

ISSN edición digital 2618 - 4656

Volumen XXVII

Corrientes, Argentina

PROYECTO ARROZ

Resultados Campaña 2018/2019

INTA / Ediciones

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

Centro Regional Corrientes

Estación Experimental Agropecuaria Corrientes

PROYECTO ARROZ

Campaña 2018-2019

Volumen XXVI

ISSN digital 2618 - 4656

Octubre de 2019

PROYECTO ARROZ - Campaña 2018-2019
INTA EEA CORRIENTES

Ediciones INTA
EEA INTA Corrientes
2019

ISSN digital: 2618-4656

INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ - Campaña 2018-2019. Volumen XXVII. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2019.

PRÓLOGO

Con más de 26 años en circulación acercando información técnica al sector productivo de la región, *Proyecto Arroz* es una publicación seriada editada por el grupo Cultivos Extensivos de la EEA INTA Corrientes.

El presente volumen recopila la información generada durante la campaña 2018/2019 incluyendo artículos de revisión y resultados de ensayos orientados a desarrollar y transferir tecnología que permita mejorar la competitividad del sector agrícola provincial en el marco de la sostenibilidad.

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 arrocerá 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-i" 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 2018/19
- 12** PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CERTIFICADAS DE ARROZ FORTUNA INTA
- 16** ESTUDIO COMPARATIVO DEL TIEMPO DE GELATINIZACIÓN INTERCAMPAÑA 16/17 Y 17/18 EN VARIEDADES DE ARROZ LARGO FINO
- 19** ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES CULINARIAS EN MUESTRAS DE ARROZ PARBOLIZADO COMERCIAL
- 22** COLORIMETRÍA DE CANOPEO DE ARROZ MEDIANTE MEDIDOR DE CLOROFILA, ESCALA VISUAL Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS CON DRON

MANEJO

- 29** CADENA PRODUCTIVA ARROCERA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES: CONJUNTO DE ACCIONES HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE.
- 39** BIG-DATA: ANÁLISIS SOBRE PRODUCCIÓN DE ARROZ DEL GRUPO CREA AVATI-Í DE CORRIENTES
- 60** EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LAS DOSIS DE UREA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA VARIEDAD FORTUNA INTA

- 66** EVALUACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA E IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA VARIEDAD TRANQUILO FL INTA

ROTACIONES

- 72** DESARROLLO Y PARTICIÓN DE BIOMASA EN SORGOS SILEROS Y GRANÍFEROS
- 79** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS
- 82** CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMAS DE SORGO CON APTITUD SILERA EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS - CAMPAÑA 2018/19
- 85** RED DE EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA-RECSO. EEA INTA CORRIENTES
- 88** EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO PARA DOBLE PROPÓSITO (*TRITICUM* SPP.) EN EL NOROESTE DE CORRIENTES
- 91** TÉCNICOS PARTICIPANTES

ENSAYOS REGIONALES DE CULTIVARES

M.I. Pachecoy; S. Maciel; F. Cattaneo¹; J. Casco²; J. Ayala³; R. Vicino⁴; C. Esquivel⁵; J. Marass⁵; P. Pizzio⁵; W. Pucciarello⁵; M. Romagnoli⁵; J. Serrano⁵ y L. Van Opstal⁵

Email: pachecoy.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz, Corrientes, cultivares, ensayos regionales.

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.

OBJETIVO

Evaluar el potencial de rendimiento y las características agronómicas de 47 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: 30 materiales de ciclo intermedio, incluidas 11 variedades comerciales, 14 líneas experimentales y 5 híbridos, 1 de ellos comercial. En los sitios Corrientes y Las Palmas se incluyeron además 15 cultivares de ciclo largo, entre ellos 5 variedades comerciales y 11 líneas experimentales.
- Parcela: 1,02 x 6 m (6 surcos espaciados a 0,17 m).
- Diseño: Bloques completos al azar, con 4 o 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.

¹ Técnico EEA Concepción del Uruguay.

² Extensionista AER Santo Tomé.

³ Extensionista AER San Javier.

⁴ Técnico Ministerio Producción Santa Fe.

⁵ Técnico Actividad Privada.

Tabla 1. Localización, fechas de siembra y emergencia de los ERC. Campaña 2018/19.

Sitio	Lugar	Siembra	Emergencia
Corrientes	EEA Corrientes	05/10/2018	13/10/2018
Berón de Astrada	Arroc. Doña Marina	16/10/2018	26/10/2018
La Cruz	Arroc. Guaviraví	18/10/2018	28/10/2018
Mercedes	Arroc. El Rocío	16/10/2018	28/10/2018
San Javier	Arroc. Tahin	19/10/2018	27/10/2018
Las Palmas	Arroc. Meichtry	17/10/2018	25/10/2018

RESULTADOS

En primer término, se realizó un análisis de varianza general de los materiales evaluados, agrupados por ciclo (Tabla 2 y 3).

La siembra más temprana se realizó en la EEA Corrientes, el día 5 de octubre. Para el resto de los ensayos se concentró entre el 16 y el 19 del mismo mes. La implantación en todos los sitios fue muy

buena. En La Cruz hubo pérdida de parcelas debido deriva de herbicidas del grupo de las imidazolinonas, por lo que se presentan datos solo de cultivares CL. En San Javier y Las Palmas surgieron problemas hacia el fin del ciclo, con daños ocasionados por pájaros en el primer caso y por vuelco en el segundo.

Tabla 2. Comportamiento de los cultivares de ciclo largo evaluados en 2 sitios (Corrientes y

Las Palmas). Campaña 2018/19.

La media de rendimiento fue inferior a la

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
Sitio					
Corrientes	7709 ^{A 2}	106	59		
Las Palmas	6732 ^B	113	61		
Respuesta ³	***	NO	NO		
Cultivares					
PAC 103	8606 ^A	111	63	6,8	97
FL09531-8P-3-1P-3P-M	8157 ^{A B}	100	62	6,7	101
FL10140-13P-1P-2P-1P-M	8062 ^{A B C}	105	63	6,8	106
CR 2006	7900 ^{A B C}	108	61	6,5	101
Cr 138 SF	7692 ^{A B C D}	114	67	6,8	92
FL11391-3P-6-1P-3P-M	7479 ^{B C D E}	108	63	6,7	112
IC 110	7292 ^{B C D E F}	114	61	6,9	98
Pucará	7258 ^{B C D E F}	110	63	6,5	101
Epagri 108	7229 ^{B C D E F}	114	59	6,9	100
Ñu poti	7125 ^{C D E F}	116	64	6,7	97
FL11424-1P-1-3P-3P-M	6703 ^{D E F G}	106	65	6,6	101
SCS 121	6543 ^{E F G}	110	60	6,9	102
CT 6919-INTA	6422 ^{F G}	110	56	6,4	99
FL13210-1P-3SR-1P-M -A	5869 ^{G H}	106	58	6,9	99
Cr 178 SF	5105 ^H	120	61	7,0	109
Respuesta ³	***	***	NO	NO	NO
Sitio*Cultivar ³	***	***	***	***	***
C.V. (%)	11,62	2,93	2,58	0,99	4,48

1: Valores promedio de tres 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.

campaña anterior en casi todos los sitios. El porcentaje de grano entero fue en general muy bueno, aunque se encontraron valores muy bajos en Berón de Astrada y en los materiales de ciclo largo en Las Palmas.

Entre los cultivares de ciclo intermedio evaluados, los híbridos se destacaron en cuanto rendimiento general. Entre los

materiales de ciclo largo, la línea experimental PAC 103 presentó el mejor rendimiento.

En todos los casos el análisis estadístico mostró interacción genotipo-ambiente altamente significativa, por lo que se presentan también los resultados por sitio (Tablas 4 a 9).

(Corrientes, Mercedes, La Cruz, Berón de Astrada, San Javier y Las Palmas). Campaña 2018/19.

Tabla 3. Comportamiento de los cultivares de ciclo intermedio evaluados en 6 sitios

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
Sitio					
San Javier	8180 ^{A 2}	sd	64		
Corrientes	7822 ^B	88	55		
La Cruz	7172 ^C	sd	65		
Las Palmas	6904 ^D	100	60		
Mercedes	6544 ^E	sd	64		
Berón de Astrada	5132 ^F	75	44		
Respuesta ³	***	NO	NO		
Cultivares					
XP202	8433 ^A	97	57	6,5	100
XP302	8356 ^{A B}	94	61	6,2	90
Lexus	7985 ^{A B C}	96	58	6,6	91
XP201	7832 ^{B C D}	95	61	6,3	95
XP301	7735 ^{C D}	92	57	6,6	93
Cr 1044	7731 ^{C D}	108	63	6,4	85
IRGA 424 RI	7584 ^{C D E}	102	65	6,3	89
PAC 101	7404 ^{C D E F}	103	64	6,4	100
Taim	7268 ^{D E F G}	99	65	6,5	96
IRGA 424	7131 ^{E F G H}	102	65	6,4	97
VIOB 395	7092 ^{E F G H}	106	60	7,1	98
IC 200	7012 ^{E F G H}	98	63	6,4	99
Pampeira	6975 ^{F G H}	107	63	6,8	98
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	6877 ^{F G H I}	101	64	6,9	102
PAC 103	6846 ^{F G H I}	117	62	6,7	92
Guri	6820 ^{F G H I J}	92	64	6,6	92
Cr 86 SF	6813 ^{F G H I J}	96	58	6,5	86
IRGA 426	6669 ^{G H I J K}	96	64	6,8	95
Tranquilo FL-INTA	6659 ^{G H I J K}	108	61	6,5	100
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	6645 ^{G H I J K}	102	63	6,6	103
IRGA 428	6584 ^{H I J K}	95	63	6,5	87
IC 205	6306 ^{I J K L}	107	59	7,1	100
Cr 741	6277 ^{I J K L}	92	68	6,6	85
Cr 2212	6213 ^{J K L}	112	60	6,6	88
Cr 762	6204 ^{J K L}	98	60	6,4	90
Memby Pora INTA CL	6189 ^{K L}	98	66	6,2	105
IRGA 417	5842 ^L	93	62	6,5	96
Puita INTA	5776 ^L	94	66	6,3	97
Cr 115 SF	5074 ^M	88	61	6,9	87
Cr 118 SF	4965 ^M	113	64	6,7	84
Respuesta ³	***	***	NO	NO	NO
Sitio*Cultivar ³	***	***	***	***	
C.V. (%)	12,61	2,68	8,30	1,7	4,48

1: Valores promedio de tres 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.

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. Para los materiales de ciclo intermedio (Figura 1, Tabla 4) los híbridos experimentales XP302, XP201 y XP202 presentaron los rendimientos más altos, aunque valores de grano entero algo bajos.



Figura 1. Ensayo regional Corrientes. Campaña 2018/19.

Tabla 4. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en la EEA Corrientes.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
XP302	9493 ^{A 2}	80	56	6,3	100
XP201	9480 ^A	83	51	6,3	96
XP202	9325 ^{A B}	84	45	6,7	102
Cr 1044	8840 ^{A B C}	98	58	6,3	95
IRGA 424 RI	8781 ^{A B C D}	89	62	6,3	94
Pampeira	8773 ^{A B C D}	96	60	6,8	103
PAC 101	8632 ^{A B C D E}	92	61	6,4	102
Lexus	8427 ^{B C D E}	81	50	6,7	101
Tranquilo FL-INTA	8250 ^{C D E F}	97	53	6,4	102
Cr 86 SF	8226 ^{C D E F}	83	53	6,6	91
Taim	8072 ^{C D E F G}	85	54	6,4	95
IC 200	7962 ^{C D E F G H}	85	57	6,4	98
Cr 2212	7874 ^{C D E F G H}	102	53	6,7	100
PAC 103	7816 ^{C D E F G H I}	106	56	6,8	101
XP301	7791 ^{C D E F G H I}	79	46	6,6	98
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	7746 ^{C D E F G H I}	91	61	6,6	102
VIOB 395	7706 ^{D E F G H I}	94	49	7,2	103
IRGA 417	7653 ^{E F G H I}	81	55	6,5	95
IRGA 424	7616 ^{E F G H I}	88	58	6,4	97
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	7554 ^{E F G H I J}	86	55	6,9	97
Cr 741	7247 ^{F G H I J K}	80	58	6,5	93
Memby Pora INTA CL	7152 ^{F G H I J K}	87	60	6,4	101
IC 205	7099 ^{G H I J K}	95	43	7,1	102
Guri	6930 ^{H I J K}	79	56	6,5	100
Puita INTA	6887 ^{H I J K}	83	59	6,3	97
Cr 762	6858 ^{H I J K}	86	58	6,3	102
IRGA 428	6738 ^{I J K}	82	48	6,4	94
IRGA 426	6531 ^{J K}	81	54	6,8	95
Cr 118 SF	6266 ^K	102	59	6,7	96
Cr 115 SF	6184 ^K	74	49	7,0	100
Respuesta ³	***	***	***	***	
C.V. (%)	8,12	1,32	5,61	1,59	3,56

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Campaña 2018/19.

Entre las líneas experimentales, Cr 1044

presentó el mayor rendimiento con además buenos valores de grano entero. Dentro del grupo de materiales de ciclo largo (Tabla 5) se destacó la línea experimental PAC 103. El cultivar Cr 178 SF es un genotipo con grano de tipo largo-

ancho.

Este sitio presentó unos de los promedios más bajos en cuanto a granos enteros en los dos grupos de materiales (55%), principalmente entre los de ciclo intermedio.

Tabla 5. Comportamiento de cultivares de ciclo largo evaluados en la EEA Corrientes. Campaña 2018/19.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
PAC 103	9380 ^A	107	62	6,8	97
FL10140-13P-1P-2P-1P-M	8732 ^{A B}	103	59	6,7	106
FL09531-8P-3-1P-3P-M	8384 ^{A B C}	102	60	6,7	101
IC 110	8154 ^{B C}	107	58	6,8	98
Ñu poti	8062 ^{B C D}	113	62	6,7	97
FL11391-3P-6-1P-3P-M	7970 ^{B C D}	104	62	6,6	112
CT 6919-INTA	7858 ^{B C D}	99	53	6,4	99
CR 2006	7791 ^{B C D}	102	58	6,4	101
Pucará	7780 ^{B C D}	109	62	6,4	101
Cr 138 SF	7575 ^{C D}	108	62	6,7	92
Epagri 108	7268 ^{C D E}	107	58	6,9	100
SCS 121	6984 ^{D E}	107	58	6,8	102
FL11424-1P-1-3P-3P-M	6952 ^{D E}	98	62	6,6	101
FL13210-1P-3SR-1P-M -A	6407 ^{E F}	105	56	6,8	99
Cr 178 SF	5636 ^F	116	58	6,9	105
Respuesta ³	***	***	***	***	
C.V. (%)	8,35	3,41	2,46	0,33	6,1

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Ensayo Regional Las Palmas

Los rendimientos en este sitio fueron muy inferiores a los de la campaña anterior. En este sitio se evaluaron los materiales de ciclo intermedio y largo.

En el ensayo de ciclo intermedio (Tabla 6) todos los híbridos evaluados se encontraron entre los cultivares con rendimientos más altos. Cr 1044, PAC 101 y PAC 103 fueron las líneas experimentales con mejor rendimiento, acompañado además por buenos valores de grano entero. Como se mencionó

anteriormente, en este sitio hubo problemas importantes de vuelco, ocasionados principalmente por demoras en la cosecha, que provocaron la pérdida total de algunas parcelas.

Dentro del grupo de materiales de ciclo largo (Tabla 7) se destacaron en cuanto a rendimiento las líneas experimentales CR 2006 y PAC 103, ambas con valores de granos enteros superiores al 60%. En este sitio también se evaluó el cultivar Cr 178 SF, de grano de tipo largo-ancho, con rendimiento muy similar al obtenido en la EEA Corrientes.

Tabla 6. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en Las Palmas. Campaña 2018/19

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
XP302	9534 ^B	99	62	6,2	115
Cr 1044	9124 ^{BC}	103	63	6,3	111
XP201	8692 ^{BCD}	95	60	6,1	110
XP202	8575 ^{BCDE}	98	59	6,4	113
PAC 101	8325 ^{BCDEF}	100	62	6,3	113
Lexus	8188 ^{BCDEFG}	101	53	6,5	115
PAC 103	8106 ^{BCDEFG}	114	65	6,8	108
IRGA 424	7534 ^{CDEFGH}	105	66	6,3	117
Tranquilo FL-INTA	7498 ^{DEFGH}	105	61	6,5	113
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	7324 ^{DEFGHI}	105	63	7,0	115
IRGA 424 RI	7182 ^{DEFGHI}	103	65	6,3	117
Pampeira	7035 ^{EFGHI}	105	64	6,8	115
Guri	7022 ^{EFGHI}	93	53	6,3	113
IC 200	6865 ^{FGHIJ}	100	61	6,3	108
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	6773 ^{FGHIJ}	100	63	6,6	119
IRGA 428	6701 ^{FGHIJ}	96	60	6,4	111
Cr 741	6556 ^{GHIJK}	91	sd	sd	106
XP301	6410 ^{HIJK}	95	49	6,4	117
Memby Pora INTA CL	6318 ^{HIJK}	95	62	6,0	114
IRGA 426	6134 ^{HIJKL}	101	62	6,7	113
Taim	6072 ^{HIJKL}	101	63	6,5	112
Cr 2212	6010 ^{HIJKL}	107	61	6,7	116
Cr 115 SF	5876 ^{HIJKLM}	89	54	6,8	108
IC 205	5714 ^{IJKLM}	105	58	7,0	114
Cr 118 SF	5273 ^{JKLMN}	112	62	6,7	106
VIOB 395	4975 ^{KLMN}	104	56	7,0	112
Cr 86 SF	4639 ^{LMN}	100	54	6,4	111
Cr 762	4321 ^{MN}	98	60	6,3	112
IRGA 417	4033 ^N	91	54	6,4	110
Puita INTA	sd ^A	92	sd	sd	112
Respuesta ³	***	***	***	***	
C.V. (%)	11	1,56	3,21	0,68	3,47

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Ensayo Regional La Cruz

Por problemas de deriva de herbicidas en este sitio se evaluaron solamente 15 genotipos (Figura 2), todos ellos resistentes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas.

El rendimiento general del ensayo fue superior al de la campaña anterior. Los híbridos experimentales XP302 y XP 301, el híbrido comercial Lexus y la línea Cr 1044 fueron los cultivares con los rendimientos más altos (Tabla 8).

Con respecto a los valores de grano entero en este sitio se presentó el promedio general más alto. Todos los cultivares

superaron el 60%, a excepción del híbrido Lexus.



Figura 2. Efecto de la deriva de herbicidas (imidazolinonas) sobre el ensayo de La Cruz. Campaña 2018/19.

