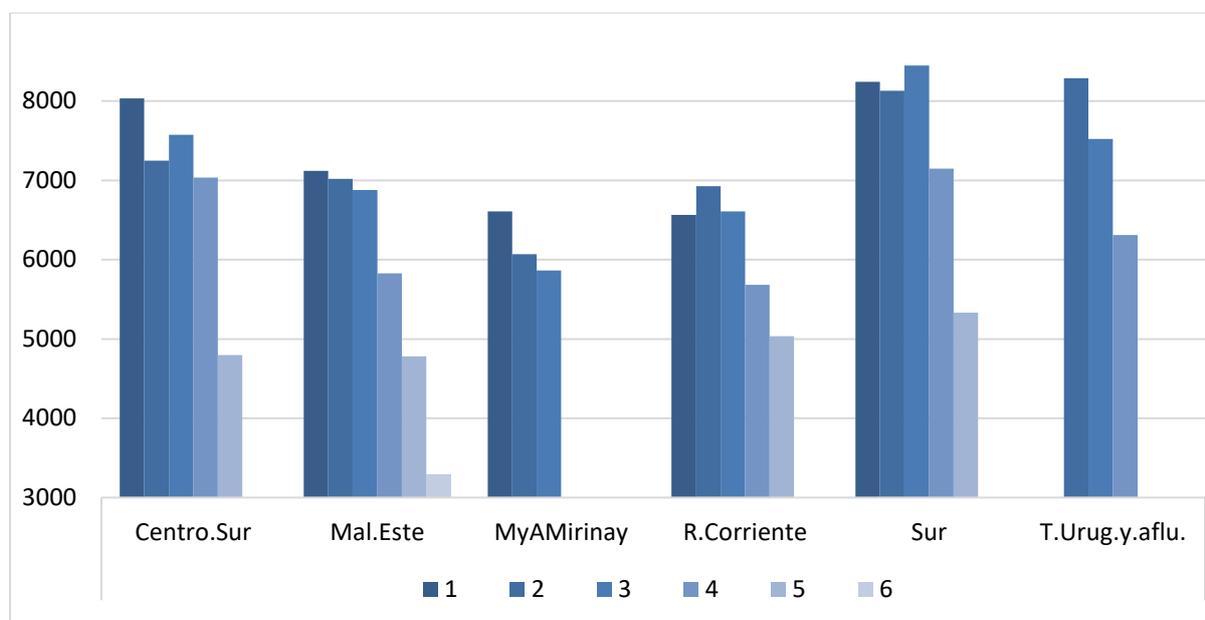


Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
Centro.Sur	Rdto X	6806,5	7243,7	7514,0	6137,8
	N° Lotes	36	458	238	50
Mal.Este	Rdto X	6867,7	6974,0	6765,3	5350,6
	N° Lotes	72	627	322	87
MyAMirinay	Rdto X	6100,0	6030,3	-	-
	N° Lotes	3	35	-	-
R.Corriente	Rdto X	6763,9	6873,1	6772,7	5543,1
	N° Lotes	20	346	113	68
Sur	Rdto X	8411,5	8364,1	7829,7	6484,5
	N° Lotes	47	750	383	93
T.Urug.y.aflu.	Rdto X	-	8148,0	7288,8	5589,0
	N° Lotes	-	13	6	2

Figura 14. Rendimiento (kg/ha) según *grupo fecha de floración* por zona arrocera INTA. Cat. 1: Floración antes del 31 de diciembre; Cat. 2: Floración entre el 01 de y el 31 de enero; Cat. 3: Floración entre el 01 y el 28/29 de febrero; Cat. 4: Floración después del 01 de marzo.

Grupo mes de cosecha

En lo que respecta al mes de cosecha en relación al rendimiento discriminado por zona (Figura 15), se verifica en todas las zonas -con los particulares niveles de rendimiento de cada una- que los mejores meses de cosecha son enero, febrero y marzo; a partir de abril, en mayor o menor medida, se produce un descenso del rendimiento.



Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4	Cat.5	Cat.6
Centro.Sur	Rdto X	8032,8	7248,8	7574,3	7036,0	4798,9	
	N° Lotes	8	342	311	119	8	
Mal.Este	Rdto X	7117,4	7017,7	6879,0	5827,7	4780,6	3296,5
	N° Lotes	21	398	468	144	5	1
MyAMirinay	Rdto X	6609,2	6070,6	5863,7			
	N° Lotes	2	33	2			
R.Corriente	Rdto X	6562,8	6927,3	6608,3	5682,4	5033,1	
	N° Lotes	7	310	165	56	15	
Sur	Rdto X	8242,2	8128,6	8446,3	7146,5	5334,1	
	N° Lotes	6	433	580	214	21	
T.Urug.y.aflu.	Rdto X		8286,8	7520,7	6308,8		
	N° Lotes		2	8	4		

Figura 15. Rendimiento (kg/ha) según *grupo mes de cosecha* por zona arrocera INTA. Cat. 1: enero; Cat. 2: febrero; Cat. 3: marzo; Car. 4: abril; Cat. 5: mayo; Cat. 6: junio.

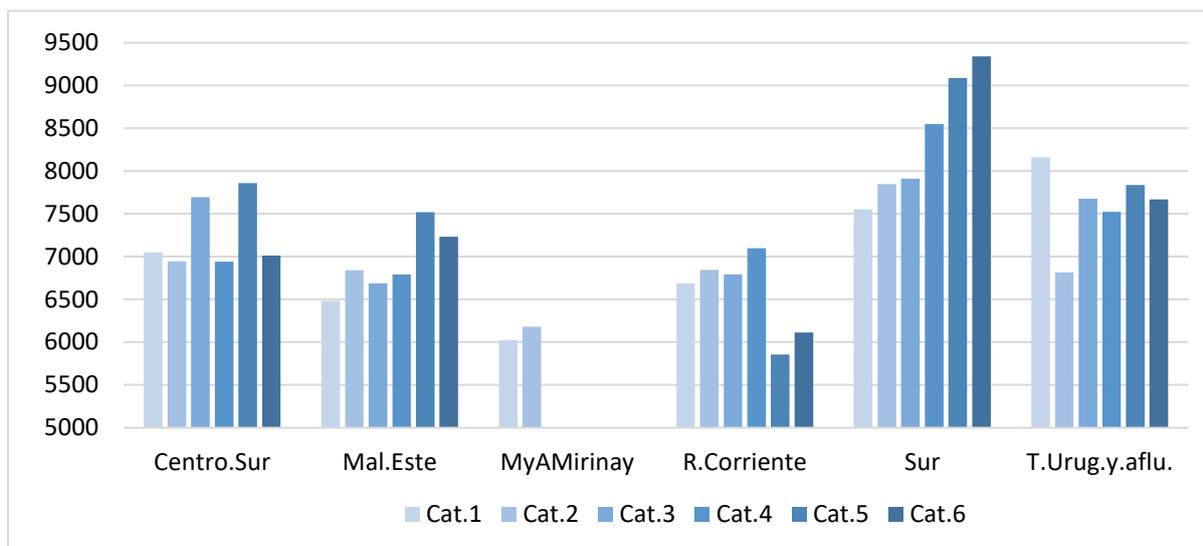
IV. Caracterización por algunas variables de manejo sobre los rendimientos zonales

Se analizan los aportes de los macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio y también el efecto de los antecesores en relación con el rendimiento en las distintas zonas.

Grupo cantidad de nitrógeno total

En la figura 16 se presenta el análisis de las dosis de Nitrógeno (N) y su relación con el rendimiento en las distintas zonas. Se

observa que la zona Sur el rendimiento aumenta en la medida que incrementa la dosis de N; lo mismo ocurre en los Malezales del Este pero con un efecto menos marcado. En el Centro Sur se verifica que con más de 75 kg N/ha hay un aumento en los rendimientos, pero después de eso se presenta resultados con comportamientos irregulares (menor cantidad de registros). En cuanto al Río Corriente, hay leves incrementos en los rindes hasta la categoría 4 a partir de la cual se tienen escasos registros.



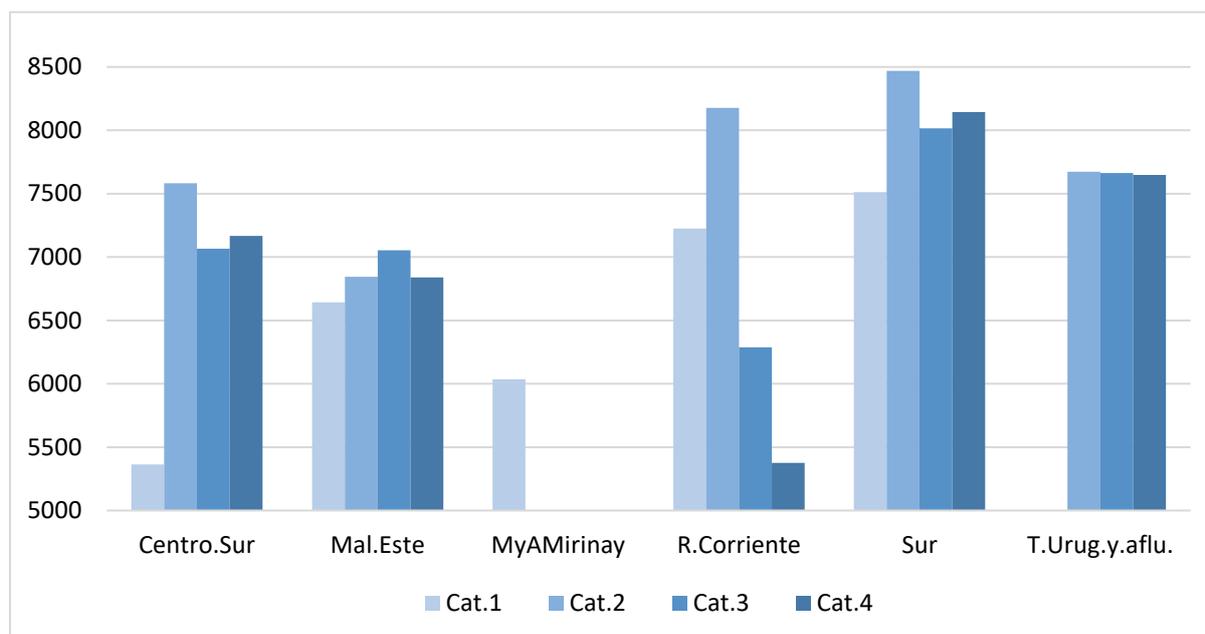
Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4	Cat.5	Cat.6
Centro.Sur	Rdto X	7048,5	6946,2	7694,2	6941,0	7861,0	7012,2
	N° Lotes	289	145	295	28	14	39
Mal.Este	Rdto X	6483,1	6842,9	6689,4	6793,1	7520,4	7231,9
	N° Lotes	111	315	401	241	31	31
MyAMirinay	Rdto X	6023,4	6180,8				
	N° Lotes	35	3				
R.Corriente	Rdto X	6688,7	6845,2	6793,3	7099,6	5855,0	6112,9
	N° Lotes	281	114	112	9	9	15
Sur	Rdto X	7552,1	7848,4	7913,0	8551,0	9088,9	9341,5
	N° Lotes	231	487	285	168	57	46
T.Urug.y.afllu.	Rdto X	8163,9	6814,8	7677,4	7524,1	7836,3	7670,3
	N° Lotes	5	4	4	1	5	2

Figura 16. Rendimiento (kg/ha) según *grupo cantidad de nitrógeno (N) total* por zona arrocería INTA. Cat. 1: ≤ 50 kg N/ha; Cat. 2: $50 > x < 75$ kg N/ha; Cat. 3: $75 \geq x < 100$ kg N/ha; Cat. 4: $100 \geq x < 125$ kg N/ha; Cat. 5: $125 \geq x < 150$ kg N/ha; Cat. 6: ≥ 150 kg N/ha.

Grupo cantidad de fósforo total

Respecto al Fósforo y las dosis aplicadas en las diferentes zonas (Figura 17): En la zona Sur la dosis entre 20 y 25 kg/ha (Categoría 2) es la que registra el mayor rinde; menos de 20 kg/ha presenta una abrupta caída de casi una tonelada. En el Centro Sur se presenta igual situación siendo esta misma categoría la de máximo rendimiento, aunque, en este caso, dosis inferiores a 20 kg/ha producen una caída de un

poco más de dos toneladas de rinde. En los Malezales del Este la mejor dosis es la de la categoría 3 ($25 > x < 30$ kg P/ha). MyAMirinay y T.Urug.y.afllu. presentan escasos registros.



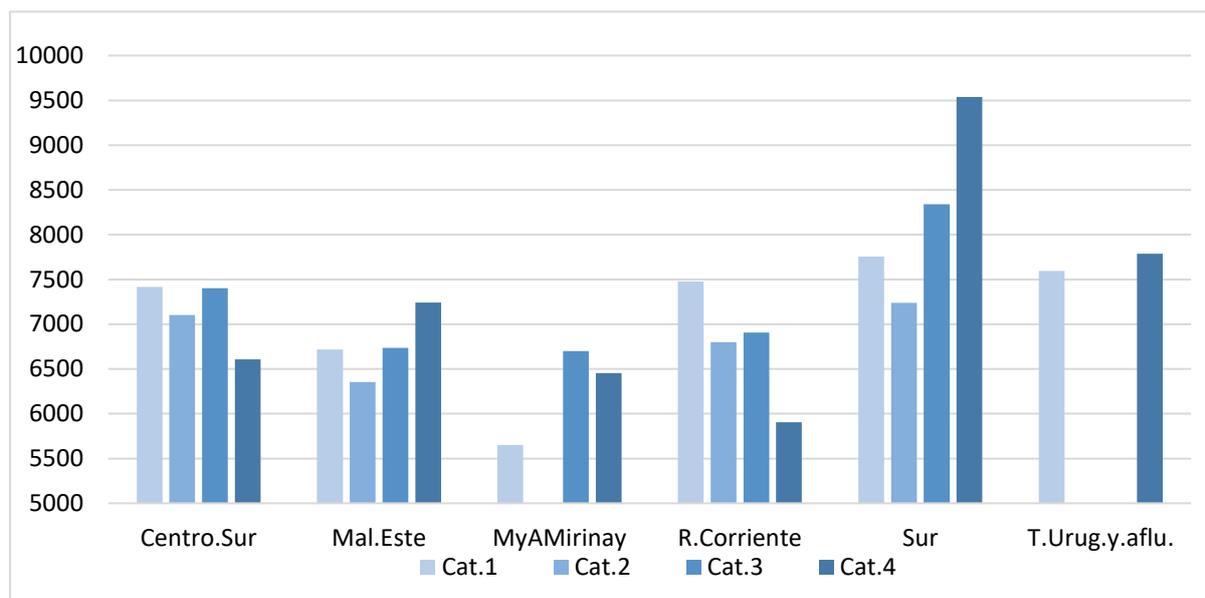
Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
Centro.Sur	Rdto X	5363,7	7581,9	7066,7	7167,4
	N° Lotes	53	494	227	36
Mal.Este	Rdto X	6642,3	6843,8	7054,7	6838,9
	N° Lotes	494	455	48	123
MyAMirinay	Rdto X	6035,8	-	-	-
	N° Lotes	38	-	-	-
R.Corriente	Rdto X	7224,0	8175,9	6288,0	5376,8
	N° Lotes	25	22	31	4
Sur	Rdto X	7512,2	8469,4	8015,7	8143,5
	N° Lotes	487	382	199	184
T.Urug.y.aflu.	Rdto X	-	7674,0	7663,4	7647,3
	N° Lotes	-	3	10	8

Figura 17. Rendimiento (kg/ha) según *grupo cantidad de fósforo (P) total* por zona arrocera INTA. Cat. 1: ≤ 20 kg P/ha; Cat. 2: $20 > x < 25$ kg P/ha; Cat. 3: $25 > x < 30$ kg P/ha; Cat. 4: ≥ 30 kg P/ha.

Grupo cantidad de potasio total

En la figura 18 se presenta el análisis del rendimiento respecto a las categorías de cantidad total de macronutriente Potasio (K) aportado en las distintas zonas. En la zona Sur, dosis entre 75 y 100 kg/ha producen rindes de casi 8.500 kg/ha y dosis mayores a 100 kg/ha superan los 9.500 kg/ha de rendimiento. En la zona Malezal del Este el mayor rendimiento (7200 kg/ha) se produce con la dosis de más de 100

kg/ha; finalmente en la zona Centro Sur y Río Corriente no hay una clara tendencia. MyAMirinay y T.Urug.y.aflu. presentan escasos registros.



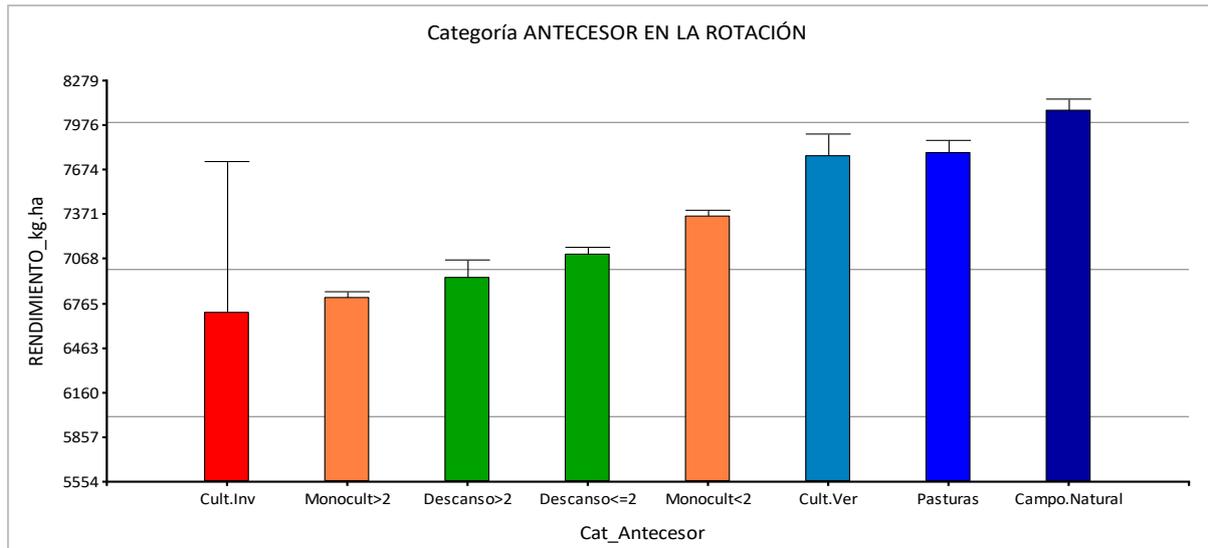
Categoría		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
Centro.Sur	Rdto X	7416,5	7104,2	7402,6	6607,0
	N° Lotes	587	109	29	61
Mal.Este	Rdto X	6719,5	6355,4	6733,9	7243,4
	N° Lotes	238	189	443	243
MyAMirinay	Rdto X	5653,2	-	6698,5	6455,6
	N° Lotes	22	-	7	9
R.Corriente	Rdto X	7477,3	6798,7	6907,8	5905,7
	N° Lotes	60	44	30	25
Sur	Rdto X	7756,0	7236,9	8341,7	9537,3
	N° Lotes	909	97	91	151
T.Urug.y.afllu.	Rdto X	7593,7	-	-	7788,9
	N° Lotes	14	-	-	7

Figura 18. Rendimiento (kg/ha) según *grupo cantidad de potasio (K) total* por zona arrocerá INTA. Cat. 1: ≤ 50 kg K/ha; Cat. 2: $50 > x < 75$ kg K/ha; Cat. 3: $75 > x < 100$ kg K/ha; Cat. 4: ≥ 100 kg K/ha.

Grupo antecesor en la rotación

En la figura 19 se presenta la incidencia del cultivo antecesor sobre el rendimiento. Se puede observar que lotes con antecesores de las categorías monocultivo y descanso presentan menores rendimientos (no se tiene en cuenta los cultivos de invierno debido a la poca cantidad de lotes con este antecesor), mientras que lotes que provienen de antecesores de las categorías cultivos de verano, pasturas y campo natural

presentan rendimientos más altos.

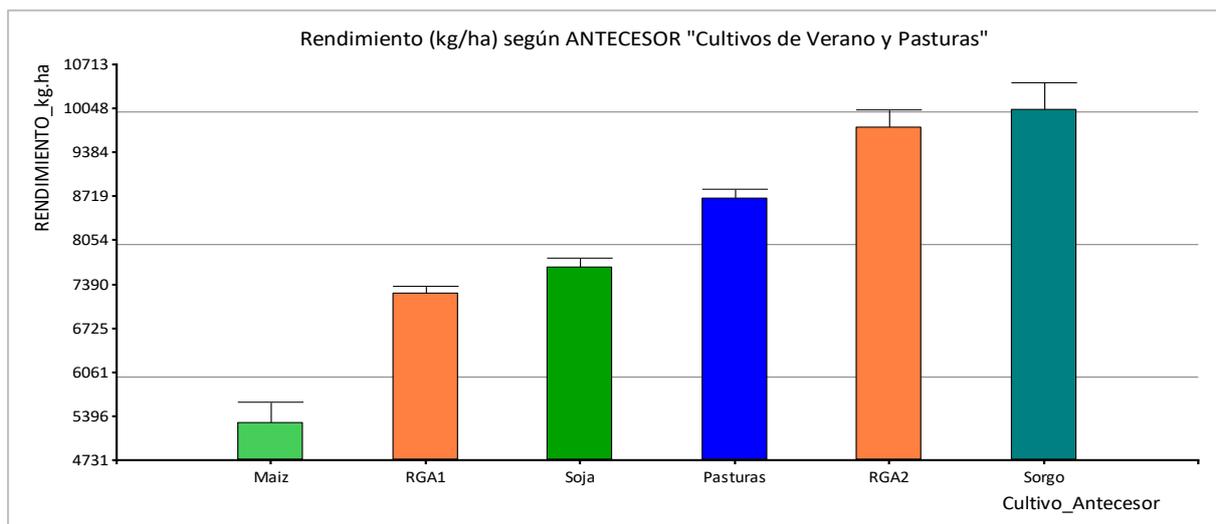


Categoría	Cult.Inv	Monocult>2	Descanso>2	Descanso<=2	Monocult<2	Cult.Ver	Pasturas	Campo. Natural	Total general
Rdto X	6704,1	6803,7	6939,5	7100,4	7360,6	7772,0	7790,1	8075,6	7318,3
N° Lotes	6	862	121	929	1181	121	397	418	4035

Figura 19. Rendimiento (kg/ha) por grupo antecesor en la rotación.

Al abrir el análisis de las categorías cultivos de verano y pasturas, se observa en la figura 20 a los antecesores RGA2 y Sorgo con mayores rendimientos, pero con pocos

lotes con estos antecesores. Por otro lado, RGA1, soja y pasturas presentan más registros que permiten observar su comportamiento por zona.

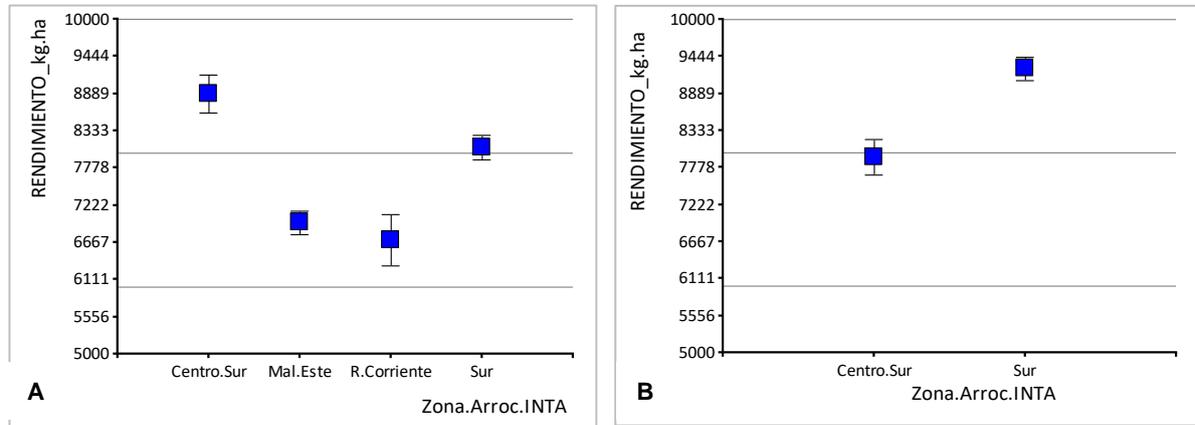


Categoría	Maíz	RGA1	Soja	Pasturas	RGA2	Sorgo	Total general
Rdto X	5306,1	7264,4	7652,6	8691,2	9765,0	10042,1	8120,2
N° Lotes	7	262	101	120	15	8	513

Figura 20. Rendimiento (kg/ha) según las categorías de antecesores cultivos de verano y pasturas.

En la figura 21a se muestra el rendimiento (kg/ha) según el antecesor “Soja” en las diferentes zonas. La zona Centro Sur registra un mayor rendimiento frente a las otras zonas con este antecesor. La figura 21b

presenta el rendimiento según el antecesor “Pasturas” en dos zonas en las cuales hay registros. La zona Sur presenta rendimientos más altos con este antecesor.

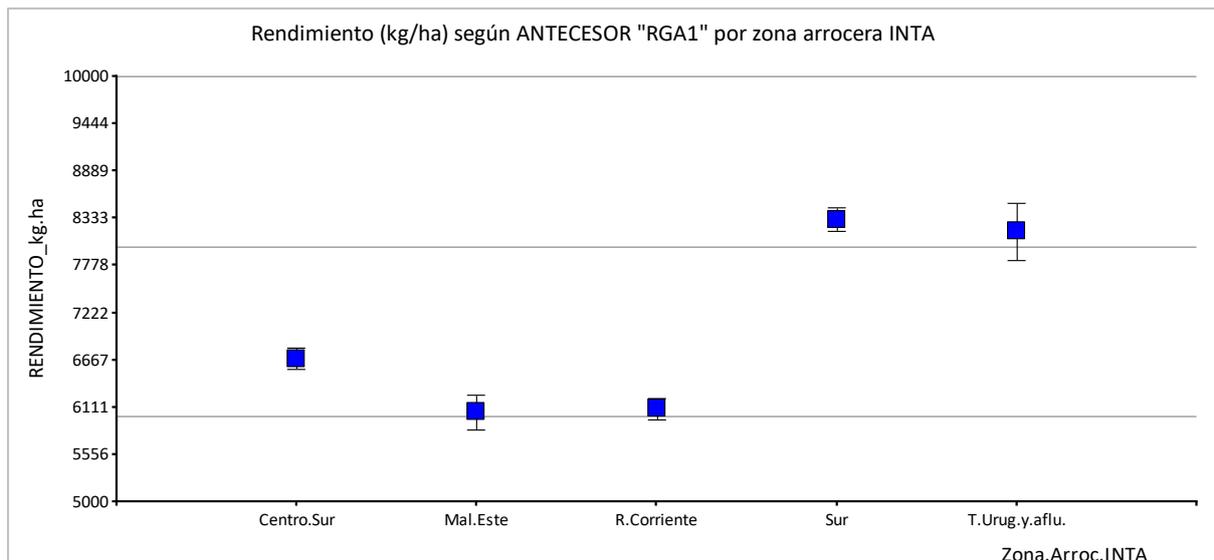


Zona	Centro.Sur	Mal.Este	R.Corriente	Sur	Zona	Centro.Sur	Sur
Rdto X	8882,3	6958,6	6706,1	8085,3	Rdto X	7935,8	9226
N° Lotes	14	34	12	41	N° Lotes	45	62

Figura 21. Rendimiento (kg/ha) según antecesor: a) “Soja” en las diferentes zonas; b) “Pasturas” en las zonas Centro Sur y Sur.

El rendimiento según el antecesor “RGA1” en las zonas se muestra en la figura 22. Aquí la zona Sur presenta buena cantidad

de registros y un rendimiento más alto con este antecesor.