Tabla 7. Comportamiento de cultivares de ciclo largo evaluados en Las Palmas. Campaña 2018/19.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm
CR 2006	8915 ^A	107	61	6,6
PAC 103	7832 ^{A B}	115	63	6,8
FL10140-13P-1P-2P-1P-M	7447 ^{B C}	108	64	6,8
IC 110	7322 ^{B C}	113	62	6,9
Epagri 108	7108 ^{B C}	113	59	6,9
FL09531-8P-3-1P-3P-M	7025 ^{B C}	105	62	6,7
FL11391-3P-6-1P-3P-M	6975 ^{B C D}	112	63	6,6
Cr 138 SF	6875 ^{B C D E}	118	65	6,8
Pucará	6713 ^{B C D E}	119	61	6,6
FL11424-1P-1-3P-3P-M	6454 ^{B C D E}	112	66	6,6
Ñu poti	6187 ^{C D E}	120	63	6,7
SCS 121	6102 ^{C D E}	113	59	6,8
CT 6919-INTA	5892 ^{C D E}	114	57	6,4
Cr 178 SF	5386 ^{D E}	119	sd	sd
FL13210-1P-3SR-1P-M -A	5331 ^E	107	58	6,9
Respuesta ³	***	***	***	***
C.V. (%)	13,82	1,78	2,62	1,43

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Tabla 8. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en La Cruz. Campaña 2018/19.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Grano Entero ¹ %	Largo Grano ¹ mm
XP302	9012 ^A	69	6,2
Lexus	8619 ^A	56	6,6
XP301	8524 ^A	66	6,7
Cr 1044	8420 ^A	64	6,6
Guri	7710 ^B	69	6,7
Cr 86 SF	7191 ^{BC}	64	6,8
Memby Pora INTA CL	7007 ^{C D}	68	6,3
IRGA 424 RI	6958 ^{C D E}	65	6,5
Cr 2212	6743 ^{C D E}	63	6,7
Cr 741	6475 ^{D E}	67	6,5
IRGA 428	6356 ^E	68	6,6
Cr 762	6353 ^E	64	6,4
Puita INTA	6334 ^E	68	6,4
Cr 115 SF	5613 ^F	62	7,0
Cr 118 SF	5134 ^F	63	6,7
Respuesta ³	***	***	***
C.V. (%)	6,44	NO	NO

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Ensayo Regional Mercedes

La siembra en este sitio se realizó el día 16 de octubre, con un registro de emergencia general del ensayo el día 26 de mismo mes. La implantación lograda fue regular, lo que llevó al descarte de algunas parcelas.

El rendimiento general del ensayo fue muy inferior al de la campaña anterior, con un promedio de 6.544 Kg/Ha. El híbrido experimental XP202 fue el cultivar con rendimiento más alto, seguido por la variedad IRGA 424 RI y la línea experimental Cr 762. En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos. 2018/19.

Tabla 9. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en Mercedes. Campaña

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Grano Entero ¹ %	Largo Grano ¹ mm
XP202	8796 ^{A 2}	64	6,8
IRGA 424 RI	8128 ^{A B}	67	6,5
Cr 762	7690 ^{A B C}	62	6,5
IRGA 426	7673 ^{A B C}	66	6,9
XP301	7606 ^{A B C D}	63	6,7
XP302	7532 ^{A B C D}	69	6,2
Guri	7278 ^{A B C D}	56	7,0
Lexus	7093 ^{A B C D E}	64	6,7
VIOB 395	7085 ^{A B C D E}	63	7,3
IRGA 424	7079 ^{A B C D E}	66	6,6
XP201	7077 ^{A B C D E}	63	6,3
Memby Pora INTA CL	7007 ^{A B C D E F}	70	6,4
PAC 103	6992 ^{A B C D E F}	63	6,7
Taim	6900 ^{A B C D E F}	65	6,5
Tranquilo FL-INTA	6781 ^{A B C D E F}	63	6,6
Pampeira	6647 ^{B C D E F}	66	6,9
Cr 1044	6535 ^{B C D E F}	66	6,6
PAC 101	6394 ^{B C D E F}	60	6,6
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	6374 ^{B C D E F}	64	7,0
Cr 86 SF	6032 ^{C D E F G}	62	6,7
Cr 118 SF	5868 ^{C D E F G}	64	6,7
IRGA 428	5806 ^{C D E F G}	65	6,5
IC 205	5712 ^{C D E F G}	63	7,3
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	5687 ^{C D E F G}	59	6,7
Puita INTA	5677 ^{C D E F G}	68	6,5
IC 200	5598 ^{D E F G}	65	6,6
Cr 115 SF	5109 ^{E F G}	65	7,1
IRGA 417	5001 ^{F G}	66	6,7
Cr 741	4989 ^{F G}	66	6,6
Cr 2212	4123 ^G	63	6,8
Respuesta ³	***	***	***
C.V. (%)	10,15	NO	NO

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

Ensayo Regional Berón de Astrada

Los ensayos en este sitio presentaron los rendimientos más bajos de la campaña (Tabla 10), con un promedio general de 5.132 Kg/Ha. El porcentaje de granos enteros registrado en este ensayo fue también el más bajo de la campaña, con un promedio de 44% (Figura 3). Las condiciones climáticas y la presencia del virus del estriado necrótico o Rice Stripe Necrosis Virus -RSNV- pueden ser responsables de estos valores. Taim

presentó el rendimiento más alto entre los cultivares evaluados, seguido de los materiales híbridos



Figura 3. Ensayo regional Berón de Astrada. Campaña 2018/19.

Tabla 10. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en Berón de Astrada. Campaña 2018/19.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Floración días	Grano Entero %	Largo Grano ¹ mm	Altura ¹ cm
Taim	6496 ^{A 2}	72	53	6,5	90
XP301	6381 ^{A B}	65	40	6,5	96
Lexus	6279 ^{A BC}	69	44	6,5	93
XP302	6273 ^{A BC}	67	23	6,1	89
XP202	5799 ^{A BC D}	71	45	6,0	93
Guri	5689 ^{BC D}	74	53	6,6	95
IRGA 424 RI	5687 ^{BC D}	76	42	6,2	90
IRGA 428	5685 ^{BC D}	68	49	6,5	89
IRGA 417	5616 ^{BC D}	82	57	6,4	91
IC 200	5592 ^{C D}	66	46	6,6	97
Cr 741	5568 ^{C D E}	88	60	6,2	92
Cr 1044	5471 ^{D EF}	93	42	6,9	89
IRGA 424	5463 ^{D EF}	68	41	6,3	87
Puita INTA	5420 ^{D EF}	70	55	6,3	90
IRGA 426	5368 ^{D EF}	75	54	6,8	87
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	5343 ^{D EF}	78	45	6,6	100
Cr 86 SF	5294 ^{D EF}	73	33	6,2	89
XP201	5199 ^{D EFG}	70	47	6,4	88
Pampeira	5116 ^{D EFG}	83	44	6,7	86
PAC 101	5103 ^{D EFG}	74	37	6,3	95
VI0B 395	5023 ^{D EFGH}	81	45	6,8	90
IC 205	4776 ^{EFGHI}	71	39	6,4	94
Memby Pora INTA CL	4691 ^{FGHI}	68	44	6,0	103
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	4484 ^{GHIJ}	69	41	6,3	95
Cr 762	4318 ^{H I J}	67	34	6,6	95
Cr 2212	4205 ^{I J}	89	29	6,7	91
Cr 115 SF	4145 ^{I J}	86	52	6,2	93
Tranquilo FL-INTA	3752 ^J	84	42	6,4	94
PAC 103	2798 ^K	79	39	6,6	80
Cr 118 SF	2399 ^K	61	53	6,8	90
Respuesta ³	***	***	***	***	
C.V. (%)	10,15	1,44	8,40	1,89	4,53

1: Valores promedio de tres 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.

Ensayo Regional San Javier

Este sitio tuvo el mejor comportamiento general, con rendimientos similares a los obtenidos la campaña anterior (8180 Kg/Ha) y buenos valores de grano entero. Cabe aclarar que en ambas campañas,

2017/18 y 2018/19, se presentaron problemas importantes de daños por pájaros principalmente en los materiales de ciclo más corto. Los resultados se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Comportamiento de cultivares de ciclo intermedio evaluados en San Javier. Campaña 2018/19.

Factores de Variación	Rendimiento Kg/Ha	Grano Entero ¹ %	Largo Grano ¹ mm
XP202	9850 ^{A 2}	62	6,7
IRGA 424	9584 ^{A B}	64	6,6
IRGA 424 RI	9365 ^{A B C}	66	6,4
XP301	9219 ^{A B C D}	58	6,6
Lexus	9194 ^{A B C D}	62	6,7
XP302	9004 ^{A B C D E}	68	6,2
Pampeira	8957 ^{A B C D E F}	59	6,9
XP201	8954 ^{A B C D E F}	63	6,2
PAC 103	8656 ^{B C D E F G}	59	6,8
PAC 101	8620 ^{B C D E F G}	67	6,4
Cr 86 SF	8450 ^{C D E F G}	60	6,6
IC 200	8374 ^{D E F G}	64	6,5
Guri	8374 ^{D E F G}	67	6,6
Taim	8302 ^{D E F G}	65	6,5
Cr 1044	8177 ^{E F G}	67	6,5
VIOB 395	7982 ^{F G}	63	7,2
IRGA 428	7980 ^{F G}	67	6,6
IRGA 426	7881 ^G	62	6,8
FL06372-M-2-13A-1P-MA-7A	7861 ^G	66	6,6
FL11822-5P-2SR-3P-1P-A	7785 ^G	66	7,1
Cr 762	7785 ^G	64	6,4
IC 205	7771 ^G	66	7,3
Tranquilo FL-INTA	7768 ^G	64	6,7
Cr 2212	7763 ^G	64	6,8
Memby Pora INTA CL	7761 ^G	68	6,2
Cr 741	6731 ^H	66	6,6
Puita INTA	6677 ^H	65	6,3
IRGA 417	6528 ^H	66	6,6
Cr 118 SF	5365 ^I	63	6,8
Cr 115 SF	5159 ^I	59	6,7
Respuesta ³	***	***	***
C.V. (%)	7,55	NO	NO

1: Valores promedio de tres repeticiones por sitio.

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

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

El rendimiento más alto se registró en el híbrido experimental XP202, seguido por la variedad IRGA 424 convencional y RI. Todos los materiales híbridos evaluados tuvieron muy buen comportamiento en esta localidad, tanto en rendimiento como en porcentaje de grano entero.

CONSIDERACIONES FINALES

- Durante la campaña 2018/19 los mejores rendimientos se dieron en la localidad de San Javier para los cultivares de ciclo intermedio y en Corrientes para los de ciclo largo.
 - Los cultivares híbridos presentaron los rendimientos generales más altos.
 - Los ensayos implantados en Las Palmas, Corrientes y Berón de Astrada presentaron los porcentajes más bajos de grano entero.
- Los cultivares de ciclo intermedio de mejor rendimiento a campo en cada sitio fueron:
 - o Corrientes: XP302, XP201 y XP202
 - o Berón de Astrada: Taim, Xp301 y Lexus
 - o Mercedes: XP202, IRGA 424 RI, Cr 762
 - o La Cruz: XP302, Lexus, XP301
 - o Las Palmas: XP302, Cr1044 y XP201
 - o San Javier: Xp202, IRGA 424 e IRGA 424 RI
 - Los cultivares de ciclo largo de mejor rendimiento a campo en cada sitio fueron:
 - o Corrientes: PAC 103, FL 10140....M y FL 0953...M
 - o Las Palmas: Cr 2006, PAC 103 y FL 10140....M

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CERTIFICADAS DE ARROZ VARIEDAD FORTUNA INTA

M.L. Fontana y R.D. Kruger

Email: fontana.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz doble carolina; calidad; pureza varietal; semillero.

El criadero de arroz de la EEA Corrientes (RNCFS N° 6356A) inició su programa de producción en 1968. En sus orígenes estaba abocado al mantenimiento, multiplicación y distribución de semillas básicas de genotipos con potencialidad para incrementar los rendimientos medios de la región. Actualmente está función la cumplen los semilleros privados, no obstante, en lo que refiere a la variedad Fortuna INTA (registrada por la EEA Corrientes en 1980), el semillero de la misma Estación Experimental es el único autorizado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE) para la comercialización de semillas fiscalizadas (categoría original), hasta esta última campaña (2018-19).

La producción de las semillas, como actividad, constituye el último capítulo de la mejora genética de las variedades ya que perpetúa los resultados acumulados al cabo de muchos años de esfuerzos y capitales invertidos (Franquet Bernis & Borràs Pàmies, 2004). En nuestro país la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N° 20.247/73 establece la existencia de dos tipos de semilla: "identificada" y "fiscalizada" (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos - Presidencia de la Nación, 2019). La primera, según versa el decreto reglamentario N°2.183/91, se refiere a la semilla disponible para su entrega a cualquier título sobre las que se realicen

actos de publicidad, exhibición de muestras, comercialización, oferta, exposición, transacción, canje o cualquier otra forma de puesta en el mercado. A diferencia, la semilla fiscalizada es aquella que además de cumplir con los requisitos de la semilla identificada, y demostrando un buen comportamiento en ensayos aprobados oficialmente, es sometida a control oficial durante las etapas de su ciclo de producción. Dentro del tipo fiscalizada se reconocen dos categorías: Original (Básica o Fundación) y Certificada en distintos grados (Tabla 1) (Mac Gaul & Palacios, 2017).

La clase de semilla "Original" es la progenie de la semilla genética, prebásica o elite, producida de manera que conserve su pureza e identidad (INASE, 2010). El mantenimiento de la pureza del material se logra a través de la "depuración varietal" o "roguing". Los materiales que se producen por semillas sufren cambios genéticos que se expresan en el transcurso de varias generaciones, esta es la razón por la cual se debe realizar en los lotes destinados a producción de semilla de excelente calidad, con el fin de eliminar las plantas que, por sus características morfológicas, no correspondan al material del cual se está produciendo semilla (Centro Internacional de Semillas (Prosemillas) & Universidad Federal de Pelotas, 2013).

Tabla 1. Clases o categorías de semillas certificadas y no certificadas.

Generaciones bajo control del Obtentor/ Mantenedor	Clases/Categorías							
	Semillas Certificadas					Semillas no Certificadas		
	Cultivares no híbridos				Cultivares híbridos ¹	Cultivares no híbridos		Cultivares híbridos
Prebásica/ Líneas	Original/ Básica/ Fundación	Certificada 1 ^a Multiplicación	Certificada 2 ^a Multiplicación	Certificada 3 ^a Multiplicación	Híbrida	Identificada Nominada	Identificada Común	--

Fuente. Resolución N°28 Grupo Mercado Común (GMC): <http://www.foa.org.ar/legNormaDetalle.aspx?id=11876>

Ortega Arreola (2014) menciona que para efectuar el roguing se debe de tener el conocimiento preciso de las características morfológicas de planta y grano de la variedad que corresponda, para realizar una comparación por contrastes y poder hacer la correcta eliminación de los arroces indeseables. Las principales características a considerar en este caso son: altura de planta, caracteres de la panoja y del grano, color de tallo, y color, longitud y anchura de las hojas.

Las fases descritas para realizar la depuración varietal se ubican antes de la floración, al inicio de la misma, en el desarrollo del fruto y cuando el fruto tiene características comerciales (Lemus & Díaz, 2009).

En la depuración durante la época de crecimiento del cultivo, si se observan plantas de mayor tamaño deben ser arrancadas de raíz y sacadas del campo de producción ya que las mismas pueden ser mezclas varietales o arroz rojo. En la etapa de floración se pueden observar plantas de menor y mayor tamaño que el cultivo en general o plantas que florecen muy temprano y otras muy tarde, las cuales deben ser arrancadas y retiradas del campo. En la etapa de precosecha se deben eliminar plantas que presenten panojas con granos diferentes al que se

está produciendo, en cuanto a tamaño, color, forma, pubescencia y aristas (Dominguez, Iturricha, & Zankinz, 2002). Ortega (2014) indica que las principales características morfológicas varietales se manifiestan entre las fases de floración y madurez de grano, por lo cual es conveniente que en éstas se intensifique la eliminación de panojas de plantas fuera de tipo.

El número de depuraciones necesarias varía según la limpieza de la semilla de partida y la fase de multiplicación del cultivo; de esta forma la producción de semilla certificada exige rigurosidad en la tarea (Lemus & Díaz, 2009).

Las actividades de depuración de la variedad Fortuna INTA del semillero de la EEA Corrientes vienen llevándose adelante desde sus orígenes. La depuración en sí misma es un proceso cíclico que inicia con la selección y cosecha (con una humedad del 20-24%) de 1000 panojas provenientes de plantas tipo en cuanto a morfología, tamaño de granos, cantidad de granos por panoja y ciclo fenológico, establecidas en el lote de multiplicación. Estas panojas son secadas, desgranadas manualmente y almacenadas de forma individual, dentro de sobres de papel, en cámara a 6°C hasta la campaña siguiente.

¹Para Argentina los cultivares híbridos son una categoría establecida por Ley.

En la próxima campaña (segundo año de depuración), en un lote virgen o con 4 años de descanso, se realiza la siembra en surcos individuales de cada panoja seleccionada en la campaña previa. Se establecen parcelas de 10,5 m² (6 líneas de 5 metros de largo a 35 cm de distancia entre sí) rodeadas de calles de 1 metro de ancho. Estos surcos son recorridos sistemáticamente a fin de observar las plantas y extraer aquellas consideradas anómalas o fuera de tipo. Alcanzada la madurez fisiológica, se procede a la cosecha manual con foiza de los surcos remanentes que no fueron eliminados. Se procede luego a la trilla del material proveniente de cada surco con una trilladora estacionaria con motor eléctrico (Forti N° 545). Las semillas son secadas en una mesa experimental a gas (Metalúrgica Reinaldo), clasificadas con una clasificadora de granos Clipper Cleaners (A.T. Ferrel & Co) y almacenadas hasta su próximo uso.

En la siguiente campaña, estas semillas se siembran a 0,175 m de distancia entre líneas, cubriendo ¼ ha de suelo con 3 años de descanso. Como en todo el proceso, el cuadro se monitorea de manera periódica a fin de eliminar plantas fuera de tipo. Finalmente se procede a la cosecha mecánica, trilla, secado y clasificación de las semillas. Éstas son tratadas como semillas prebásicas o élite, ya que las mismas provienen de plantas seleccionadas sembradas bajo condiciones muy estrictas.

Finalmente, la última campaña (año 4) se realiza la siembra de las semillas prebásicas a fin de producir semillas certificadas para su comercialización. La multiplicación directa de la semilla prebásica se denomina semilla básica (original o fundación); ésta mantiene la

identidad y la pureza genética de la variedad a través de su producción supervisada cumplimentando con los requisitos establecidos por el INASE. Las semillas se cosechan mecánicamente, se secan, clasifican y empacan en bolsas plastilleras de 40 Kg, con logos correspondientes, etiquetas y estampillas. Las semillas certificadas a comercializar como categoría original deben presentar una pureza del 98%, materia inerte del 1,6% máximo y 0,4% máximo de semillas extrañas además de un poder germinativo mínimo de 85%. Se admiten hasta 5g de malezas toleradas primarias cada 400g de semillas. Para *Oryza sativa* (arroz colorado) y *Echinochloa spp.* la tolerancia es cero; al igual que para las malezas prohibidas². Las muestras analizadas deben estar libres de insectos fitófagos vivos (Resolución N° 2270/93 - SAGyP).

Todos estos cuidados posibilitan que el productor pueda contar con semilla que es un producto de calidad de primer orden, estandarizado y de reconocimiento. Sus cualidades están aseguradas por el doble control ejercido, tanto por el semillero como por el organismo oficial responsable. Este control ofrece garantías en relación a su origen, trazabilidad, homogeneidad, pureza específica, pureza varietal, germinación, ausencia de otras semillas no deseadas en la siembra, sanidad, humedad, etc.

Dossmann (2015) sostiene que la semilla constituye la base para la productividad de los agricultores por lo que, con un rol tan importante dentro de la cadena productiva, debe cumplir con un factor innegociable: la calidad. Esta calidad debe ser vista bajo diferentes aspectos. Los legislativos particularmente marcaran las directrices para que la calidad de la semilla, asociada al término Semilla Certificada, sea

² Malezas de fácil diseminación y adaptación, agresivas y difíciles de controlar en el campo. No se eliminan fácilmente con los métodos de procesamiento a que se someten las semillas destinadas para la siembra y constituyen un serio riesgo para zonas potenciales que se vayan a dedicar a la agricultura.

respetada y valorada.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro Internacional de Semillas (Prosemillas) & Universidad Federal de Pelotas. (20 de agosto de 2013). *Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia*. Obtenido de Depuración de semillas de arroces regionales:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11540/81857_67386.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dominguez, L., Iturricha, E., & Zankinz, M. (2002). *Manual del productor de semilla de arroz*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT).
- Dossmann Gálvez, J. (noviembre de 2015). *Flar.org*. Obtenido de El papel de la semilla es clave en la competitividad del mercado del arroz:
<https://flar.org/colombia-el-papel-de-la-semilla-es-clave-en-la-competitividad-del-mercado-del-arroz/>
- Franquet Bernis, J. M., & Borràs Pàmies, C. (2004). *Varietades y mejora del arroz (Oryza sativa, L.)*. Tortosa, España: Universidad Internacional de Cataluña - Asociación de Ingenieros Agrónomos de Cataluña.
- INASE. (2010). *Distintas facetas de las variedades vegetales. Tomo I: la propiedad intelectual de las variedades vegetales - el derecho del obtentor*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Semillas.
- Lemus, Y., & Díaz, R. (2009). Importancia del mantenimiento y multiplicación varietal para la producción de semillas hortícolas. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 37, 33-36.
- Mac Gaul, D., & Palacios, P. (2017). El proceso de certificación como garantía de calidad. *Revista INASE*, 19-20.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos - Presidencia de la Nación. (13 de agosto de 2019). *Información legislativa: Ley 20.247*. Obtenido de Infoleg:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/34822/texact.htm>
- Ortega Arreola, R. (2014). *Manual para la producción de semillas de arroz*. Tecomán, Colima, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL TIEMPO DE GELATINIZACIÓN INTERCAMPAÑA 16/17 Y 17/18 EN VARIEDADES DE ARROZ LARGO FINO

A.P. Farco¹; S.F. Díaz¹; M.L. Fontana, M.I. Pachecoy; R.D. Kruger, M.G. Maiocchi¹

Email: mgmaiocchi@yahoo.com.ar

Palabras clave: arroz pulido, tiempo de gelatinización, 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 estas también son específicas para los diferentes mercados del mundo (Hernaiz, 2003).

El tiempo de gelatinización es una propiedad importante para la caracterización varietal del arroz. Está determinado por un método normado (ISO 14864: 1998), realizado desde los años 60 y conocido como prueba de Ranghino.

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 granos se vuelve completamente transparente y libre de zonas blanquecinas u opacas al ser aplastados entre dos placas de vidrio (ISO 14864:2004). Esta técnica de análisis italiana es adoptada en la mayoría de los laboratorios del mundo y la importancia de esta determinación se resalta por su longevidad: ha sido revisada en 2007 en un importante artículo (Vidal, 2007).

Por medio de esta técnica es posible estimar el tiempo de cocción bajo condiciones estandarizadas y, combinándolo con información que aporte

un panel de análisis sensorial es factible obtener un valor de consenso (Simonelli et al., 2013). En este sentido, los ensayos de rutina llevados a cabo en los laboratorios, se orientan a buscar relaciones entre el tiempo óptimo de cocción con las propiedades fisicoquímicas del grano (Vidal et al., 2007).

Si bien el arroz se consume en todo el mundo, no existe un único atributo que permita definir universalmente el concepto de calidad culinaria ya que el mismo se identifica con el comportamiento esperado del arroz luego de su cocción (Bhat y Riar, 2017). 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 el arroz (Syafutri et al., 2016).

El presente trabajo tuvo como objetivos determinar el tiempo de gelatinización en muestras de arroz pulido tipo largo fino de la campaña 2017/18 y realizar una comparación con los datos obtenidos en la campaña anterior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 5 variedades comerciales

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Proyecto SeCyT F007/19.

(Gurí, IRGA 417, IRGA 424, Puitá y Taim) y 4 materiales experimentales avanzados (PAC 101, PAC 102, PAC 103 y Rocío 1) proporcionados por el Grupo Cultivos Extensivos de la EEA INTA Corrientes. Muestras de 100 a 120 g de arroz pulido de la (zafra 2017/18, secados a 50 °C con una humedad del 12% y almacenadas en frascos herméticos a temperatura ambiente se sometieron al procedimiento correspondiente para determinar el tiempo de gelatinización.

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 U de Wilcoxon, Mann-Whitney para comprobar la heterogeneidad de las dos muestras (una para cada campaña), analizando la variable Gel Time, para cada variedad de arroz.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los tiempos de gelatinización para las variedades estudiadas ordenadas alfabéticamente con los resultados intercampaña, como promedio de tres determinaciones.

Por aplicación de la prueba U de Wilcoxon, Mann-Whitney para comprobar la heterogeneidad de las dos muestras (una para cada campaña), analizando la variable Gel Time, para cada variedad de arroz se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 2. Éstos manifiestan que no se revelan diferencias

estadísticamente significativas en las determinaciones para un Nivel de Confianza del 95%.

Tabla 1. Tiempos de gelatinización comparados campaña, promedio de tres determinaciones.

Variedad	Tiempo de gelatinización (min)	
	2016/17	2017/18
Gurí INTA	17,0 ± 0,5	17,3±0,6
IRGA 417	16,8 ± 0,5	16,3±0,6
IRGA 424	17,5 ± 0,6	16,7±0,6
PAC 101	17,5 ± 0,6	17,0±0,7
PAC 102	18,0 ± 0,0	17,5±0,6
PAC 103	18,8 ± 0,5	17,4±0,6
Puitá INTA	16,3 ± 0,5	16,7±0,6
Rocío 1	17,5 ± 0,6	16,4±0,5
TAIM	20,8 ± 0,5	20,7±0,6
Tranquilo FL INTA	17,8 ± 0,5	18,3±0,6

Tabla 2. Resultados de la prueba U de Wilcoxon, Mann-Whitney.

Variedad	W	P (dos colas)
Gurí INTA	13,5	0,9714
IRGA 417	9,5	0,7429
IRGA 424	8	0,3429
PAC 101	8	0,3429
PAC 102	8	0,2857
PAC 103	7	0,1714
Puitá INTA	14,5	0,7429
Rocío 1	7	0,1714
TAIM	11,5	>0,9999
Tranquilo FL INTA	15	0,5714

CONSIDERACIONES FINALES

Los tiempos de cocción no coinciden cuantitativamente con los reportados por

Liberman (13min para IRGA y Gurí, 13,8min para Puitá y 16,4min para Taím), aunque se observa que el mayor tiempo se obtuvo en las variedades Taim tal lo obtenido en las series de ensayos del presente trabajo. González et al. (2004) informan en la variedad IRGA mostró un tiempo de cocción significativamente menor a los obtenidos en nuestros trabajos (15,5 min vs 17 min en promedio).

Los resultados de la campaña 17/18 resultaron coincidentes con los de la campaña 16/17, con diferencias menores a un minuto, excepto para PAC 103. Aun así, dada las dispersiones obtenidas por el método, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bouchard, J.D.; Acevedo, Belén A. Díaz, Sergio F. Maiocchi, M.G. . 2019. Análisis multivariante aplicado al estudio de las propiedades culinarias de arroz (*Oryza sativa* L.) en variedades largo fino. REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales UNAM. ISSN: 0329-8922 - Aceptado para publicación.
- Bhat, F.M.; Riar, C.S. (2017). Physicochemical, cooking, and textural characteristics of grains of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars of temperate region of India and their interrelationships, *J. Texture Stud.* 48 (2): 160–170.
- 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.
- Hernaiz, S. 2003. Importancia de la calidad industrial en el arroz. INIA, Quilamapu. 4 p.
- González, R.; Livore, 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.

ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES CULINARIAS EN MUESTRAS DE ARROZ PARBOLIZADO COMERCIAL

M.A. Torres¹; A.P. Farco¹; S.F. Díaz¹ y M.G. Maiocchi¹

Email: mgmaiocchi@yahoo.com.ar

Palabras clave: gelatinización; proceso hidrotérmico; valor agregado.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento hidrotérmico denominado parbolizado es un proceso que involucra la cocción parcial del arroz entero, resultando un grano con características particulares y diferentes a las del grano original. El método de parbolizado consta de las siguientes etapas: humectación del grano, por inmersión en agua a temperaturas relativamente bajas, cocción por inyección de vapor y posterior secado del grano cocido (Ojeda, 1998).

El parbolizado permite dar mayor valor agregado a los granos que por diferentes motivos han sido afectados (problemas en el cultivo, quebrado en el primer secado) dado que al gelatinizarse el almidón pueden recomponerse. El proceso permite obtener granos con mejores atributos nutricionales, de resistencia mecánica y propiedades sensoriales constante durante el almacenamiento prolongado. (https://todomuysaludable.com/files/ventajas_de_consumir_el_arroz_parbolizado, 2019).

En el marco de los acuerdos de cooperación institucionales con la Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes, el grupo de trabajo del laboratorio de Operaciones Unitarias de la FaCENA viene -desde el año 2015- estudiando y generando información relacionada a las propiedades químicas de

variedades de arroz (*Oriza sativa*) en las presentaciones pulido e integral. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo determinar algunos atributos de calidad culinaria de arroz parbolizado de origen comercial y establecer comparaciones con las correspondientes al arroz pulido e integral de variedades largo fino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han tomado muestras de dos lotes de arroz parbolizado “comercial” de una reconocida marca disponible en el mercado, cuyo nombre se preserva. El material, consistente en un kilogramo de cada muestra fue almacenado en frascos herméticos hasta su utilización.

Cabe aclarar que debido a la escasez de información acerca del arroz parbolizado, para la presente investigación se han adoptado y adaptado métodos de análisis desarrollados para arroz pulido. Sobre las muestras se aplicaron las siguientes técnicas:

Tiempo de gelatinización (cooking time/tiempo de cocción)

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

¹ Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Avenida Libertad 5400. Corrientes.

comenzar el hervor se agregaron 5 g de muestra. Fue necesario hallar por prueba y error el momento de inicio de extracción. Dado que el método fue desarrollado para arroz pulido (basado en la observación visual de la presencia/ausencia del núcleo sin gelatinizar, modelo del núcleo sin reaccionar, propuesto por Levenspiel (2006). Dado que el arroz parbolizado está pregelatinizado, se adoptó como tiempo de gelatinización aquel para el cual el 90% de los granos se deforman y dispersan con facilidad al ser comprimidos entre dos porta objetos.

Absorción de agua

En baño a 100 °C (Tecnodalvo, TDA/1/6, Argentina) se colocaron tubos de ensayo de 2,5-3 cm de diámetro externo conteniendo 20 mL de agua destilada. Una vez equilibrada la temperatura, se agregó a los tubos 2,00 g de arroz parbolizado, removiendo con ayuda de una varilla de vidrio atemperada y se dejó cocinar sin agitación durante 20 min. El arroz cocido resultante fue transferido a un papel de filtro donde fue extendido utilizando una varilla de vidrio y el exceso de agua se retiró presionando sobre la muestra suavemente con otro papel de filtro. Posteriormente los granos se colocaron en una cápsula de Petri previamente tarada para ser pesados. La absorción de agua aparente se calculó según la ecuación:

$$W' = \frac{m_c - m_0}{m_0} \text{ (g/g)}$$

Dónde: W': absorción de agua aparente. m_c: masa del arroz cocido (g). m₀: masa de arroz inicial (g).

Volumen de expansión

Se llevó a cabo según la metodología propuesta por Desikachar (Bouchard, Díaz, Acevedo, & Maiocchi, 2019). Se colocaron 20,00 g de arroz elaborado en probetas de 100 mL con base de vidrio y diámetro externo de 3,0-3,5 cm. Luego se agregó a cada una 50 mL de agua destilada y se tapó con algodón y una

cubierta de papel de aluminio. Las probetas así dispuestas se auto clavaron a 100 °C durante 45 min (Arcano, LS-B75L, China). Transcurrido este tiempo se retiraron del autoclave y se midió el volumen alcanzado por el lecho de arroz cocido en cada una de ellas.

Temperatura de gelatinización

Se estimó indirectamente a partir del grado de dispersión alcalina (*alkali test*) en base al método desarrollado por Little (Bouchard, Díaz, Acevedo, & Maiocchi, 2019), para el cual 10 granos enteros de arroz parbolizado se distribuyeron uniformemente en una cápsula de Petri agregando luego 10 mL de una solución de KOH (Biopack) 1,7% y se incubó a 30 °C durante 23 h. El grado de dispersión se pondera a partir de fotografías patrón disponibles en bibliografía. La escala propuesta es la siguiente: 1-3 alta TG/ 4-5 intermedia TG/ 6-7 baja TG

Análisis estadístico

Se aplicó la prueba U de Wilcoxon, Mann-Whitney para comprobar la heterogeneidad de las dos muestras, en cada una de las variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos, promedio de tres determinaciones. Los resultados demuestran que no se presentan diferencias estadísticamente significativas en las determinaciones para un NC de 95%.

Comparando con datos disponibles de trabajos anteriores (Bouchard, Maiocchi, 2018) para muestras de arroz pulido de variedades largo fino se puede inferir:

- Mayores tiempos de cocción para el arroz parbolizado (1 a 2 min)
- Menor absorción de agua, 10% por debajo de los menores datos disponibles.

Tabla 1. Valores medios del gel time, absorción de agua, peso de mil granos, dispersión alcalina en las muestras analizadas – Comparación test Wilcoxon.

Muestra	Gel time (min)	Absorción (g agua/g arroz)	Relación de expansión (V_{fin}/V_{in})	Peso de mil granos (g)	Dispersión (unidades ASV)	TG
APM 1	18,7 ± 0,6	1,78 ± 0,06	2,49 ± 0,10	17,26 ± 0,04	3,32 ± 0,17	Alta
APM 2	18,2 ± 0,6	1,73 ± 0,16	2,58 ± 0,14	17,49 ± 0,10	3,21 ± 0,08	Alta
Comparación test Wilcoxon						
<i>W</i>	12,0	12,0	8,5	6,0	12,5	
<i>p</i> (2 colas)	>0,999	0,600	0,500	0,100	0,700	

- Menor volumen de expansión, coincidentes con los menores valores de datos disponibles.
- Peso de mil granos coincidentes con los de muestras de arroz pulido de menor tamaño de granos.
- Alta temperatura de gelatinización lo que representa baja dispersión alcalina.
- Se ha observado que las muestras presentan diferencias en el aspecto de sus granos antes de la cocción (discrepancias en tamaño y forma, granos marcados, quebrados, diferente coloración) y comportamiento uniforme luego de la misma como lo cita en sus trabajos Ojeda (1998).

CONSIDERACIONES FINALES

Las propiedades analizadas resultaron similares para los dos lotes, encontrándose diferencias con el comportamiento del arroz pulido.

Se ha aportado al conocimiento de las propiedades del arroz parbolizado pudiendo justificar las mismas. No es posible determinar la variedad del arroz utilizado, aunque hay indicios de que se trata de una o más variedades largo fino.

BIBLIOGRAFÍA

- Bouchard, J., Díaz, S., Acevedo, B., & Maiocchi, M. (2019). Análisis multivariante aplicado al estudio de las propiedades culinarias de arroz (*Oryza sativa* L.) en variedades largo fino. *Ciencia y Tecnología Facultad de Ciencias Químicas y Naturales UNaM*, Aceptado para publicar.
- Bouchard, Maiocchi . (2018). *Informe Técnico Campaña 2016-17 - Acuerdo INTA-FaCENA*. Corrientes.
- https://todomuysaludable.com/files/ventajas_de_consumir_el_arroz_parbolizado. (05 de 06 de 2019). Obtenido de https://todomuysaludable.com/files/ventajas_de_consumir_el_arroz_parboliza
- Levenspiel, O. (2006). *Chemical Reaction Engineering*. Third ED. John wiley & Sons.
- Ojeda, A. (1998). Estudio de la cinética de gelatinización y de las variables operativas en el parbolizado de arroz. *Tesis de maestría UBA Area de Bromatología y Tecnología de Alimentos*. Buenos Aires, Buenos Aires, argentina: digital.bl.fcen.uba.ar.
- Simonelli, C., Comegna, M., & L. Galassi, P. B. (2013). cooking time and geletinization time of rice italian varieties. *La revista di scienza dell'alimentazione*, 42(2):37-43.

COLORIMETRÍA DE CANOPEO DE ARROZ MEDIANTE MEDIDOR DE CLOROFILA, ESCALA VISUAL Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS CON DRON

S.E. Olmos; E. Aguiar; O. Royo; M.C. Peichoto; M.I. Pachecoy

Email: olmos.sofia@inta.gob.ar

Palabras clave: fenología, canopeo, hojas, color, SPAD.

INTRODUCCIÓN

Los factores ambientales como la fertilización nitrogenada, el riego y la radiación interceptada y los factores genéticos como ser las variaciones genotípicas de las tasas fotosintéticas, la absorción y la translocación del nitrógeno, el retardo de la senescencia (*Stay-green* funcional) pueden afectar el color del follaje del cultivo, el contenido de clorofila y la tasa de fotosíntesis y determinar el rendimiento final del cultivo.

Los picos de absorción espectral de la clorofila se encuentran en la zona roja (máxima) y azul, con una absorción menor en la zona verde, y casi sin absorción en la zona infrarroja (mínima). El color del canopeo puede ser evaluado indirectamente por medio ópticos instantáneos no destructivos como ser la reflectancia hiperespectral (NDVI) en el canopeo y el medidor contenido relativo de clorofila en hoja que mide el grado de luz absorbida por la lámina de la hoja.

Una limitación del uso de NDVI es el costo de adquisición del sensor. Por este motivo se buscó relacionar la valoración visual del color del canopeo del cultivo de arroz por parte del investigador y las valoraciones resultantes del procesamiento de fotografías aéreas obtenidas con dron sobre el cultivo y con la valoración en hojas con un medidor relativo de clorofila.

Contar con métodos rápidos, precisos y de bajo costo de evaluar el color tanto a nivel

de canopeo permitirá estimar indirectamente el estado nutricional, así como los factores genéticos y ambientales que regulan las variables morfológicas y ecofisiológicas que determinan el comportamiento agronómico del cultivo.