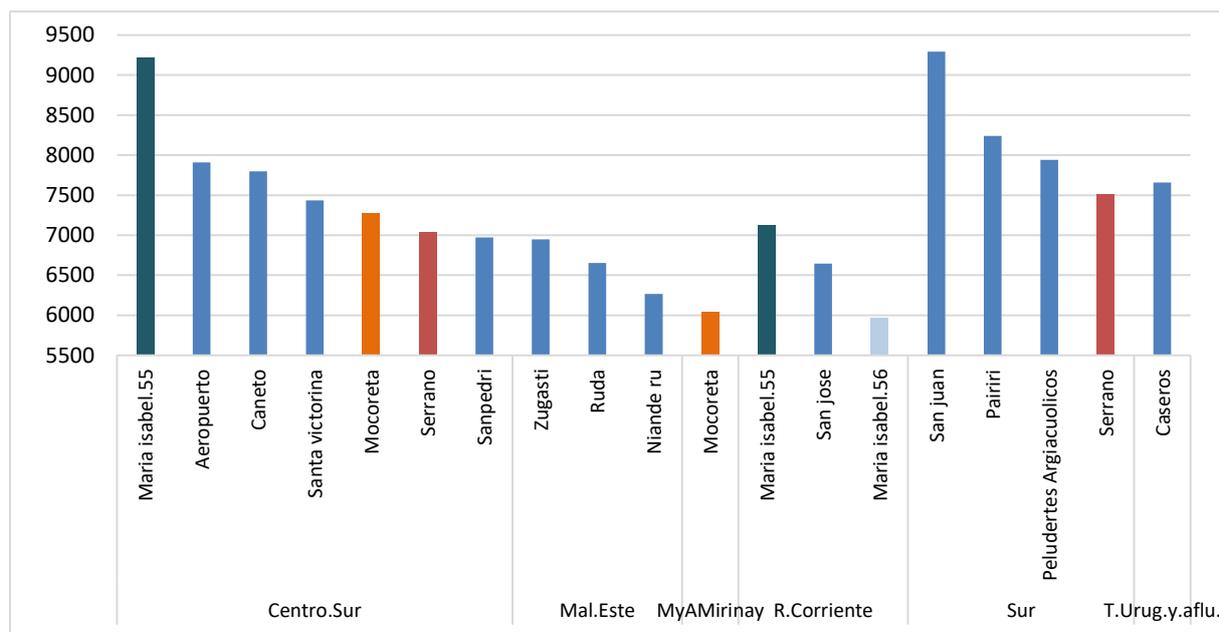
Zona	Centro.Sur	Mal.Este	R.Corriente	Sur	T.Urug.y.afllu.
Rdto X	6681,1	6053,7	6091,5	8317,9	8175,3
N° Lotes	119	33	2	98	9

Figura 22. Rendimiento (kg/ha) según antecesor "RGA1" por zona arroceras INTA.

V. Caracterización por algunas variables de suelo sobre los rendimientos zonales

Se analiza la relación entre la serie de suelo principal y el rendimiento en las distintas zonas. En la figura 23 se presentan por zona, las series de suelo y su rendimiento promedio. Se destacan las series

María Isabel (Zona Centro Sur) y San Juan (Sur) que superan los 9000 kg/ha (con 18 y 360 lotes respectivamente), como también lo hace la serie Pairiri (Zona Sur) que supera los 8000 kg/ha (101 lotes analizados).



Zona	Rdto X Zona	Suelo	N° Lotes	Rdto X
Centro.Sur	7294,7	Maria Isabel	18	9224,0
		Aeropuerto	28	7909,9
		Caneto	184	7798,9
		Santa victorina	94	7436,3
		Mocoreta	8	7270,7
		Serrano	170	7032,2
		Sanpedri	352	6973,0
Mal.Este	6771,7	Zugasti	483	6950,2
		Ruda	629	6652,3
		Niande ru	22	6265,1
MyAMirinay	6035,8	Mocoreta	38	6035,8
R.Corriente	6617,1	Maria Isabel.55	14	6644,2
		San jose	551	6644,2
		Maria Isabel.56	34	6307,1
Sur	8044,1	San Juan	360	9292,0
		Pairiri	101	8241,7
		Peludertes Argiacuolicos	28	7941,4
		Serrano	886	7517,8
		Caseros	21	7658,8
T.Urug.y.afllu.	7658,8	Caseros	21	7658,8

Figura 23. Rendimiento (kg/ha) según la serie de Suelo en las diferentes zonas.

En la tabla 4 se detallan las principales características y limitantes de cada serie de

suelo y unidad cartográfica a la que pertenecen. La distribución de las mismas se puede observar en la figura 24.

Tabla 4. Principales características y limitantes de cada serie de suelo y unidad cartográfica a la que pertenece, escala 1:500.000.

Zona.Arroc. INTA	Suelo Principal	PROF EFEC	CAPAC USO	I.P.	DRENAJE	PENDIENTE	Un. Cart. 1:500.000
Centro.Sur	Aeropuerto	60	Ille	39	Imperfecto	0,5 - 1	9
	Caneto	32	Ille	41	Imperfecto	0,5 - 1	17
	Maria Isabel.55	39	IVes	18	Imperfecto-Mo- derado	1-3	55
	Mocoreta	100	Vllw	2	Pobre	<0,5	52
	Sanpedri	80	Vw	20	Imperfecto	0 - 0,5	88
	Santa victorina	53	Illes	28	Moderado	1 - 1,5	84
	Serrano	73	IVes	23	Moderado-Im- perfecto	1-3	86
Mal.Este	Niande ru	66	Illes	30	Moderado	0,5 - 1,5	36
	Ruda	80	Vw	13	Imperfecto	0 - 0,5	76
	Zugasti	100	Vw	16	Imperfecto	0 - 0,5	101
MyAMirinay	Mocoreta	100	Vllw	2	Pobre	<0,5	80
R.Corriente	Maria Isabel.55	39	IVes	18	Imperfecto-Mo- derado	1-3	55
	Maria Isabel.56	39	IVes	18	Imperfecto-Mo- derado	1-3	56
	San jose	100	VIw	5	Imperfecto-Po- bre	0 - 0,5	79
Sur	La querencia	86	Illes	37	Bueno-Mode- rado	0,5 - 1	48
	Pairiri	66	IVes	25	Imperfecto	0 - 1	59
	San juan	70	Illes	50	Moderado	1-3	82
T.Urug.y.afllu.	Caseros	100	Illes	50	Moderado	0 - 1	20

SP_PROF.EFEC: Profundidad efectiva; SP_CAPAC.USO: Capacidad de uso de suelo; SP_I.P.: Índice de productividad; SP_DRENAJE: Capacidad de drenaje; SP_PENDIENTE: Pendiente. Subclases de Capacidad de Uso: Riesgo de erosión, (e); Exceso de humedad, drenaje deficiente, o peligro de inundación (w); Limitaciones en la zona de actividad radical (s).

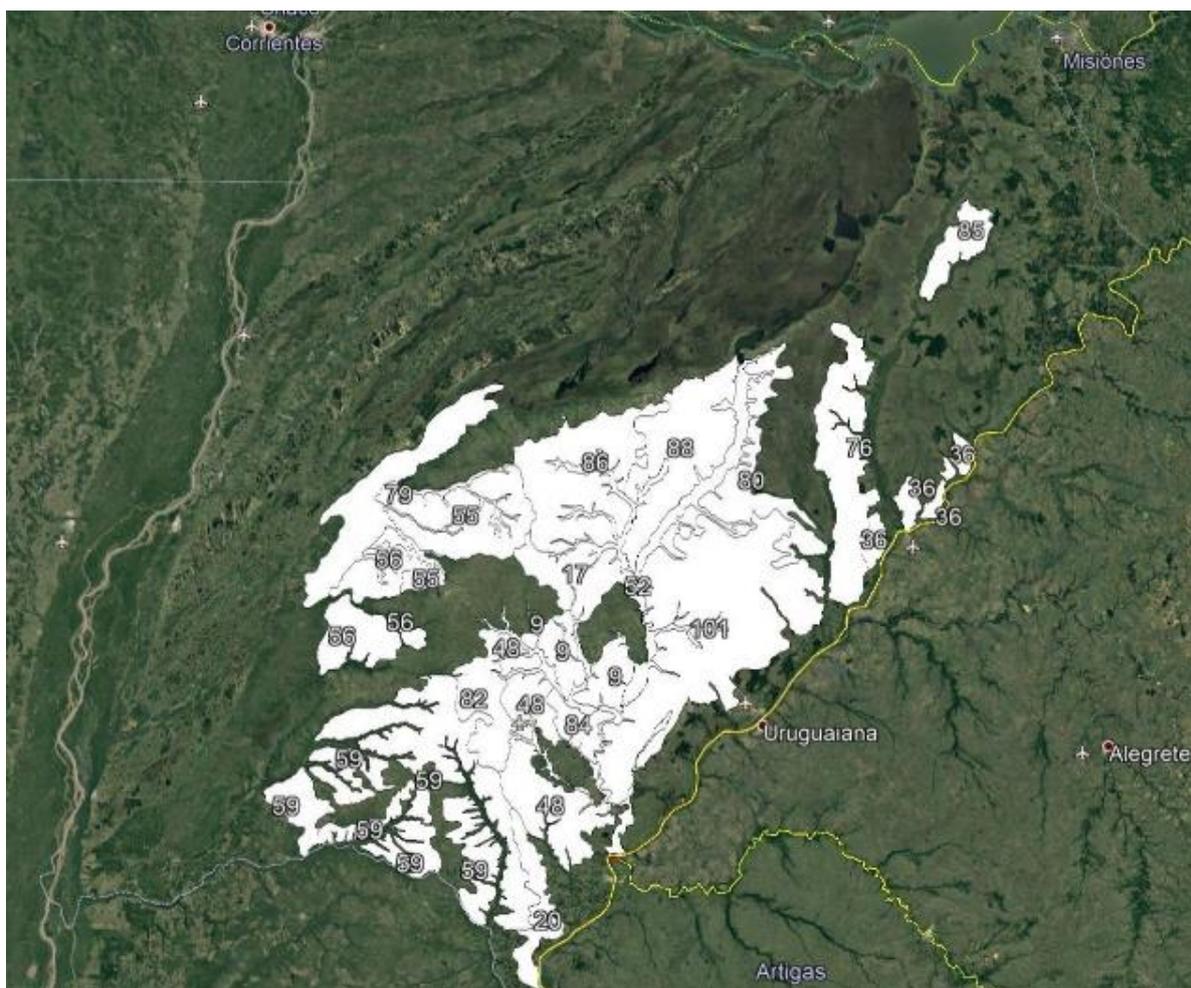


Figura 24. Distribución de las unidades cartográficas de las zonas arroceras analizadas en una escala de 1:500.000 (GeoINTA <http://www.geointa.inta.gob.ar/>).

Se da un caso particular con la serie Maria Isabel que pertenece a dos unidades cartográficas diferentes (U.C. 55 y 56), en las cuales tiene distintas asociaciones con otras series. Esta particularidad hace que cuando se la analiza en forma separada tenga un efecto diferente sobre el rendimiento, según la unidad cartográfica en la que esté incluida, como puede verse en la figura 23, en la zona del Río Corriente. En la figura 24 se observa que, a pesar de estar en la misma zona y muy cerca, la asociación con distintas series marca una diferencia de más de 1000 kg de rendimiento.

CONCLUSIONES

El registro de las prácticas de manejo realizadas en lotes productivos constituye una fuente de datos valiosa que, mediante análisis e interpretación, se transforma en una herramienta para la toma de decisiones y colaboración en la gestión del cultivo.

La Zona tiene un efecto sobre el rendimiento. Se evidenció un gradiente, en orden descendente: Sur, Centro Sur, Malezal del Este y Río Corriente. Cuando se analiza el comportamiento zonal según las condiciones ambientales (clima, suelo), la genética empleada y otros parámetros que afectan las respuestas ecofisiológicas del cultivo, se manifiestan diferencias de rendimiento. El análisis de cada una de estas variables debe continuar profundizándose

para una más detallada caracterización zonal y de ese modo plantear la mejor estrategia productiva.

De la misma forma se debe continuar evaluando el proceso de subdivisión zonal. Esto se debe a que las zonas comparten características similares en cuanto a aspectos relacionados a la oferta de agua, suelo, vocación agrícola y tecnologías aplicadas; sin embargo, visto lo último referido a los tipos de asociaciones de series que conforman las distintas unidades cartográficas, se debería pensar en subdividir las zonas por unidades y ver en cada una de ellas el efecto de las distintas variables relacionadas con el ambiente, manejo y los recursos genéticos.

La disponibilidad de datos tanto de productores como de instituciones, junto con técnicas de exploración permiten extraer o confirmar conocimientos que pueden ayudar a reducir costos y tiempo de investigación y colaborar con la competitividad del productor.

CULTIVOS DE SERVICIO EN ROTACIONES ARROCERAS, ¿PARA QUÉ SIRVEN Y CÓMO AFECTAN AL CULTIVO DE ARROZ?

I. Macedo¹; J. Castillo¹; W. Ayala¹ y J.A. Terra¹

Email: imacedo@inia.org.uy

Palabras clave: arroz-pastura; cultivos de cobertura; intensificación sostenible; nitrógeno.

RESUMEN

La mayor parte del cultivo de arroz a nivel mundial es realizada bajo monocultivo, lo que brinda simplicidad en cuanto al diseño de la rotación, pero imprime complejidad en aspectos como el control de malezas y la nutrición del cultivo. La incorporación de cultivos de servicio (CS) o cultivos de cobertura podría contribuir positivamente en estos sistemas a través de la cobertura de suelo, la captura y reciclaje de nutrientes ligados a la fijación biológica de nitrógeno (N), mantener o aumentar la materia orgánica del suelo, así como reducir la instalación de malezas. Estos potenciales aportes de los CS muchas veces son capitalizados por el cultivo subsiguiente y/o por el ambiente. Ejemplo de estos son: menor dependencia de fertilización N por pulsos de N por los CS previo a un ciclo de cultivo y por ende reducción de emisión gases de efecto invernadero; reducción en el uso de herbicidas lo que se traduce en menores costos de producción y carga de fitosanitarios en el ambiente. El presente trabajo pretende ilustrar algunos conceptos de CS en la jornada "Arroceros en línea" organizada por INTA Corrientes. Se presentarán resultados correspondientes a líneas de investigación llevadas a cabo en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay tanto de CS cómo su impacto en el cultivo de arroz en interacción con la fertilización N y las rotaciones.

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay.



EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS – CAMPAÑA 2019/20

M.M. Pereira; L. Gándara; M. Almirón; M.A. Gómez; A. Silva; P. Foschiatti¹ y J. Báez¹

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: cultivos de secano; rotaciones; variedades.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es una gramínea de origen tropical que ha sido adaptada a través de los programas de mejoramiento de diversas partes del mundo. Se cultiva ampliamente en las zonas de climas templados como la Argentina y es uno de los granos con mayor uso en la alimentación animal y humana. Por sus características propias de adaptación a las áreas de escaso régimen pluviométrico (con un mínimo de 250 mm, durante el lapso en que se lo cultiva, puede producir granos), con un sistema radical profundo, que ayuda a recuperar la estructura de los suelos, y el volumen generoso de materia orgánica que produce, el sorgo granífero es el cultivo ideal para iniciar los sistemas de producción en siembra directa, y asimismo debe ser considerado como participe obligado en la rotación de todo suelo que se desee mantener en buenas condiciones de fertilidad.

El extraordinario potencial genético disponible en el mercado de semillas, determina la implementación de ensayos de evaluación de cultivares, que tienen como objetivo determinar su comportamiento, adaptación y respuesta en los distintos ambientes productivos del país.

El objetivo de este trabajo fue generar información del comportamiento productivo

(kg grano/ha) de híbridos de sorgo granífero en el norte de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar: INTA - EEA Corrientes.

Suelo: Argiudol ácuico, Serie Treviño.

Antecesor: Avena negra.

Siembra: 9 de diciembre de 2019. Directa, a 0,42 m entre líneas y 3 cm de profundidad.

Densidad de Siembra: 9 plantas logradas por metro (graníferos y doble propósito).

Tratamientos: Se evaluaron en total 10 materiales de sorgo granífero.

Control de malezas: Pre-emergente: 2 L/ha Glifosato + 2 L/ha atrazina + 1,5 L/ha metolaclo (enero).

Manejo de la fertilización: Se fertilizó a la siembra con 120 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-0) y en el estado de 4 hojas expandidas con 200 kg/ha de urea (46-0-0) en cobertura.

Control de plagas: No se realizó.

Variables medidas:

- Fenología (siembra, floración, y cosecha).
- Altura de la planta a floración.
- Rendimiento de grano (kg/ha).

Cosecha: Las evaluaciones de rendimiento

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

en grano se realizaron por corte manual (tijera) de las panojas de los dos surcos centrales de cada parcela (3,36 m²). El material cosechado, fue trillado en una trilladora experimental. El grano obtenido fue pesado en una balanza electrónica y se colocó en una estufa de aire forzado a 60°C hasta 14,5% de humedad.

Diseño experimental y análisis estadístico: Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 4 surcos a 0,42 m x 4 m de largo. Para el análisis de la varianza y diferencias entre medias se usaron los procedimientos incluidos en el paquete estadístico INFOSTAT 2017. Las medias se compararon con el Test Mínimas Diferencias Significativas (LSD) al 5%.

RESULTADOS

I. Características climáticas

El ciclo agrícola estival 2019/20 se caracterizó por temperatura medias mensuales levemente superiores a las históricas sobre todo en la última etapa de desarrollo del cultivo.

Las precipitaciones en noviembre (206 mm), diciembre (155 mm), enero (335 mm) y febrero (191 mm) fueron superiores a las históricas. Esta tendencia fue revertida en los últimos meses del desarrollo del cultivo en los cuales las lluvias fueron hasta un 60 % menores a los registros históricos. Esto sumado a lo mencionado anteriormente con respecto a las temperaturas, hizo que se registraran balances hídricos negativos en parte del período crítico del cultivo (10-R1 +20 días).

II. Comportamiento productivo

La emergencia del ensayo, se observó desde el 14 al 20 de diciembre del 2019.

En la tabla 1 se presentan los valores de

rendimiento de grano, altura de planta y días desde emergencia a floración de cada cultivar. En la misma, se encuentran todos los genotipos evaluados con diferente duración de ciclo según la descripción de las empresas (precoz, corto, corto-intermedio, intermedio, intermedio-largo y largo). Este aspecto, es de gran importancia a tener en cuenta para analizar e interpretar el comportamiento de cada cultivar.

La densidad promedio de plantas logradas a cosecha fue de 177167 pl/ha.

La floración comenzó el 12 de febrero (NUGRAIN 202 T, SPRING T60) y se extendió hasta el 03 de marzo de 2020 (NUGRAIN 440 T, ACA 563) (Tabla 1).

El rendimiento promedio de grano fue de 4651 kgMS/ha con un máximo valor de 8192 kgMS/ha (Spring T60) y un mínimo de 2122 kgMS/ha (NUGRAIN 441 IG). El primer rango de significancia (aquellos híbridos cuyo rendimiento no tuvo diferencia estadística significativa respecto de aquel que logró el máximo rendimiento) estuvo integrado por el híbrido Spring T60.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron comportamientos diferenciales entre los híbridos evaluados. Estos datos nos permiten elegir el mejor híbrido para nuestro propósito, teniendo en cuenta el rendimiento de grano, la altura de la planta, la duración del ciclo, el comportamiento ante factores bióticos y la empresa encargada de su comercialización.

Tabla 1. Comportamiento productivo de los cultivares de sorgo para grano. EEA Corrientes - Campaña 2019/20.

Cultivar	Empresa	Fecha de floración	Altura (cm)	Densidad N°pl/ha	Grano (kg/ha)
Itín	Tecnosorgo	22/02/2020	147	187500	6126
Guayaco	Tecnosorgo	22/02/2020	167	179167	4209
NUGRAIN 202 T	Nuseed	12/02/2020	143	179167	3802
SPRING T60	Nuseed	12/02/2020	160	176667	8192
SUMMER II	Nuseed	22/02/2020	170	169167	2522
NUGRAIN 440 T	Nuseed	03/03/2020	143	183333	6040
NUGRAIN 441 IG	Nuseed	22/02/2020	177	165000	2122
Exp 17 SG 301 AT	ACA	22/02/2020	163	168333	3388
Exp 17 SG 302 AT	ACA	22/02/2020	160	185833	5689
ACA 563	ACA	03/03/2020	177	177500	4417
	<i>Promedio</i>		161	177167	4651
	<i>CV(%)</i>				6,06
	<i>DMS</i>				479,6

Los valores resaltados con tipo de formato negrita corresponden al primer rango de significancia (aquellos valores que no difieren estadísticamente del valor máximo de dicha variable).

CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMAS DE SORGO CON APTITUD SILERA EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLOGICOS – 2019/20

M.M. Pereira; L. Gándara; M. Almirón; M.A. Gómez; A. Silva; P. Foschiatti¹ y J. Báez¹

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: cultivos de secano; rotaciones; variedades.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es una gramínea de origen tropical adaptada por mejoramiento genético a diversos ambientes. Presenta actualmente una perspectiva, no solo a nivel local sino a nivel mundial, razón por la cual existe una importante oferta de materiales comerciales de sorgo en el mercado. La adaptación de la especie a ambientes de limitada provisión de agua, un menor costo del cultivo respecto al de maíz para ensilaje, mejor capacidad de recuperación luego de largos períodos de sequía y mayor producción de materia seca bajo estas condiciones, son razones para su elección por los productores. El objetivo de este trabajo fue generar información sobre producción de forraje y grano así como la partición de la biomasa de la planta en diferentes tipos de

(357000 semillas/ha).

Tratamientos: Se evaluaron en total 11 materiales de sorgo.

Control de malezas: Pre-emergente: 2 L/ha Glifosato + 2 L/ha atrazina + 1,5 L/ha metolaclor (enero).

Manejo de la fertilización: Se fertilizó a la siembra con 120 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-0) y en el estado de 4 hojas expandidas con 200 kg/ha de urea (46-0-0) en cobertura.

Control de plagas: No se realizó.

Variables medidas:

- Fenología (siembra, floración y cosecha).
- Fecha de floración: Cuando el 50% de la parcela estuvo florecida.
- Altura (m): La altura de plantas se tomó con una regla graduada, midiendo 3 plantas por parcela y obteniendo un promedio entre ellas.
- N° de pl/ha: Se contaron la cantidad de plantas por parcela en un metro lineal (3 veces) y luego se realizó el cálculo para llevarlo a plantas/hectárea.
- Producción de materia seca (KgMS/ha): Las evaluaciones se realizaron con corte manual a una altura de 0,2 m sobre el suelo de las plantas enteras de los 2 surcos centrales, se

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar: INTA - EEA Corrientes.

Suelo: Argiudol ácuico, Serie Treviño.

Antecesor: Avena negra.

Siembra: 9 de diciembre de 2019. Directa, a 0,42 m entre líneas y 3 cm de profundidad.

Densidad de Siembra: 11-12 plantas logradas por metro (261000 a 285600 plantas/ha), 15 semillas por metro lineal

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

pesó con balanza electrónica registrándose el peso fresco y se tomó una submuestra (2 plantas) y se llevó a estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante. El porcentaje de materia seca se determinó por diferencia entre el peso fresco y el peso seco de la submuestra. La producción de materia seca se determinó cuando los híbridos se encontraban en estado de grano lechoso a pastoso blando en la sección central de la panoja (30-35% de materia seca).

- Composición porcentual de las fracciones de la planta: De la muestra tomada para evaluar se seleccionaron 3 plantas para determinar la partición de la materia seca (% de tallo, % hoja y % de panoja). Las plantas fueron seccionadas en las distintas fracciones a las que se les registró el peso fresco por separado y posteriormente colocadas en estufa de ventilación forzada, a una temperatura de 60°C hasta peso constante para determinar el contenido de materia seca. El peso seco de la planta entera se obtuvo sumando los pesos secos de cada fracción.

Diseño experimental y análisis estadístico: Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 4 surcos a 0,42 m x 5 m de largo. Para el análisis de la variancia y diferencias entre medias se usaron los procedimientos incluidos en el paquete estadístico INFOSTAT 2017. Las medias se compararon con el Test de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) al 5%.

RESULTADOS

I. Características climáticas

El ciclo agrícola estival 2019/20 se caracterizó por temperatura medias mensuales levemente superiores a las históricas sobre todo en la última etapa de desarrollo del cultivo.

Las precipitaciones en noviembre (206 mm), diciembre (155 mm), enero (335 mm) y febrero (191mm) fueron superiores a las históricas. Esta tendencia fue revertida en los últimos meses del desarrollo del cultivo en los cuales las lluvias fueron hasta un 60% menores a los registros históricos.

Esto último, sumado a lo mencionado anteriormente con respecto a las temperaturas, hizo que se registraran balances hídricos negativos en parte del período crítico del cultivo (10-R1 +20 días).

II. Comportamiento productivo

La densidad promedio de plantas logradas a cosecha fue de 197651 pl/ha.

La floración comenzó el 03/03/2020 y se extendió hasta el 13/3/2020 (Tabla 1).

La producción promedio de materia verde fue de 60828,15 kg MV/ha y varió entre 100096 kg MV/ha (ACA 712 BMR) y 35847,3 kg MV/ha (TOB 82 Sil).

La producción promedio de materia seca total fue de 19969,6 kg MS/ha y osciló entre 33583,4 kg MS/ha (ACA712 BMR) y 11458,2 kg MS/ha (TOB 82 Sil). El porcentaje de materia seca promedio al momento corte fue de 33 % (Tabla 1). El material ACA 712 BMR, conformó el primer rango de materiales con los valores de producción de materia seca más altos.

CONCLUSIONES

Bajo estas condiciones climáticas los materiales evaluados lograron rendimientos promedios aceptables para este ambiente.

Tabla 1. Comportamiento productivo de los cultivares de sorgo para grano. EEA Corrientes - Campaña 2019/20.

N°	Material	Empresa	N° plantas	Altura	Floración	Em-Flo	Cosecha	MV/Ha	%MS	MS/Ha	%		
											Tallo	Hoja	Panoja
3	Dulsorgo	TECNOSORGO	188333	2,8	03/03/2020	80	23/03/2020	81297,0	32,4	26348,1	20,2	44,3	35,5
4	Timbo Plus	TECNOSORGO	181667	2,0	03/03/2020	80	23/03/2020	53159,0	32,6	17342,3	22,0	40,0	38,0
8	NUGRAIN 440 T	NUSEED	186667	2,0	03/03/2020	80	23/03/2020	45996,1	33,4	15393,3	23,8	24,9	51,3
10	NUSIL 484	NUSEED	211667	2,0	13/03/2020	90	02/04/2020	46030,7	33,7	15495,8	15,8	40,8	43,4
11	NUSIL 600 BMR	NUSEED	211667	2,5	13/03/2020	90	02/04/2020	64234,7	32,5	20869,7	28,4	61,3	10,3
18	ACA 711 bmr	ACA	177500	2,2	03/03/2020	80	23/03/2020	40027,0	30,0	11977,9	28,2	60,5	11,3
19	ACA 712 bmr	ACA	215000	2,4	13/03/2020	90	02/04/2020	100096,0	33,5	33583,4	31,0	58,4	10,6
20	ACA 764	ACA	193333	3,3	03/03/2020	80	23/03/2020	86172,0	33,5	28879,1	23,0	67,0	10,0
21	ACA 785 bmr	ACA	220000	2,9	13/03/2020	90	02/04/2020	55055,0	33,9	18668,2	24,8	60,6	14,6
23	Padrillo Plus	TOBIN	210000	3,2			23/03/2020	61195,1	31,8	19639,2	30,3	69,7	0
24	TOB 82 Sil	TOBIN	178333	2,1	13/03/2020	90	02/04/2020	35847,3	31,9	11458,2	22,5	42,2	35,3
		Promedio	197651	2	08/03/2020	85	27/03/2020	60828,15	33	19969,6			
		CV(%)								12,3			
		DMS								5173			

Los valores resaltados con tipo de formato negrita corresponden al primer rango de significancia (aquellos valores que no difieren estadísticamente del valor máximo de dicha variable).

Los materiales tipo doble propósito o graníferos son los que mayor aporte hacen a la calidad del silo debido a que del total de la planta, entre un 40- 47% corresponde a la panoja, mientras que en un forrajero esta fracción ocupa menor porcentaje. Los materiales sileros se ubican en una posición intermedia. Dependiendo del objetivo productivo, se elegirá por uno u otro tipo de material. Se continuará el año próximo con la evaluación de materiales de sorgo para silo, con el fin de recolectar datos con otro régimen de precipitación.