El objetivo fue estudiar en un panel de 175 genotipos de arroz (*indica*, *japonica* y cultivares cruzas, líneas estabilizadas y élite de los programas de mejoramiento de arroz de Argentina) las variaciones de color a nivel de canopeo mediante indicador relativo de clorofila, escala visual y fotografías aéreas con dron.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó el 04/10/2018 con sembradora experimental a 0,17 cm entre surcos y 5 m de largo. Se sembró un surco por genotipo intercalado por un surco vacío, sin repetición. Los genotipos fueron ordenados al azar sin arreglo espacial por color, ciclo y altura.

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 hoja bandera, en el momento de floración de cada genotipo. El medidor SPAD mide la diferencia de luz transmitida por la hoja a 650 nm (pico de absorción de la clorofila) y 940 nm (no absorción de clorofila). Para

lograr un valor representativo de la variación del contenido de nitrógeno de la hoja, se realizaron tres mediciones en la sección apical, media y basal de la lámina, en tres plantas diferentes. Los valores por genotipo se promediaron.

La estimación visual se realizó el mismo día para todos los genotipos, en prefloración, el 28/12/2018 en día nublado para facilitar el contraste de color. El color se clasificó mediante la escala: 1: verde claro; 2: intermedio; 3: verde oscuro (Figura 1).

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). Con las imágenes de vuelo a 30 m y puntos fijos georeferenciados se realizó un ortomosaico con el programa Agisoft Metashape para la construcción de

modelos digitales de elevación (digital elevation model en inglés, o DEM) con la finalidad de construir una representación 3D de la superficie del terreno (Figura 2). El vuelo para el análisis de colorimetría se realizó el 26/12/2018 a las 8,30 h y a 50 m de altitud coincidente con prefloración del cultivo (Figura 3). 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. En procesamiento de imágenes digitales, el filtro HDR ofrece un mejor rango dinámico de luminancias entre las zonas más claras y las más oscuras de una imagen, comparado con las que puede ofrecer las técnicas de imagen digital estándar o métodos fotográficos.



Figura 1. Estimación visual de color del canopeo mediante la escala: 1: verde claro; 2: intermedio; 3: verde oscuro. En la imagen se observan de ejemplo cuatro casos de genotipos de arroz clase 2, 3, 3, y 1, leídos de izquierda a derecha.

La fotografía HDR permite obtener imágenes más acordes a las visualizadas por el ojo humano, que cuando observa el mundo que nos rodea es capaz de distinguir detalles en zonas con una diferencia de iluminación muy superior a la soportada por otros formatos como los de película o los formatos de imágenes comprimidas. El ojo humano, mediante la adaptación del iris y otros métodos, se ajusta constantemente para adaptarse a un rango más amplio de luminaria presente en el entorno. El cerebro interpreta continuamente esta información para que el espectador pueda ver en una amplia gama de condiciones de luz. Este rango dinámico más extenso permite a las imágenes HDR representar con más exactitud el extenso rango de niveles de intensidad encontrados en escenas reales, que van desde luz solar directa hasta la débil luz de las estrellas.

Para cada surco y genotipo se intentó capturar los valores RGB (0~255) para cada canal de color de cada hilera buscando el valor representativo de la línea 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 los canales R (Red) y B (Blue) acentúan los tonos y eventualmente viran el color a morado/azulado.

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. El valor registrado se procesó en una escala de 3 valores para realizar un histograma de frecuencias -por fila- para determinar el grado de verde (del 1 al 3) y asemejar así a la escala de escala visual. Para ello 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). Se utilizó además la escala de color indexado que integra a los tres canales de colores.

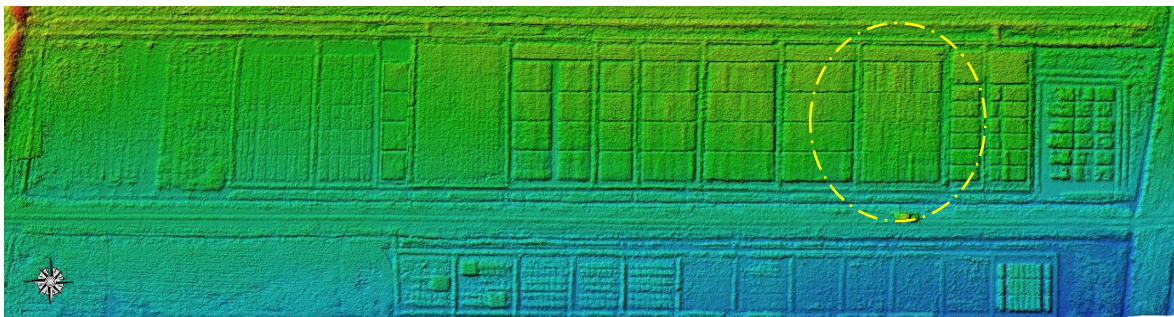


Figura 2. DEM (ortomosaico procesado) de los lotes de ensayos de arroz generados por vuelos de dron a 30 m de altura el 26/12/2019 donde se detalla (en óvalo amarillo) la ubicación del ensayo estudiado y la representación de la superficie del terreno en 3D. Colores cálidos corresponden a mayor altura y colores fríos a menor altura relativa del suelo (local).

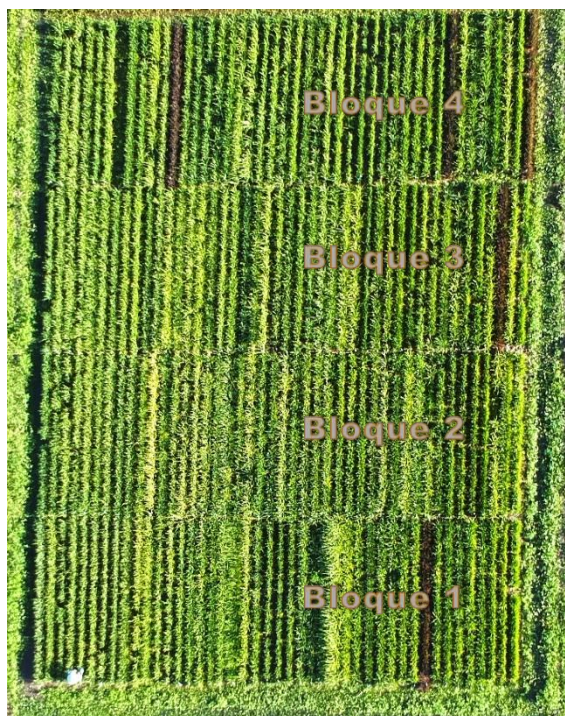


Figura 3. Fotografía individual del aérea del ensayo de 175 genotipos de arroz procesada con filtro HDR. Los genotipos se cultivaron en surcos de 5 m y dispuestos en cuatro bloques conteniendo un surco por genotipo sin repetición. Los bloques 1, 3, y 4 contienen un genotipo de follaje color morado utilizado como marcador de siembra.

RESULTADOS

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 (113 casos), seguido de follaje verde claro 20-30 (42 casos) y en menor proporción verdes oscuros (13 casos, sin contar genotipos morados). En dos genotipos se obtuvieron valores promedios cercanos a 60 unidades ocasionado posiblemente al efecto de venación pronunciada de las hojas que distorsiona la medición de SPAD.

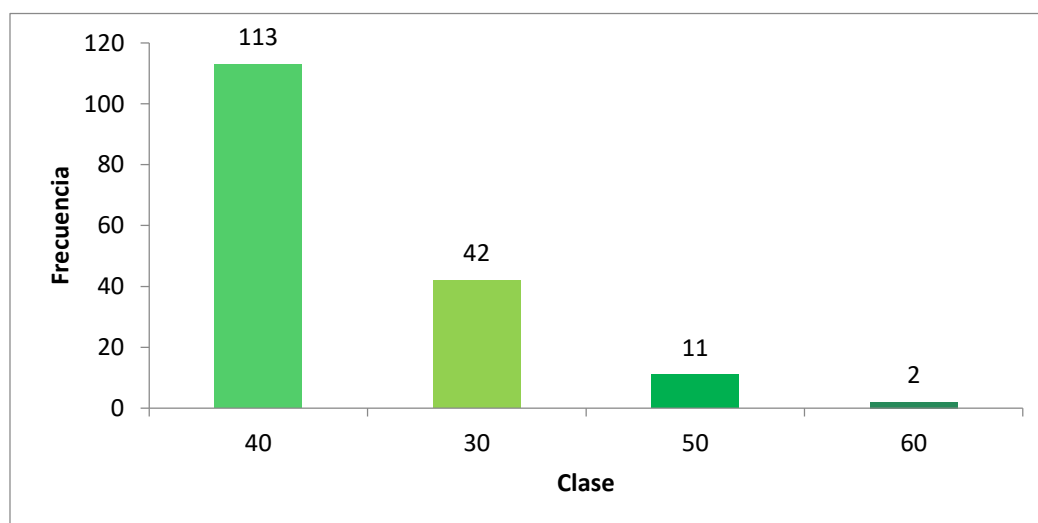


Figura 4. Histograma de frecuencias de medidas de indicador de clorofila con equipo SPAD. Valores más bajos corresponden a verde claro y mayores a verdes más oscuro.

Estimación visual

El histograma de estimación de color visual (Figura 5) mostró una mayor frecuencia en la clase de follaje verde intermedio (103 casos), seguido de verdes oscuros (40 casos, sin contar genotipos morados) y verde claro (28) casos.

La correlación entre medidas de SPAD y la escala visual fue baja ($r^2=0,38$) pero significativa ($p=4,3E-07$) (Figura 6).

Colorimetría de fotografías aéreas

La aplicación del filtro HDR (Figura 3) resultó en una fotografía de colores más brillantes con una atenuación de las sombras y las sobrexposiciones. Sin embargo, en la imagen puede observarse que el arreglo espacial utilizado produjo la interferencia de la proyección de sombra producida por los genotipos más altos, la sobrexposición en genotipos altos y en los ubicados en lateral izquierdo por efecto de la mayor incidencia de luz.

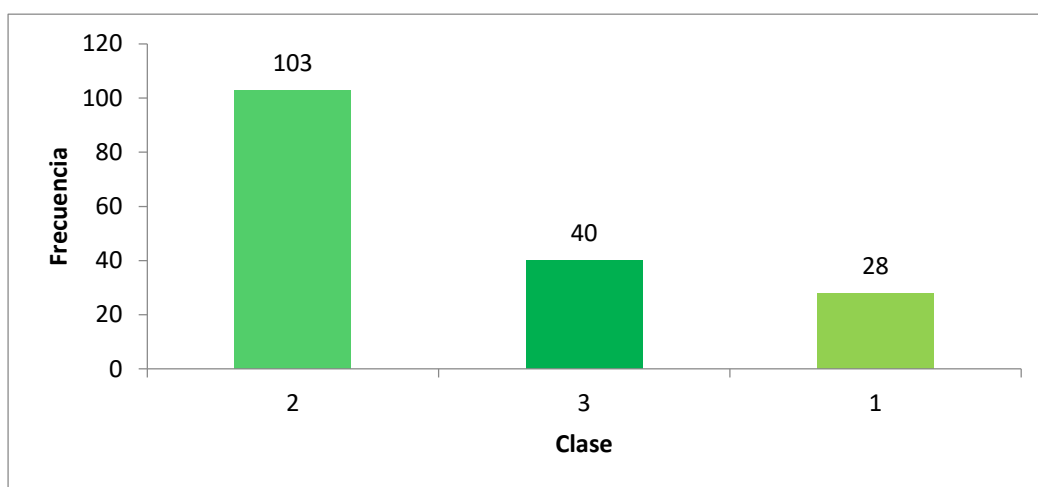


Figura 5. Histograma de frecuencias de estimación visual de color del canopeo mediante la escala: 1: verde claro; 2: intermedio; 3: verde oscuro.

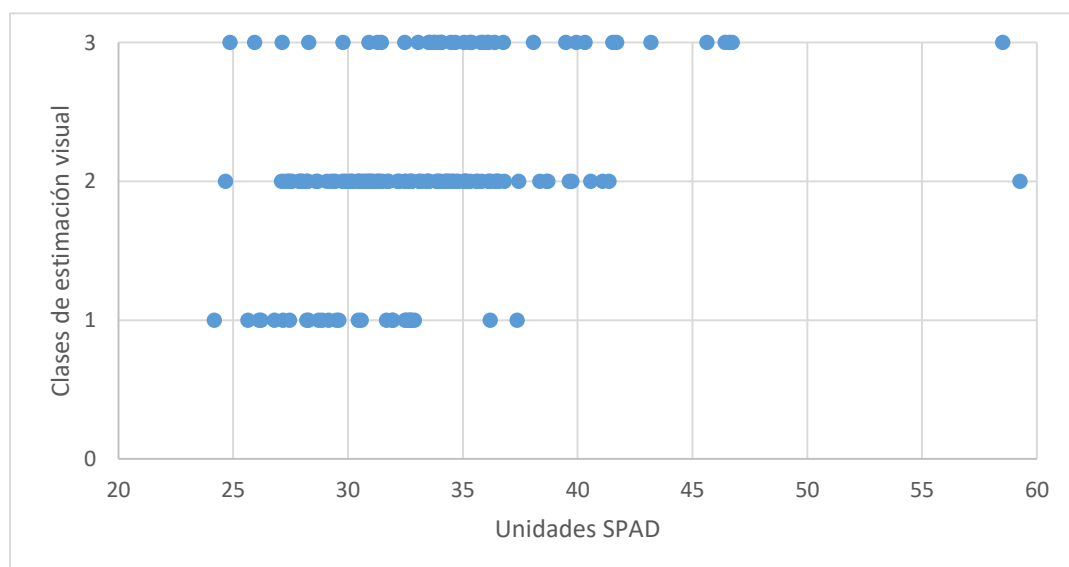


Figura 6. Diagrama de dispersión entre medidas de SPAD y de escala visual del color del canopeo de 175 genotipos de arroz. En el caso de SPAD se promediaron $n=9$ medidas de 3 plantas y 3 secciones por lámina de la hoja bandera.

El histograma de valores del canal verde (Figura 7) 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 genotipos morado).

Cuando se tuvo en cuenta el color indexado (Figura 8) la distribución estuvo concentrada en el rango de 1 millones (62 casos) y en menor cantidad en valores extremos mayores. La correlación entre valores indexados y valores de canal verde fue baja y positiva pero significativa ($r^2=0,5$, $p=3,7E-12$) por lo cual es posible deducir una tendencia de asociación entre valores indexados grandes con colores verde claro. La revisión de los componentes RGB mostró que en general

valores menores tienen predominancia además del verde del canal azul y que en valores mayores predominan además del verde, el canal rojo. Así, el valor aproximado del canal verde (G) es el determinante para establecer el “verdor”, mientras que el canal rojo (R) y azul (B) acentúan los tonos y eventualmente viran el color a morado/azulado, respectivamente.

Por último, las correlaciones entre canal verde (G) y valores RGB indexados con las medidas de SPAD y con la escala de color visual resultaron no significativas ($p < 0,05$) por lo cual no se pudo establecer una relación entre las medidas de color del canopeo en plantas con las obtenidas del registro de fotografías aéreas.

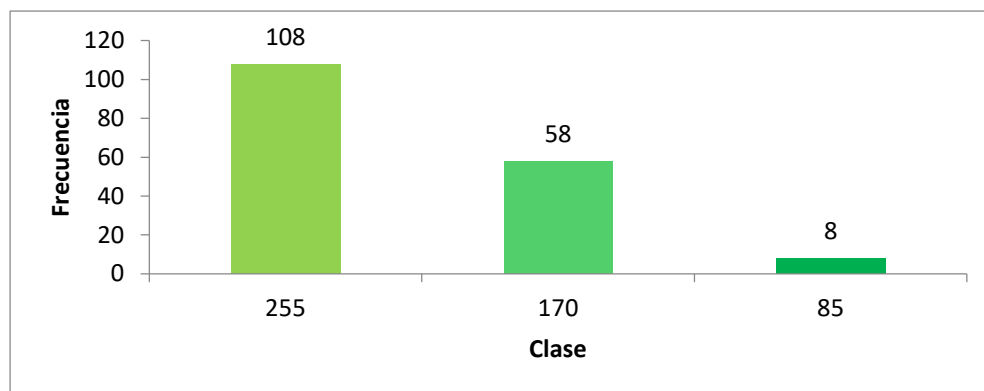


Figura 7. Histograma de frecuencias de colorimetría en canal verde RGB del canopeo mediante procesamiento con filtro HDR. La escala corresponde a 255: verde claro; 170: verde intermedio; 85: verde oscuro.

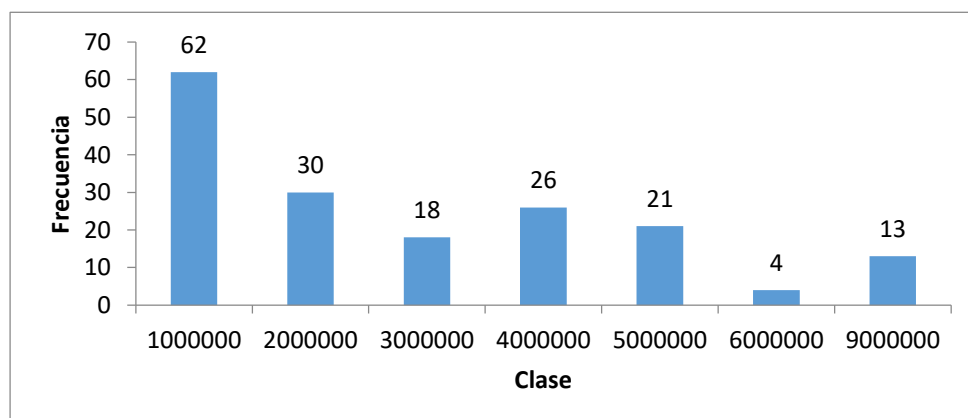


Figura 8. Histograma de frecuencias de colores indexados del canopeo que integran los tres canales de colores RGB (rojo, verde y azul). La escala varía de 0 a 16.777.216 de colores.

CONSIDERACIONES FINALES

La estimación visual del color estuvo correlacionada con las mediciones de SPAD en hoja bandera, aunque con una baja magnitud.

En el caso de la estimación visual, variables fenológicas como la longitud del ciclo vegetativo y tipo de arquitectura de planta (ángulo de inclinación de hojas y altura de planta) deberán ser tenidas en cuenta para corregir como covariables la estimación visual que se realiza en el mismo momento sobre el conjunto de la población de genotipos.

En el caso de SPAD, la variación anatómo-morfológicas de las hojas como el tamaño de la venación de hojas y el ancho de la lámina incide sobre el pasaje de luz entre la ventana emisora y la receptora del equipo, aumentando generalmente las unidades de medida del equipo SPAD cuando se localiza sobre venas pronunciadas. Por lo cual este tipo de planta requiere mayor cantidad de mediciones en la lámina a fin de lograr valores representativos.

El diagnóstico de la colorimetría del canopeo mediante fotografías captadas con dron requiere de ajustes a fin de lograr una relación entre el canopeo del cultivo con imágenes aéreas. En primer lugar, se deberá incrementar la superficie de análisis y el arreglo espacial de genotipos por ciclo y altura a fin de obtener el valor de verdor más representativo sin interferencia por sombreado ni del agua de riego.

Asimismo, se deberá ajustar el momento de vuelo de preferencia a la mañana en días nublados para evitar la sobreexposición de iluminación por la orientación del cultivo y la trayectoria del sol.

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, Anyhere Software. «High Dynamic Range Image Encodings» en http://www.anyhere.com/gward/hdrenc/hdr_encodings.html, consultada en septiembre de 2019.
- Konica Minolta (2019). Instrucciones para el servicio y la utilización del medidor de clorofila SPAD-502. 13 pag.

CADENA PRODUCTIVA ARROCERA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES: CONJUNTO DE ACCIONES HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

S.N. Maciel

Email: maciel.susana@inta.gob.ar

Palabras clave: arroz; buenas prácticas agrícolas; sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

Sustentabilidad o sostenibilidad.

Históricamente, en el siglo XVIII, se usaba el término "sustentabilidad" entre los leñadores, los cuales sugerían el uso sustentable de los recursos forestales, lo que implicaba mantener un balance entre la tala de árboles y el cuidado de nuevos árboles que los reemplazarían.

De acuerdo con las Naciones Unidas, conceptualmente, desarrollo sustentable es el proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los Recursos Naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta las necesidades sociales, políticas ni culturales del ser humano.

A partir del informe titulado "Nuestro futuro común" realizado en el año 1984 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la cual parte de la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro, surge un concepto de nivel superior al de desarrollo sustentable.

En 1987, se elabora un informe por distintas naciones para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland, entonces primera ministra de Noruega, el cual se conoce mundialmente como Informe Brundtland. Este informe tiene el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador,

reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto; por lo cual define como desarrollo sostenible a la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Este concepto surge como principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, que se relacionan de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

Debe entenderse también que el desarrollo implica progreso, es decir, avanzar hacia la dirección correcta en términos de desarrollo tecnológico, económico y social. Producción arrocera en la provincia de Corrientes

Entendido el concepto de sostenibilidad, debe reconocerse que el desarrollo agrícola y particularmente el sistema productivo arrocero en la provincia de Corrientes, consta de una serie de etapas que deben ser debidamente controladas y correctamente planificadas, de manera que al ejecutarse se puedan minimizar los impactos medioambientales que todo proceso agrícola conlleva.

En Corrientes, la producción arrocera provincial trabaja con organismos e Instituciones tales como la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA) el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y los Consorcios

Regionales de Experimentación Agrícola (grupos CREA) con el fin de incorporar al sector arrocero prácticas agrícolas que sean económicamente rentables y sustentables en el tiempo, objetivos no siempre alcanzables en el corto plazo, pero si es un planteo perseguido por este sector a largo plazo.

El desarrollo existe y se manifiesta a pasos agigantados. Si el desarrollo tiene una mala planificación, indefectiblemente esto va a ocasionar un problema y desarrollar riesgo, ya sea en el medio ambiente o en la salud humana (Kamal Tolba, 1982).

Desde el punto de vista del desarrollo agrícola, este ha generado numerosos problemas ambientales, desde la contaminación del agua, la tierra y el aire, con los consiguientes efectos sobre la salud y el bienestar de la gente, hasta la expansión de los desiertos, debido esencialmente a la mala gestión realizada por el hombre de los ecosistemas naturales (Kamal Tolba, 1982). Por lo tanto, los problemas ambientales también tienen su origen en un desarrollo deficiente.

A la hora de tomar decisiones sobre la planificación de un sistema productivo, cualquiera sea este, se debe tener en cuenta la escala geográfica adecuada para el desarrollo e implementación de políticas regionales.

El proceso de conversión de ecosistemas naturales en tierras de cultivo responde a una multitud de variables y necesidades socio-económicas, políticas, tecnológicas y hasta climáticas que inducen este comportamiento por parte de los productores agropecuarios. Ante esta situación, le corresponde al estado planificar consensuada e inteligentemente y respetando los derechos de propiedad el desarrollo de estos procesos, a fin de no comprometer la provisión de bienes y servicios ambientales para las generaciones futuras (Brown et al., 2005). En el presente estudio se pretende

identificar las distintas etapas de la cadena productiva arrocera que producen un impacto significativo sobre el ambiente y contribuir al conocimiento de cómo incide el proceso de producción arrocero sobre los recursos naturales.

Marco teórico. El arroz es un cereal base para la alimentación de cientos de millones de habitantes del planeta. No existe otra actividad económica que alimente tantas personas, sustente miles de familias, y sea crucial para el desarrollo de vastas naciones como es este cultivo.

Los países que destinan mayor superficie a la producción de arroz son también los principales consumidores del cereal (promedio mundial de consumo per cápita 57,4 kg/año aproximadamente, existiendo países que alcanzan los 200 kg/persona/año), siendo por ello el mercadeo internacional solo del 8-10% del total de la producción. En cambio, en la Argentina el consumo per cápita de arroz es muy bajo, alrededor de 7 kg, lo que significa que con el 25% de la producción nacional se cubre la demanda del mercado interno, pudiéndose destinar el 75% restante al comercio internacional.

De las 23 provincias que conforman la República Argentina, sólo 5 siembran una superficie considerable de arroz.

La actividad arrocera se desarrolla en el litoral argentino, principalmente en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Chaco y Formosa habiendo alcanzado 1,2 millones de toneladas de producción en la campaña 2019/20, con 195.000 ha sembradas (Secretaría de Agroindustria, 2019). En la figura 1 se visualizan las principales provincias productoras de arroz.

Históricamente las provincias de Corrientes y Entre Ríos lideraron la producción nacional de este cereal (70 al 80% del rendimiento total – campañas 2007/08 a 2016/17); pero a partir de la campaña 2010/11, Corrientes logró

ubicarse como la primera provincia productora de arroz, manteniendo durante 5 años consecutivos una superficie sembrada de alrededor de 100.000 ha,

como puede observarse en la figura 2. Cabe destacar que la provincia tiene un potencial de 2 millones de ha aptas para realizar este cultivo (Escobar et al., 1996).

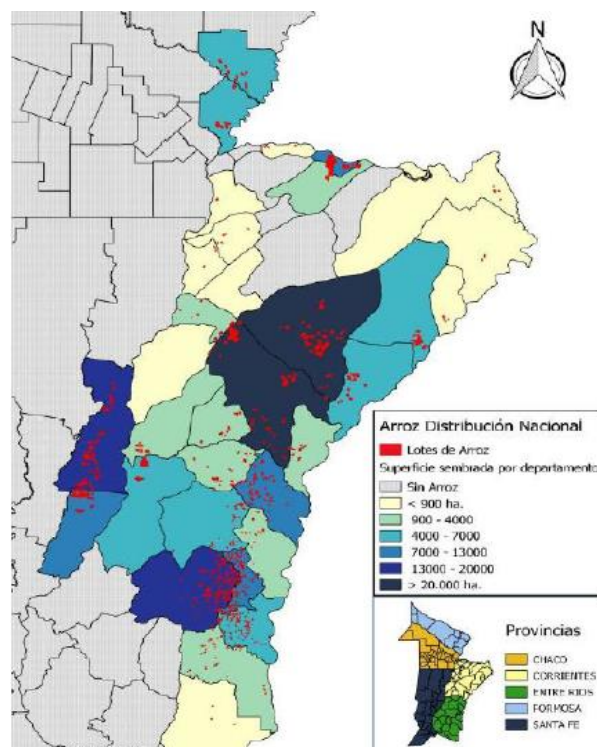


Figura 1. Zonas productoras de arroz a nivel nacional (Campaña 2016/17).

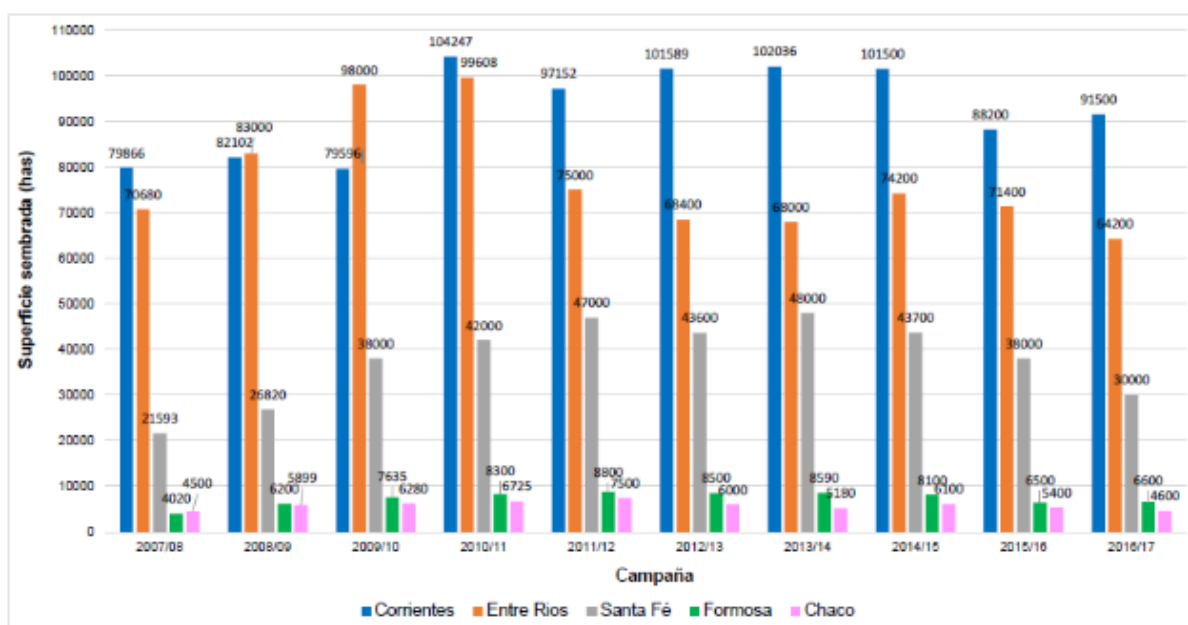


Figura 2. Superficie de arroz sembrada a nivel nacional. Fuente: Herber et al. (2017).

El cultivo de arroz es sumamente importante en estas regiones productoras, especialmente en la provincia de Corrientes, donde no hay otros cultivos anuales que estén a este nivel productivo. Por lo tanto, tiene un papel trascendente en la economía regional, representando aproximadamente el 30% del valor bruto de la producción agrícola (VBPA) provincial.

Se trata de 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. El arroz es el cultivo extensivo que más mano de obra demanda por hectárea producida, alcanzando un total de 8 a 10 puestos de trabajo directos e indirectos cada 100 ha, ya que se deben realizar obras hidráulicas y civiles necesarias, instalación de motores y bomba, nivelación del terreno, laboreo, siembra y el riego entre otras. Además de los servicios brindados por terceros como son: transporte, venta de insumos y maquinarias, taller, rubros generales, oficios de electricista, torneros, etc. (INTA et al., 2016).

Otra particularidad de la producción de arroz, que supera a otros cultivos y aporta a la economía provincial, es su circulación local, ya que queda en la región alrededor del 65% del costo anual de producción que gasta cada productor.

No sólo es una importante fuente de trabajo y de arraigo en el interior, sino que también incentiva el desarrollo de las demás actividades agropecuarias, como es el caso de la ganadería que a partir de la consolidación del arroz comenzó a sembrar pasturas y cultivos forrajeros para mejorar sus indicadores reproductivos y/o productivos.

Finalmente, vale la pena destacar el nivel de inversión llevado adelante por este sector productivo en la provincia en sistematización, construcción de represas,

maquinarias e implementos para la producción, secado e industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada fue descriptiva, bibliográfica (mapas cartográficos, análisis estadísticos) y cuantitativa. El estudio fue de tipo longitudinal, basado en investigaciones e informes científicos de diferentes actores sociales.

Brevemente se expone la implicancia del desarrollo agrícola a nivel mundial y en Argentina y se presenta la principal producción agrícola en la provincia de Corrientes (producción arrocería).

Se plantean los objetivos del trabajo y el marco teórico que aborda la situación agrícola en la provincia, se muestran las zonas de producción tanto a nivel local como regional.

A partir de lo expuesto, se presenta el problema local que surge de un sistema productivo en busca de un desarrollo sustentable y se establecen las herramientas con que se cuentan para lograr este objetivo.

Se define el espacio geográfico y temporal de la actividad agrícola en estudio. Los actores sociales que participan y las normativas que regulan tanto el proceso productivo como el cuidado del medio ambiente.

Finalmente se realiza una breve discusión de los objetivos propuestos.

DESARROLLO

Problemática ambiental a nivel local

Se plantea como “problema” dentro de las etapas del proceso productivo arrocería, al manejo adecuado de los recursos naturales, que el mismo utiliza.

El sistema productivo consta de una serie de etapas que hace uso de recursos naturales, los cuales deben ser preservados para su utilización futura.

Este tipo de actividad agropecuaria genera

un ambiente ecosistémico durante su desarrollo que le es propio (biodiversidad) el cual impacta positivamente sobre el medio ambiente.

Los problemas ambientales se originan cuando existe un desarrollo deficiente y mal planificado.

La sustentabilidad social, económica y ecológica de todo proyecto productivo agrícola puede lograrse seleccionando correctamente los ambientes con mejores condiciones agroecológicas (clima, suelos, agua) para un determinado cultivo, y adecuando el paquete tecnológico a fin de maximizar los rendimientos y los impactos positivos del proyecto por un lado y por el otro minimizar los impactos negativos que pudieran efectuarse sobre el medio ambiente.

Se sabe que el desarrollo agrícola, ha generado numerosos problemas ambientales, desde la contaminación del agua, la tierra y el aire,

El arroz es un cultivo de regadío, de modo que el agua constituye uno de los recursos indispensables para el desarrollo de dicha actividad, el control y seguimiento de su calidad es un importante factor a tener en cuenta.

Otro de los recursos no renovables involucrado en el proceso productivo es el suelo, lo que significa que su pérdida y degradación no es recuperable en el curso de una vida humana, significado a menudo ignorado. Se estima que hoy en día, el 33% de las tierras de uso agrícola están de moderada a altamente degradadas debido a la erosión, la salinización, compactación, acidificación y contaminación química (FAO, 2015).

La zonificación agrícola, nos permite tener una visión preliminar para localizar y monitorear técnicas y procesos agrícolas. La zonificación de los ambientes naturales para usos específicos, finalmente, permite fundamentar las buenas prácticas agrícolas para el cultivo del arroz en la provincia de Corrientes.

En virtud de ello es que se propone conocer las distintas etapas para la producción de arroz y verificar en cuales de ellas podemos minimizar las acciones que tengan un efecto sobre el ambiente.

Etapas del proceso productivo del arroz (desde la siembra hasta la cosecha)

- Preparación del suelo: el acondicionamiento del terreno se inicia inmediatamente después de la cosecha, cuya finalidad es el manejo del rastrojo y cobertura. Esta etapa es muy importante para la siembra, ya que define el establecimiento y desarrollo posterior del cultivo, donde el volumen de rastrojo remanente incide directamente en las propiedades físico-químicas del suelo inundado.

- Siembra: se realiza sobre los surcos marcados por sembradoras de discos. Junto con la siembra, en la misma sembradora hay un dispositivo para la aplicación del fertilizante de base que consiste en un formulado de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K). La fertilización se realiza de acuerdo a las propiedades nutricionales del suelo determinadas con los análisis de fertilidad, antes de la preparación del suelo.

- Control de malezas: se realiza para disminuir la competencia por nutrientes, agua y luz, entre las malezas y el cultivo. El control químico puede ser, según el momento de aplicación del producto, de pre-siembra (aplicado antes de sembrar), de pre-emergencia (después de la siembra y antes de que el cultivo emerja) y de post-emergencia (con el cultivo emergido del suelo). Para grandes extensiones, la aplicación puede ser aérea (con avionetas).

- Aplicación de urea: antes del riego se realiza una fertilización nitrogenada utilizando urea. En nuestra zona se emplean dosis de 150-200 kg urea/ha.

- Riego: el primer macollo aparece cuando la plántula tiene 4-5 hojas (a los 15 o 20 días después de la emergencia). Al empezar esta etapa fenológica del cultivo (macollaje) se da inicio al riego. Éste se realiza a través de un sistema de canales provenientes de la fuente principal de agua, la cual puede ser río, laguna o represa.

- Control de plagas: tiene por objetivo mantener los insectos fitófagos por debajo del umbral de daño económico. Si luego del monitoreo se verifica la presencia de una población de insectos que afectan considerablemente al cultivo, se procede a la aplicación de insecticidas (pulverización). Si el ataque fue después del riego, se realiza con aviones pulverizadores.

- Drenaje del agua: 15 días posteriores al cuajado del grano (30 días después de floración) se procede al corte del riego, dejando que se consuma toda el agua remante. En caso de épocas lluviosas, se procede al drenaje, el cual se orientará, dependiendo del declive del suelo, a la fuente de agua principal o desembocar en otro curso de agua, cercano a la zona del cultivo.

- Cosecha: con humedad de grano de 24-18% para variedades largo fino, se recomienda realizar la cosecha sobre suelo seco.

Manejo de los recursos naturales para la sustentabilidad del proceso productivo

Uso del suelo

Mantener la calidad del suelo es sumamente importante para la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola y la calidad del medio ambiente. La materia orgánica es un componente importante de la calidad del suelo que determina muchas características como la mineralización de

nutrientes, la estabilidad de los agregados, la captación favorable de agua y las propiedades de retención (Doran et al., 1998).

La fertilidad del suelo está estrechamente asociada con rendimientos de la cosecha, pero los métodos agrícolas basados en la labranza intensiva, altos niveles de mecanización y el suministro externo como medios para incrementar la fertilidad del suelo y los rendimientos de la cosecha, ha puesto en peligro la sostenibilidad en el tiempo de la capacidad productiva de los suelos (Siegrist et al., 1998).

En grandes extensiones productoras, es importante que se realicen análisis de suelos antes de la siembra para poder conocer los requerimientos de fertilidad de los mismos, tener la caracterización del suelo con respecto a la retención de materia orgánica, drenaje de los mismos, riesgo de erosión, etc. Es por ello tan importante hacer uso de los mapas de suelos disponible que nos detallan las características de los mismos y su aptitud para uso agrícola (Escobar et al., 1996).

El inadecuado manejo de los suelos, lo que significa sistemas de laboreo que no son ambientalmente sustentables, producirá compactación, decrecimiento de la biodiversidad e incremento de la erosión a lo largo del tiempo.

Otra práctica de manejo muy utilizada para mantener la productividad agrícola es la rotación de cultivos. La misma está íntimamente asociada con las características edafológicas climáticas del sitio. En la zona centro-sur de Corrientes podría considerarse la rotación de arroz con ganadería, aprovechando los rastrojos para el pastoreo directo y realizando la siembra de alguna pastura destinada al pastoreo directo.

Mantener y mejorar la calidad del suelo en sistemas de cultivo continuo es crítico para sostener la productividad agrícola y la calidad del medio ambiente para las futuras generaciones (Reeves, 1997).