EVALUACIÓN DE BIOMASA DE HÍBRIDOS DE SORGOS EN FLORACIÓN PARA DESTINO SILAJE

S.E. Olmos; L. Gándara y M.M. Pereira

Email: olmos.sofia@inta.gob.ar

Palabras clave: eficiencia uso radiación; lámina; materia seca; panoja; tallo; vaina.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es un cultivo muy variable en relación a las características de planta y a los usos alimentario humano, animal e industrial. Así, se distinguen en el mercado argentino los híbridos netamente graníferos, que presentan mayor producción de biomasa en granos que en tallos, algunos de ellos pueden usarse para silaje de granos. Por otro lado, existen los híbridos graníferos llamados “doble propósito” que participan más balanceadamente la biomasa hacia el grano y hacia el tallo, y son más adecuados para el silaje de planta entera. Además, se cuenta con los híbridos que tiene la menor partición de biomasa al grano (forrajeros), son los netamente sileros siendo algunos aptos para pastoreo directo. Por último, dentro de los forrajeros se cuenta con los fotosensitivos que son aptos tanto para silo como para el pastoreo directo de rebrotes y hasta se utilizan como biocombustibles por su gran crecimiento y porte de planta.

Aparte de las diferencias genéticas de partición de biomasa, existen diferencias en ciclo y altura. En cuanto a ciclo, se distinguen ciclos cortos, intermedios y largos mientras que la altura acompaña la variación de ciclo, generalmente ciclos cortos tienen menor altura y ciclos largos mayor altura. En cuanto a arquitectura de planta, se destacan los sorgos braquíticos que son los que poseen la variante *dw3* del gen braquítico, que produce tallos con entrenudos

cortos y engrosados en la base. A nivel químico, se destacan los sorgos con característica “nervadura marrón” *BMR* que abarca diferentes variantes del gen *Brown Middle Rib* que cuentan con menor contenido de lignina y resultan más quebradizos y más digestibles como forraje fresco; también se destacan los azucarados con mayor contenido de carbohidratos no estructurales en el tallo y aquellos altos/bajos en taninos en granos. Todas estas características brindan calidad diferencial a los distintos híbridos de sorgo del mercado argentino.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la producción y partición de biomasa de híbridos de sorgos graníferos, doble propósito y sileros cortados en el momento de floración con destino para silaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio: EEA INTA Corrientes. Localidad El Sombrerito, provincia de Corrientes. (Latitud -27,6, Longitud -58,7).

Suelo: Argiudol ácuico, Serie Treviño. Corrientes, Argentina (Figura 1).

Tratamientos: Se evaluaron en total 6 híbridos de sorgo de distintas características y usos (Figura 2):

- Granífero: PS 55 (Pemán).
- Doble Propósito: Takurí (Pemán), VDH422 (Advanta), TOB 78 DP (Tobín).
- Sileros: Braquítico F 1405 BMR (Forrattec), Silero INTA (Pemán).

En el ensayo también se incluyeron sorgos fotosensitivos que no pudieron ser evaluados en floración por la contingencia CO

VID-19 por este motivo no fueron incluidos en el informe.

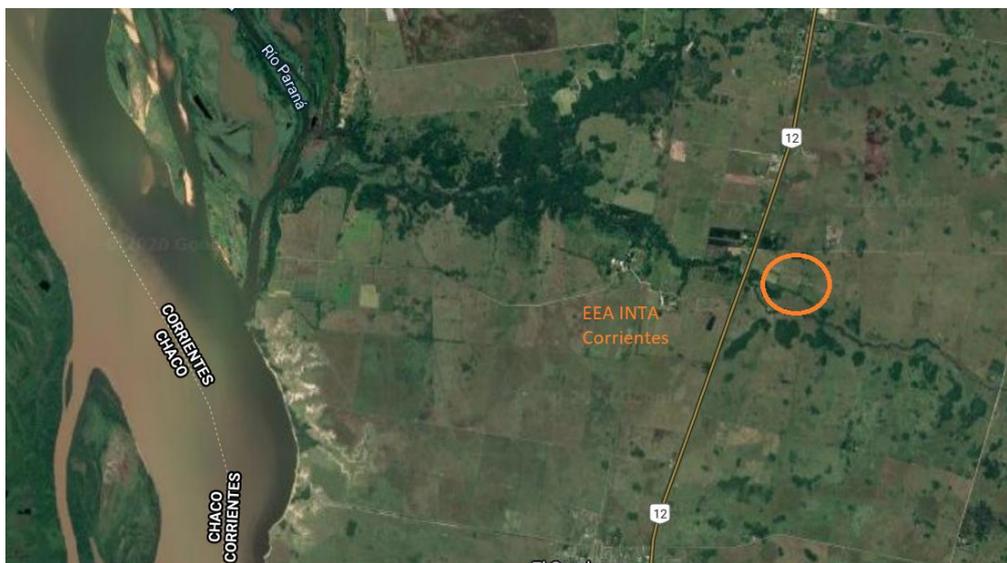


Figura 1. Vista de imagen satelital Landsat (2020) donde se detalla la ubicación de la EEA INTA Corrientes y el sitio de implantación del ensayo (círculo naranja).

Siembra: 1 de octubre de 2019. Manual y directa, a 0,4 m entre líneas y 3 cm de profundidad. Densidad de Siembra: Se evaluó el poder germinativo colocando 20 semillas por híbrido en caja de Petri mantenida a 25 °C durante 7 días. Se sembró a chorrillo 14 g/parcela para luego ralea a una planta cada 14 cm y bajar la densidad a 20 plantas/m². La emergencia ocurrió el 7 de octubre de 2019.

Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 4 surcos a 0,4 m x 6 m de largo. Se sembró una bordura de sorgo granífero alrededor de 2 m de ancho.

Todos los materiales fueron tratados en origen con CONCEP® III (antídoto al herbicida s-metalocloro: fluxofenim 96%) excepto F 1405 BMR. En el caso de F 1405 BMR, se trató 1 kg de semilla con 0,4 cc CONCEP® III diluido en 7 cc de agua mediante agitación manual 30 veces dentro de una bolsa plástica, para luego dejar secar a temperatura ambiente.

Control de malezas: Pre-emergente: 2 L/ha glifosato + 2 L/ha atrazina + 1,5 L/ha s-metalacloro. Las malezas remanentes fueron controladas a mano.

Manejo de la fertilización: Se fertilizó a la siembra con 100 kg/ha de superfosfato triple (0-46-0) y en el estado de 4 hojas expandidas con 200 kg/ha de urea (46-0-0) en cobertura.

Muestreo de plantas: En floración se cortó al ras del suelo en cada parcela en forma manual (serrucho) plantas de 0,5 m lineal de los dos surcos centrales (0,4 m²) que constituyó la unidad experimental. En floración las panojas presentaban desarrollo de granos en estado lechoso en el tercio inferior. El material cosechado fue pesado inmediatamente para obtener su peso fresco (MF m⁻²) utilizando una balanza digital. Posteriormente se separó una alícuota de 3 plantas al azar (tallo principal, sin macollos) para la estimación de materia seca (MS) y el estudio de partición de biomasa. El resto del material fue descartado.

Partición de biomasa: En cada planta se

separaron las fracciones de lámina (corte de la hoja con tijera a nivel de lígula), panoja (corte en la base de panoja), tallos con sus vainas. Además, se separó y pesó en fresco la fracción del tallo con vaina cortado a 20 cm del suelo para estudiar el remanente luego de la cosecha mecánica. Las fracciones frescas fueron pesadas en balanza digital y luego se secaron en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante. Los tallos fueron fraccionados en trozos más pequeños en forma manual antes de ingresar a la estufa para lograr un secado más rápido. Para cada unidad experimental se promediaron los valores de las 3 plantas alícuotas. Los datos de partición de % MS en las fracciones de las alícuotas y el valor de MF m⁻² inicial se utilizaron para la estimación del cálculo en cada unidad experimental de la producción de MS Kg m⁻² de cada fracción (panoja, lámina, tallo con vaina). Siendo esta una aproximación ya que en algunos casos los tallos principales cortados en los 0,4 m² contaban con macollos de similar o menor porte pudiendo diferir en la partición de biomasa del tallo principal y no ser representados con el valor de la alícuota. Se calculó la Tasa de Crecimiento Diaria (g MS d⁻¹) dividiendo MS total m⁻² por los días a floración de cada híbrido. El % de MS en la planta entera y en cada órgano fraccionado al momento del muestreo se obtuvo dividiendo el peso fresco por el peso seco luego de secado en estufa. El valor de % de MS en planta entera se utilizó para estimar la producción de MS total Kg m⁻². En el caso de SILERO INTA, VDH422 y F 1405 BMR, algunas panojas de plantas muestreadas fueron atacadas por pájaros, por esto en estos casos puntuales, se utilizó un porcentaje de corrección para compensar la pérdida de material según el daño visual observado.

Muestreo de suelo: Se determinó humedad gravimétrica a la siembra extrayendo 7

sub-muestras de suelo con pala cada 20 cm hasta una profundidad de 1,4 m. La lámina promedio del perfil se calculó como la sumatoria de H° gravimétrica (%) * densidad aparente (g cm⁻³). El análisis se realizó en el Laboratorio de suelos aguas y vegetales, EEA INTA Corrientes-Recursos Naturales. Se calculó la lámina de agua promedio en el perfil hasta los 1,4 m tomando como valor promedio para la serie de suelo una densidad aparente de 1,5 g/m³ (Paredes, 2003).

Datos meteorológicos: Los datos meteorológicos de temperatura, precipitación pluviométrica y radiación global incidente fueron obtenidos de la casilla automática Nimbus THP Estación INTA Corrientes (<http://siga2.inta.gov.ar/>). Se calculó el Tiempo térmico (°C.día⁻¹) = Tiempo (d) * (Temperatura media – Temperatura base) desde la siembra a floración (cosecha) usando 11 °C como temperatura base. Para transformar el valor de energía de la radiación global incidente diaria (MJ m⁻¹ d⁻¹) en energía equivalente al flujo de fotones de radiación fotosintéticamente activa comprendida entre los 400 y los 700 nm (en inglés *Photosynthetically Active Radiation band*, PAR) se utilizó un coeficiente de 0,48, PAR= 0,48 de radiación global. Considerando hipotéticamente que el canopeo del cultivo presentaba un 100% de intercepción del PAR incidente, se estimó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) mediante la fórmula EUR= g materia seca total en floración (MS) m² / PAR diario acumulado MJ m⁻².

Análisis estadístico: Para el análisis de la variancia y diferencias entre medias se usaron los procedimientos incluidos en el paquete estadístico INFOSAT 2017. Las medias se compararon con el Test de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) al 5%.

RESULTADOS

La variación de temperatura media desde emergencia al muestreo del último híbrido estuvo en el rango de 15-32 °C (Figura 2) mientras que la máxima magnitud de precipitación pluviométrica diaria fue de 105 mm. El aporte promedio diario de radiación global fue de 22 MJ m⁻² y su variación fue inversa a los aportes de precipitación.

Las precipitaciones desde la siembra al último muestreo estuvieron bien distribuidas, los valores acumulados variaron de 445-559 mm (Tabla 1). Aunque durante este periodo ocurrieron precipitaciones pluviométricas que superaron los 20 mm (siendo en total 181 mm el valor acumulado > 20 mm). Tomando a una precipitación de 20 mm como una aproximación del umbral de escorrentía equivalente a la precipitación que no infiltra y escurre, se estima que del total de 559 mm acumulados al 08/01/2020, solo 378 mm correspondió a

precipitación efectiva. Lo cual constituyó una alta oferta hídrica considerando que el sorgo para lograr máximos rendimientos requiere unos 450 mm de agua.

La humedad gravimétrica del perfil (H° vol. Θ cm⁻¹) al momento de la siembra varió de 15 a 31%. La profundidad del perfil muestreada se considera adecuada ya que en sorgo la profundidad radicular máxima varía entre los 1-2 m. La lámina promedio en el perfil a la siembra se calculó en 321 mm. La buena provisión de agua en el perfil al momento de la siembra sumado al volumen de precipitación efectiva registrado sumado a la fertilización empleada aseguró un rápido crecimiento del cultivo visualizado por el incremento de altura (Figura 3). Mientras que la variación de ciclo fue de 73-98 días, 950-1330 °C.día⁻¹, así ante buenas condiciones de crecimiento los ciclos largos tendrían mayor capacidad de aprovechamiento de los recursos (Tabla 1).

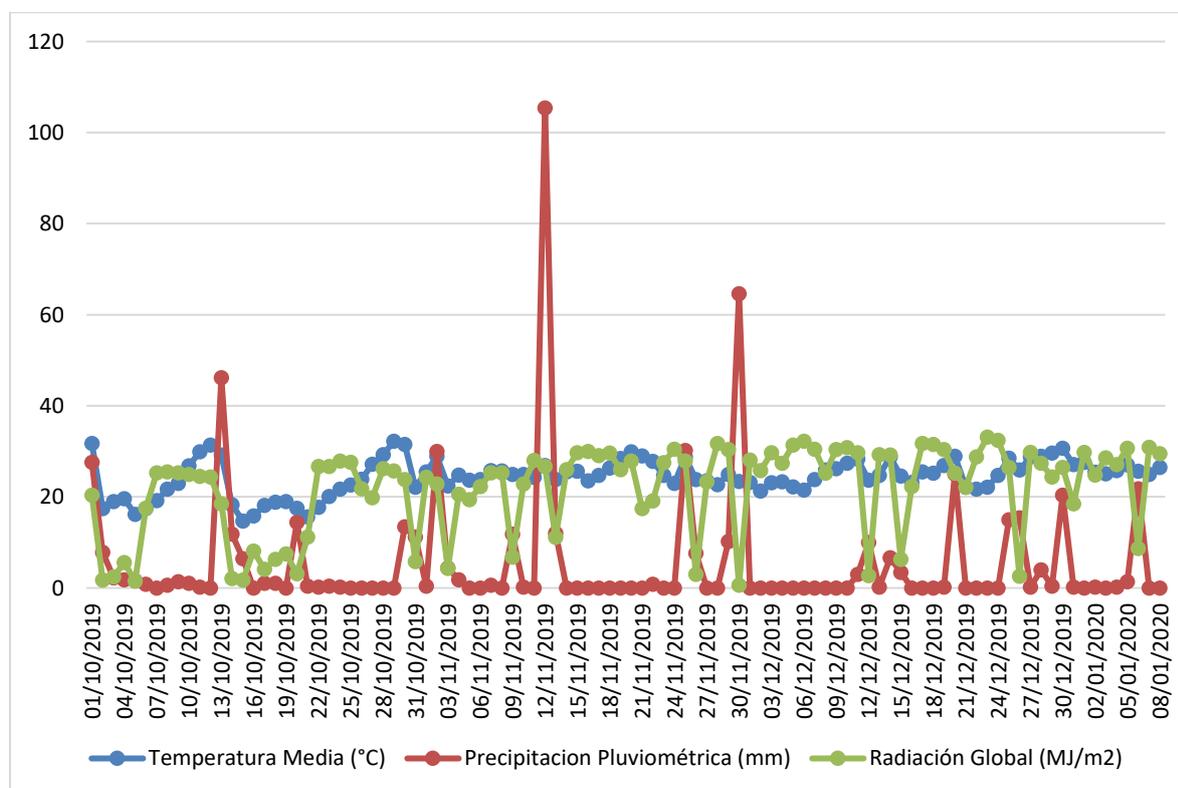


Figura 2. Variación de temperaturas medias y precipitaciones desde la siembra del ensayo (01/10/2019) hasta el último muestreo (08/01/2020) en la EEA INTA Corrientes.

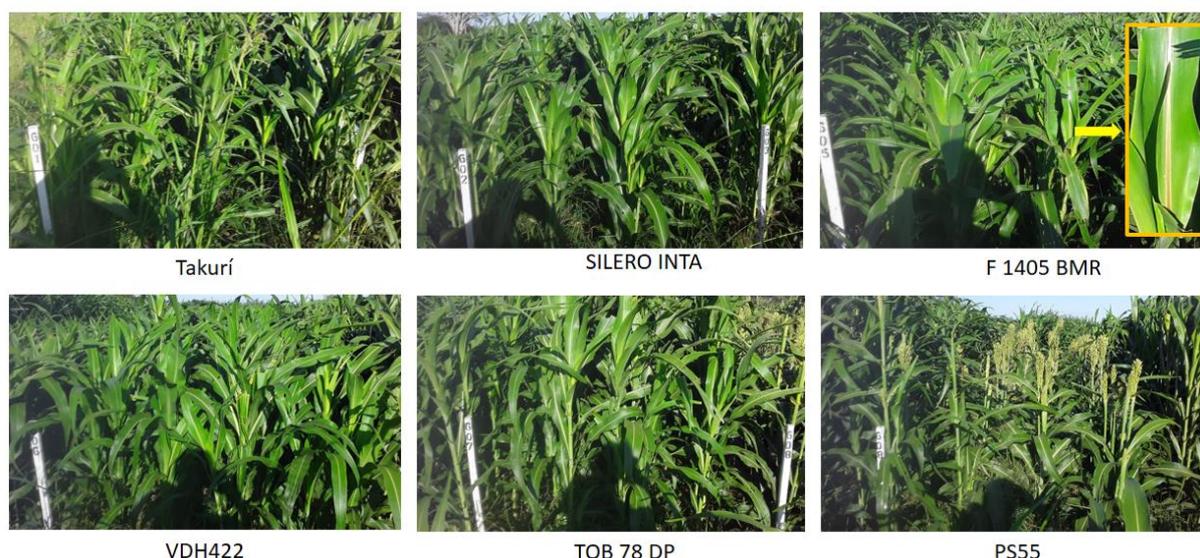


Figura 3. Vista del estado del cultivo a los 65 días de la siembra (05/12/2019). Se observaron los siguientes estados fenológicos: Takurí, embuchado, SILERO INTA, vegetativo, F 1405 BMR, vegetativo, VDH422, vegetativo, TOB 78 DP, vegetativo, PS55, inicio de floración. En detalle se observa la característica de nervadura marrón del híbrido F 1405 BMR.

Tabla 1. Datos meteorológicos y parámetros ocurridos durante el periodo desde siembra hasta floración (muestreo) de híbridos de sorgo cultivados en INTA Corrientes.

Híbridos	Fecha de floración (muestreo)	Días a floración	Tiempo térmico a floración (°C.día ⁻¹)	Precipitación acumulada desde la siembra a floración (mm)	Radiación global acumulada desde emergencia a floración (MJ m ⁻² d ⁻¹)	PAR acumulado desde emergencia floración (MJ m ⁻² d ⁻¹)
PS55	13/12/2019	73	950	445	1467	704
TAKURI	23/12/2019	83	1089	480	1728	829
TOB 78 DP	23/12/2019	83	1089	480	1728	829
SILERO INTA	7/1/2020	98	1330	559	2096	1006
F 1405 BMR	7/1/2020	98	1330	559	2096	1006
VDH422	8/1/2020	99	1345	559	2126	1020

Al momento del muestreo hubo diferencia significativa del porcentaje de materia seca en planta entera así como en las diferentes fracciones de órganos muestreados (Tabla 2). SILERO INTA y VDH422 presentaron el mayor porcentaje de materia seca en planta total y en el tallo con su vaina. Por otro lado, la materia seca en hojas fue mayor en VDH422 seguido de SILERO INTA. Mientras que las panojas se encontraban con mayor porcentaje de materia seca en

VDH422 y en SILERO INTA.

El análisis de la varianza mostró que la producción de materia fresca entre los híbridos resultó no significativa ($p > 0,05$) (Tabla 3).

En cambio, la partición de biomasa entre híbridos fue altamente significativa ($p < 0,01$) para las tres fracciones de órganos (Tabla 3). La mayor partición de materia seca en tallo se presentó en Takurí y TOB

78 DP, y la menor proporción en VDH422 y F 1405 BMR. En cuando a lámina, no hubo una clara diferencia entre híbridos. Con respecto a panojas, VDH422 y F 1405 BMR presentaron mayor contribución de materia seca de panojas indicando junto a

la menor contribución en tallo, además de su respuesta genética, un probable estado de mayor removilización de reservas del tallo a la panoja como consecuencia de un proceso de llenado de granos más avanzado que el resto de los híbridos.

Tabla 2. Porcentaje de materia seca (MS) de la planta entera y sus fracciones (panoja, lámina y tallo con vainas) al momento del muestreo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Híbridos	%MS planta entera	%MS Panoja	%MS Lámina	%MS Tallo+Vaina
F 1405 BMR	22,20 a	33,86 a	27,85 a	18,03 a
PS55	22,91 a	30,44 a	30,75 b	19,95 a
SILERO INTA	29,71 b	41,27 b	35,90 c	26,70 c
TAKURI	20,79 a	31,15 a	26,96 a	18,25 a
TOB 78 DP	23,37 a	31,04 a	28,06 ab	21,42 ab
VDH422	30,70 b	47,06 c	43,45 d	24,41 bc
CV (%)	6,6	8,4	6,0	9,7
Valor p	0,0001	0,0002	<0,0001	0,0025

Tabla 3. Producción de materia fresca (MF) y materia seca (MS) total y partición de MS en panojas, lámina y tallo + vaina en híbridos de sorgo cultivados en INTA Corrientes. MS P= MS en panojas, MS L=MS en láminas, MS T+V=MS en tallos con su vaina, %MF 20 cm= % de la MF remanente en tallos basales cortados a 20 cm del suelo, EUR= eficiencia de uso de la radiación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Híbridos	MF total (Kg m ⁻²)	Partición de MS			MS P (Kg m ⁻²)	MS L (Kg m ⁻²)	MS T+V (Kg m ⁻²)	MS total (Kg m ⁻²)	%MF 20 cm	Tasa crecimiento diaria (g MS d ⁻¹)	EUR (g MS m ⁻² /MJ m ⁻²)
		%MS P	%MS L	%MS Tallo +Vaina							
F 1405 BMR	10,6	20,02 c	27,15 c	52,83 a	0,47 b	0,64 bc	1,24 ab	2,35 a	12,33 ab	23,98 ab	2,34 ab
PS55	5,9	16,04 b	21,89 b	62,07 b	0,22 a	0,30 a	0,84 a	1,35 a	16,80 c	18,51 a	1,92 a
SILERO INTA	13,6	16,04 b	20,09 ab	63,66 b	0,65 c	0,80 c	2,55 d	4,00 d	11,33 a	40,85 d	3,98 d
TAKURI	11,4	12,30 a	22,76 b	65,24 bc	0,29 ab	0,53 ab	1,51 bc	2,33 ab	12,87 b	28,02 abc	2,81 abc
TOB 78 DP	11,8	12,37 a	19,23 a	68,40 c	0,34 ab	0,53 ab	1,90 c	2,35 b	11,36 a	33,41 bcd	3,35 bcd
VDH422	11,5	23,89 d	20,61 ab	55,51 a	0,84 d	0,73 bc	1,96 c	3,54 cd	11,23 a	35,73 cd	3,47 cd
CV (%)	23,4	10,4	6,4	3,3	20,8	24,4	18,9	19,8	5,04	20,31	20,4
Valor p	0,0572	0,0001	0,0006	<0,0001	0,0001	0,0182	0,0008	0,0016	<0,0001	0,0117	0,0169

En lo que respecta a producción de biomasa por unidad de superficie (Tabla 3), SILERO INTA presentó el mayor aporte de

tallo con vainas, seguido de VDH422, Takuri y TOB 78 DP no difiriendo entre ellos.

En cuanto a hojas, en general todos aportaron similar producción y solo hubo diferencias entre SILERO INTA y PS55, con mayor cantidad para el primero. Con respecto a panojas, VDH422 presentó el mayor aporte seguido de SILERO INTA. Finalmente, SILERO INTA y VDH422 lograron la mayor producción de biomasa total por unidad de superficie, mientras que los híbridos de similar ciclo Takurí y TOB 78 DP produjeron similar producción de biomasa total por superficie.

El remanente de cosecha en peso fresco hipotético a 20 cm de corte basal resultó mayor para PS55 seguido de Takurí y F 1405 BMR.

La tasa de crecimiento diaria del cultivo y EUR fue similar para SILERO INTA, TOB 78 DP y VDH422, mientras que Takurí y F 1405 BMR tuvieron una menor tasa de crecimiento pero similar entre ambos.

CONCLUSIONES

Producto de la buena disponibilidad hídrica y fertilización, el gran porte de planta y mayor aporte de materia seca a nivel de planta, SILERO INTA y VDH422 presentaron la mayor EUR, mayor tasa de crecimiento diario, y mayor acumulación final de MS total por superficie (Kg m^{-2}) a los 98-99 días de la siembra. En un ciclo más corto, TOB 78 DP presentó la mayor eficiencia de aprovechamiento de recursos.

En lo que respecta a la calidad para silaje, una menor contribución de tallo y una mayor contribución de panojas a la cosecha es deseable para aumentar el valor nutricional del silo. En este sentido, VDH422 y F1405 BMR presentaron la menor partición de biomasa a tallo y mayor partición a panojas. Además del componente genético esto pudo haber ocurrido por un retraso en la cosecha en floración con respecto de los otros híbridos que permitió removilización de nutrientes al grano y así mayor partición

de materia seca al grano en la fase inicial de llenado.

Con fines comparativos de producción para silaje se sugieren futuros estudios en sorgos en un estado reproductivo más avanzado con mayor removilización de nutrientes del tallo a panoja, esto es, grano lechoso a pastoso en el tercio superior de la panoja, y protección de panojas con redes con el fin de minimizar el ataque de pájaros y evaluar así más precisamente las variables estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrasco N, Zamora M, Melin A. 2011. Manual de sorgo. Ediciones INTA, ISBN: 978-987-679-071-0. 105 pag.
- Chessa A. 2008. Pensando la siembra de sorgo. INTA EEA Rafaela. Información técnica cultivos de verano campaña 2007. Publicación Miscelánea Num.108.
- Dien B.S., Sarath G., Pedersen J.F., Sattler S.E., Chen H., Funnell-Harris D.L., Nichols N.N., Cotta M.A., 2009. Improved sugar conversion and ethanol yield for forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) lines with reduced lignin contents. *Bioenergy Research* 2(3):153- 164.
- De León M. 2018. Evaluación de Híbridos de Sorgo y Maíz para Silajes. Campaña 2017 – 2018. Equipo forrajes conservados EEA INTA Manfredi.
- Veneciano J, Privitello L, Guzmán L, Frigerio K, Frasinelli C. 2012. Incidencia de la altura del corte en la composición morfológica, peso de planta y calidad forrajera de cuatro híbridos de sorgo. El cultivo de sorgo en San Luis. Ediciones INTA, INTA EEA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas (6326) Anguil, La Pampa, Argentina. Pag.94.
- Paredes F. A. 2003. Sistemas de labranza y rotación de cultivos en un Argiudol hiper-térmico. Efectos sobre las propiedades físicas. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencia del Suelo, Orientación en Manejo de Suelos. FAUBA.

RED DE EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA-RECOSO. EEA INTA CORRIENTES 2019-2020

M.M. Pereira; L. Gándara; M. Almirón; M.A. Gómez; A. Silva y P. Foschiatti¹

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: cultivos de secano; rotaciones; variedades.

INTRODUCCIÓN

Todos los años se inscriben nuevos cultivares de soja a partir del trabajo de los criaderos buscando superar rendimientos, ofrecer germoplasma con mejor comportamiento frente a algunas enfermedades y adaptado a diferentes ambientes productivos del país. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Convenio de Vinculación Tecnológica con la Asociación de Semilleros Argentinos (ASA) evalúa los cultivares comerciales de soja. Para esta finalidad, se conducen ensayos divididos por grupos de madurez (GM) en las diferentes regiones y subregiones de cultivo del país. La EEA INTA Marcos Juárez coordina los ensayos a nivel nacional y es responsable de la preparación y del análisis conjunto de los resultados. En esta última campaña se lograron 363 ensayos. El objetivo de los mismos es evaluar el rendimiento, características agronómicas y comportamiento sanitario y calidad de todos los cultivares comerciales disponibles en el mercado de semillas, para elaborar recomendaciones sobre la elección y manejo en cada subregión de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo antecesor: Avena negra

Siembra: 09/12/2019

Emergencia: 14/12/2019.

Parcelas: 4 m de largo x 1,6 m de ancho.