Uso del agua

El control y seguimiento de la calidad de las aguas destinadas a riego de arroz constituye un mecanismo imprescindible para asegurar un rendimiento adecuado en cantidad y calidad, un manejo adecuado del ecosistema acuático y su conservación.

El sistema productivo arrocero está íntimamente relacionado con los recursos naturales que albergan gran cantidad y diversidad de organismos. La misma Convención sobre los Humedales Ramsar (Irán, 1971) considera a las arroceras como humedales artificiales que reportan beneficios y servicios ambientales por su funcionalidad y precisan, como todo, de un uso racional (INTA, ACPA y Ministerio de Producción de Corrientes, 2016.)

Uno de los mayores problemas es el uso de productos fitosanitarios y su persistencia, tanto en sedimentos como en el agua. Actualmente existen gran cantidad de productos comerciales y principios activos que, a través de distintos trabajos de investigación realizados, pueden ser seleccionados en base a un mejor comportamiento ambiental. Asimismo, deberá optarse por las técnicas de aplicación que aseguran la salud de los trabajadores y de la población cercana, sin afectar la calidad e inocuidad del grano producido. Es muy importante controlar las normas de higiene y seguridad de las personas afectadas a la aplicación de estos productos.

La determinación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en los puntos de desagüe de las aguas de anegamiento es un mecanismo de control de la calidad de aguas de arroceras. Este control nos permite también asegurar la calidad de los cursos de agua una vez que ingresan los efluentes del proceso productivo.

Otra acción, no menos importante, es la correcta planificación del sistema de riego,

construcción de represas y la elección de sitios de cultivo donde el declive es importante, así la entrada y salida del agua se realiza solamente por acción de la gravedad evitando el uso de sistemas de bombeo. Son recursos que favorecen económicamente a las empresas y pequeños productores dedicados a esta actividad agrícola, además de ser productivos y sustentables (se minimiza el uso de fuentes de energía para bombeo del agua: combustible, electricidad, etc.).

Emisiones de contaminantes atmosféricos

Una de las principales fuentes emisoras de gas metano (gas de efecto invernadero: GEI) es el cultivo de arroz bajo inundación. Se estima que las actividades agrícolas contribuyen en un 65% a las emisiones totales de metano antropogénico.

En los suelos de arroz inundados, predominantemente anaerobios, el metano es el producto de la degradación anaerobia de la materia orgánica por la flora metanogénica.

Sin embargo, estudios realizados con diferentes manejos agrícolas, ha determinado que las emisiones de CH₄ se reducen con sistemas de laboreo mínimo, con respecto a otros manejos del suelo como la quema o siembra directa. Aun así, las emisiones de CH₄ en el cultivo de arroz están muy por debajo del límite de emisión propuesto por el Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC), siendo la actividad ganadera y los humedales anegados natural y artificialmente, los mayores emisores de este GEI (Maciel et al., 2010).

Escalas geográficas

En la figura 3 pueden verse las zonas productivas de arroz de la provincia de Corrientes: Paraná Sur, Paraná Medio, Costa del Río Uruguay y Centro Sur; siendo estas dos últimas zonas las de mayor porcentaje productivo, dado que

cuentan con mejores condiciones agroecológicas (aptitud del uso de suelo y fuentes de agua), uso y aplicación de tecnologías innovadoras, mayor superficie explotada y la inversión de productores empresarios.

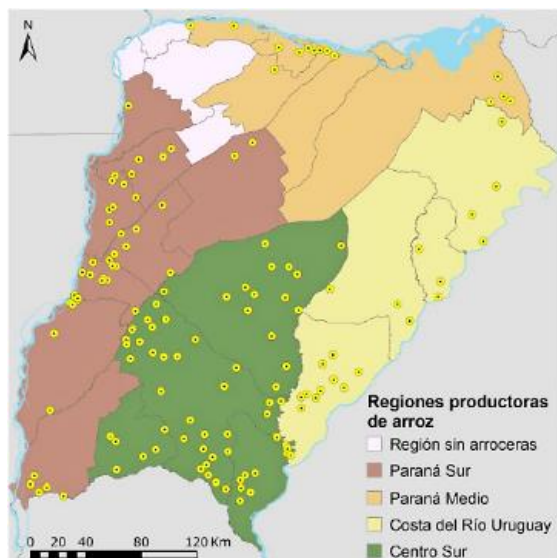


Figura 3. Clasificación de zonas de producción de la provincia de Corrientes.

Esta distribución geográfica se basó en la carta de suelos de la provincia de Corrientes (Escobar et al., 1996), en la cual se definen las zonas con suelos más aptos para el cultivo de arroz.

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

La distribución de las zonas agrícolas tuvo en consideración la preservación de las aguas del acuífero guaraní, que en Argentina y sobre todo en la provincia de Corrientes, tiene una extensión de 226.000 km² (Bruzzone, 2010).

Actores sociales involucrados

El proceso productivo del arroz involucra principalmente a los productores, ya sea

dueños de grandes establecimientos agropecuarios con superficies superiores a las 5.000 ha, y a los pequeños productores, que poseen chacras de 500 a 1000 ha de área.

Otros actores incluidos son los grupos CREA, que son asociaciones civiles sin fines de lucro, integradas y dirigidas por empresarios agropecuarios que se reúnen en grupos para compartir experiencias y conocimientos la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), una entidad sin fines de lucro que se creó para contener y representar a los pequeños, medianos y grandes productores de la provincia; y el INTA, que atiende la investigación y transferencia de tecnologías afines a las demandas del productor y que aporten a mejorar la competitividad, sostenibilidad social y económica, priorizando la sustentabilidad ambiental de los territorios.

En Corrientes, estas Instituciones trabajan siempre en conjunto, articulando conocimiento y tecnología para el desarrollo agropecuario, tanto provincial como regional.

Normativa ambiental local y nacional

- Ley General del Ambiente N° 25.675 sancionada en el año 2002. En base a esta ley, en el año 2007 la reforma de la Constitución provincial de Corrientes incorporó el ordenamiento del suelo y la regulación del desarrollo urbano, suburbano y rural, a nivel constitucional dentro de la competencia provincial y municipal respectiva.

- Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar, 1971). De esta Convención surge el Protocolo de París en 1982, el cual fue ratificado por Argentina en 1986. Para la preservación de los sitios considerados Ramsar, evitar su explotación y además conservar la biodiversidad allí existente.

- Ley N° 23.919: en enero de 2002, se incorporaron como sitio Ramsar de la Argentina 24.550 hectáreas del Macrosistema del Iberá.

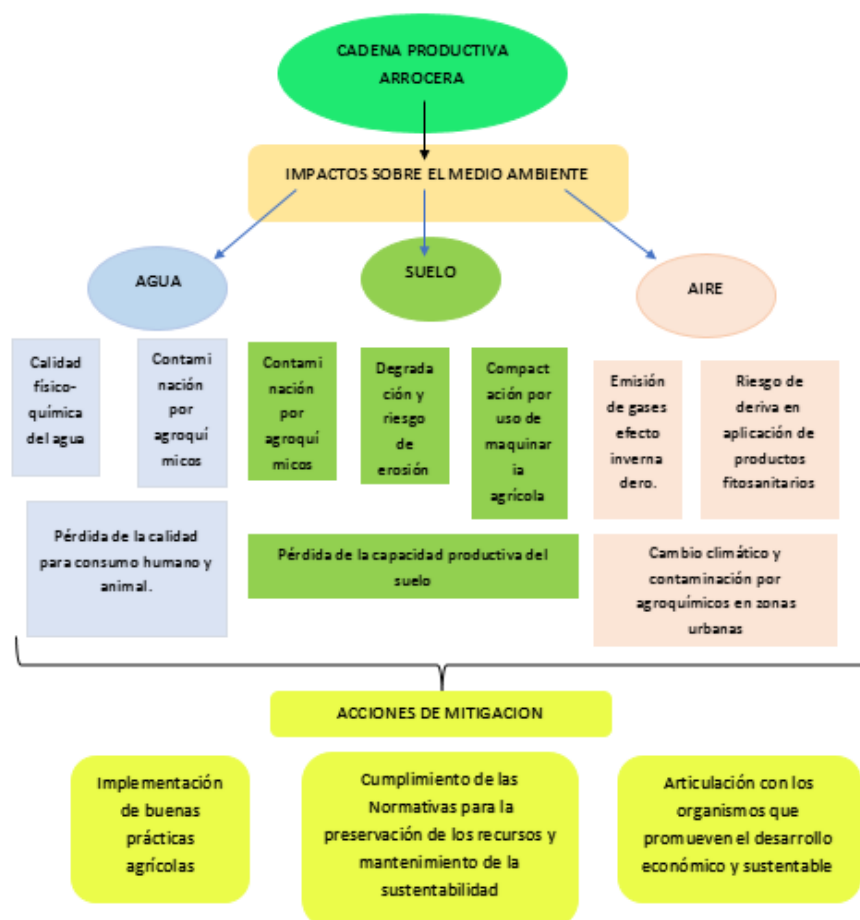
- Esteros del Iberá: sitio Ramsar. Considerado Reserva Natural en 1983 y Humedal Internacional en 2002 (<https://filatina.wordpress.com/2007/12/15/humedales-lo-que-dice-la-secretaria-de-ambiente-de-argentina/sobre-los-Esteros-del-Iberá>)

- El Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR, hecho en Asunción, 2001; entre otros temas, para una gestión responsable de los recursos hídricos, presenta el “Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní”.

- Ley N° 25.841, que aprueba el Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del

MERCOSUR, suscripto en Asunción, sancionada en noviembre de 2003 y promulgada de hecho en enero de 2004. En cuyo preámbulo se establece la necesidad de cooperar para la protección del medio ambiente y la utilización sustentable de los recursos naturales, con vistas a alcanzar una mejor calidad de vida y un desarrollo económico, social y ambiental sustentables; que las políticas comerciales y ambientales deben complementarse, para asegurar el desarrollo sustentable en el ámbito del MERCOSUR; y la importancia de un marco jurídico que facilite la efectiva protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales de los Estados Partes.

Red conceptual con los componentes y características del problema ambiental



CONSIDERACIONES FINALES

La actividad agrícola en general depende de la continuidad en el tiempo de la eficiencia de los recursos no renovables: agua y suelo, de las características climáticas de las zonas productivas como así también de la calidad del aire.

Las prácticas agrícolas son importantes en el desarrollo de toda comunidad, son actividades que alimentan a millones de personas en todo el mundo. Por esta razón debemos comenzar a encarar el problema ambiental de manera estricta, deben exigirse controles ambientales más rigurosos, más allá de que existen normativas que protegen el medio ambiente, no tienen fuerza de ley a la hora de presentarse problemas ambientales severos. Aún con una legislación vigente, clara y concisa, muchas veces es utópica. Particularmente en la provincia de Corrientes, existe una articulación permanente entre aquellos organismos a favor del desarrollo sustentable con las grandes empresas y pequeños productores. Es necesario insistir en la implementación de las buenas prácticas para ir generando conciencia ambiental en la población.

Corrientes es una provincia principalmente arrocerá, su producción es uno de los mayores ingresos para la economía provincial, es por ello que todos los actores involucrados en este sistema productivo deben ser muy conscientes de lo que implica verdaderamente el desarrollo sustentable.

Por último, debemos desarrollar no solo estrategias para el sostenimiento de la productividad de la tierra, sino también implementar políticas públicas agro-sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. 2017. Campaña 2016/17: fin de siembra. Relevamiento arrocerá nacional.

- Brown et al. 2005. La situación ambiental Argentina. Publicado por: Fundación Vida Silvestre Argentina Buenos Aires, Argentina.
- Bruzzone. 2010. El agua potable. Nuevo recurso estratégico del siglo XXI: el caso particular del Acuífero Guaraní.
- Cabrera, A. L. 1976. "Regiones fitogeográficas argentinas". Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1, tomo II, segunda Edición.
- Doran et al. 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil & Tillage Research*: 49, 3-18.
- Escobar et al. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA Corrientes.
- FAO. 2015. Año Internacional de los suelos. <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- INTA, ACPA y Ministerio de Producción de Corrientes. 2016. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz. Serie Técnica N°2 - ISSN 1852-0678.
- IPCC. Directrices para los inventarios de gases efecto invernadero. Revisión 2014.
- Kamal Tolba, M. 1982. Desarrollo sin destrucción. Evolución de las percepciones ambientales. Barcelona. Ediciones del Serbal.
- Maciel et al. 2010. Efecto de los distintos manejos del rastrojo de arroz (*Oryza sativa* L.) en las emisiones de metano. XVII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de Las Lajas. Cuba. Noviembre de 2010.
- Herber et al. 2017. Proyecto Arroz - Resultados Campaña 2016/2017. Volumen XXV, 1-16.
- Reeves, D. W. 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*. 43, 131-167.
- Rujana et al. 2014. Indicadores de calidad de aguas vinculados con la actividad arrocerá en cuencas hídricas de la Provincia de Corrientes. IFRH. 2do. Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. Buenos Aires. Argentina. ISBN 978-987-45194-2-9
- Secretaría de Agroindustria. 2019. Estimaciones Agrícolas. Informe Mensual - 21 de Junio de 2019.
- Siegrist et al. 1998. Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 69, 253-264.

BIG-DATA: ANÁLISIS SOBRE PRODUCCIÓN DE ARROZ DEL GRUPO CREA AVATI-Í DE CORRIENTES

R.D. Kruger; A. Taié; G. Cerutti¹; J. Araujo²; E. Gratero³; S. Delerce⁴ y D. Jimenez⁴

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

Palabras clave: manejo; meteorológicos; minería de datos; predictores; sitio específico; suelo.

INTRODUCCIÓN

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 toma de datos. En Corrientes este grupo ya tiene más de 10 años recopilando datos sobre el cultivo de arroz, lotes, prácticas de manejo, entre otros. Ellos, a través de un convenio, pusieron a disposición parte de esa información, la cual es muy rica en variables y representa una buena materia prima para caracterizar las prácticas de manejo y combinarlos con registros meteorológicos y de suelo.

A partir de ello y mediante el acercamiento

entre INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-EEA Corrientes), ACPA (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz), CREA (Consortio Regional de Experimentación Agrícola-Grupo arrocero “AVATI-I”), FLAR (Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego) y CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) se logró el primer convenio internacional entre estas instituciones, que permitió la colaboración e intercambio de técnicos y metodologías que utilizan el concepto de agricultura específica por sitio (AEPS) y que se fundamenta en un análisis de información de cultivos comerciales.

CIAT aportó la experiencia acumulada en el desarrollo de herramientas de análisis con un enfoque Big Data, a través del grupo Data-Driven Agronomy Community of Practice of the CGIAR Platform for Big Data in Agriculture. FLAR contribuyó con el vínculo interinstitucional que facilitó - junto a INTA- el acercamiento entre las partes. CREA Grupo Arrocero Avati-í, conformado por productores de la provincia de Corrientes- Argentina, puso a disposición una serie de 10 años de datos de cultivos comerciales de arroz. ACPA, una asociación que nuclea a los

¹ Coordinador del Grupo Arrocero CREA Avati-í (Consortio Regional de Experimentación Agrícola).

² Asesor técnico ACPA (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz).

³ Investigador/asesor FLAR (Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego).

⁴ Investigador CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).

El informe presentado es un trabajo colaborativo entre los equipos del CIAT e INTA, y está basado mayoritariamente en el documento “Big Data for Climate Smart Agriculture Enhancing & Sustaining Rice Systems for Latin America and the World”; el presente informe abarca una parte de contexto y antecedentes de la investigación, y el caso del grupo CREA Avati-í, Corrientes, Argentina.

productores, colaboró con la experiencia para la interpretación de resultados, junto a los datos provenientes de estaciones meteorológicas automáticas que gestionan. Finalmente, INTA a través de los grupos de trabajo (Cultivos extensivos, Recursos Naturales y TIC) brindó experiencia en el cultivo de arroz y minería de datos, series de datos meteorológicos de sus casillas e información de los suelos. Además, técnicos para su capacitación en la metodología de análisis e interpretación de resultados.

El objetivo del presente trabajo fue realizar el análisis BIG-DATA de la producción de arroz por sitio específico, con base en los datos de productores asociados del CREA Avatí-i arrocero, en conjunto con CIAT, FLAR, INTA, ACPA y CREA.

MATERIALES Y MÉTODOS

A través del trabajo en conjunto con técnicos y metodologías se procedió a

organizar, analizar y explicar el rendimiento en función del comportamiento de las diversas variables de interés: eventos del cultivo (Base de Datos del CREA Avatí-i), datos meteorológicos y de suelo.

1) Recopilación y preparación de datos

Eventos del cultivo: la base de datos CREA

El grupo CREA compartió la base de datos, y junto al equipo de CIAT e INTA realizaron un diagnóstico, limpieza, estandarización de variables y recuperación de datos faltantes junto con las coordenadas de los establecimientos a través de los mapas proporcionados.

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 1.

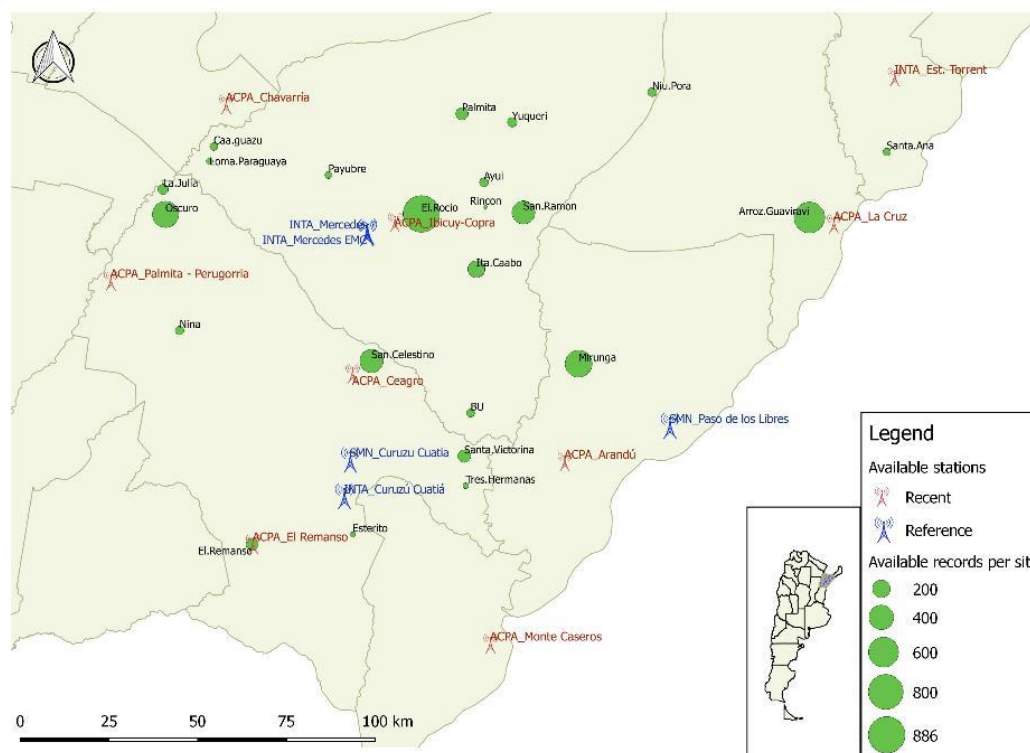


Figura 1. Mapa del área de estudio. La ubicación de la Provincia de Corrientes se indica en el mapa del recuadro. La cantidad de registros disponibles para cada empresa se representa por el tamaño de los puntos verdes.