Control de malezas: 3 aplicaciones de Glifosato (3 L/ha) en siembra, V3 y R1.

Control de plagas: Aplicaciones de insecticida (lambdacialotrina y cipermetrina) en R1 y R4.

Evaluaciones: se registró la fecha de siembra y el rendimiento medio referido en kilogramos por hectárea (kg/ha) a partir de una muestra de grano cosechada de la parcela. También se registró el vuelco, altura a madurez, inicio de floración (R1), inicio de desarrollo de la semilla (R5) y plena madurez (R8).

Cosecha: El ensayo se cosechó a mano y se realizó trilla con máquina estática. Superficie de muestreo: 2 surcos centrales (3,36 m²).

Diseño experimental y análisis estadístico: Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 4 surcos a 0,42 m x 4 m de largo. Para el análisis de la variancia y diferencias entre medias se usaron los procedimientos incluidos en el paquete estadístico INFOSTAT 2017. Las medias se compararon con el Test de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) al 5%.

I. Características climáticas

El ciclo agrícola estival 2019/20 se caracterizó por temperatura medias mensuales superiores a las históricas sobre todo en la

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

última etapa de desarrollo del cultivo.

Las precipitaciones en noviembre (206 mm), diciembre (155 mm), enero (335 mm) y febrero (191 mm) fueron superiores a las históricas. Esta tendencia fue revertida en los últimos meses del desarrollo del cultivo (segunda quincena de febrero en adelante) en los cuales las lluvias fueron hasta un 60 % menores a los registros históricos. Esto sumado a lo mencionado anteriormente con respecto a las temperaturas, hizo que se registraran balances hídricos negativos en parte del período crítico del cultivo (R1-R5).

II. Comportamiento productivo

Grupo V Largo (Figura 1)

Número de materiales: 12 (no se registraron datos en: AL 1339 por fallas en la emergencia).

Rendimiento promedio: 1789 kg/ha

Altura: 69 cm.

Días A R1: 50 días.

Días A R5: 68 días.

Días a R8: 116 días.

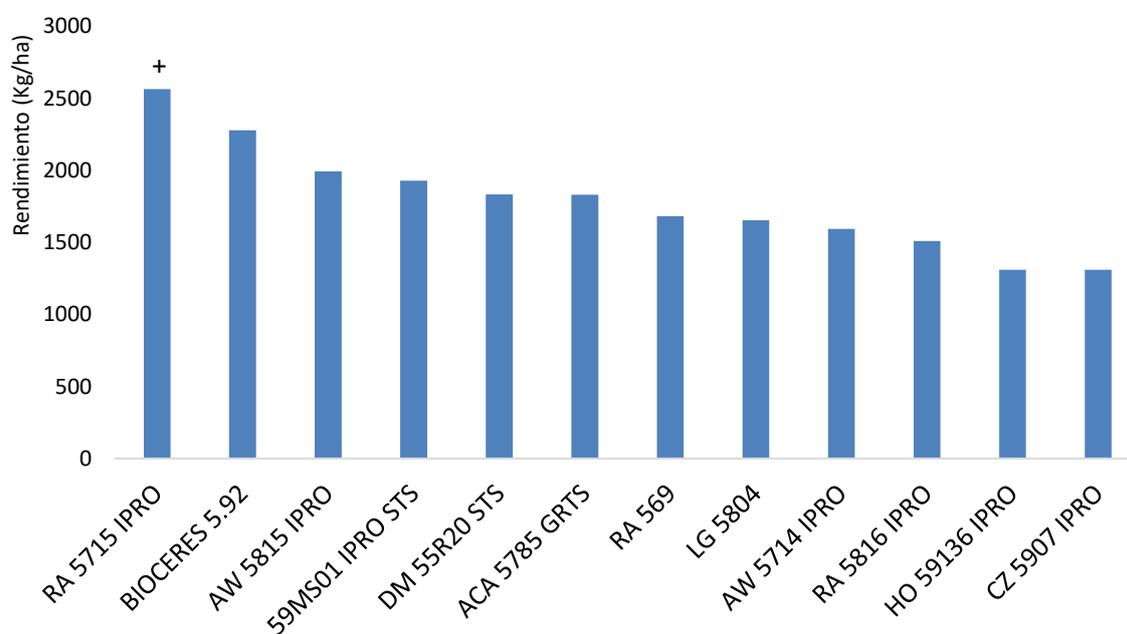


Figura 1. Rendimiento de variedades de soja Grupo V Largo. Campaña 2019/2020 - EEA INTA Corrientes. +: El cultivar con mejor rinde en ese ambiente, según el Test de LSD al 5%.

Grupo VI Corto (Figura 2)

Número de materiales: 10 (no se registraron datos en: RA 652 por fallas en la emergencia).

Rendimiento promedio: 1062 kg/ha

Altura: 68 cm.

Días A R1: 46 días.

Días A R5: 63 días.

Días a R8: 115 días.

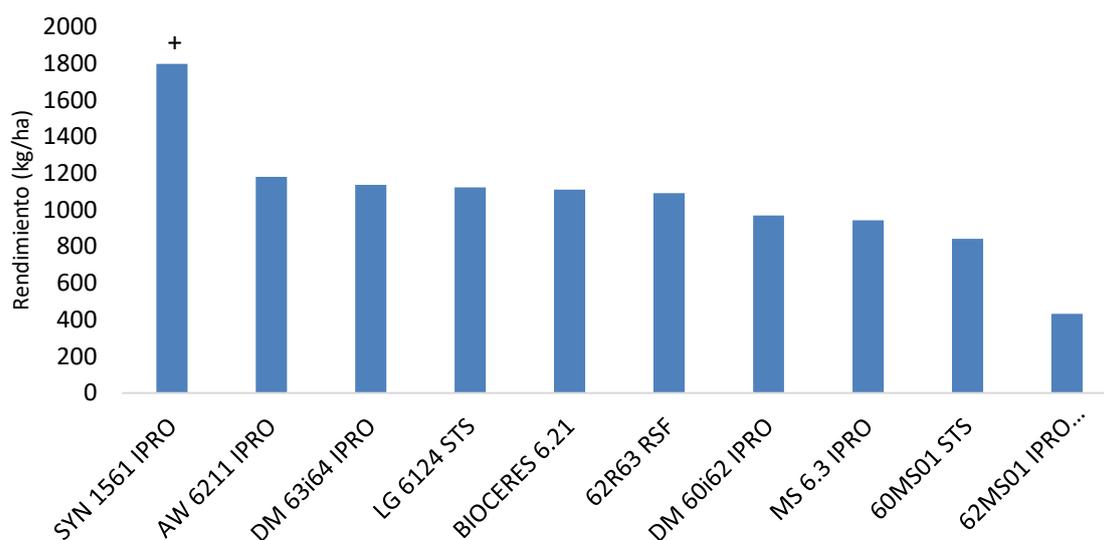


Figura 2. Rendimiento de variedades de soja Grupo VI Corto. Campaña 2019/2020 - EEA INTA Co-rientes. +: El cultivar con mejor rinde en ese ambiente, según el Test de LSD al 5%.

Grupo VI Largo (Figura 3)

Número de materiales: 18

Rendimiento promedio: 1777 kg/ha

Altura: 80 cm.

Días A R1: 49 días.

Días A R5: 71 días.

Días a R8: 122 días.

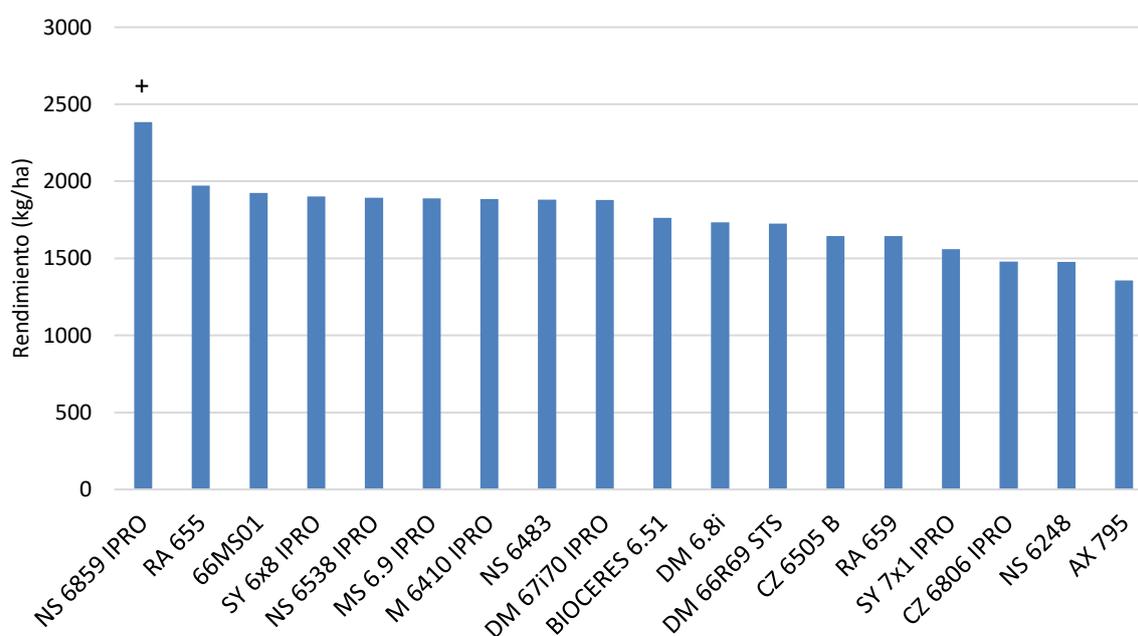


Figura 3. Rendimiento de variedades de soja Grupo VI Largo. Campaña 2019/2020 - EEA INTA Co-rientes. +: El cultivar con mejor rinde en ese ambiente, según el Test de LSD al 5%.

Grupo VII y Grupo VIII (Figura 4)

Número de materiales: 12 (no se registraron datos en: NS 7709 por fallas en la emergencia).

Rendimiento promedio: 1548 kg/ha

Altura: 90 cm.

Días A R1: 54 días.

Días A R5: 78 días.

Días a R8: 128 días.

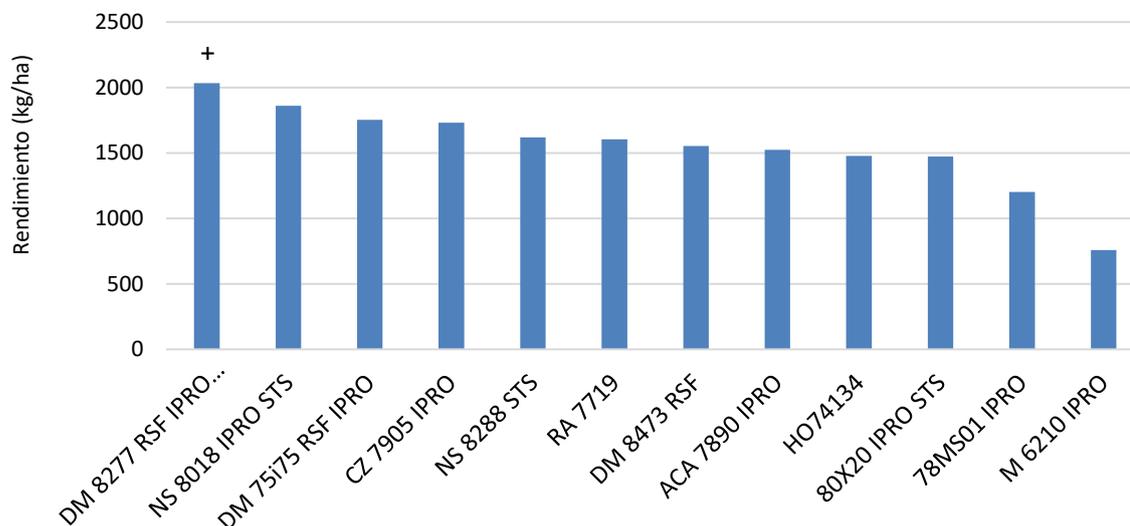


Figura 4. Rendimiento de variedades de soja Grupo VII y Grupo VIII. Campaña 2019/2020 - EEA INTA Corrientes. +: El cultivar con mejor rinde en ese ambiente, según el Test de LSD al 5%.

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas dentro de cada grupo entre las variedades comerciales de soja. El rendimiento promedio del ensayo fue de 1590 kg/ha. Los grupos V y VI largo fueron los de mejor comportamiento productivo, con un rendimiento medio de 1789 y 1777 y kg/ha respectivamente.

VALORACIÓN DE COLOR DEL CANOPEO DE ARROZ CON DRON Y SU RELACIÓN CON CARACTERÍSTICAS DEL FOLLAJE

S.E. Olmos; E. Aguiar; O. Royo; A.I. Zorat; M.C. Peichoto¹ y M.I. Pachecoy

Email: olmos.sofia@inta.gob.ar

Palabras clave: canopeo; color; hojas; medidor de clorofila; morfo-anatomía; *Oryza sativa*; SPAD.

INTRODUCCIÓN

El color del canopeo, y así el estado del cultivo, puede ser analizado indirectamente por medios ópticos instantáneos no destructivos como ser la reflectancia hiperespectral (NDVI) y más sencillamente por imágenes de fotografías aéreas.

Los picos de absorción espectral de la radiación solar por parte de la clorofila del follaje se encuentran en la zona roja y azul, con una absorción menor en la zona verde, y casi sin absorción en la zona infrarroja cercana (no visible, térmica). Por este motivo, el color visible del follaje se construye con el espectro de bandas que es reflejado, es decir el color verde y la zona infrarroja no visible. Así, un cultivo denso en buen estado fisiológico absorberá mayor luz en la banda rojo visible. Por ello reflejará menor luz en la banda rojo visible y reflejará mayor luz en el verde visible y en la banda del infrarrojo cercano.

A nivel genético, se observa en arroz que hay variabilidad entre variedades para el color del follaje, la forma del margen foliar de la lámina en transcorte, pilosidad y el grado de venación de la hoja. A nivel de cultivo, el patrón del color observado varía según el momento fenológico y el estado de senescencia. A nivel de planta, la característica de retardo de la senescencia

(Stay-green funcional) puede correlacionarse con mayor contenido de clorofila en las hojas, mayor tasa de fotosíntesis y mayor rendimiento final del cultivo. El grado de venación y la posición de la medición de clorofila a lo largo de la lámina afectan la transmisión de luz del instrumento variando así el valor medido. La presencia de pilosidad (tricomas) es un carácter frecuente en arroz que contribuye a la fotosíntesis y presenta ventajas ante estreses bióticos y abióticos y podría estar correlacionado con otros caracteres y/o afectar las mediciones de clorofila.

El objetivo fue estudiar en un panel de 175 genotipos de arroz (indica, japónica y cultivos cruzados, líneas estabilizadas y élite de los programas de mejoramiento de arroz de Argentina) las variaciones de color a nivel de canopeo con fotografías aéreas de dron y relacionarlas con el indicador relativo de clorofila y características de las hojas como ser pilosidad y la forma del margen foliar de la lámina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó el 20/11/2019 con sembradora experimental a 0,17 cm entre surco y 5 m de largo. Se sembraron tres surcos por genotipo, sin repetición. Los genotipos fueron ordenados por ciclo y altura,

¹ Instituto de Botánica del nordeste (IBONE), Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

la mayoría de los genotipos presentaban un ciclo intermedio con porte semienano, aunque también había ciclos cortos y largos de altura variable. Se intercalaron siembras con una variedad de color de follaje morado para el estudio de colorimetría.

El riego se inició al principio del macollaje y se mantuvo continuo hasta la madurez. La fertilización, control de malezas e insectos se realizó según prácticas estándar.

El perfil de clorofila se realizó con un medidor SPAD-502 *meter* en la primera hoja expandida de cada genotipo, al mismo tiempo para todos, cuando se encontraban próximos a la finalización del estado vegetativo (15/01/2020) a los 48 días de la emergencia (inicio de la diferenciación del primordio floral).

El medidor SPAD mide la diferencia de luz transmitida por la hoja en el rojo visible a 650 nm (pico de absorción de la clorofila) y el infrarrojo a 940 nm (no absorción de clorofila). Para lograr un valor representativo de la variación del grado de nitrógeno/senescencia de la hoja, se realizaron tres mediciones SPAD en la sección apical, media y basal de la lámina, en tres plantas diferentes del surco central. Los valores por genotipo se promediaron.

Las fotografías se realizaron con Drone DJI Spark, equipado con cámara de 12Mp de resolución y se analizaron con software de fotogrametría y retoque fotográfico Jcpicker (pick de pixels para convertir valores RGB a color indexado).

El vuelo para el análisis de colorimetría se realizó el 15/01/2020 a las 8,30 h y a 10 m de altitud (Figura 1) coincidente con la medición SPAD. La colorimetría de las imágenes individuales se analizó con Photoshop (versión 2015) realizando un procesamiento basado en los valores por defecto del panel de conversión Alto Rango Dinámico (*High Dynamic Range* en inglés, o HDR) para resaltar los colores “realistas” por igual en todo el campo visual.

Con las imágenes de vuelo a 20 m (Figura 2) en el momento de madurez (10/03/2020) y puntos fijos georeferenciados se realizó un ortomosaico con el programa Agisoft Metashape para la construcción de modelos digitales de elevación (Figura 3) (*Digital Elevation Model* en inglés, o DEM) con la finalidad de construir una representación 3D de la superficie del terreno y una estimación de la altura de plantas en el momento de madurez.

Por cada genotipo se realizaron nueve mediciones de color, tres en cada surco, de 30 pixeles de alto y ancho cada una. Se intentó capturar los valores promedios RGB (0~255) para cada canal de color de cada genotipo buscando el valor representativo en forma manual, teniendo en cuenta que hay valores sobrepuestos y subexpuestos a la luz solar. Estos valores se expresan en una serie de parámetros RGB (rojo, verde y azul) como un vector donde 000.000.000 corresponde al negro y 255.255.255 al blanco en una escala de 16.777.216 de colores, que es lo que manejan los equipamientos electrónicos, y definido como 24 bits de resolución de color. Para determinar el color representativo se tomó un valor promedio entre los extremos para determinar el valor aproximado del canal G (Green), que es el determinante para establecer el “verdor”, mientras que los canales R (Red) y B (Blue) acentúan los tonos y eventualmente viran el color a morado/azulado, respectivamente.

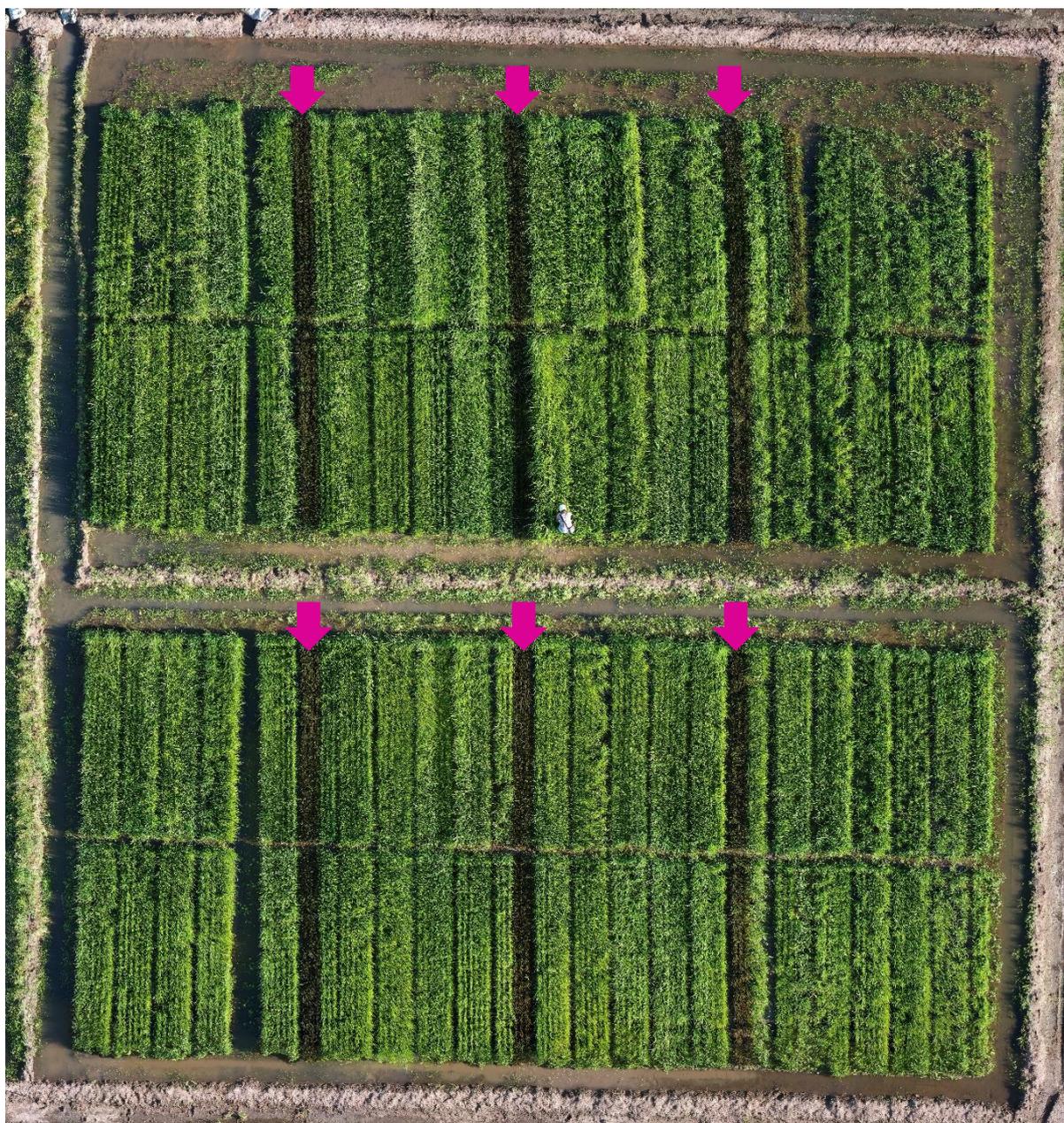


Figura 1. Fotografía aérea del ensayo de genotipos de arroz obtenida con dron (Fecha: 15/01/2020) y procesada con filtro HDR. Los genotipos se cultivaron en tres surcos de 5 m sin repetición. Para un mejor manejo del riego, el ensayo se dividió en dos bloques separados por una taipa. Un genotipo de color de follaje morado (Flecha lila) se intercaló en la siembra.

Posteriormente a la determinación del verde representativo, se descartaron manualmente en la medición las sobrexposiciones y las subexposiciones, utilizando como guía el segundo orden de píxeles de las zonas adyacentes más iluminadas o el segundo en el caso de las menos iluminadas directamente por el sol; y luego se confeccionó un histograma para determinar

las frecuencias de verdes. Se dividió el rango de valores verdes [0~255] en tres partes iguales para proporcionar una guía inicial y básica para determinar el grado de verde en una escala cualitativa de: verde claro (255), intermedio (170) y verde oscuro (85).

La caracterización de morfología de hojas se realizó *in situ* en al menos tres plantas

de cada genotipo, clasificando la pilosidad al tacto y en forma visual el margen de la lámina. Se recolectaron muestras de hojas en líquido fijador FAA (formaldehído, alcohol, ácido acético) para futuras determinaciones de espesor de hoja. Las mues-

tras se analizaron preliminarmente con microscopio óptico y el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) utilizando el equipamiento MEB JEOL 5800 LV de la UNNE.



Figura 2. Fotografía aérea del ensayo de genotipos de arroz obtenida con dron en el momento de madurez (Fecha: 10/03/2020), utilizada para la construcción de un modelo digital de elevación (digital elevation model en inglés, o DEM). Los genotipos de mayor altura se ubicaron en el bloque posterior separados de una taipa.

Se obtuvieron datos comunes para todas las variables para 144 de los 175 genotipos de arroz. Los datos se analizaron mediante

correlación de Pearson con el programa Infostat.

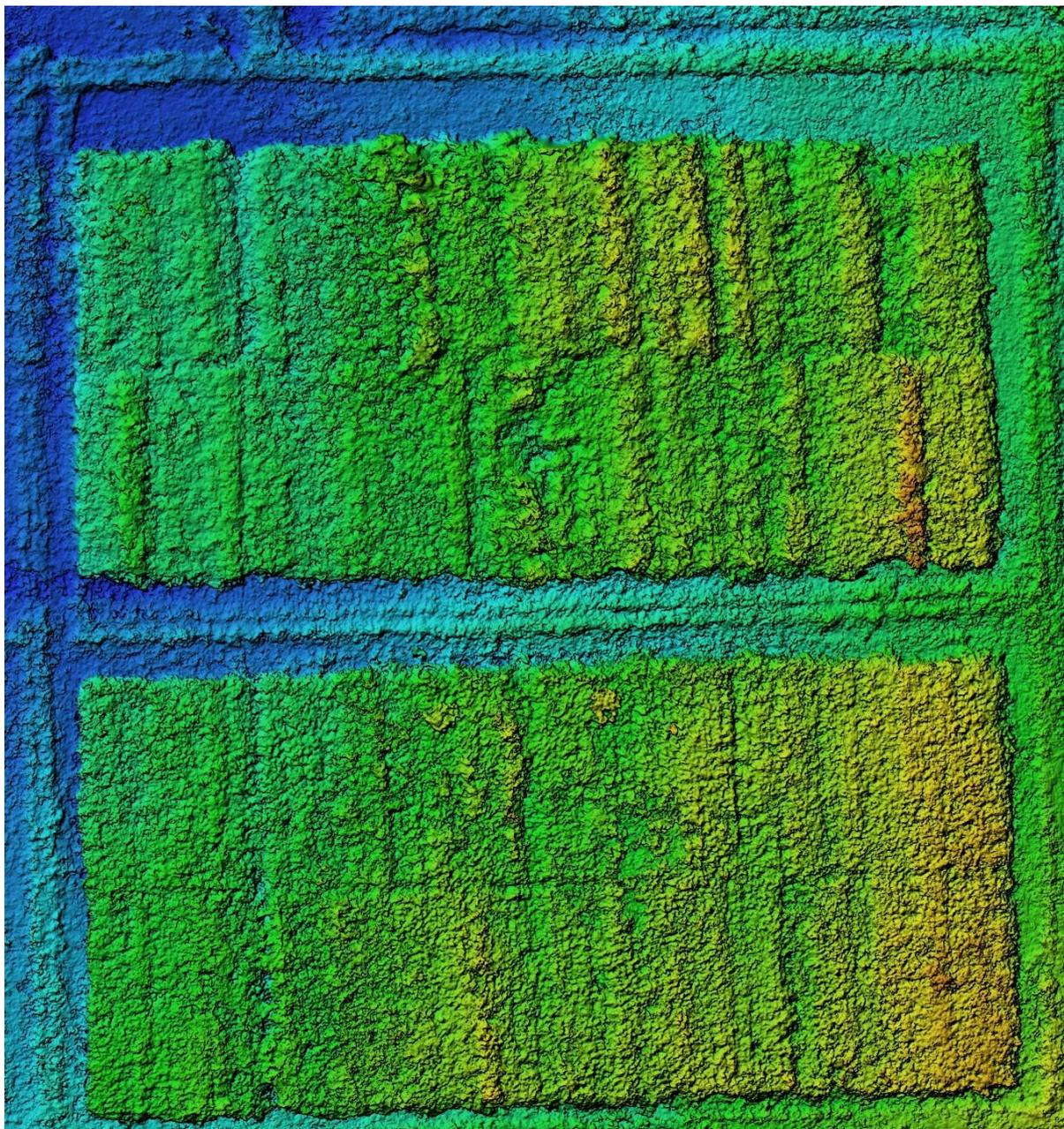


Figura 3. Modelo digital de elevación (digital elevation model en inglés, o DEM) obtenido con la fotografía aérea del ensayo de genotipos de arroz obtenida con dron (Fecha: 10/03/2020) en el momento de madurez. Colores cálidos corresponden a mayor altura de planta y colores fríos a menor altura relativa del suelo. El color azul corresponde a la cota del suelo más baja, así la variación de azul evidencia microrelieves dentro del ensayo.

RESULTADOS

I. Medidor de clorofila

La distribución de frecuencias de clases estuvo en el rango de 20 a 60 unidades SPAD, correspondiendo los valores más bajos al verde claro y los mayores a verdes

más oscuros (Figura 4). El histograma reveló la mayor concentración de frecuencias en el rango de coloración verde intermedio de 30-40 unidades (130 casos), seguido de follaje verde oscuros intermedio 40-50 (28 casos) y verdes oscuros (3 casos). El genotipo morado presentó un valor promedio de SPAD de 37. Cabe aclarar

que este genotipo presenta follaje de color morado matizado con líneas verdes y presenta hoja de espesor fino lo que podría explicar un valor de SPAD intermedio.

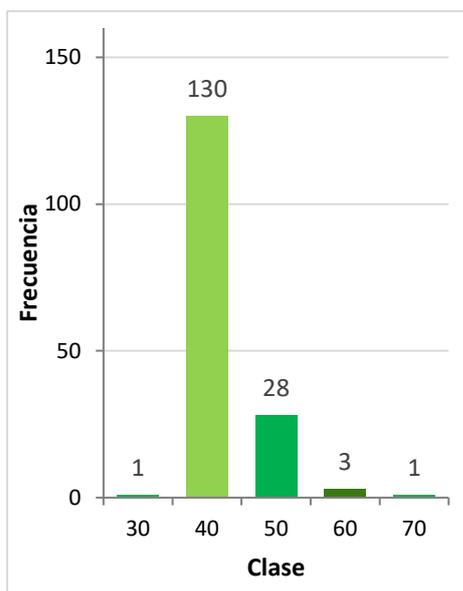


Figura 4. Histograma de frecuencias de medidas de indicador de clorofila con equipo SPAD. Valores más bajos corresponden a verde claro y mayores a verdes más oscuro.

II. Colorimetría de fotografías aéreas

El histograma de valores del canal verde (Figura 5) mostró una mayor concentración de genotipos en el rango de verde claro (108 casos) seguido de verde intermedio (58 casos) y en menor medida de verde oscuro (8 casos, incluyendo el genotipo morado).

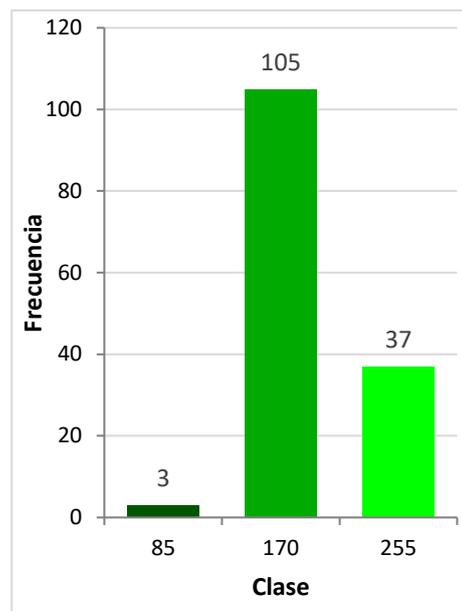


Figura 5. Histograma de frecuencias de colorimetría en canal verde RGB del canopeo mediante procesamiento con filtro HDR. La escala corresponde a 170-255: verde claro; 85-170: verde intermedio; 0-85: verde oscuro.

La correlación entre los canales RGB y los valores de SPAD resultó baja y negativa pero altamente significativa ($p < 0,001$) para el rojo (Red) (-0,28) y para el verde (Green) (-0,31) (Figura 6), mientras que para el azul (Blue) resultó no significativa.

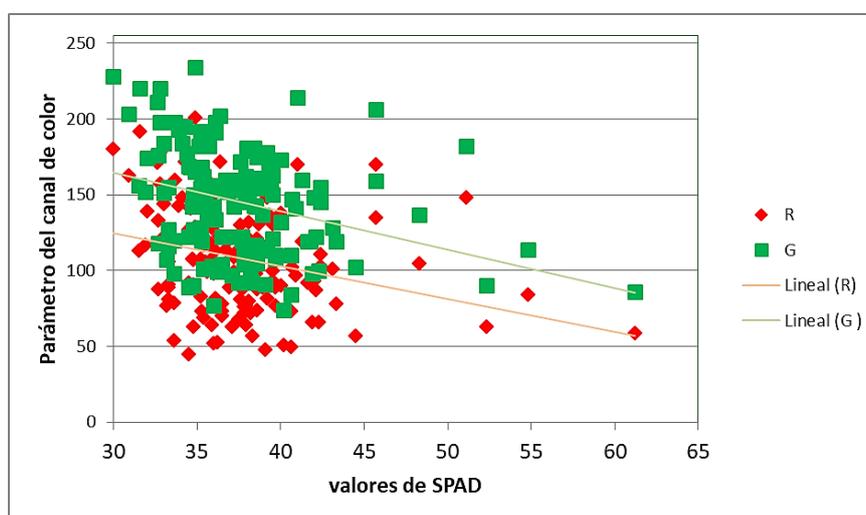


Figura 6. Gráfico de dispersión entre los parámetros del canal de color verde (Green) y rojo (Red) y valores de SPAD.

III. Morfología de hojas

La mayoría de los genotipos presentaron margen de lámina plano (109) y en menor medida tuvieron hojas involutas (7) y revoluta (8), mientras que 21 casos fueron intermedios entre estas formas (Figura 7).

La forma del margen de la lámina presentó correlación baja y negativa pero significativa ($p \leq 0,01$) con cada uno de los canales RGB (r^2 de -0,28, -0,28 y -0,22, respectivamente), con una tendencia de genotipos de margen de lámina plano a presentar parámetros RGB más elevados mientras que genotipos de hoja revoluta presentaron valores RGB menores. La correlación de la forma del margen de lámina resultó no significativa con la pilosidad y valores SPAD.

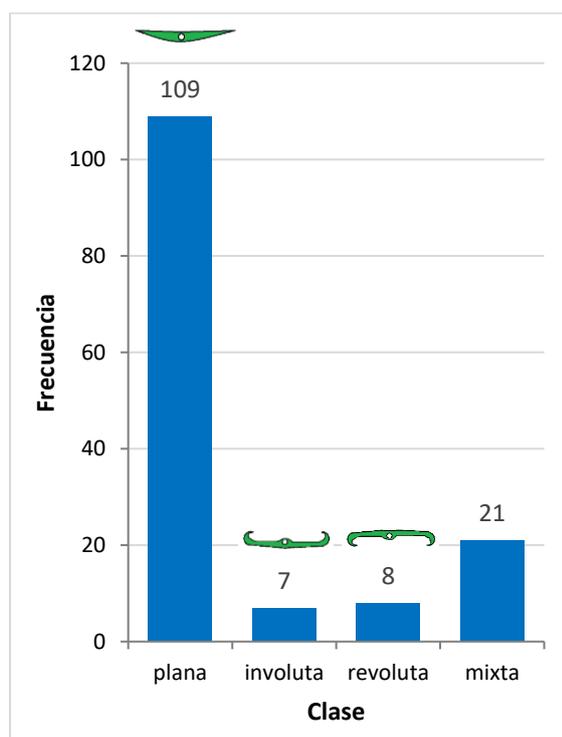


Figura 7. Distribución en 144 genotipos de arroz de casos con morfología del margen de la hoja plana, involuta, revoluta, y mixta (intermedias plana-involuta, planta-revoluta).

En cuanto a la pilosidad (Figura 8) la mayoría de los genotipos resultó de hoja pilosa (110), en menor medida tuvieron hoja lisa (34), mientras que un solo genotipo presentó mezcla de plantas con hoja lisa y

otras pilosas.

La pilosidad de la hoja no estuvo correlacionada con ningún canal RGB ni con la forma del margen de la lámina ni con los valores SPAD.

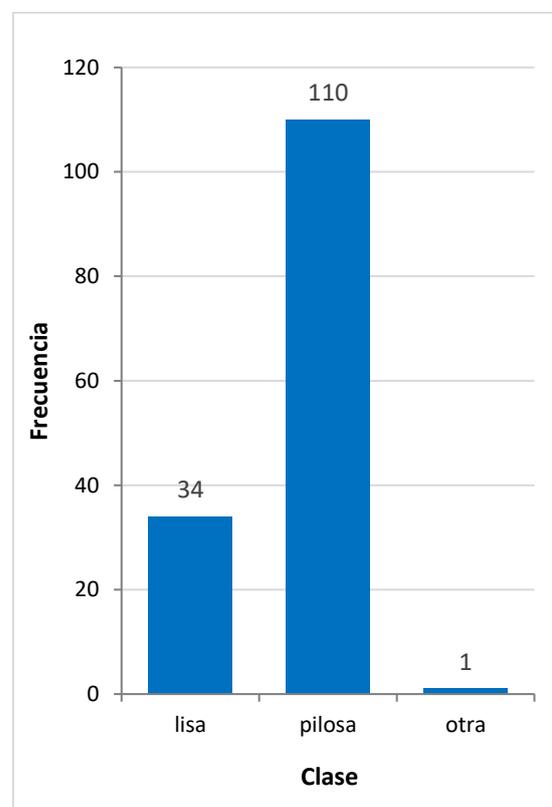


Figura 8. Distribución en 144 genotipos de arroz de casos con morfología de hoja lisa y pilosa.

A nivel microscópico se observó presencia de tricomas que no son detectados al tacto (Figura 9). Por ejemplo, la clasificación de pilosidad al tacto del material CR 2006 fue de hoja pilosa mientras que Ñu Potí fue de hoja lisa, los pequeños tricomas observados al MEB en Ñu Potí no se percibieron al tacto.

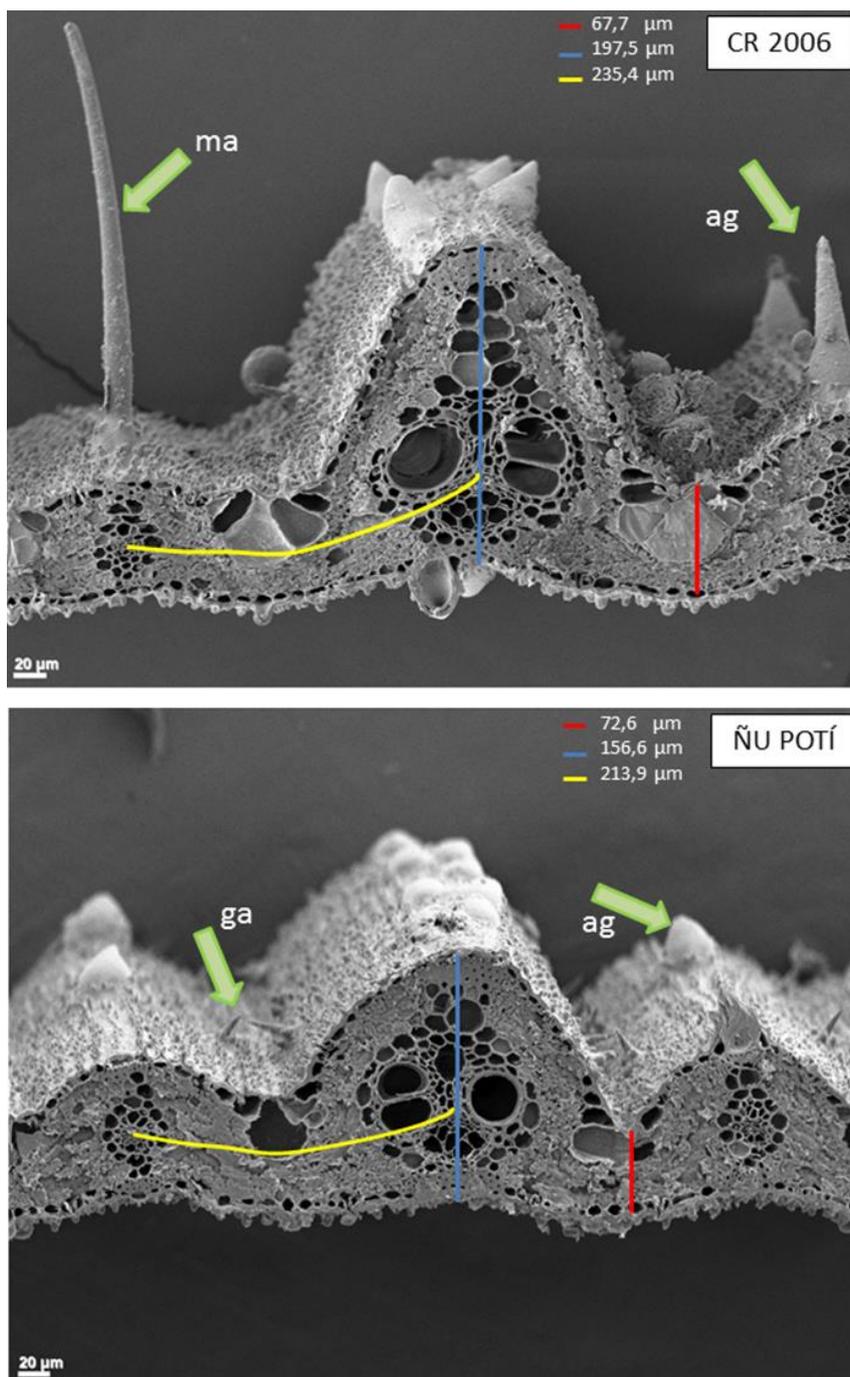


Figura 9. Imágenes de secciones de lámina obtenidas con el MEB con el registro de los siguientes caracteres: espesor de la lámina en las venas mayores (línea azul), espesor menor de la lámina (línea roja) y distancia entre los haces vasculares (línea amarilla). Flecha verde: diferentes clases de tricomas (pelos), ma: macropelo, ag: microtricos en agujón ("prickles"), ga: microtricos pequeños (ganchos, "hooks").

CONCLUSIONES

La disposición del cultivo en tres surcos separados a 0,17 m, el ordenamiento por altura y la hora de captación de la imagen,

fueron adecuadas para lograr la cobertura del surco al final de estado vegetativo, corregir las sobreexposiciones y subexposiciones y facilitar así la estimación del color del canopeo.

Se logró una correlación baja pero significativa entre SPAD y valores de los canales rojo (Red) y verde (Green).

La pilosidad de la hoja no se asoció con los parámetros de canal RGB, con el SPAD ni con la forma del margen de la hoja.

La forma del margen de la hoja se asoció en forma baja pero significativa con menores valores de parámetros RGB, los genotipos de hoja revoluta presentaron una tendencia de parámetros RGB más bajos (oscuros).

Las imágenes preliminares de MEB permitieron estimar el grado de venación y espesor de la lámina de la hoja para futuros estudios de correlación con mediciones de SPAD.

BIBLIOGRAFÍA

- Drouet, J.-L., Bonhomme, R. (1999). Do Variations in Local Leaf Irradiance Explain Changes to Leaf Nitrogen within Row Maize Canopies? *Annals of Botany*, 84(1), 61-69.
- Esfahani, M., Abbasi, H. R. A., Rabiei, B., & Kavousi, M. (2008). Improvement of nitrogen management in rice paddy fields using chlorophyll meter (SPAD). *Paddy and Water Environment*, 6(2), 181-188.
- Greg Ward, Anywhere Software. «High Dynamic Range Image Encodings» en http://www.anywhere.com/gward/hdrenc/hdr_encodings.html consultada en septiembre de 2019.
- Hu, B., Wan, Y., Li, X., Zhang, F., Yan, W. and Xie, J. (2013), Phenotypic Characterization and Genetic Analysis of Rice with Pubescent Leaves and Glabrous Hulls (PLgh). *Crop Science*, 53: 1878-1886.
- Konica Minolta (2019). Instrucciones para el servicio y la utilización del medidor de clorofila SPAD-502. 13 pag.

ENTORCHAMIENTO DEL ARROZ EN ARGENTINA

S. Gutiérrez¹ y M.P. Giménez Pecc²

Email: gimenez.mariadelapaz@inta.gob.ar

Palabras clave: Benyvirus; Polymyxa graminis; Rice stripe necrosis virus; RSNV.

RESUMEN

En los años 1985 y 1995 Mazzanti de Castañón observó síntomas de infección viral en cultivos de arroz de la provincia de Corrientes (Maurino et al., 2018b), problemática que volvió a ser notable en 2008/09, 2011/12 y 2016/17 y 2017/18, detectándose en 2018 el primer virus en arroz en Argentina, Rice stripe necrosis virus (RSNV) causal del entorchamiento (Maurino et al.) y a su vector, el protista *Polymyxa graminis* (Cúndom et al., 2018). Virus y vector se registraron en Corrientes y Santa Fe, dos de las tres principales provincias arroceras del país. La enfermedad fue reportada por primera vez en África occidental (Louvel y Bidaux, 1977), en 1991 se observó en el Continente Americano, en Colombia (Morales et al., 1999) y en 2001/02 en Brasil, en el estado de Rio Grande do Sul (Maciel, 2006), vecino a la zona arroceras de Argentina. El entorchamiento se caracteriza por presentar diferentes síntomas en la planta de arroz; en el estadio de macollaje se observan láminas foliares de color verde más intenso, enrolladas o en zig-zag, arrugadas, con bordes aserrados, nervaduras engrosadas, asimétricas, o con bandas amarillas dispersas que evolucionan a necrosis; los macollos se presentan arqueados, muy abiertos entre ellos, o deformados. Los síntomas pueden evolucionar a necrosis. Algunas plantas necrosadas rebrotan posteriormente,

desarrollando macollos deformados, retorcidos formando un tirabuzón, acompañados con láminas foliares sintomáticas. Panojas vanas compactas, totalmente deformadas. En ataques intensos, las plantas mueren y no se recuperan. La expresión de estos síntomas está condicionada a diferentes factores, tales como la susceptibilidad de cada genotipo (variedades, líneas experimentales e híbridos de arroz), estadio del cultivo, condiciones ambientales y algunos aspectos de manejo del cultivo tal como fechas de siembra, inicio del riego o inundación del cultivo, fertilización, y laboreo previo del suelo antes de la siembra, entre otros. La detección de *P. graminis* se puede realizar mediante la observación de cortes histológicos de raíces de plantas sintomáticas, previo lavado con abundante agua de canilla y posterior coloración con fuccina o azul de algodón. Bajo microscopio óptico, se observan sus estructuras denominadas cistosoros (Cúndom et al., 2018). Considerando que el vector es un organismo biótrofo asociado a raíces de plantas, no patógeno, que puede sobrevivir en el suelo mediante sus estructuras de reposo, se realizaron estudios de transmisión del virus en condiciones de laboratorio (18-25°C) e invernáculo (a 20-27°C), mediante la siembra de semillas de arroz de variedades susceptibles (IC 107, SC121CL, Taim, RP2) en macetas con suelo procedente de zonas infectadas con presencia de la enfermedad. Los síntomas

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

² Instituto de Patología Vegetal (IPAVE). INTA.



en el estadio de plántulas fueron observados de 20 a 30 días después, en otras plantas los síntomas se expresaron más tardíamente, en estadio de macollaje y con diferentes tipos de síntomas, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad. Estas evaluaciones demostraron que el vector está presente en los suelos arroceros de Corrientes y Santa Fe y puede ser dispersado por implementos que llevan tierra y por corrientes de agua. La gran mayoría de los cultivos de arroz en las provincias mencionadas se riegan con agua de ríos cuyas cuencas comprenden áreas arroceras en donde se ha determinado la presencia del entorchamiento (Río Grande do Sul en Brasil, Berón de Astrada y San Javier en Argentina (Maurino et al., 2018a, b) o represas que se completan con agua de escurrimiento superficial con conexión frecuente con tales cuencas (Currie, H. *com. pers*). Los estudios realizados por Morales et al. (1999) y por Fauquet et al. (1988) no pudieron comprobar transmisión por semilla. Morales et al (1999) atribuyen la relativamente rápida diseminación de la enfermedad registrada en Colombia al uso de maquinaria agrícola compartida entre diferentes productores y propone como estrategia de manejo el desarrollo de cultivares resistentes en la que Louvel y Bidaux (1977) habían sugerido algún avance. Debido a que la erradicación del vector es prácticamente imposible una vez que ha invadido un suelo, el primer paso en regiones en las que la enfermedad no se ha presentado es la exclusión, prestando atención a la semilla como posible fuente por contaminación con partículas de tierra proveniente de regiones afectadas y al agua de riego y sus fuentes (lagunas, ríos) (Morales et al, 1999). Otro aspecto a considerar es que en algunas oportunidades la enfermedad puede pasar desapercibida durante el desarrollo del cultivo, probablemente cuando los ataques fueron leves, o las condiciones no fueron predisponentes

para la manifestación de los síntomas característicos. En evaluaciones de transmisión realizadas en invernadero, durante el inicio y mediados de otoño, se observó que la sintomatología fue más evidente a medida que disminuye la temperatura y la luminosidad, no importando la edad de las plantas. De igual manera, similares observaciones se registraron a campo, comprobándose que, en siembras tempranas de primavera, las plantas pequeñas pueden manifestar algunos síntomas, pero a medida que van desarrollándose, puede disminuir la presencia de plantas sintomáticas, quizás por las condiciones de días más largos y cálidos de verano. Asimismo, también en condiciones de campo, pueden detectarse macollos que rebrotan de restos de plantas cosechadas, motivo por el cual es necesario revisar el cultivo en las etapas finales o luego de retirar el agua de riego. Estas apreciaciones indican la importancia de monitorear los lotes y realizar muestreos de suelo para identificar la presencia del vector. Actualmente se están realizando estudios serológicos y moleculares para conocer la dispersión de virus y morfológicos para detectar al vector en la principal área arroceras del país y en posibles hospedantes alternativos; así como estudios de incidencia en los principales cultivares comerciales, debido a la necesidad de conocer la epidemiología de la enfermedad para desarrollar estrategias de manejo integrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Cúndom MA, Gutiérrez SA, Peichotto C, Maurino MF, Celli MG, Gimenez Pecci MP. 2018. *Polymyxa graminis* en cultivos de arroz en Argentina. IV Congreso Argentino de Microbiología y I Jornada de Microbiología General., Mar del Plata, 11-13 abril, Libro de Resúmenes: 335.
- Fauquet, C., Thouvenel, J.-C., Fargette, D., Fishpool, L.D.C. 1988. Rice stripe necrosis virus: a soil-borne rod-shaped virus, In Viruses with fungal vectors. Eds

- J.L. Cooper, M.J.C. Asher. Assoc. Appl. Biol., Wellesbourne, UK, pp. 71-82.
- Louvel D and Bidaux JM (1977) Observation de nouveaux symptômes pathologiques sur des variétés précoces de riz en Côte-d'Ivoire. *Agron Trop* 32: 257-261
- Maciel, J.L.N., de Moraes, M.G., Almanca, M.A.K., Matsumura, A.T.S., Falcade, J.H. 2006. Ocorrência do vírus Rice stripe necrosis virus em lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. *Fitopatol. Bras.* 31: 4115.
- Maurino, M.F.; Gimenez Pecci, M.P.; Kruger, R.D.; Cúndom, M.A.; Gutiérrez, S.A.; Giovani Celli, M.; 2018a. First report of Rice stripe necrosis virus in Argentina. - Elsevier - *Crop Protection* 114: 143–147.
- Maurino, M.F.; Kruger, R.D.; Cúndom, M.A.; Druetta, M.A.; Pedraza, M.V.; Asselborn, M.; Docampo, C.F.; Peichotto, M.C.; Gutiérrez, M.A.; Gimenez Pecci, M.P.; Giovani Celli, M.; 2018b. Monitoreo de virosis y detección del entorchamiento del arroz en cultivos de Argentina - En: Proyecto arroz. Campaña 2017-2018. - Editor/es: INTA. - INTA-EEA Corrientes. - Página/s: 140. - ISBN/ISSN: ISSN 0327 - 4209.
- Morales, F.J., Ward, E., Castaño, M. Arroyave J.A., Lozano I and M.J. Adams (1999) Emergence and Partial Characterization of Rice Stripe Necrosis Virus and its Fungus Vector in South America *European Journal of Plant Pathology* 105: 643–650.
<https://doi.org/10.1023/A:1008786832634>

CLASIFICACIÓN DE SEMILLAS: SU IMPORTANCIA PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD

M.L. Fontana y R.A. Gómez Ibarra¹

Email: fontana.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: acondicionamiento de semilla; beneficio de semilla; peso específico; simiente.

El acondicionamiento de semillas abarca todos los pasos comprendidos para la preparación y el procesamiento de la semilla cosechada para su venta: pre-acondicionamiento, secado, limpieza, recepción y envasado, así como los diferentes sistemas para llevar a cabo cada uno de los procedimientos (Sattler et al., 2004). Esta actividad se conoce en diversos países de América Latina con otros términos tales como beneficio, procesamiento, beneficiamiento, limpieza o selección de semillas (Badiali, s/fecha). Las operaciones que incluye son tareas requeridas para obtener lotes de semillas de alta calidad, con un mínimo de pérdidas, y en cantidades adecuadas para suplir las necesidades de los agricultores; la realización armoniosa y eficiente de estas operaciones demanda conocimientos teóricos y prácticos básicos (Aguirre y Peske, 1988).

El proceso de acondicionamiento de semillas lleva una serie de actividades. Existen numerosos esquemas referidos a su secuencia y, con alguna que otra variación, las labores básicas se presentan esquematizadas en la figura 1.

La secuencia da inicio con la recepción de las semillas cosechadas en la planta de acondicionamiento; allí se toman muestras para determinar humedad y calidad del lote (pureza física y germinación). El siguiente paso es la pre-limpieza que consiste en la eliminación de material contaminante de grandes dimensiones que puede generar bolsas de aire y consecuentemente un mal secado. Luego, con el objeto de disminuir el contenido de humedad a valores en los que se inhiben los procesos metabólicos de las semillas (13%) permitiendo su almacenamiento seguro, se realiza el secado.

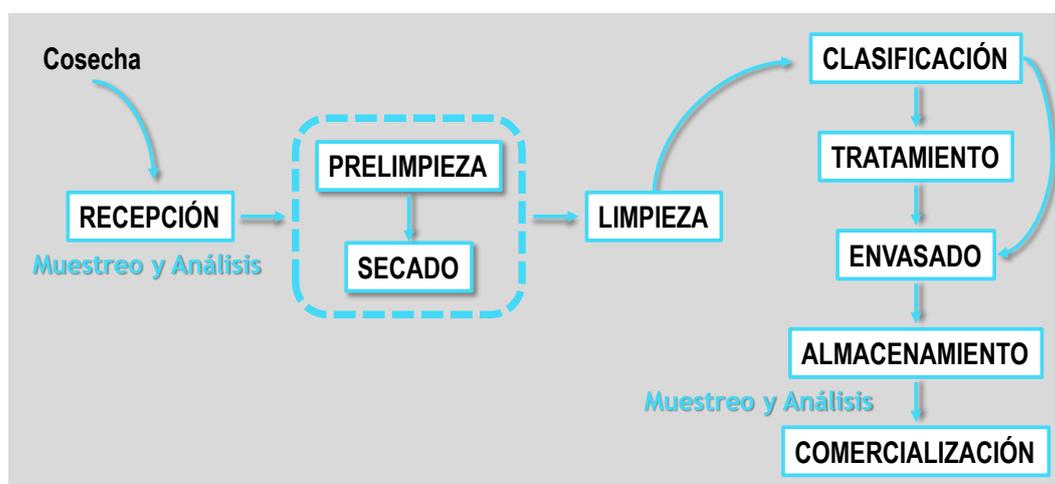


Figura 1. Diagrama del flujo de operaciones del acondicionamiento de semillas

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

En el flujo de procesos, el siguiente paso es la limpieza del lote, consiste en la eliminación de materiales contaminantes del mismo peso específico y similares dimensiones que las semillas. A continuación deviene la clasificación del lote de semillas, que consiste en la separación de las semillas en diferentes categorías por sus dimensiones y peso específico (es la separación de semillas grandes, medianas, pequeñas o pesadas, ligeramente pesadas, livianas, etc.).

El lote de semillas, después de la clasificación, puede o no ser sometido al tratamiento con diversos productos (fungicidas, insecticidas, protectores de herbicidas, y/o promotores de crecimiento) que beneficiarán su desempeño una vez sembradas. Finalmente, las semillas son empacadas para aguardar en los almacenes hasta su comercialización.

Como se mencionara, el objetivo de esta secuencia lógica de actividades es llegar al mercado con un producto (semillas) de calidad (genética, fisiológica, sanitaria y física) que garantice luego de la siembra un stand correcto de plantas productivas.