La distribución de los registros disponibles entre años y empresas se muestra en la figura 2. Notamos la asimetría en el conjunto de datos con algunas empresas que contribuyen con más registros, y la

variación en la cantidad total de registros por año con menos información para las campañas 06/07 y 09/10.

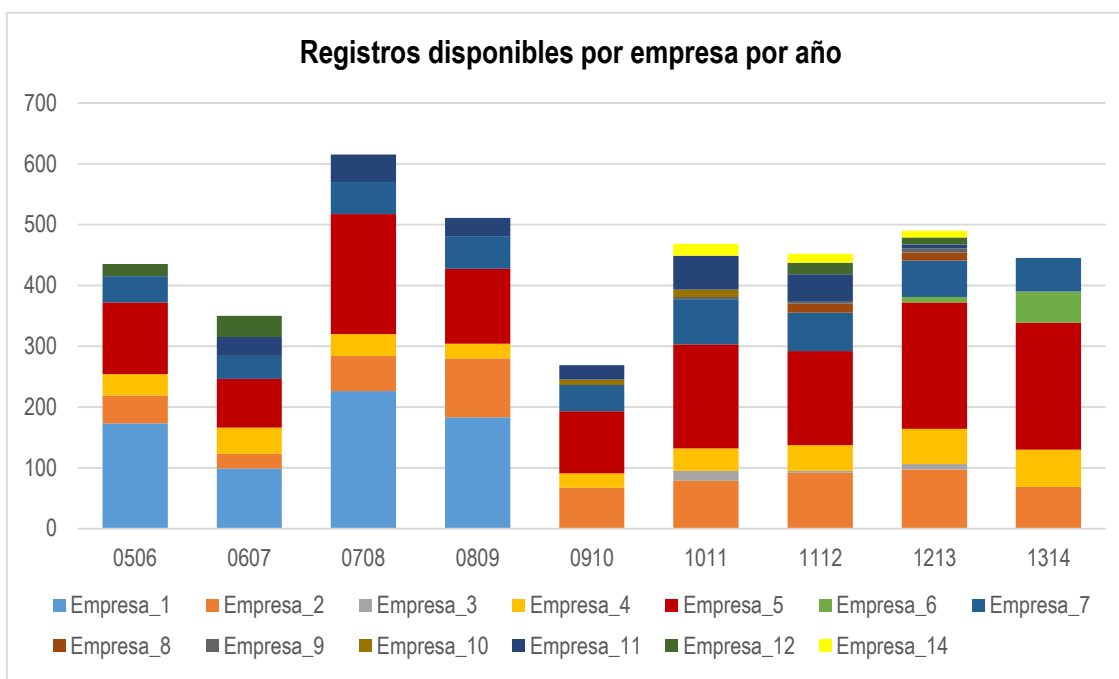


Figura 2. Distribución de registros disponibles entre empresas y años.

Se llevó a cabo un análisis exploratorio de datos y se seleccionaron las variables de entrada que se utilizarán en los modelos. Aquellos registros donde faltaba demasiada información no se tuvieron en cuenta para estos análisis.

La preparación de los datos para el análisis incluyó el resumen de las variables primarias. Para la fertilización, la base de datos CREA tiene varias formas y momentos de aplicación: tres posibilidades para aplicaciones de base, una antes de que comience el riego, una en macollamiento y otra última en diferenciación. Para cada uno se calculó la cantidad total de N, P y K. Para herbicidas, se pueden encontrar hasta cuatro aplicaciones: dos antes de la siembra, una

antes de la emergencia y una después de la emergencia. Se contó el número de productos aplicados en cada momento. En el caso de la preparación del terreno se pueden identificar hasta seis operaciones. Se contó la ocurrencia de cada práctica entre las seis operaciones reportadas. Luego se realizó la selección de variables a incluir en el modelo. Se descartaron las variables con más del 30% de los valores faltantes. Como resultado, se obtuvo el conjunto de predictores enumerados en la tabla 1. El conjunto de datos utilizables consistió en 2242 registros. La base de datos limpia que resultó de este trabajo se envió a CREA para su reutilización y aprovechamiento de esta estandarización.

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

Variable	Definición	Tipo	Unidad
Lab_Destacuruzar	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Laser	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Niveladora	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Quema	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Rastra.Dientes	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Rastra.Discos	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Rolo.	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Rotura.Taipas	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Taipa	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Rastron	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Ronda	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Valeta	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Lab_Conductores	Preparación de suelo	Número	Ninguna
Densidad_Siembra_Kg.Ha	Densidad de siembra	Número	kg.ha ⁻¹
Siembra.Emergencia_Dias	Duración entre la siembra y la emergencia	Número	Días
X1er_Aplic_Barb_Herb	Número de fitosanitarios utilizados en la primera aplicación antes de la siembra	Número	Ninguna
X2da_Aplic_Barb_Herb	Número de fitosanitarios utilizados en la segunda aplicación antes de la siembra	Número	Ninguna
X1er_Aplic_Premerg_Herb	Número de fitosanitarios utilizados antes de la emergencia	Número	Ninguna
X1er_Aplic_Poe_Herb	Número de fitosanitarios utilizados después de la emergencia	Número	Ninguna
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_Riego.Completo_Dias	Días de emergencia hasta riego completo	Número	Días
Emerg.Floracion_Dias	Días de emergencia hasta floración	Número	Días
Inicio.Finalizacion.Riego_Dias	Días con riego	Número	Días
Riego_Velocidad_Dias	Días necesarios para completar el riego	Número	Días
Ciclo_Emerg.Cosecha_Dias	Días desde emergencia hasta cosecha	Número	Días
Periodo_Emergencia_Mes	Mes de la emergencia	Catórica	Ninguna
Periodo_Inicio.Riego_Mes	Mes del inicio de riego	Catórica	Ninguna
Periodo_Floracion_Mes	Mes de floración	Catórica	Ninguna
Cultivo_Antecesor	Cultivo antecesor en la rotación	Catórica	Ninguna
Tipo_Material	Tipo de cultivar	Catórica	Ninguna
Sistema_Laboreo	Sistema de laboreo	Catórica	Ninguna
Riego_Origen	Fuente de agua para el riego	Catórica	Ninguna
Densidad_PI.M2	Densidad de plantas	Número	Plants.m ²
Variedad	Cultivar	Catórica	Ninguna

Datos meteorológicos

Se utilizaron tres fuentes diferentes disponibles de registros meteorológicos en Corrientes:

- Red INTA: <http://sig2.inta.gov.ar/>
Esta red consiste en estaciones meteorológicas tradicionales y automatizadas, estas últimas proporcionan menos datos históricos por su instalación reciente.
- Red de SMN (Servicio Meteorológico Nacional): <http://www.smn.gov.ar/?mod=acerca&id=2>
Esta red consiste en estaciones meteorológicas tradicionales y

automatizadas a escala nacional.

- Red de ACPA: <http://www.centrales.bolsacer.org.ar/corrientes/>

Esta red es más nueva y más densa que las dos anteriores, ya que es regional. Consiste en 34 estaciones automatizadas que transmiten datos en tiempo real. La mayoría de las estaciones comenzaron a recopilar información a finales de 2013.

Los datos de cada una de esas redes se adecuaron para hacerlos coincidir con los eventos de cultivo de la base de datos de CREA. Dado el intervalo de tiempo cubierto por el conjunto de datos CREA

(2005 a 2014), no se consideró el uso de los datos de la red ACPA, ya que apenas cubría algunos meses de los eventos de cultivo (Figura 3 y 4). Por la cobertura zonal, variables meteorológicas e historial de datos, se utilizaron las casillas del INTA

Mercedes, SMN Curuzú Cuatiá y SMN Paso de los Libres (identificados en azul en la figura 1). Sin embargo, a partir de 2015, la red ACPA y de INTA ampliada podrán caracterizar correctamente los eventos de cultivo, lo que resulta muy prometedor.

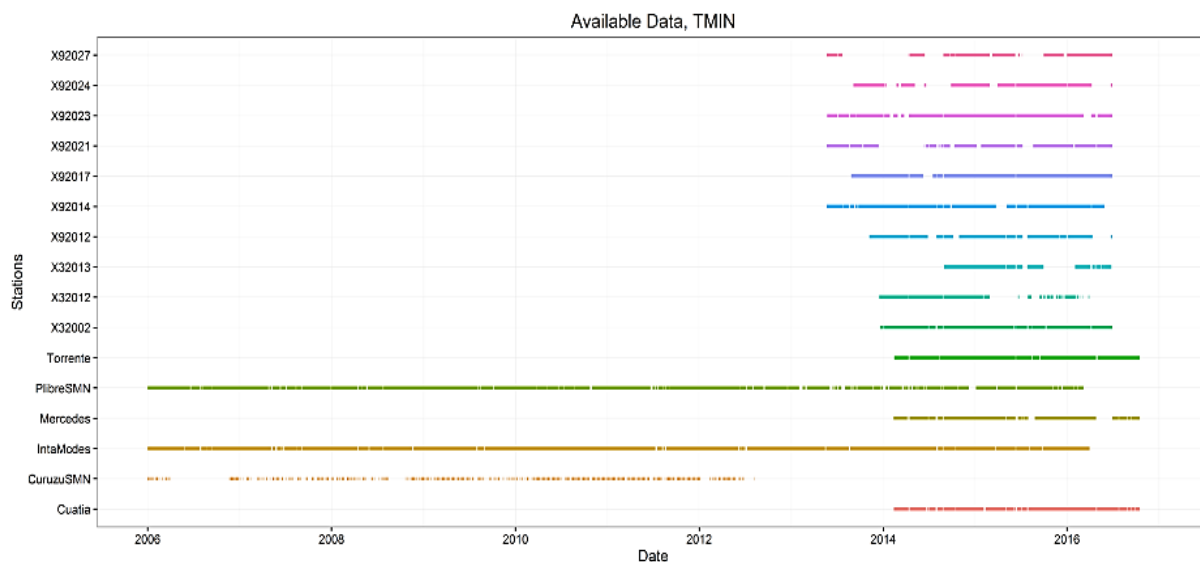


Figura 3. Datos meteorológicos disponibles para temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas en la provincia de Corrientes. *Las identificaciones de las estaciones que comienzan con X provienen de la nueva red de ACPA.*

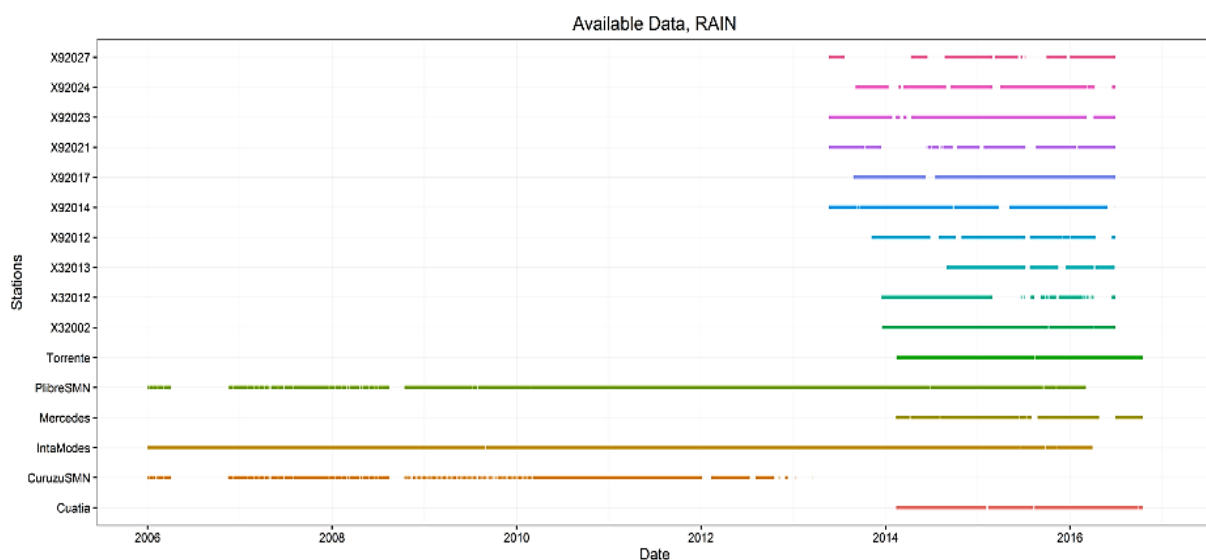


Figura 4. Datos meteorológicos disponibles para precipitaciones de las estaciones meteorológicas en la provincia de Corrientes. *Las identificaciones de las estaciones que comienzan con X provienen de la nueva red de ACPA.*

Se llevó a cabo un proceso completo de control de calidad en el entorno R siguiendo las directrices de la OMM (Organización Meteorológica Mundial, 2011). Luego, se detectaron valores faltantes los cuales se estimaron utilizando el generador meteorológico RMAWGEN (Cordano y Eccel, 2001) para las

temperaturas mínimas y máximas, y para la lluvia. En el caso de la radiación y la humedad relativa, los modelos de random forest fueron entrenados en registros históricos utilizando temperaturas y lluvia como predictores. En la figura 5 se muestran ejemplos de series resultantes.

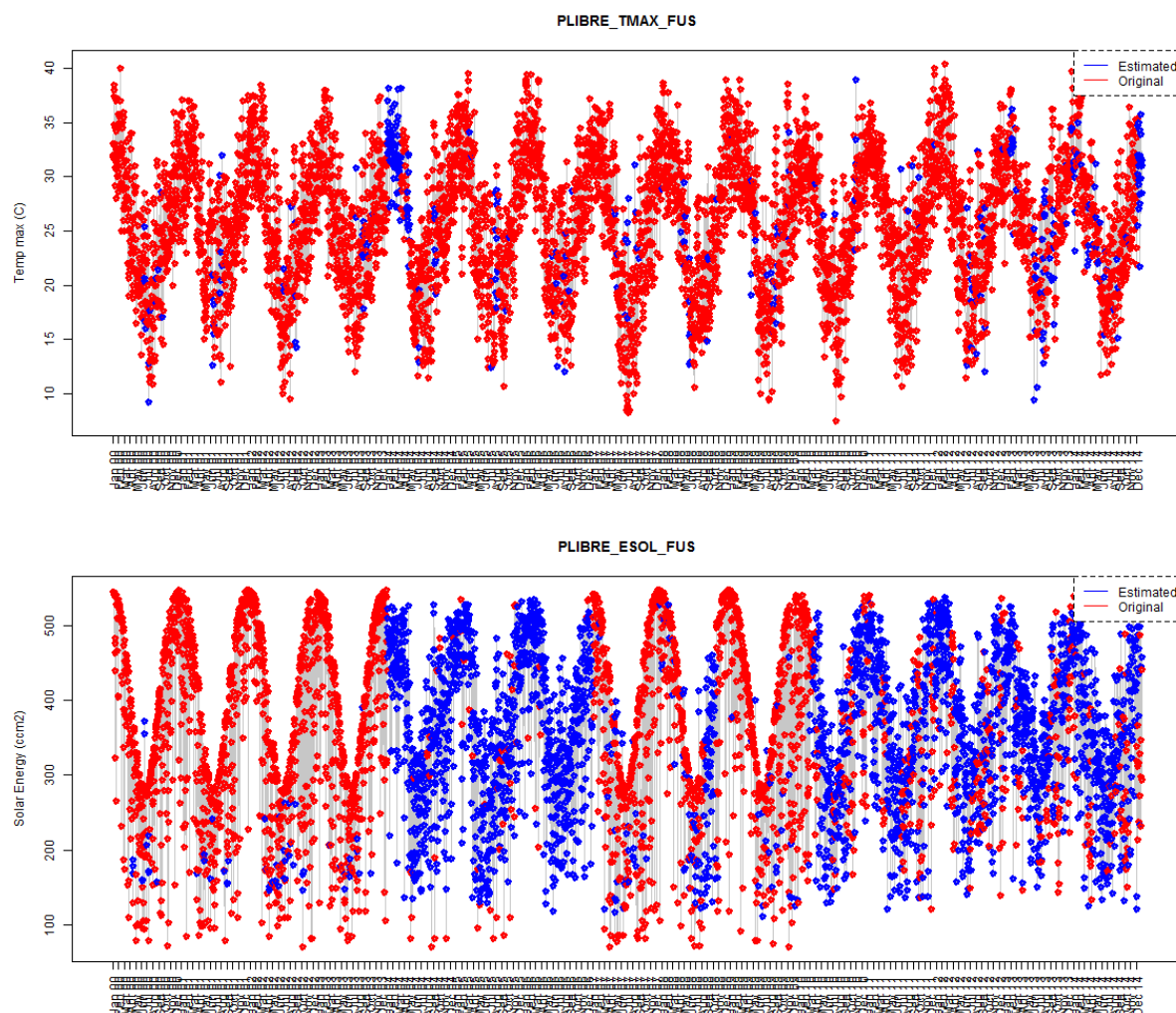


Figura 5. Series resultantes para temperatura máxima (arriba) y radiación (abajo) para estaciones meteorológicas de Paso de los libres. *Los puntos rojos representan datos originales, los puntos azules corresponden a datos estimados.*

Cada evento de cultivo estuvo relacionado con las series meteorológicas que lo caracterizaron mejor, y los indicadores climáticos se calcularon sobre el período de cultivo correspondiente. En el subconjunto analizado, todos los registros contaron

con fecha de floración. Esto permitió dividir el período de cultivo en dos etapas de crecimiento: vegetativo y post-floración. Cada indicador climático se calculó por separado en cada etapa. Los predictores climáticos resultantes se enumeran en la tabla 2.

Tabla 2. Lista de predictores climáticos calculados para cada evento de cultivo.