La calidad fisiológica o la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas (Bonilla Bird, 2014) se asocia a una serie de caracteres específicos de las mismas, como lo son: el nivel de madurez alcanzado, la existencia de dormancia, la composición química/bioquímica, la humedad, el nivel de impermeabilidad de la testa (dureza), el vigor, la presencia de enfermedades, el tamaño y el peso específico o densidad de las semillas (CIAT, 1991).

Los caracteres específicos *tamaño* y *peso específico* o *densidad*, son atendidos en la etapa de "clasificación", tal como se observa en la figura 1 referida a las operaciones del acondicionamiento de semillas.

La figura 2, adaptada de Bonilla Bird (2014), muestra cómo se van separando los diferentes componentes de un lote de

semillas hasta llegar a las que se comercializarán.

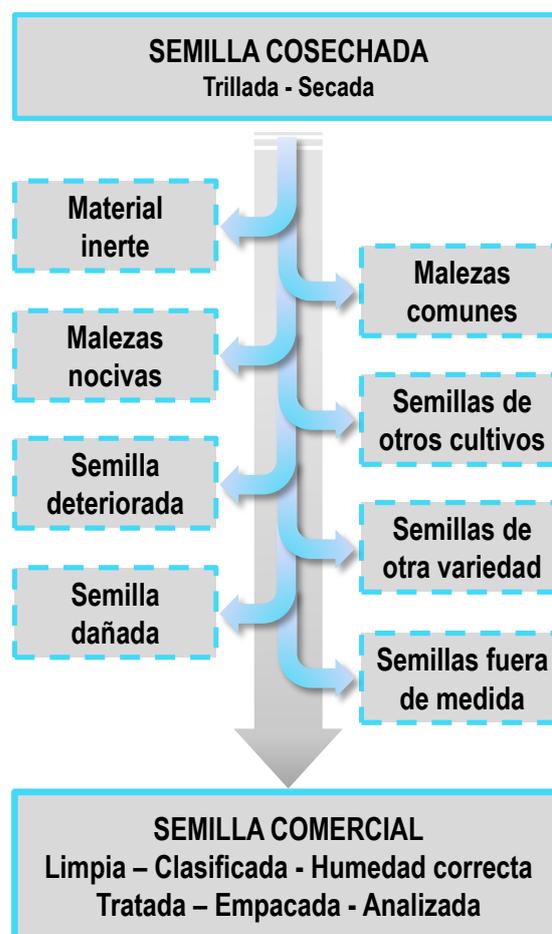


Figura 2. Etapas de remoción de materiales contaminantes en lotes de semillas durante el procesamiento. Adaptado de Bonilla Bird (2014).

Las separaciones tienen como objetivos básicos: 1) aislar las semillas de materiales extraños y 2) clasificarlas en grados o categorías de acuerdo a una o más diferencias físicas que puedan haber entre las mismas, basándose en características tales como: tamaño o volumen, forma, espesor, ancho, largo, diámetro, densidad y textura, entre otras, utilizando los equipos adecuados para cada caso. Moratinos (2012) y Bonilla Bird (2014) resumen las alternativas existentes según la variable considerada:

- *Tamaño, forma, espesor, ancho y diámetro:* Las separaciones se logran mediante el uso de equipos con cedazos.

Éstos pueden ser de lámina metálica (con perforaciones circulares, alargadas o triangulares) o de alambre tejido o malla (con perforaciones rectangulares cuadradas o alargadas) tanto en forma plana con movimiento oscilatorio, como cilíndrico, con movimiento rotatorio. En los cedazos todos los tipos de perforaciones separan por tamaño o volumen y por forma; pero las circulares separan específicamente por ancho y por diámetro y los alargados por espesor. Los triangulares separan partículas de sección triangular. La combinación y secuencia adecuada de cedazos con perforaciones de tipos y dimensiones determinadas puede permitir la completa separación de los componentes de la mezcla donde las características diferenciales sean las señaladas. Particularmente las semillas redondas se pueden separar de las planas o achatadas con un separador en espiral. La forma esférica o esferoide confiere a los granos cierta capacidad de rodamiento permitiendo su separación al adquirir mayor velocidad.

- *Longitud:* Las separaciones se obtienen mediante equipos con discos o cilindros alveolados. La mezcla de partículas de diferente longitud entra total o parcialmente dentro de las indentaciones y al girar (disco o cilindro), las partículas largas cuyos centros de gravedad quedan fuera de la base de sustentación de las indentaciones caen por gravedad, mientras las partículas cortas permanecen dentro.

Los materiales previamente seleccionados por tamaño, forma, espesor, ancho, diámetro y largo y que aparenten iguales aún pueden diferir. En este punto se puede optar por otros caracteres –solos o combinados- para continuar con la separación de semillas:

- *Peso específico:* El peso específico de las semillas puede ayudar a diferenciar

semillas maduras de inmaduras o vanas y otros contaminantes de dimensiones similares. Esta clasificación se realiza en la mesa gravimétrica, por medio de aspiradores o por medio de otros separadores por aire.

- *Color:* cuando el lote de semillas presenta mezcla con semillas de otras variedades y estas difieren en color, por muy leve que sean las tonalidades o intensidades de los colores, se pueden separar por medio del clasificador por color. El equipo dotado de cámaras y refractor separa con un disparo de aire a presión las semillas que, debido a la refracción de la luz, difieren en color respecto al lote que se está acondicionando.
- *Estructura superficial:* la separación de semillas con testa lisa de algunas semillas de con cubierta rugosa se puede realizar en los separadores de rodillo o también en los de banda; ambos utilizan una cubierta de paño o lanilla para que las semillas rugosas se adhieran a ella y las lisas se deslicen.

Los materiales uniformes en dimensiones y peso pero que difieren en textura también pueden ser separados su por velocidad terminal, la que depende de su peso, densidad, dimensiones y textura. La separación se hace dejando caer el material, dentro de un tubo por donde asciende la columna de aire. El material de menor velocidad terminal es levantado, mientras los materiales de mayor velocidad terminal quedan suspendidos o fluyen contra la corriente de aire.

Sin lugar a dudas, el sistema de clasificación empleado responderá a la eficiencia para cumplir con su objetivo, así como a la capacidad de la empresa semillera, no obstante, existe información que evidencia el real incremento de la calidad fisiológica de las semillas al ser clasificadas por su

peso específico, además de sus dimensiones. Esta mejora depende exclusivamente del ajuste del equipamiento para que separe las semillas con un peso específico inferior al necesario para tener una buena performance en las diferentes evaluaciones (poder germinativo, energía germinativa, vigor, etc.).

En el caso particular del arroz, existe basta bibliografía que menciona los efectos del tamaño y el peso específico de las semillas sobre parámetros como el porcentaje de germinación y el vigor, manifestándose a través de la resistencia al envejecimiento, el porcentaje de emergencia a campo y el índice de vigor de las plántulas (Sung y Delouche, 1962; Akil y Araújo, 1977; Amaral y Dos, 1979; Coolbear y Hill, 1998; Cerovich et al., 2004; Ramanadane y Ponnuswamy, 2007; Roy et al., 2008).

Recientemente estudios realizados en la EEA Corrientes han permitido determinar para tres variedades comerciales de importancia en la región (Taim EMBRAPA, IRGA 424 y Puita INTA CL) y un material promisorio (PAC 103) el efecto del peso específico sobre parámetros morfométricos y de calidad fisiológica de las semillas. Para ello, mediante soluciones de sacarosa de diferente densidad, las semillas de cada genotipo fueron clasificadas en cuatro categorías de peso específico: PE₁ (<1.14 g/cm³), PE₂ (1.14-1.18 g/cm³), PE₃ (1.19-1.23 g/cm³) y PE₄ (>1.23 g/cm³) y luego, sobre cada categoría se realizaron mediciones de largo y ancho (Bravato, 1974), peso de 1000 semillas (ISTA, 1999), pruebas de poder germinativo (ISTA, 1999) y energía germinativa (Ruan et al, 2002); determinación de los días a emergencia, stand de plantas y vigor vegetativo (IRRI, 1996). Los resultados se presentan resumidamente en la tabla 1 y en ella puede verse que para algunas variables (largo, ancho, peso de 1000, stand de plantas y vigor vegetativo) los materiales presentan un comportamiento diferencial; no

obstante, el aumento del peso específico determina en todos ellos un mejor desempeño en los parámetros poder germinativo, energía germinativa, porcentaje de plantas normales, porcentaje de plantas anormales, semillas no germinadas y días a emergencias. En términos generales y en los casos indicados, las semillas con PE < 1.14 g/cm³ son las que presentaron una performance poco deseable.

Estos resultados respaldan lo expresado por Cerovich et al. (2004), quienes recomiendan la validación de nuevas técnicas y equipos de separación por peso específico para optimizar el procesamiento agroindustrial de la semilla. Al mismo tiempo habilitan a repensar cada paso de la producción de semillas teniendo en cuenta que el grado de calidad de la misma es el reflejo de la compleja interacción entre las características genéticas de la variedad, las condiciones ambientales y el programa de control de calidad aplicado a su proceso de producción y comercialización (Miranda y Cerovich, 2001).

Tabla 1. Clasificación de semillas de arroz por peso específico: efecto sobre parámetros morfométricos y de calidad fisiológica. Para cada germoplasma se presentan los registros máximos y mínimos y una flecha señalando el comportamiento de la variable considerada.

PE (g/cm ³)	PAC 103			TAIM			IRGA 424			PUITA			FV con efecto significativo (p<0.05)	
	< 1.14	1.14-1.18	1.19-1.23	< 1.14	1.14-1.18	1.19-1.23	< 1.14	1.14-1.18	1.19-1.23	< 1.14	1.14-1.18	1.19-1.23		> 1.23
Largo (mm)	10,25	10,51	10,51	9,5	9,7	9,7	9,9	9,5	9,5	9,3	9,3	9,4	9,4	Cultivar Cultivar*PE
Ancho (mm)	2,6	2,72	2,72	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	Cultivar Cultivar*PE
Peso de 1000 semillas (g)	26,5	27	sd	23,5	25,5	sd	23,5	26,5	sd	24	24	sd	sd	Cultivar PE
Poder germinativo (%)	37,52	65	65	44	70	70	39,58	80,79	sd	43,38	43,38	sd	sd	PE
Energía germinativa (%)	51,38	88	88	50	74	74	45,58	95	sd	51,54	51,54	sd	sd	PE
Plantas normales (%)	66	67	67	45,46	70	70	41,58	81,83	sd	44,38	44,38	sd	sd	PE
Plantas anormales (%)	22,29	23	23	13,88	9	9	14,81	13,17	sd	6,1	6,1	sd	sd	PE
Semillas no germinadas (%)	40,46	11	11	40,66	21	21	43,62	5	sd	49,5	49,5	sd	sd	PE
Días a emergencia	9,5	8,5	8,5	7,8	9,5	9,5	9	6	sd	8,3	8,3	sd	sd	s/ dif. significativas
Stand de plantas*	19	54	54	46	31	31	31	58	sd	31	31	sd	sd	PE
Vigor vegetativo**	3	3	3	3	3	3	3	3	sd	3,5	3,5	sd	sd	s/ dif. significativas

Referencias. PE: peso específico; FV: fuentes de variación; sd: sin datos - cantidad insuficiente de individuos para evaluar la variable; *Stand de plantas en % determinado a partir de la siembra de 25 semillas/mácula; **Vigor vegetativo según escala IRRi (1996): 1. Extra vigor: crecimiento muy rápido; plantas con 5 hojas tienen 2 macollos en la mayoría de la población; 3. Muy vigoroso: crecimiento rápido; plantas con 4-5 hojas tienen 1-2 macollos en la mayoría de la población; 5. Normal: plantas con 4 hojas; 7. Débiles: plantas algo enanas; 3-4 hojas; población pobre; sin formación de macollos; 9. Plantas muy débiles: retraso en el crecimiento y amarillamiento de hojas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre R y Peske S. 1988. Manual para el beneficio de semillas. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia.
- Akil BA y Araújo FAX. 1977. Relationships between weight, density, storability and germination characteristics of rice seed. Cién. Agron. FAO of the United Nations. Libraries of the United States, with locations in Beltsville, Maryland and Washington, D.C. 7(1-2): 59-63.
- Amaral D y Dos S. 1979. Effect of weight and size of seed on the physiological quality and yield of rice grains. *Arroz* 32: 24-26.
- Bonilla Bird N. 2014. Guía de Buenas Prácticas de Acondicionamiento de Semillas de Granos Básicos; Infraestructura y Equipamiento. Asistencia Técnica Internacional (ATI) del proyecto PAPSSAN: INGA Ingeniería y Consulting, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), British Standard Institution (BSI) y ASECAL. Nicaragua.
- Badiali, O. s/fecha. Acondicionamiento de semillas Disponible en: <https://agro.unc.edu.ar/~cer-yol/documentos/postcosecha/ACONDICIONAMIENTO%20DE%20SEMILLAS.pdf>
- Bravato, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae). Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 9(1-4): 317-361.
- Cerovich M, Fausto M, Figueroa R, López A y Trujillo A. 2004. El peso específico como indicador de calidad física y fisiológica en semilla certificada de arroz. *Agronomía Tropical*, 54(1): 17-30.
- CIAT. 1991. Control de calidad en el campo, beneficio y almacenamiento de semillas - Programa continuado de capacitación en semillas. Cali, Colombia.
- Coolbear P y Hill MJ. 1998. Seed quality control. In: *Rice Seed Health*. Philippines. IRRI.
- ISTA (International Seed Testing Association). (1999). *International rules for seed testing*. Ed. ISTA. Bassersdorf, Switzerland.
- Miranda F y Cerovich M. 2001. Patología de semillas en un mercado globalizado. In: *Curso de Patología de semillas. XVII Congreso de Fitopatología de semillas*. Maracay, Ven. Universidad Central. Facultad de Agronomía.
- Moratinos H. 2012. Procesos de acondicionamiento de semillas. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Ramanadane T y Ponnuswamy AS. 2007. Separation of quality seeds by density grading in stored seed lot of rice (*Oryza sativa* L.) hybrids ORYZA. *An International Journal on Rice* 44(2): 145-149.
- Roy SK, Giashuddin M, Hamid A y Hashem A. 2008. Seed size variation and its effects on germination and seedling vigour in rice. *J. of Agron. and Crop Sci.* 176(2): 79-82.
- Ruan S, Tylkowska K y Xue Q. 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Science and Technology* 30(1): 61-67.
- Sattler S E, Gilliland L U, Magallanes Lundback M, Pollard M y DellaPenna D. 2004. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid peroxidation during germination. *The Plant Cell* 16: 1419-1432.
- Sung TY y Delouche JC. 1962. Relation of specific gravity to vigor and viability in rice seed. *Proceedings of the Official Seed Analysts* 52:162-168.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL TIEMPO DE GELATINIZACIÓN DE ARROZ EN TRES CAMPAÑAS CONSECUTIVAS

A.P. Farco¹; S.F. Díaz¹; M.L. Fontana, M.I. Pachecoy; R.D. Kruger y M.G. Maiocchi¹

Email: marcos.maiocchi@comunidad.unne.edu.ar

Palabras clave: arroz; gel time; interanual.

INTRODUCCIÓN

La calidad culinaria del arroz juega un papel fundamental debido a que el grano posee características de tamaño, grosor, sabor y olor asociadas a las diversas formas de cocción. Cada consumidor de este producto tiene preferencias particulares y éstas también son específicas para los diferentes mercados del mundo (Hernaiz, 2003). Los métodos analíticos tradicionales para evaluar estas mediciones de calidad son complejos, largos e inestables, lo que también implica errores humanos. Además, la clasificación de variedades de arroz también es uno de los desafíos para la industria arrocerera. Aunque el arroz puede clasificarse mediante inspección visual en función de su color, área de producción, dureza, etc., dicho método de inspección presenta desventajas, por ejemplo, algunas clases de arroz pueden ser similares, pero sus atributos de calidad pueden variar significativamente, lo que afectará la calidad final del producto (Brosnan y Sun, 2004).

El método de determinación del tiempo de gelificación es la prueba de Ranghino. Descrita por primera vez hace más de 50 años (Ranghino, 1966) y adoptada en la mayoría de los laboratorios que estudian propiedades del arroz, ha sido revisada y validada (Vidal, 2007) y es norma ISO

14864:2004.

El tiempo de gelatinización se define como el tiempo requerido para gelatinizar el 90% de los granos en una muestra dada, lo cual se observa cuando el centro de los mismos se vuelve completamente transparente y libre de zonas blanquecinas u opacas al ser aplastados entre dos placas de vidrio (ISO 14864:2004).

Por medio de esta técnica es posible estimar el tiempo de cocción bajo condiciones estandarizadas combinándolas con información que aporte un panel de análisis sensorial (Simonelli et al., 2013).

En efecto, esta definición general debe ser acotada para cada hábito cultural ya que por la cultura oriental deben tener una serie de atributos que en otras culturas son absolutamente indeseables (Meullente et al., 2000). No obstante, independientemente del mercado, la textura del arroz cocido representa uno de los principales atributos de calidad para este producto (Syafutri et al., 2016).

En el marco de acuerdos de cooperación técnica entre la EEA INTA Corrientes y la FaCENA - UNNE, se han procesado un total de cuarenta y seis muestras de arroz de distintas variedades de 2016 a 2019 en las que se estudiaron diversas propiedades industriales y culinarias. De la campaña 16/17 se recibieron catorce muestras, de la

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Proyecto SeCyT F007/19.

campaña 17/18 dieciocho y de la campaña 18/19 catorce.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el tiempo de gelatinización en muestras de arroz variedad largo fino pulido obtenidas en la campaña 18/19 y realizar una comparación con los datos de las dos campañas anteriores 16/17 y 17/18.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de 100 a 120 g de arroz pulido de los cultivares IRGA 417, IRGA 424, IRGA 424 RI², Puitá INTA, Taim, PAC 101 y PAC 103 (campaña 2018/19) proporcionadas por el Grupo Cultivos Extensivos de la EEA INTA Corrientes fueron secadas a 50 °C hasta una humedad del 12% y almacenadas en frascos herméticos a temperatura ambiente.

Se utilizó el método de Ranghino (Simonelli et al., 2013). En un vaso de precipitados de 250 mL se colocaron 100 mL de agua destilada y se llevó a ebullición (Velp Científica, Are 2, Argentina), al comenzar el hervor se agregaron 5 g de muestra. Transcurridos 12 min se retiraron 10 granos de arroz que se presionaron entre dos placas de vidrio, procedimiento que se repitió a intervalos de 1 minuto, hasta observar que el 90% de los granos removidos presentara el centro traslúcido. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Se aplicó la prueba KW de Kruskal Wallis para comprobar la heterogeneidad de las tres muestras (una por campaña), analizando la variable Gel Time, para cada variedad de arroz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los tiempos de gelatinización para los siete cultivares estudiados

ordenados alfabéticamente con los resultados de tres campañas consecutivas, como promedio de tres determinaciones.

Tabla 1. Tiempos de gelatinización comparados de las tres campañas, promedio de tres determinaciones.

Variedad	2016/17	2017/18	2018/19
IRGA 417	16,8 ± 0,5	16,3±0,6	16,7±0,6
IRGA 424	17,5 ± 0,6	16,7±0,6	16,7±0,6
IRGA 424 RI ²	17,5 ± 0,6	16,4±0,5	16,7±0,6
PAC 101	17,5 ± 0,6	17,0±0,7	16,7±0,6
PAC 103	18,8 ± 0,5	17,4±0,6	17,7±0,6
Puitá INTA	16,3 ± 0,5	16,7±0,6	16,7±0,6
Taim	20,8 ± 0,5	20,7±0,6	21,7±0,6

Por aplicación de la prueba KW de Kruskal Wallis para comprobar la heterogeneidad de las tres muestras (una para cada campaña), analizando la variable Gel Time, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 2, para cada cultivar. Estos manifiestan que no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en las determinaciones para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2. Resultados de la prueba KW de Kruskal Wallis.

Variedad	KW	p-value
IRGA 417	0,115	0,735
IRGA 424	1,188	0,552
IRGA 424 RI ²	4,682	0,096
PAC 101	3,750	0,153
PAC 103	5,357	0,069
Puitá INTA	1,500	0,472
Taim	4,313	0,116

Como alternativa, se propone para una comparación simultánea y rápida de los

² Anteriormente consignada como Rocío 1.

datos obtenidos la representación en diagramas radiales por campaña tal como muestra la figura 1.

La simple observación de los diagramas permite visualizar la homogeneidad de los resultados en las tres campañas.



Figura 1. Gráficas radiales del Tiempo de Gelificación para las siete variedades por campaña.

Se ratifican en las tres campañas sucesivas los valores obtenidos por aplicación del método de Ranghino, que difieren con los reportados por Liberman et al. (2015) (13,0 min para IRGA; 13,8 min para Puitá y 16,4 min para Taim). Hay coincidencia en que el mayor tiempo registrado por los citados autores se presentó en la variedad Taim, tal lo logrado en las series de ensayos de nuestros trabajos. González et al. (2004) informan en la variedad IRGA tiempo de cocción significativamente menores a los obtenidos en nuestras determinaciones (15,5 min vs. 16,8 min en promedio).

CONCLUSIONES

Los resultados de Gel Time de la campaña 18/19 resultaron coincidentes con los de las campañas 16/17 y 17/18, con diferencias de 1 minuto o menores en las repeticiones intra e interanuales. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bouchard, J.D.; Acevedo, B.A.; Díaz S.F.; Maiocchi, M.G. (2020). Análisis multivariante aplicado al estudio de las propiedades culinarias de arroz (*Oryza sativa* L.) en variedades largo fino. *Revista de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales UNAM* 33:33-37.
- Bouchard, J.D.; Maciel, S.; Maiocchi, M.; Marín, A. (2016). Estudio comparativo de la calidad industrial y culinaria de arroz (*Oryza sativa*) variedades "Fortuna INTA" y "Yerua". *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste* 32: 27-33.
- Brosnan T, Sun D-W (2004) Improving quality inspection of food products by computer vision—a review. *J Food Eng* 61(1):3– 16
- Hernaíz, S. 2003. Importancia de la calidad industrial en el arroz. INIA, Quilamapu. 4 p.
- González, R.; Lívore, A.; Pons, B. (2004). Physico-Chemical and Cooking Characteristics of Some Rice Varieties. *Brazilian Archives of*

Biology and Technology, 47(1): 71-75.

Liberman, C.; Griggioni, G.; Carduza, F.; Blasco, R. (2015). INTA Concepción del Uruguay, Área arroz, Laboratorio de calidad culinaria. Presentación CRER PROGRAMA NACIONAL AGROINDUSTRIA Y AGREGADO DE VALOR.

Meullente, J.; Marks, B.P.; Hankins, J.A.; Griffin, V.K.; Daniels, M.J. (2000). Sensory quality of cooked long-grain as affected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. *Cereal Chem.* 77(2): 259–263.

Ranghino, F. 1966. Valutazione delle resistenze del riso alla cottura, in base al tempo di gelatinizzazione dei granelli. *Il Riso* 15: 117-127.

Simonelli, C.; Cormegna, M.; Galassi, L. y Bianchi, P. (2013). Cooking time and gelatinization time of rice Italian varieties. *La Rivista di Scienze dell'Alimentazione* 42(2): 37-43.

Syafutri, M.; Pratama, F.; Syaiful, F.; Faizal, A. (2016). Effects of Varieties and Cooking Methods on Physical and Chemical Characteristics of Cooked Rice. *Rice Science* 23(5): 282-286.

Vidal, V.; Pons, B.; Brunnschweiler, J.; Handschin, S.; Rouau, X.; Mestres, C. (2007). Cooking behavior of rice in relation to kernel physicochemical and structural properties. *J Agric Food Chem.* 55(2): 336-346.

MANUAL DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN LATINOAMERICA

H.M. Currie¹ y N.A. Montoya

Email: hectorcurrie@gmail.com

Palabras clave: agua; arroz; manual; riego.

RESUMEN

Proponer un Manual de Riego para el Cultivo de Arroz para un país como Argentina, que solo en la Provincia de Corrientes llegó a tener más de 170 productores, y que hoy, 2019, apenas sobrepasan el medio centenar, resulta como mínimo utópico; provincia en la cual, por otra parte, desde hace 20 años, la superficie arroceras no puede superar las 100.000 has; pero siguiendo la sentencia de Henry Ford, “No encuentres fallas, encuentra un remedio”, se propone el Manual.

Intentamos aportar con este Manual un conjunto de conceptos, fundamentos, procedimientos y métodos tendientes a facilitar el desarrollo de un proyecto de riego en arroz, para uno de sus elementos más complejos, cual es el manejo del agua, su entorno de aplicación y su eficiencia. En tal sentido, el agua y sus altos volúmenes demandados están íntimamente relacionados con el cultivo de arroz.

Las actuales condiciones (2019) de esta importante economía regional hacen a la actividad compleja y poco atractiva. No hay proyectos nuevos en ejecución. El cultivo de arroz, a menos en Argentina, que fue además, un formidable motor de algunas economías regionales, principalmente en Entre Ríos y Corrientes; se encuentra hoy apresado su desarrollo y expansión entre

la intransigencia ambientalista, la burocracia paralizante, los políticos que temen a los primeros, generándose todo tipo de estrategias para impedir su expansión; además de los altos costos y una voraz carga impositiva, que tornan a la actividad poco menos que inviable.

Sin embargo, el cultivo de arroz, en los países vecinos, particularmente Paraguay, el propio Uruguay y Brasil, aun con trastornos e inconvenientes, se halla en franco crecimiento, más específicamente en el primero de los países nombrados. Uruguay, un país que tiene apenas el doble de superficie que la Provincia de Corrientes, posee 800 represas, de las cuales 700 son para irrigar arroz (Duran, 2002). El agua, su acceso y disponibilidad facilitan, alientan o por el contrario la falta de la misma, desalientan y atentan contra la expansión arroceras; aun accediendo y disponiéndola, su costo, puede llegar a constituir hasta el 20-25% del costo de producción (AACREA, Agosto 2018).

Aquella cuestión tanto en Corrientes, como en Entre Ríos las ponen en una situación de superlativa ventaja, sin embargo, en la segunda de las provincias construir represas es un delito; Corrientes por su parte, solo en los departamentos de Sauce y Cruzú Cuatiá ha identificado 57 sitios potenciales de aprovechamientos para construir represas (Fontán, 2012. CFI). A su vez el

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2131 (3400) Corrientes. TE (+ 54) 379 4427 589.



volumen de agua que Corrientes deja escurrir es de 9000 Hm³ (Currie, 2012), que implica un potencial de riego de 900.000 has; el INTA Corrientes (Ligier, 1999) identificó 2.230.000 has de suelos con distintas aptitudes arroceras. En síntesis, agua y suelos disponibles por doquier, sin embargo, en 20 años y con estos valiosos activos, no se ha crecido.

Este Manual contiene ocho Capítulos. En el primero de ellos, **I. ASPECTOS PREVIOS**, introduce al lector en la importancia del cultivo de arroz desde el punto de vista histórico, cultural y alimenticio, su origen y características. También describe a los diferentes sistemas de riego en la producción arroceras con sus correspondientes ventajas y desventajas; el consumo promedio de agua en el cultivo; la aptitud o calidad de las fuentes de agua de riego y los aspectos Físicos, Químicos y Biológicos que influyen sobre la misma. Refiere también a la ecofisiología, las etapas y estadios en el crecimiento y desarrollo de la planta de arroz y la definición de los componentes del rendimiento.

Dentro de las necesidades hídricas, hace referencia al volumen requerido, su dinámica y control a fin de obtener un rendimiento óptimo del cultivo y un uso eficiente del agua. Explica la determinación del uso consuntivo y el cálculo de demanda con ecuaciones, culminando con el efecto del agua sobre el rendimiento y los cambios bioquímicos que suceden en los suelos bajo una lámina permanente de agua.

En **II. FUENTES DE AGUA PARA EL CULTIVO DE ARROZ** se relatan sus modalidades de captación, los diversos orígenes de la oferta de agua para el cultivo del arroz en la Provincia de Corrientes, se enumeran las características de construcción de las fuentes artificiales: Represas y se describen los métodos para determinar los requerimientos del caudal de los ecosistemas. En cuanto a las aguas subterráneas, se consideran los métodos de perforación

de pozos más utilizados en la actualidad como ser el método de percusión con cable, rotación y roto percusión. Se tratan los problemas más frecuentes y se presenta al tercer reservorio de agua subterránea del planeta, el Sistema Acuifero Guaraní, una de las reservas subterráneas de agua potable más grande del mundo y los riesgos que pueden comprometer su futuro de manera irreparable.