Variable	Definición	Tipo	Unidad
Temp_Max_Avg_Pre_Flo	Temperatura media máxima en el período vegetativo	Continua	°C
Temp_Min_Avg_Pre_Flo	Temperatura media mínimo en el período vegetativo	Continua	°C
Temp_Avg_Pre_Flo	Temperatura promedio en el período vegetativo	Continua	°C
Diurnal_Range_Avg_Pre_Flo	Rango promedio diurno en el período vegetativo	Continua	°C
Sol_Ener_Accu_Pre_Flo	Energía solar acumulada en período vegetativo	Continua	Cal·cm ⁻²
Temp_Max_34_Freq_Pre_Flo	Frecuencia de días con temperaturas máximas superiores a 34°C en el período vegetativo	Continua	---
Rain_Accu_Pre_Flo	Precipitación acumulada en el período vegetativo	Continua	mm
Rain_10_Freq_Pre_Flo	Frecuencia de días con más de 10 mm de precipitación en el período vegetativo	Continua	---
Temp_Min_15_Freq_Pre_Flo	Frecuencia de días con temperaturas mínimas por debajo de 15°C en el período vegetativo	Continua	---
Rhum_Avg_Pre_Flo	Promedio de humedad relativa en el período vegetativo	Continua	%
Rhum_sd_Pre_Flo	Desvío estándar de la humedad relativa diaria en el período vegetativo	Continua	---
Temp_Max_Avg_Pos_Flo	Temperatura media máxima en el período reproductivo	Continua	°C
Temp_Min_Avg_Pos_Flo	Temperatura media mínimo en el período reproductivo	Continua	°C
Temp_Avg_Pos_Flo	Temperatura promedio en el período reproductivo	Continua	°C
Diurnal_Range_Avg_Pos_Flo	Rango promedio diurno en el período reproductivo	Continua	°C
Sol_Ener_Accu_Pos_Flo	Energía solar acumulada en período reproductivo	Continua	Cal·cm ⁻²
Temp_Max_34_Freq_Pos_Flo	Frecuencia de días con temperaturas máximas superiores a 34°C en el período reproductivo	Continua	---
Rain_Accu_Pos_Flo	Precipitación acumulada en el período reproductivo	Continua	mm
Rain_10_Freq_Pos_Flo	Frecuencia de días con más de 10 mm de precipitación en el período reproductivo	Continua	---
Temp_Min_15_Freq_Pos_Flo	Frecuencia de días con temperaturas mínimas por debajo de 15°C en el período reproductivo	Continua	---
Rhum_Avg_Pos_Flo	Promedio de humedad relativa en el período reproductivo	Continua	%
Rhum_sd_Pos_Flo	Desvío estándar de la humedad relativa diaria en el período reproductivo	Continua	---

Datos de suelo

La base de datos CREA proporcionó las coordenadas de cada sitio de producción, por el cual se relacionó cada uno de los

eventos del cultivo con las principales propiedades del suelo, utilizando para ello los mapas que el INTA pone a disposición. La lista resultante de predictores de suelo se muestra en la tabla 3.

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	---

2) Metodología y validación

i. Factores limitantes del rendimiento (C+S+M: Clima + Suelo + Manejo)

Se utilizaron técnicas de minería de datos para buscar patrones en los datos: agrupación, evaluación de variables relevantes y otros, empleando principalmente Redes Neuronales Artificiales (ANN Artificial Neural Network) y Random Forest (una de las metodologías de Árboles de Decisión).

Se utilizaron modelos de redes neuronales artificiales para evaluar la importancia de las variables de entrada para explicar la variabilidad del rendimiento (Jiménez et al., 2011). Los análisis se realizaron en entorno R (<http://www.r-project.org/>). Los ANN tienen la ventaja de que son métodos no lineales no paramétricos que permiten explorar datos ruidosos. Por otro lado, estos son métodos de aprendizaje automático de los cuales se pueden extraer características claves como la importancia de las variables.

ii. Caracterización de secuencias climáticas

El conjunto de datos del estudio vincula los eventos de producción comercial con las secuencias meteorológicas diarias que enfrentó el cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Se utilizaron agrupamientos jerárquicos basados en la distancia DTW (Dynamic Time Warp) para clasificar las secuencias climáticas, en resolución diaria, en grupos homogéneos, a fin de construir una biblioteca de secuencias climáticas pasadas asociadas con los rendimientos de arroz.

RESULTADOS

i. Factores limitantes del rendimiento (C+S+M: Clima + Suelo + Manejo)

El conjunto de datos general incluyó registros de diferentes establecimientos, lotes, cultivares, suelos, climáticos, etc. Esto trae la variabilidad necesaria para que los modelos aprendan de situaciones contrastantes. Existen infinitas combinaciones de variables, indicadores,

subconjuntos y parámetros de los modelos. Se presentan los resultados más relevantes obtenidos.

A) MODELOS POR VARIEDAD

Para evaluar el comportamiento específico de los diferentes cultivares, se generaron subconjuntos para los tres cultivares más representados (Figura 6): TAIM, IRGA 424 y Supremo 13.

TAIM

Para el mismo se contaba con 639 eventos de cultivo, con datos necesarios para analizar. El rendimiento del modelo fue de 62,56% de la variabilidad del rendimiento explicada. El factor más determinante fue el cultivo antecesor en la rotación (Figura 7), siendo el campo natural, las pasturas y

un año de arroz, las mejores opciones para preceder al arroz (Figura 8).

Los siguientes cinco factores predictivos fueron factores climáticos, todos relacionados con la etapa vegetativa y que sugieren que los rendimientos más bajos se asociaron con una mayor frecuencia de precipitación superiores a 10 mm y cantidades acumuladas totales de precipitación (Figura 9). Esto sugeriría que Taim no es adecuado para primaveras lluviosas y húmedas.

Explorando un poco más, pareciera que los eventos que reportaron rendimientos más bajos en el lado derecho de los diagramas correspondieron principalmente a la campaña 09/10, y en segundo lugar al 12/13, ambos eventos del Niño.

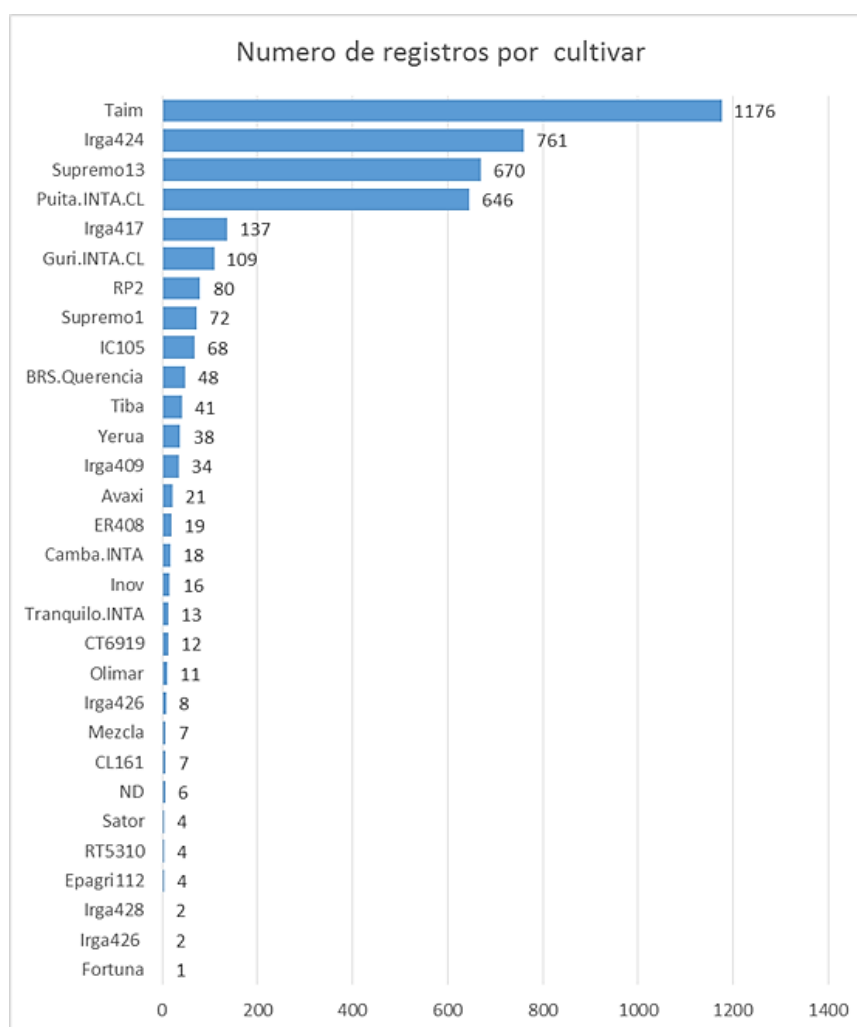


Figura 6. Número de registros por cultivar.

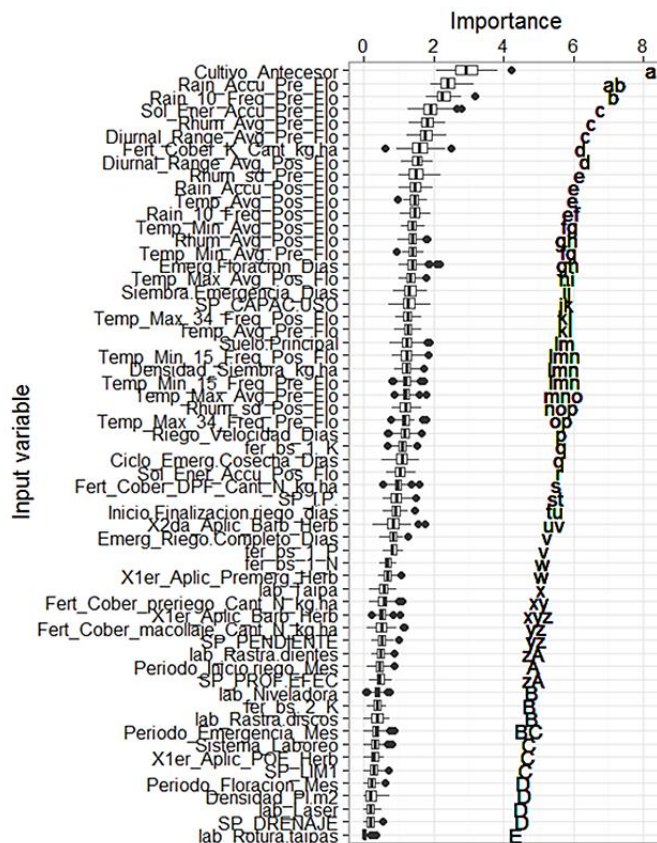


Figura 7. Clasificación de los predictores para el modelo TAIM C+S+M. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

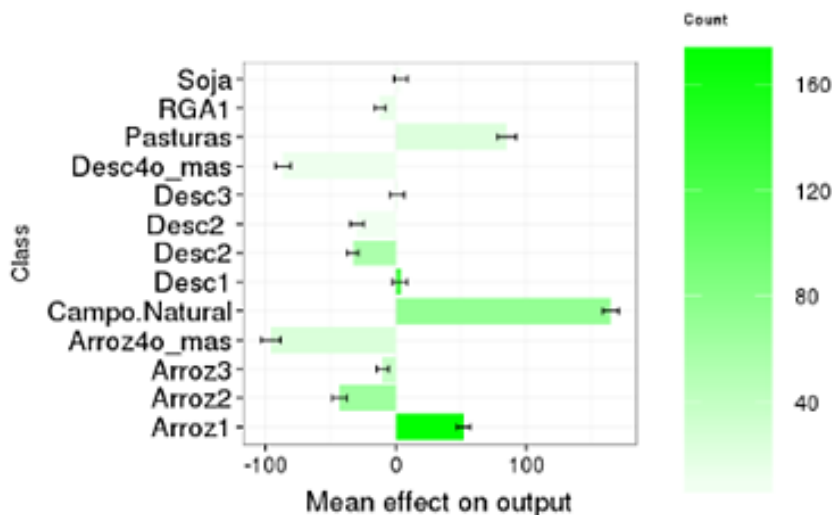


Figura 8. Efecto medio en el rendimiento de los diferentes antecesores en la rotación. La intensidad del color verde representa la cantidad de eventos de cultivo disponibles para cada categoría.

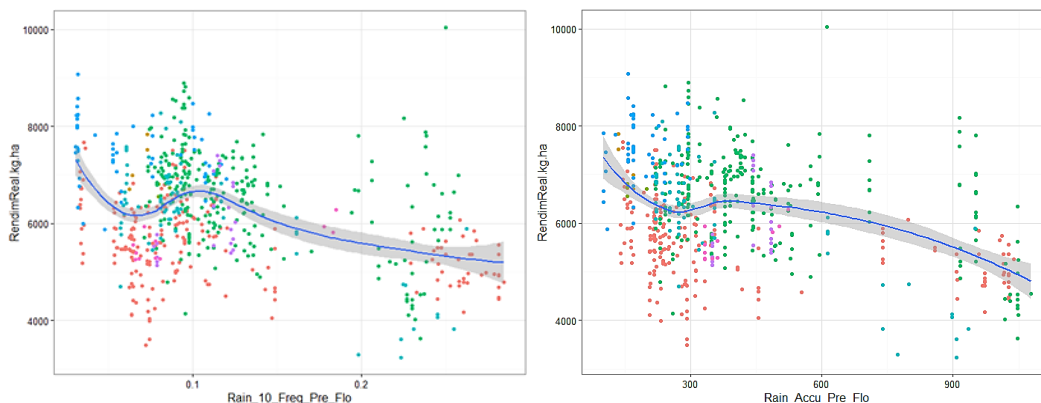


Figura 9. Visualizaciones de las relaciones entre la frecuencia de la lluvia y el rendimiento (izquierda) y la lluvia acumulada y el rendimiento (derecha). Los colores de los puntos corresponden a los sitios para ver que no aparecen correlaciones espaciales.

IRGA 424

Para el mismo se contaba con 514 eventos de cultivo, con datos necesarios para analizar. El desempeño del modelo fue del 68,48% de la variabilidad del rendimiento explicada. El factor más relevante fue nuevamente el cultivo anterior en la

rotación, destacando el campo natural y un año de arroz como las mejores opciones (Figura 10). El efecto negativo de Ray Grass requeriría un análisis adicional, ya que lo contrario se esperaría desde el punto de vista agronómico (Figura 11).

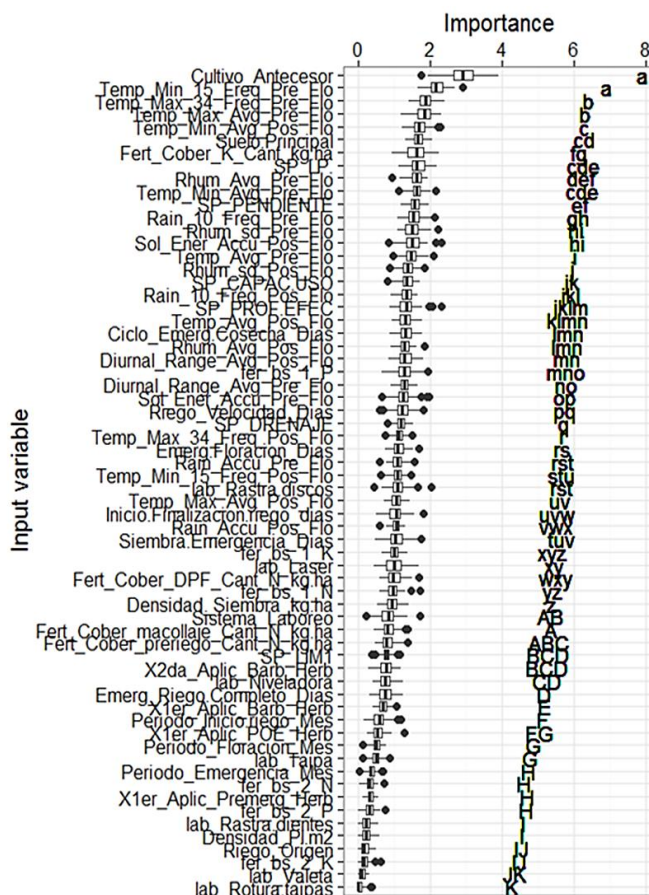


Figura 10. Clasificación de los predictores para el modelo IRGA 424 C+S+M. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

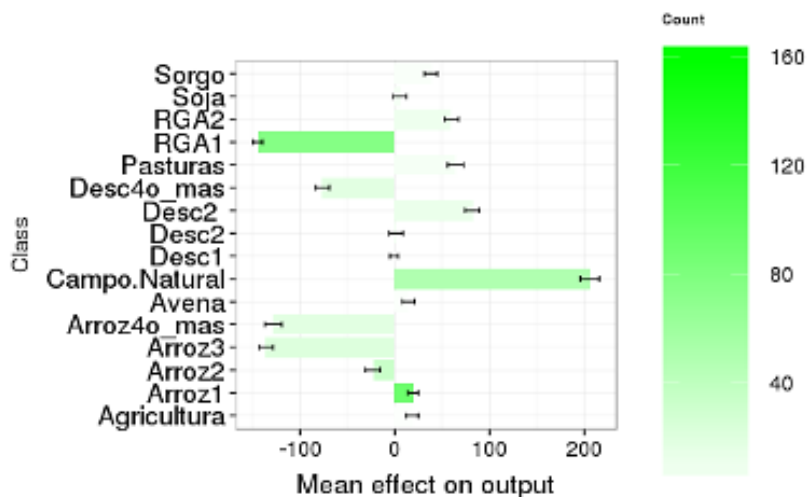


Figura 11. Efecto medio en el rendimiento de los diferentes antecesores en la rotación. *La intensidad del color verde representa la cantidad de eventos de cultivo disponibles para cada categoría.*

Los siguientes factores tuvieron que ver con las temperaturas en la etapa vegetativa, mostrando una buena

respuesta del cultivar a las primaveras frías (Figura 12).

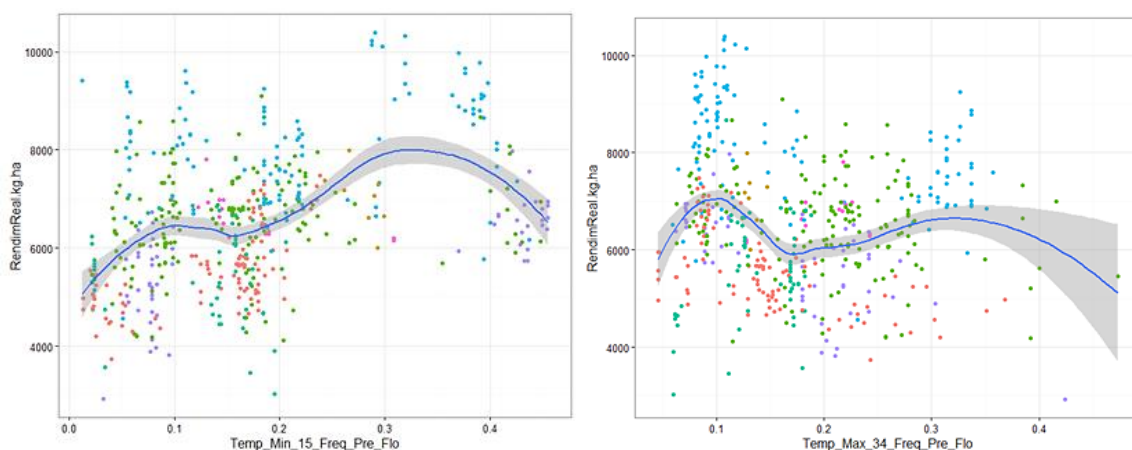


Figura 12. Visualizaciones de las relaciones parciales entre la frecuencia días con temperatura mínima por debajo de 15 °C y el rendimiento (izquierda) y la frecuencia de días con temperatura máxima superior a 34 °C y el rendimiento (derecha), ambos en la etapa vegetativa. *Los colores de los puntos corresponden a los sitios para ver que no aparecen correlaciones espaciales.*

SUPREMO 13

Para el mismo se contaba con 223 eventos de cultivo, con datos necesarios para analizar. El desempeño del modelo fue del 58,21% de la variabilidad del rendimiento explicada.

En este caso, los predictores más relevantes fue la cantidad de Potasio (K) aportado en la primera fertilización de base, junto a otros predictores climáticos (Figura 13).