El Capítulo **III. ESTACIONES DE BOMBEO**, está destinado a describir las principales características de las bombas utilizadas en las Estaciones de Bombeo (EB), también llamadas Estaciones Elevadoras (EE)), con una especificada descripción orgánica y funcional. Incluye el cálculo de necesidades y la información necesaria a reunir previamente para seleccionar de forma adecuada el tipo de bomba que debe utilizarse en una instalación determinada.

Contempla la elección de la bomba en sí y las curvas de prestaciones como así también las etapas del proceso de selección, colocación e instalación de bombas centrífugas, desde el punto de vista hidráulico, el acoplamiento de bombas en serie, en paralelo y el cálculo de potencia en función de las características eléctricas del motor que acciona la bomba, consideraciones y maniobras de arranque y parada en la puesta en marcha de una bomba centrífuga, golpe de ariete, cavitación y NPSH y estrategias para evitarlos. También reúne información de la serie de accesorios que existen a la hora de diseñar un sistema de bombeo y que deben siempre instalarse junto con una bomba. Para finalizar, refiere a los atributos de los motores a explosión y eléctricos puesto que el medio más común y generalizado durante gran parte del siglo pasado y parte del presente fueron y son los motores de combustión interna, pero en los últimos años en las provincias arroceras argentinas se registra la conversión de las estaciones de bombeo con motores eléctricos.

IV. HABILITACIÓN DE TIERRAS, comienza con una serie de estudios previos a la habilitación de tierras para dar paso a nuevas chacras, que envuelve a las características edafológicas del suelo, el diagnóstico a partir del análisis físico químico del mismo y el estudio topográfico. Presenta también los factores limitantes y generalidades sobre el perfil, los suelos con aptitud arrocera en la Provincia de Corrientes y posteriormente se centra en las cuestiones relevantes para dar inicio a la tarea de cambio de uso de suelo y habilitación de las distintas formaciones boscosas y mixtas, que serían desmontadas para dar paso a nuevas chacras y ampliación del reservorio. Define los Criterios de Sustentabilidad Ambiental para el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y la secuencia de tareas y etapas en las principales actividades de habilitación y eventual construcción de un reservorio o represa. Entre las prácticas de manejo del monte nativo, exhibe también una nueva visión productiva, no contaminante ni degradante, que debe contemplar y caracterizar cada aspecto de los sistemas para la sustentabilidad de los procesos productivos.

En las técnicas de cambio de uso del suelo, señala las pautas a tener en cuenta en el diseño de cambio de uso de suelo como ser las cortinas, su clasificación y se describen los distintos tipos existentes de desmonte mecánico, en función del control que se pretenda efectuar de alguna acción depredadora del recurso vegetal y del suelo, como ser el agua, viento o ambos y la disposición de las distintas clases de suelo en el área a desmontar.

Culmina el Capítulo IV presentando los aspectos más importantes en la adecuación del área para el cultivo del arroz irrigado, las características y finalidades de la preparación del suelo, los distintos tipos de labranza, con las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, el sistema pre-germinado, el manejo de rastrojos y cobertura.

En **V. SISTEMATIZACIÓN DEL SUELO** se realiza una breve descripción de las etapas previas a esta tarea que consiste en diseñar un plan de manejo que permita regar y drenar el sitio de forma eficiente, con el objetivo de obtener el mayor rendimiento posible, manteniendo la capacidad de producción de los recursos involucrados. Este plan involucra construcción de canales para riego y drenaje, caminos internos, nivelación de la superficie del suelo y construcción de taipas. Por lo antes mencionado, define a la planialtimetría y describe a los instrumentos y sus funciones; refiere también a los criterios y fines del levantamiento y/o relevamiento topográfico, los aspectos metodológicos, conceptos básicos y especificidades que tienen que ver con la tendencia creciente a lograr sistemas de irrigación en arroz más eficaces y eficientes, que implica una sistematización poco menos que perfecta, apareciendo los conceptos de MDT (Modelo Digital de Terreno) y MDE (Modelo Digital de Elevación).

Y, como los trabajos de planialtimetría una vez concluidos se plasman en planos, se dedica un apartado a la materialización en cartas o planos topográficos y curvas de nivel. Contiene la clasificación de la labor de nivelación de tierra según la precisión o las condiciones de humedad en que se encuentra el suelo durante la labor y los diferentes sistemas de nivelación para el cultivo de arroz como así también los distintos tipos de estructura de chacras con sus respectivas ventajas y desventajas, los canales de riego, sus categorías, tipos de flujo, características constructivas, de mantenimiento, pérdidas, localización y ecuaciones necesarias para el cálculo de caudales, secciones y velocidades. El sistema de drenaje o desagüe es tan importante como el de riego y por eso se presentan las categorías de los canales de desagüe. También se incluye la ubicación y disposición

de caminos, el área de servicios, la ubicación y funciones de las estructuras hidráulicas, sus características, partes constitutivas y los sistemas de sistematización, ventajas, desventajas, evolución y diferentes modelos de taipas, su construcción y mantenimiento.

El Capítulo **VI. RIEGO, DESAGÜE Y MANEJO DEL AGUA**, trata del manejo del agua de riego. Este tema se torna muy importante debido al costo que implica en el cultivo. Todas aquellas prácticas de manejo que puedan ayudar a disminuir el agua consumida, reducirán costos y aumentarán beneficios. Se describen las distintas formas de gasto y se destacan recomendaciones en cuanto al inicio del riego y la importancia de empezar lo más temprano posible. Posteriormente se trata acerca de la supresión del riego y los manejos alternativos de la irrigación, desde lo tradicional, hasta el riego por mangas y los inicios en aspersión, las estrategias para el control del riego en el cultivo de arroz y la tendencia a la automatización con las tecnologías disponibles.

Para describir el **VII. IMPACTO AMBIENTAL DEL ARROZ IRRIGADO** se comienza con una visión estratégica de la Evaluación de Impacto Ambiental, su valor y la contextualización de su cumplimiento en la actualidad; la importancia de certificar la calidad de origen y la trazabilidad. Se resaltan los aspectos conceptuales y metodológicos de la Evaluación del Impacto Ambiental, sus indicadores, la construcción de la línea base y los criterios de la evaluación de los impactos sobre cada una de las actividades vinculadas a la producción, el suelo, agua, la flora, fauna, su hábitat y otros aspectos biológicos.

A partir de los impactos que genera el riego en el cultivo, consecuentemente el Manual también propone indicadores como: **VIII. LA HUELLA HIDRICA Y EL BALANCE DE CARBONO EN EL CULTIVO DE ARROZ** y creemos, los autores, que, en

este aspecto, resulta novedoso puesto que la “Huella Hídrica” se toma como un indicador de gestión ambiental. En este sentido, se conceptualiza a la Huella del Agua (HA), se describen la metodología de cálculo, la determinación de sus componentes y los procedimientos instrumentales. Este Capítulo expone y narra la interpretación de los resultados en el área arroceras a partir de distintas experiencias en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Por otra parte, se define al Balance de Carbono y sus alcances, la producción de metano en los campos de arroz y su dinámica; la materia orgánica particulada y la Huella de Energía (Balance de energía), su cálculo y sus componentes.

FORMACIÓN Y COORDINACIÓN DE GRUPOS DE PRODUCTORES ARROCEROS DEL OESTE DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES

L.G. Herber; A.E. Marano¹ y A. Collantes²

Email: anibalmarano2@gmail.com

Palabras clave: tecnología de procesos, grupo arrocero, competitividad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción arroceras en la Provincia de Corrientes atraviesa una situación compleja de baja competitividad como tantas otras economías regionales del país, debido a factores de índole macroeconómicos o externos a la empresa y otros vinculados al manejo interno o microeconomía. Entre los primeros se encuentran altos costos de logística, elevada presión fiscal y aumento de costos de producción y, entre los últimos, falta de planificación, baja aplicación de tecnología, estancamiento de rendimientos, etc.

En general son modelos de empresas familiares que siembran entre 200 y 400 hectáreas anuales, las cuales tienen arraigadas costumbres de producción con métodos antiguos y, aunque tengan disponibles tecnologías difundidas que funcionan muy bien, no las adoptan fundamentalmente por una cuestión cultural. La falta de competitividad se genera principalmente por razones intrínsecas de cada empresa y mayormente están asociadas al sistema de producción o a la falta de visión empresarial que busca rentabilidad. El resultado es que campaña tras campaña los productores opten por abandonar la producción o disminuir la cantidad de hectáreas a sem-

brar, ocasionando un incremento en los índices de desocupación y una merma importante en el PBI, ya que el cultivo de arroz es una de las principales actividades económicas de la provincia.

Así surge la idea del Proyecto “Grupo de Productores arroceros del Oeste” que tiene por objetivo identificar y realizar un diagnóstico de la situación de cada uno de los participantes para poder acompañarlos técnicamente y así, mediante adopción de tecnologías disponibles, ir mejorando tanto aspectos productivos como económicos.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El trabajo inició convocando a los productores de la zona para informarles del proyecto y determinar quienes estarían interesados en participar del mismo conformando un grupo; se incorporó al Ing. Agr. A. Marano para oficiar de coordinador. Una vez conformado el equipo, el primer paso fue realizar el diagnóstico de cada establecimiento.

Consecuentemente, para poder hacer un acompañamiento y asesoramiento a los productores, se los visitó cada 2 semanas con recorridas a campo en cada establecimiento. Asimismo, para ajustarse al formato de grupos de consorcios regionales se realizaron reuniones mensuales donde

¹ Asesor privado.

² Ministerio de Producción de Corrientes.

participaron miembros del INTA, ACPA y Ministerio de la Producción (MP). Además, para contar con registros de la campaña, se entregó una planilla donde cada productor pudiera ir tomando datos técnicos del cultivo.

Con el objetivo de identificar las series de suelo participantes, diagnosticar la fertilidad de los lotes y luego evaluar las dosis de fertilizante, se utilizó información online del mapa de suelos (escala 1:100.000/1:50.000) y se realizaron análisis de suelo.

A esto se sumaron capacitaciones en muestreo de suelo y agua, buenas prácticas agrícolas (BPA), siembra y riego.

RESULTADOS

i. Campos participantes

En la campaña 2019/20 el grupo estuvo formado por 6 productores ubicados en las localidades de Concepción (1), Saladas (3), San Roque (1) y Santa Lucía (1).

ii. Diagnóstico inicial

Como punto de partida y para saber de qué forma se los debería acompañar para ir consiguiendo los objetivos planteados, fue fundamental un buen diagnóstico de la situación de cada uno de los productores, de lo general a lo particular. En este sentido se observó que carecen de acompañamiento técnico, la mayoría no tiene un asesor definido, solo visitas esporádicas en momentos puntuales del cultivo. Otro punto importante es que se toman decisiones de compra de fertilizantes con una inversión importante sin haber hecho algún análisis de suelo; aplicación de productos para el control de malezas o plagas sin saber bien que se quiere controlar. También se detectaron gastos excesivos en la pre-

paración de los lotes a sembrar, con metodologías antiguas que incrementan el costo sin producir ningún beneficio. En general se ve una falta de adopción de tecnologías de procesos que no tendrían costos adicionales para los productores, falta de adopción a técnicas modernas de producción, y esto sumado a que no se llevan registros de datos productivos que permitan hacer un análisis por campaña del negocio, hace que la situación sea muy inestable y no se detecten los problemas a tiempo.

A continuación, se realiza una descripción del trabajo realizado en cada uno de los establecimientos durante el primer año de trabajo y se presentan sugerencias de planificación para la campaña 2020/21 (para algunos campos).

CONCEPCIÓN

Diagnóstico inicial: El campo cuenta con 1200 hectáreas sistematizadas para arroz, de las cuales 350 ha se sembraron esta campaña 2019/20. El riego se realiza a través de un bombeo desde los esteros del río Santa Lucía (provisión segura de agua), con un consumo de gas oil que oscila entre 50 - 60 litros/año, lo que lo hace muy competitivo frente a un bombeo eléctrico. Todas las actividades se realizaron por administración con maquinaria propia. En general se realiza laboreo reducido, lo cual es una fortaleza ya que genera menores costos, mayor número de oportunidades de entrar al lote por piso, preparación de muchas hectáreas en pocos días, menos presencia de malezas difíciles (arroz rojo) y excelente piso para transitar a la siembra y aplicaciones terrestres. Entre las debilidades se encuentra la falta de una pulverizadora, que limita y compromete los controles de malezas principalmente. Cuenta con un secadero y silo bolsas para almacenamiento de la producción.

Los suelos donde se realizó arroz esta

campaña, pertenecen en un 67,13% a la Unidad Cartográfica (UC) 10 (Serie Esteros, C. uso VIIws, limitante inundación); 28,55% a la UC 6 (Series Torre/Silva, C. uso VIw/Vw, limitante anegamiento) y 4,3% a la UC 9 (Serie Chavarría, C. uso

IVw, limitante napas colgadas, riesgo de erosión y baja fertilidad natural).

En la tabla 1 se presenta un resumen de las características observadas, así como las recomendaciones realizadas para cada lote visitado.

Tabla 1. Detalles observados y recomendaciones para lotes de Concepción.

Lote	Observaciones
Lote 0 (33 ha)	<p>En este lote se realizó una fuerte presión de pastoreo con el objetivo de bajar el tapiz vegetal para luego hacer dos pasadas de rastra de dientes pesada y emparejadora con muy buenos resultados. En general el trazado de taipas se realizó a 3 cm, la recomendación fue cuidar su estructura para que las mismas no queden “vacías” en el medio, y le generen un trabajo extra al aguador en el momento del riego. A su vez se remarcó la necesidad de realizar valetas una vez terminado el trabajo anterior. Previo a la siembra, se realizó una aplicación de herbicidas totales (glifosato + metsulfuron + dicamba) a raíz de la presencia de Camalote, Ludwigia y Pasto de agua, entre otras. Se sembró el 19/09/2019 debido a la cantidad de labores que recibió (buena cama de siembra) y por presentar menor presión de malezas. La variedad empleada fue IRGA 424 RI a razón de 105 kg.ha⁻¹ de semilla y la fertilización de base fue de 190 kg.ha⁻¹ de 5-30-20. Como POE, se hizo una aplicación de 210 gr.ha⁻¹ de Top Rice (con buenos resultados), se aplicaron 150 kg.ha⁻¹ urea pre riego y se inició riego el día 8/11/2019. Al lote se lo vio muy bien, muy parejo y bien macollado. El cultivo floreció el 8/01/2020. Fue un lote con buen potencial, sano y sin ataques importantes de chinches. Rendimiento 7.896 kg.ha⁻¹</p>
Lote 1 (31 ha)	<p>Se realizó una sola pasada de rastra de dientes pesadas, lo que permitió lograr una buena cama de siembra. Quedaron visibles las taipas viejas, lo que permitió repararlas y ahorrar labores de land plane y laser. Se realizó el mismo manejo de herbicidas que el Lote 0 y, junto con el anterior, fue uno de los primeros en ser sembrados (19/09/2019). Compartió manejo tecnológico con el lote 0 en lo que respecta a variedad sembrada, dosis y fuentes de fertilizantes aplicados. Presentó un desarrollo muy bueno atribuido principalmente al laboreo suelo, que generó algo más de fertilidad. Rendimiento 7.121 kg.ha⁻¹.</p>
Lotes 2 y 4	<p>Ambos lotes son similares en cuanto a sus características. Los dos tuvieron dos pasadas de rastra de dientes pesada. Nuevamente no se borraron las taipas, lo que permitió repararlas. Se sugirió chequear su altura con nivel óptico para asegurar que queden a 10 o 12 cm finales. Se dejó el lote con valetas abiertas para drenar. Se sugirió prestar especial atención a manchones de Leersia y Luziola (Pastos de agua). La fecha de siembra fue el 04/10/2019. La fertilización de base fue de 90 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico (DAP) + 90 kg.ha⁻¹ de cloruro de potasio (KCl) (a modo de prueba) ya que para este tipo de campos con baja fertilidad, es fundamental agregar más K. La fecha de floración fue el 8/01/2020. Presentó mejor desarrollo de plantas que los lotes anteriores, buen macollaje y cierre del entresurco. Rendimiento 6.769 y 6.000 kg.ha⁻¹.</p>
Lote 5 (63 ha)	<p>Se realizaron 2 pasadas de rastra de dientes y un repaso de taipas. Se aplicó glifosato + metsulfuron + dicamba como herbicidas pre siembra. La fecha de siembra fue el 21/09/2019 (debido al laboreo reducido quedó bastante material vegetal lo que complicó un poco la siembra) y la fecha de emergencia el 9/10 aproximadamente. Se sembró IRGA 424 RI y recibió la misma fertilización que todos los lotes del campo (salvo el lote 2). La fecha de floración fue el 8/01/2020, algo desapareja a nivel de lote. Algunos manchones de capín que escaparon a la aplicación de kifix. Al igual que el lote 6, se vieron lugares de buen potencial y lugares de un potencial de rinde más bajo. A futuro, sería interesante hacer una aplicación diferenciada de urea en la parte del lote contra el estero, para ver si puede mejorarse el rendimiento ya que generalmente en este sector se ven plantas con menos desarrollo y los rindes bajan bastante con respecto a la parte alta. Rendimiento 5.556 kg.ha⁻¹.</p>

El lote se vió muy parecido a los 2 anteriores, sólo que con varias roturas y detalles en riego, las cuales son el resultado de 140 mm de lluvia caída. La fecha de emergencia fue el 18/10/2019, comenzó a florecer a principios de enero, un poco desparejo. Es un lote que por su posición en la sistematización y manejo del agua sufrió bastante en riego. La sugerencia fue darle prioridad al mismo mandando un poco más de agua y restringiendo a los lotes que siempre estuvieron bien. Se observó bastante daño en taipa de chinche marrón (en cancha no); se recomendó una aplicación de insecticida para estar resguardados hasta cosecha (idem para lotes de la primera etapa de siembra). La floración se consignó el 8/01/2020 y se sugirió mantener unos días más en riego para no acelerar el secado, siempre calculando la capacidad de cosecha. Rendimiento 5.830 kg.ha⁻¹.

Planificación campaña 2020/21: Para la campaña 20-21 se repetirán los lotes 0, 1 y 2 que suman 98 hectáreas, y se sumarían los lotes 1MP al 5MP que son unas 280 hectáreas. Estos últimos ya tienen 2 pasadas de rastra de discos lo que favorece mucho a tener la chacra lista en tiempo y forma. Recomendaciones:

- a. Para terminar los lotes con niveladora, esperar a que llueva para que disminuya el material (pasto) que se incorporó.
- b. Dejar con valetas los lotes que ya tienen algún tipo de laboreo para favorecer el drenaje post lluvias
- c. Tratar de adelantar todo lo posible el laboreo
- d. Lotes 0, 1 y 2 ver la posibilidad de hacer una rastra de discos liviana o rastra de dientes pesada pronto para que así se vayan barbechando
- e. Se debe prestar atención al canal que riega el área de lotes 1MP a 5MP, éste necesita una limpieza fuerte en el interior y reparación de las piernas que están bastante erosionadas.
- f. Sería conveniente hacer un relevamiento para asegurarse el buen funcionamiento a la hora de regar. Analizar con este relevamiento si no es necesario un bombeo que ayude al riego eficiente.
- g. En el mismo relevamiento se puede ver si es conveniente sembrar el lote 5MP.

Se podría reemplazar el área por algún sector productivo de la chacra del año pasado.

- h. Organizar el control y reparación de ser necesario del bombeo, tanto motores como bombas y válvulas de succión.

SALADAS 1

Diagnóstico inicial: Con respecto al resto de los productores del grupo, este campo se encuentra en una zona con suelos son más arcillosos, lo cual impacta en el tema drenaje. En este campo se realizan todos los años unas 200 hectáreas de arroz (100 % IRGA 424 RI) y la idea es mantener esa superficie esta campaña 2019/20, pero hacer algunas hectáreas de IRGA 424. El riego del cultivo se realiza a través de 4 pozos y dentro del parque de maquinaria cuenta con: 1 pulverizadora, 1 sembradora, 1 retropala, 1 cosechadora y 1 secadora.

Los suelos pertenecen a la UC 13 (50 % Serie Andreau, C. uso Vws, limitante encharcamiento y profundidad efectiva; 30 % Serie Treviño, C. uso IIIe; limitante erosión hídrica y encharcamientos cortos y 20 % Serie Oca, C. uso VIIs, limitante alcalinidad, profundidad restringida y encharcamientos)

En la tabla 2 se presenta un resumen de las características y las recomendaciones para los lotes de Saladas 1.

Tabla 2. Detalles observados y recomendaciones para lotes de Saladas 1.

Lote	Observaciones
Potrero 6 (110 ha)	Se avanzó con la etapa de laboreo en las zonas que permitía el piso, hay lugares que se dejaron por estar húmedos. El lote tuvo 1 pasada de rastra de discos, en un sector se realizaron 2 pasadas de niveladora mientras que en otro solo 1. Quedó con una muy buena cama de siembra. Se realizaron las taipas con buena forma y tamaño y se recomendó dejar valetas para drenar el lote. Este lote se sembró en segundo lugar para permitir nacimientos de arroz guacho y arroz colorado y luego hacer una aplicación terrestre de glifosato + Misil. El lote se sembró el 26/09/2019, con 100 kg.ha ⁻¹ de IRGA 424. La fertilización de base fue de 80 kg.ha ⁻¹ de DAP. Se observó muy buen stand de plantas y se vio un buen efecto del herbicida pre emergente (command). Se aplicaron 110 cc.ha ⁻¹ de ectran (acompañado de un insecticida) de post emergencia, 200 kg ha ⁻¹ de urea y se inició riego el 10/11. El lote se completó con agua el día 13/10 luego de una lluvia. El cultivo estaba muy bien macollado y cerrando el surco. La recomendación fue tratar de mantener lámina baja. Rendimiento 7.500 kg ha ⁻¹
Potrero 7 (105 ha)	Este lote tenía de 8 años de descanso. La recomendación fue limpiar desagües principales con la retropala, drenarlo recorriéndolo con pala de mano y sacar la hacienda lo antes posible. Se lograron realizar 2 pasadas de rastra de discos + 2 niveladoras; así y todo, quedó con terrones grandes y firmes y bastante pasto en superficie. La aplicación de herbicida pre emergente se realizó en dos atapas: 50% a la superficie que se sembró primero; el restante 50% unos días más tarde. El lote se sembró el día 13/09/2019; la cama de siembra no estaba en las mejores condiciones, ya que se preparó tarde y no se aplicó glifosato. Esto generó que haya semillas en distintas situaciones y la germinación no sea pareja. Se sembraron 100 kg.ha ⁻¹ de la variedad IRGA 424. Hacia fines de octubre se encontraba en 5 hojas (V5) y el recuento de plantas fue de 200 - 220 plantas.m ⁻² . Se aplicó el herbicida POE de forma terrestre (rebelex), 200 kg.ha ⁻¹ de urea en 2 pasadas y se inició riego el 28/10 (se demoró unos días el inicio de riego debido a falta de piso para las aplicaciones, sobre todo las de urea). Aproximadamente a los 54 días comenzó a diferenciar, las plantas presentaban muy buen tamaño y número de macollos. Rendimiento 7.500 kg.ha ⁻¹

Planificación campaña 2020/21: Para esta campaña 20/21, la propuesta es hacer unas 240 hectáreas de arroz y 90 de maíz. Para arroz se va a utilizar el Lote 7 (completo) y el 2 y 8 parcialmente. Se realizará análisis de suelo de todos los lotes, incluso los que fueron analizados el año pasado. Ya se compró el DAP y Urea.

Lotes:

- Nº 7. Este lote viene de un año de arroz como antecesor después de varios años de descanso, ya tiene una pasada de rastra de discos y la idea es terminar de prepararlo con una pasada de niveladora, se va a esperar alguna lluvia para que esta última labor quede mejor.
- Lotes Nº 8 y 2. Estos lotes vienen de 8 años de descanso, se le van a hacer 2

pasadas de rastra de discos más 1 niveladora para que queden preparados para sembrar.

Es un año atípico que nos permite adelantar labores debido a lo seco que se está presentando, no debemos perder esta oportunidad y tener lista la chacra en tiempo y forma.

SALADAS 2

Diagnóstico inicial: En general esta arrocería tiene muy buenos caminos y cuenta con 5 pozos para regar el cultivo. En la Campaña 18/19 se hicieron 267 ha, donde se sembró IRGA 424, IRGA 424 RI, EM-BRAPA 7 Taim y Fortuna INTA. Esta campaña 19/20, la idea es aumentar la superficie a unas 340 ha (falta definir con los dueños ya que es un campo arrendado). Debido al alto número de labores que suele

realizar el productor, la sugerencia es comenzar lo antes posible en los lotes que el piso permita (aprovechando las oportunidades climáticas del momento) y en una segunda etapa intentar reducir el número de labores, ya que estamos en épocas donde los números son ajustados y cualquier ahorro es importante. Otra sugerencia es avanzar con la limpieza de cunetas y desagües internos de los lotes para evitar atrasos en las labores.

Los suelos pertenecen a la UC 13 (50 % Serie Andreau, C. uso Vws, limitante encharcamiento y profundidad efectiva; 30 % Serie Treviño, C. uso IIIe; limitante erosión hídrica y encharcamientos cortos y 20 % Serie Oca, C. uso VIIs, limitante alcalini-

dad, profundidad restringida y encharcamientos) y a la UC 21 (80 % Serie Cañada Guazú, C. uso VIw, limitante anegable, inundable y 20 % Series Carolina, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica).

En la tabla 3 se presenta un resumen de las características y las recomendaciones para los lotes de Saladas 2. Se trata de un campo que tiene un potencial de rendimiento alto, pero debido principalmente al atraso de siembra los rindes no se terminan expresando en la totalidad de la superficie. En general el paquete agronómico utilizado es adecuado, igualmente hay algunos puntos que se podrían mejorar como por ejemplo ajustar fertilización y mejorar riego.

Tabla 3. Detalles observados y recomendaciones para lotes de Saladas 2.

Lote	Observaciones
Lote Fondo Monte (43 ha)	Este lote venía de una rotación de 4 años de arroz sobre arroz. En la visita inicial se lo vio con rastrojo y pisoteado por hacienda; con lo cual la sugerencia fue aumentar la carga instantánea para que desaparezca por completo el rastrojo y ayude en la preparación de suelo (ahorro de laboreos). El tapiz presentaba bastantes gramíneas perennes, Paspalum, Leersia y Luziola y no tiene desagües, lo que es fundamental para permitir escurrir el exceso de agua. Se comenzó a rastrear en condiciones casi óptimas de humedad, se preparó con 1 rastra de discos pesada + 1 rastra de discos semipesada + 2 pasadas de rastra de disco livianas+ 1 Niveladora. Luego de una lluvia se pasó una segunda Niveladora. Se insistió en reducir las labores ya que con el laboreo excesivo se produce un deterioro importante del suelo y se generan gastos innecesarios. Pre-siembra se realizó una aplicación de glifosato + command. Se sembró IRGA 424 el 09/10. La taipa se realizó post siembra. Se aplicó urea pre riego 120 kg.ha ⁻¹ y se inició riego el 14/11. Rendimiento 8.113 kg.ha ⁻¹
Lote 4 Bocas (98,7 ha)	Tiene la misma secuencia de labores que el lote Fondo Monte, pero se vio algo de pasto en superficie que entorpeció las labores de nivelación y la siembra. Esto a su vez tomó relevancia al realizar la fertilización nitrogenada. El lote se sembró el día 30/10/2019, la variedad empleada fue IRGA 424 RI a razón de 100 kg.ha ⁻¹ . Se aplicaron 80 kg.ha ⁻¹ de DAP. Luego de la siembra llovieron casi 100 mm con lo cual se perdieron muchas plantas; sobre todo por un fuerte ataque de patos. El lote quedó muy heterogéneo y con muchos lugares sin plantas, se sugirió re sembrar. La re siembra se realizó el 12/12; el lote resultó muy bien implantado y macollado. Se vio bastante Cyperus iria así que se recomendó la aplicación de kifix + basagran. Hacia fines de abril se comenzó con la cosecha del mismo, se vieron muchos tallos afectados por Rhizoctonia, además de manchado de glumas etc. Rendimiento 6.594 kg.ha ⁻¹

**Lote Fondo Molino
(40,6 ha)**

Este lote tiene el mismo laboreo que el anterior, con la diferencia que con alguna lluvia de por medio los trabajos fueron quedando mejor. Fue el primer lote en ser sembrado el 06/10 (IRGA 424), hacia fines de octubre ya tenía 5 hojas y había comenzado a macollar. Se aplicaron 120 cc.ha⁻¹ de ectran como POE con muy buen control y 120 kg.ha⁻¹ de urea; y luego se inició el riego. Se lo vio muy bien al cultivo, bien macollado y cerrando surco. El lote floreció el 10/01. Fue un lote con muy buen potencial. Se sugirió la posibilidad de sacar a mano las plantas de arroz rojo para seguir manteniendo limpio el lote. Rendimiento 8.872 kg.ha⁻¹.

**Lote Campamento
(32 ha)**

Este lote tuvo un año de descanso por lo que presentaba bastante material verde en superficie con predominio de ciperáceas. Esta situación genera un gran volumen de material y dificultad (por estar vivas las malezas) para que el laboreo rompa los terrones de tierra. No se pudo hacer la aplicación de glifosato, y finalmente (al igual que el Lote fondo Monte) se le realizaron las 4 pasadas de rastra. El lote se sembró el 11/12 con variedad IRGA 424 convencional, se aplicó urea el 09/01 a razón de 120 kg.ha⁻¹ y se inició riego el 14/01. Rendimiento 5.808 kg.ha⁻¹

**Lote Fortuna Casco
(25 ha)**

Este lote fue de los últimos cosechados en la campaña anterior y todavía se encontraba con bastante agua, por lo que se sugirió drenarlo. Este lote es el último que se sembró, debido a las precipitaciones. Presentaba un gran volumen de malezas que se controló pocos días antes de sembrar, esto complicó bastante la siembra y va a complicar mucho el establecimiento de un cultivo con buen potencial. Se vio mucha semilla que quedó en superficie por efecto del "colchón" de malezas que tenía al momento de la siembra, de todos modos, hay que esperar porque hay un porcentaje que está naciendo. Se sembró Fortuna INTA, rendimiento 3.134 kg.ha⁻¹

**Lote Fondo
Bosquecillo (49 ha)**

El lote se preparó bien, con buena cama de siembra, pero sin taipas ya que las mismas se realizan post siembra. Con las lluvias nacieron gran cantidad de malezas (sobre todo Capín) y bastante arroz guacho de Taim. Se hizo un glifosato + command. Se sembraron 100 kg.ha⁻¹ de la variedad Taim, y se avanzó atrás de la sembradora con láser y taipa. El nacimiento fue desperejo al principio, pero se solucionó con el tiempo. Se vio porotillo y capín, pocas ciperáceas en la parte de arriba (se sugirió aplicación de bispyribac + propanil). En la parte de abajo se vio mucha presencia de Cyperus iria, con lo cual se aplicó bentazón (basagran) 1,4 lt. En la parte de abajo del lote se vio un poco de escape de malezas, sobre todo gramíneas. Rendimiento 6.359 kg.ha⁻¹.

SALADAS 3

Diagnóstico inicial: Se realizan todos los años entre 280 y 320 ha, todo en campo propio. Se riega principalmente con 2 pozos y un bombeo de laguna con una muy buena cuenca, que aporta también a la zona de pozos. También es posible reforzar el riego desde un desagüe con una bomba tipo "Piva". El campo tiene muy buenos caminos y cunetas para desagües, se tendría que revisar un sifón de desagüe por debajo de un canal que demora la salida del agua. Se tendría que hacer el esfuerzo de sembrar sobre taipas y mantenerlos desagües limpios. Se siembran en general 2 variedades, IRGA 424 (arroz lar-

go fino) y Fortuna INTA (doble Carolina).

Los suelos pertenecen a la UC 21 (80 % Serie Cañada Guazú, C. uso VIw, limitante anegable, inundable y 20 % Serie Carolina, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica); UC 19 (50 % Serie Cañada Guazú, C. uso VIw, limitante anegable, inundable; 30% Serie Tala, C. uso Vw, limitante encharcable y 20 % Serie Viccini, C. uso VIws, limitante anegable) y UC 27 (Serie Desmochado C. uso IIIe, limitante erosión hídrica, encharcamiento).

En la tabla 4 se presenta un resumen de las características y las recomendaciones para los lotes de Saladas 3.

Tabla 4. Detalles observados y recomendaciones para lotes de Saladas 3.

Lote	Observaciones
Lote Pino Norte (60 ha)	Este lote tenía muy buen drenaje, la cosecha de la campaña previa fue con piso firme, estaba muy pastoreado y con algunas huellas, lo que ayudó a ahorrar laboreos. Se preparó con 1 pasada de rastra de discos + 1 niveladora, taipas y valetas, Se logró muy buena cama de siembra y buen nacimiento de malezas (gramíneas perennes y distintas especies de hojas anchas), en algunos lugares ya formando un tapiz. Se aplicó glifosato + metsulfuron un par de días antes de la siembra. El lote se sembró el 28/09/2019 con IRGA 424 a razón de 100 kg.ha ⁻¹ y 120 kg.ha ⁻¹ de base (5-30-20). En función de las malezas presentes se aplicó en una parte rebelex + piclorán y en el resto ectran + piclorán y luego se inició riego. La fecha de floración fue el 12/01/2020. El lote presentó muy buen potencial; la recomendación fue estar atento a posibles enfermedades (Rhizoctonia) ya que se vieron algunas manchas y plagas (chinche del tallo). Rendimiento 9.600 kg.ha ⁻¹ .
Lote Forestación (44 ha)	Es un lote con drenaje lento por ser un poco más plano. Tenía algunas huellas puntuales más profundas lo que obligó a hacer algún laboreo un poco más agresivo para lograr una buena cama de siembra. En este lote se sembró IRGA 424, presentó muy buena implantación, pero un escape importante de gramíneas. Se realizó una aplicación de 2 lt.ha ⁻¹ de clincher + 800 cc.ha ⁻¹ de aceite. La dosis fue correcta, pero hubo fallas en las condiciones de aplicación, con lo cual se hizo el repaso de unas 20 ha con clincher. Rendimiento 8.000 kg.ha ⁻¹
Lote Pino Sur (38 ha)	El lote se preparó con 1 rastra de discos + 1 niveladora y se repasaron las taipas con 2 pasadas de taipero. Se vieron algunos terrones grandes por lo que se sugirió pasar rolo en la media que se necesario. Se hizo una aplicación de glifosato pre emergencia. Este lote se sembró el 24/09/2019 con buena humedad, con lo cual los nacimientos fueron buenos. La variedad utilizada fue IRGA 424 RI (por presencia de manchones de arroz colorado) a razón de 120 kg.ha ⁻¹ , y la base aplicada fue la misma que en el lote anterior. Se aplicaron 210 gr.ha ⁻¹ de kifix como POE, con un control excelente. Luego se inició riego. Rendimiento 8.500 kg.ha ⁻¹
Lote Portada (46 ha)	Debido a las excesivas precipitaciones de Diciembre de 2018 este lote no se pudo cosechar en la campaña 18/19 por haber estado inundado varios días. Se realizaron dos pasadas de rastra de dientes pesada y se repasaron taipas las cuales quedaron con buena altura y con un préstamo poco profundo. Se recomendó hacer algunas valetas en espina de pescado para drenar bien el lote después de una lluvia. En el lote se aplicó un glifosato pre siembra en una dosis importante debido a la alta presencia de malezas grandes. El lote se sembró el 26/09/2019, con 100 kg.ha ⁻¹ de IRGA 424. Se aplicó la misma base y dosis que los lotes anteriores. Rendimiento 6.500 kg.ha ⁻¹
Lote Gonzales Cué (50 ha)	En esta parte del campo se hicieron 27 ha de variedad Fortuna INTA y 33 ha de IRGA 424. Las primeras presentaron mayor dificultad en su preparación tanto por el volumen como la edad del rastrojo (al ser bastante nuevo, tenía poco tiempo de descomposición). Es una zona con suelos más arenosos y más fáciles para su preparación. Ambos entraron en la última etapa de siembra, mostraron muy buen desarrollo y buen macollaje. El Fortuna tiene solamente 100 kg.ha ⁻¹ de base 5-30-20, no recibió aplicación de urea y POE. El lote presentó buen desarrollo y buen stand de plantas. Rendimiento IRGA 424 6.600 kg.ha ⁻¹ y Fortuna 3.000 kg.ha ⁻¹
Lote Fortuna (56 ha)	En este lote se realizó una rastra de discos. Debido a que el antecesor era doble Carolina presentó un poco más de rastrojo en superficie. Se sembró el 10/11, se usaron 100 kg.ha ⁻¹ de semilla y 100 kg.ha ⁻¹ de fertilizante de base. No se utilizó herbicida post emergente. Se mostró muy bien implantado. Rendimiento 4.000 kg.ha ⁻¹

Planificación campaña 2020/21: Es un campo donde los ambientes están bien marcados y existen distintos potenciales de rinde entre ellos. Debe diseñarse un manejo apropiado para cada uno de estos ambientes.

La idea es comenzar con las labores temprano. Se deberían sacar muestras de suelo de los lotes nuevos de este año para poder ajustar la fertilización.

- a. Lote Gonzales Cué. Se va a hacer todo largo fino, ver la posibilidad de rotar unas 80 hectáreas. Es un sector del campo con menos potencial, por lo cual se debería ajustar la fertilización para poder apuntar a un potencial más alto.
- b. Lote Forestación. Es un lote que viene de arroz, se sembró raigrás y se va a volver a sembrar arroz esta campaña 20/21. Atender los desagües ya que al raigrás lo afecta mucho cuando el drenaje es imperfecto.
- c. Lote Pino Sur, Pino Norte. Son lotes donde se repite arroz este año, la idea es hacer IRGA 424 RI para controlar algunos focos de arroz rojo que fueron apareciendo y algunas malezas duras de combatir como Eleusine sp. Ya se encuentran con rastra de discos lo que permitirá preparar en tiempo y forma los lotes, además de favorecer al nacimiento de las malezas con tiempo para su control.
- d. Lote "Nuevo" (70 ha). Se incorpora esta campaña 20/21. Ya tiene una pasada de rastra de discos y le faltaría una más, la idea es hacer IRGA 424. Tratar de revisar bien las cotas de la regadera con anticipación para no tener problemas de riego al momento de regar.

SAN ROQUE

Diagnóstico inicial: La idea de esta campaña fue hacer unas 220 ha de arroz (todo

sobre campo arrendado) donde un 50% de la superficie se sembraría largo fino (IRGA 424) y el restante 50% Doble Carolina (Fortuna INTA). Una de las fortalezas de éste modelo es que se produce desde el campo hasta el paquete de gondola con marca propia. El productor tiene muy buena capacidad para trabajar y las herramientas en muy buen estado. La sugerencia es no descuidar canales y regaderas, ya que recorren varios km y pasan por montes y bañados. Un detalle no menor es que la arrocería está repartida en distintos lotes separados entre sí, con distintos accesos y distintos dueños, lo que podría llegar a complicar el manejo uniforme y preciso de la chacra.

Los suelos pertenecen a la UC 32 (50 % Serie Don Martín, C. uso IIIw, limitante encharcamientos; 30% Serie Desmochado C. uso IIIe, limitante erosión hídrica, encharcamiento y 20 % Serie Gobernador Martínez, C. uso IVws, limitante encharcamiento y profundidad restringida) y UC 33 (50 % Serie Don Penzo, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica; 30% Serie Don Martín, C. uso IIIw, limitante encharcamientos y 20 % Serie Gobernador Martínez, C. uso IVws, limitante encharcamiento y profundidad restringida).

En la tabla 5 se presenta un resumen de las características y las recomendaciones para los lotes de San Roque.

Tabla 5. Detalles observados y recomendaciones para lotes de San Roque.

Lote	Observaciones
Lotes Pozo (125 ha)	El primer cuadro tenía 1 rastra de discos pesada + 1 rastra de dientes liviana. Se vio un buen trabajo ya que la rastra de dientes rompe los terrones y saca las raíces a la superficie (ayudando a la niveladora a emparejar). El segundo cuadro que tenía 1 pasada bien superficial de una rastra liviana + 1 pasada de rastra de dientes liviana, éste laboreo superficial permite ver la taipa y así poder hacer un repaso sobre la del año anterior ya que el lote se cosechó en seco y está muy parejo. Ambos cuadros presentan buenas formas de taipas y prestamos con muy buenos nacimientos. Se hizo especial hincapié en mantener una lámina de agua acorde al estadio del cultivo, evitando secones para no impactar sobre el rendimiento. Se sembró Fortuna INTA; presentó muy buen nacimiento y un stand de plantas de alrededor 250 y 260 plantas.m ⁻² y se hizo un glifosato punto aguja. No recibieron aplicación de fertilizante. Rendimiento promedio 2.500 kg.ha ⁻¹
Lote Laguna (65 ha)	Es un lote que venía de 8 años de arroz sobre arroz con algunos manchones de arroz colorado resistente. La campaña 18/19 se sembró IRGA 424 RI; pero debido a una lluvia muy intensa, no se vio efecto del herbicida lo que provocó escapes de arroz rojo, gramíneas y ciperáceas. El lote se preparó con 1 pasada de rastra de discos semi pesada + 1 pasada de rastra de discos liviana y una niveladora. Una vez seco, se aprovechó para hacer taipas (para que éstas se vayan compactando con un par de lluvias hasta la siembra) y drenajes (valetas) en los lugares complicados. La sugerencia fue aplicar glifosato + command pre siembra (hay buenos nacimientos de guacho y arroz rojo) y evaluar una segunda aplicación en punto aguja o ir directamente a una aplicación de 210 gr/ha de kifix. El lote se sembró en el mes de octubre y tiene fecha de emergencia 16/10/2019. Se sembró IRGA 424 RI a razón de 110 kg.ha ⁻¹ de semilla y 180 kg.ha ⁻¹ de base (5-30-20). Presentó alrededor de 240 pl.m ⁻² , lo que es considerado un buen stand. Se sugirió estar atento a problemas de riego y manchones de arroz rojo y capín; se propuso hacer una prueba con kifix (aplicar con mochila y marcar) para detectar si son resistentes o un error de aplicación. Se ven algunos lugares afectados por chinche marrón, pero al estar con una floración avanzada no conviene ningún tratamiento. Rendimiento 5.000 kg.ha ⁻¹ .

SANTA LUCÍA

Diagnóstico inicial: El productor siembra unas 320 ha de las cuales: 250 ha son arrendadas (10 km de Santa Lucía, se riegan por perforaciones) y 70 ha son propias en la entrada de la ciudad frente al secadero propio (riego por desnivel de una laguna si está con nivel o del río Santa Lucía por bombeo). Los materiales sembrados son IRGA 424 e IRGA 424 RI. Se vieron muy buenos caminos y desagües, esto en arroz es de suma importancia ya que es vital para poder sacar la producción como así también recorrer todos los rincones de las chacras. Caminos amplios y con buena altura nos aseguran poder recorrer y, a la vez, los desagües posibilitan tener drenados los lotes. Los suelos pertenecen a la UC 80 (80 % Serie Andreau, C. uso Vws,

limitante encharcamiento y profundidad efectiva y 20 % Serie Carolina, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica); UC 76 (50 % Serie Carolina, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica; 30% Serie Desmochado C. uso IIIe, limitante erosión hídrica, encharcamiento y 20 % Serie Paraje Crucecita, C. uso IIIes, limitante erosión hídrica; y UC 82 (50 % Serie Meritorio, C. uso Vw, limitante anegable, profundidad restringida; 30% Serie Gobernador Martínez, C. uso IVws, limitante encharcable, profundidad restringida y 20 % Serie Carolina, C. uso IIIe, limitante erosión hídrica.

En la tabla 6 se presenta un resumen de las características y las recomendaciones para los lotes de Santa Lucía.

Tabla 4. Detalles observados y recomendaciones para lotes de Santa Lucía.

Lote	Observaciones
Lote 24 ha Calle (24 ha)	Este lote venia de 4 años de descanso. Tenía mucho pasto de agua (Luziola/Leersia) y ciperáceas de buen tamaño, por lo que la recomendación una vez que este seco el piso fue hacer una pulverización terrestre con herbicida (controlar pasto de agua antes de pasar rastra que corta estolones y multiplica el problema). Se realizó una aplicación de glifosato el 18/7 y se comenzaron con las labores cuando se secó el piso. El lote se sembró el 10/10 (IRGA 424 RI), el stand de plantas fue de 180 planta.m ⁻² , pero muy bien distribuidas. Se aplicaron 140 gr.ha ⁻¹ de kifix y se realizó la segunda aplicación de 140 gr.ha ⁻¹ antes de regar. Se sugirió hacer una buena dosis de urea. El lote quizás sea el de mayor potencial del campo, se lo vio con un muy buen desarrollo, muy buen control de malezas, pero algunas chinches, y por lo adelantado de la floración no justifica una aplicación. La fecha de floración fue el 30/01. Se sugirió sacar a mano las plantas de arroz rojo para que no se ensucie el lote. Rendimiento 9.764 kg.ha ⁻¹
Lote Acuña (30 ha)	Este lote tenía antecesor rastrojo de arroz (7 años arroz-arroz). Estaba muy parejo (salvo en algunos lugares puntuales) y con poco rastrojo en superficie por un buen efecto del pastoreo. Se preparó con 1 rastra de discos semipesada + 1 rastra de discos liviana, 1 niveladora y luego láser y taipa. Se sembró el 28/09/2019 con variedad IRGA 424, se usaron 110 kg.ha ⁻¹ de semilla y 110 kg.ha ⁻¹ de DAP con la siembra más 55 kg.ha ⁻¹ de KCl al voleo. Se hizo una aplicación de glifosato punto aguja acompañada de clomazone (500 cc.ha ⁻¹). Se aplicaron 200 kg.ha ⁻¹ de urea y como POE se aplicó bispyribac 115 cc.ha ⁻¹ + picloran 150 cc.ha ⁻¹ + cipermetrina 150 cc.ha ⁻¹ y aceite. Se vio con menos potencial que los lotes anteriores, hubo más presión de enfermedades (altura de lámina) y ataque de gorgojo en los lugares más bajos. Además tuvo escapes de arroz rojo y capín (seguramente resistentes). El lote floreció el 15/01. Rendimiento 7.950 kg.ha ⁻¹
Lote Rulo (106 ha)	El lote viene de rastrojo de IRGA 424; se pastoreo bien y se realizó 1 pasada de rastra de discos en muy buenas condiciones. Es un lote con lugares muy arenosos, se preparó con 1 rastra de discos y 1 niveladora. Se vio bastante pasto de agua (Leersia, Luziola) y Paspalum de difícil control, por lo que se sugirió aumentar la dosis de glifosato (evitando escapes) y agregar clomazone. Se sembró el 30/09/2019 con IRGA 424, misma densidad que los lotes anteriores. El lote se presentó muy bien implantado y muy macollado, algo atrasado el riego por precipitaciones. Se aplicó bispyribac + piclorán como POE y 180 kg.ha ⁻¹ de urea en pre riego. El potencial fue alto, no se vieron ataques importantes de insectos o enfermedades, se vieron algunas plantas aisladas de arroz rojo que se sugirió sacar o combatir para evitar la diseminación. Rendimiento 9.787 kg.ha ⁻¹ .
Lote Destronque (40 ha)	Es un lote nuevo que se desmontó. Se realizó una rastra de discos ya que se veía bastante micro relieve natural. Se sembró IRGA 424, el cultivo estuvo muy macollado y con buen stand de plantas. Se vieron algunos escapes de capín. Se sugirió estar atento al riego ya que es un lote algo despa-rejo y se puede secar en alguna loma. Rendimiento 9.816 kg.ha ⁻¹
Lote S. Lucía 2 (31 ha)	Este lote tuvo antecesor 1 año de arroz después de 11 años de descanso. Tenía bastante rastrojo en superficie y presentó algunas huellas puntuales. Se hizo 1 rastra de dientes pesada y luego repaso de taipas. Se sembró el 2/11/2019 con IRGA 424; los nacimientos fueron muy buenos. Los lotes se encontraban con una lámina de agua debido a las precipitaciones y al desborde de una laguna que se utiliza para regar. Su drenaje fue muy complicado y el cultivo ya estaba macollado, por lo cual se dejó sin aplicación de POE el lote 1 y se aplicó en los dos restantes. Luego se hicieron 100 kg.ha ⁻¹ de urea con avión y se continuó con el riego. Rendimiento 6.962 kg.ha ⁻¹
Lote 26 Calle (26 ha)	El lote tenía mucha presencia de gramíneas anuales y perennes, por lo que se recomendó aplicar glifosato (aumentar un poco la dosis) pero sin clomazone. Se aplicaron 210 gr.ha ⁻¹ de kifix o Top Rice como POE y se inició riego. Se sembró el 29/09/2019 con IRGA 424 RI, con la misma dosis de semilla y DAP que los lotes anteriores; pero sin aplicación de KCl. Fue un lote con muy buen potencial, pero se vieron varios escapes de capín, con lo cual se recomendó aplicación con mochila para saber si se trata de alguna falla en la aplicación o son individuos resistentes. Rendimiento 8.842 kg.ha ⁻¹

Planificación campaña 2020/21: La idea para este año es comenzar pronto con las labores, sacar muestras de suelo en los lotes que faltaron el año pasado o los que se habiliten este año y utilizar en la mayoría del área clomazone como pre emergente.

Se deberían programar mejor los trabajos para no atrasarse y así perder potencial de rinde.

Se debería contemplar tercerizar algunos trabajos puntuales para no perjudicar al cultivo con siembras tardías.

Lotes:

- a. Acuña. La idea es hacer IRGA 424 RI con clomazone punto aguja, posiblemente curemos con protex para poder aumentar la dosis de clomazone.
- b. Cañada. Se deja en descanso por mucha presencia de arroz rojo y capín resistentes. Convendría hacer una rastra de discos para favorecer el nacimiento de éstas malezas ahora y no al momento de volver al lote.
- c. 24 ha calle. Se va a continuar con IRGA 424 RI, el mismo manejo que el lote Acuña.
- d. Destronque. La idea es hacer IRGA 424 convencional con semilla certificada ya que es un lote nuevo. Se analizará la utilización de clomazone en preemergencia.
- e. Rulo. Se va a repetir IRGA 424, se suma en la fertilización KCl.

Se está gestionando la continuidad de esta línea de trabajo por un año más con la mera intención de afianzar la adopción de tecnologías de proceso que aportan a la mejora del rendimiento provincial.

CONSIDERACIONES FINALES

Este primer año de trabajo fue muy satisfactorio y en general se pudieron cumplir con los objetivos planteados. Cabe destacar el interés y la buena predisposición de los productores para ir adoptando algunas de las medidas propuestas, que sin dudas se comenzaron a traducir en kilos de arroz al final de esta campaña haciendo el negocio más rentable.

TÉCNICOS PARTICIPANTES INTA

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA CORRIENTES

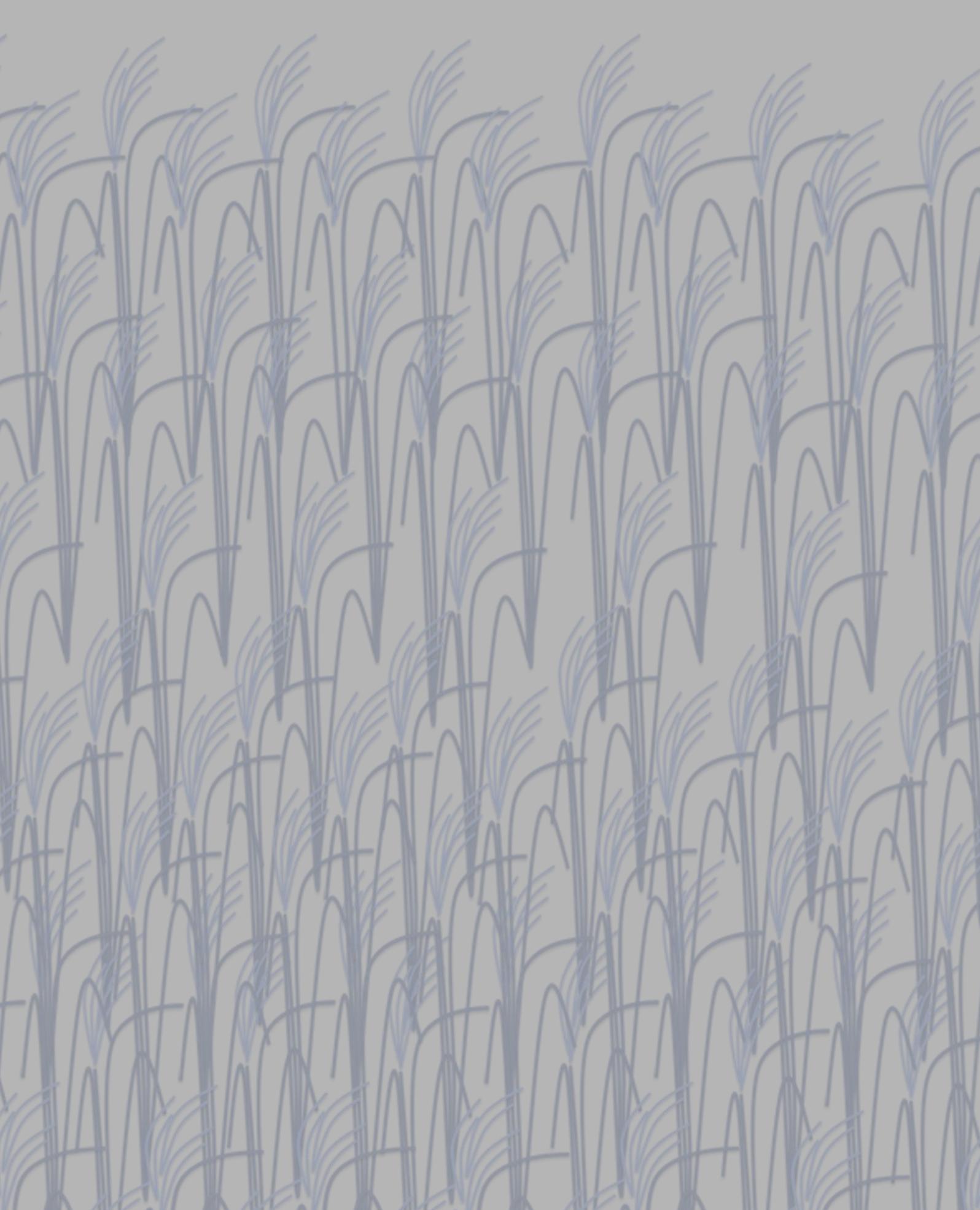
- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| - Aguiar, Edwin Marcelo | TICs - Desarrollo de software |
| - Fontana, Ma. Laura | Tecnología de semillas |
| - Gándara, Luis | Extensión |
| - Hauck, Violeta | Comunicaciones |
| - Herber, Luciana | Nutrición |
| - Kruger, Raúl D. | Protección vegetal |
| - Olmos, Sofía E. | Biotecnología |
| - Pachecoy, Ma. Inés | Mejoramiento |
| - Pereira, Mercedes | Cultivos de secano |
| - Royo, Olegario Manuel | Banco de germoplasma |
| - Taié, Armando | TICs – Minería de datos |

AUXILIARES

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| - Almirón, Matías | - Gómez, Miguel Ángel |
| - Almirón, Roberto | - Lencina, Diego |
| - Aranda, Argentino | - Meza, José I. |
| - Aranda, Fernando | - Niz, Analía |
| - Aranda, Raúl A. | - Nuñez, Vicente |
| - Barrientos, Darío | - Rodríguez, Daniel |
| - Berger, Dino | - Silva, Aldo |
| - Escobar, Jorge | - Sosa, Feliciano |

OTRAS EEAs Y AGENCIAS DE EXTENSION RURAL

- | | |
|--------------------|--------------------|
| - Ayala, Jorge | AER San Javier |
| - Bonell, Lucrecia | EEA C. del Uruguay |
| - Casco, Joaquín | AER Santo Tomé |
| - Crepy, María | EEA C. del Uruguay |
| - Galeano, David | EEA Mercedes |
| - Taborda, Adrián | EEA C. del Uruguay |



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación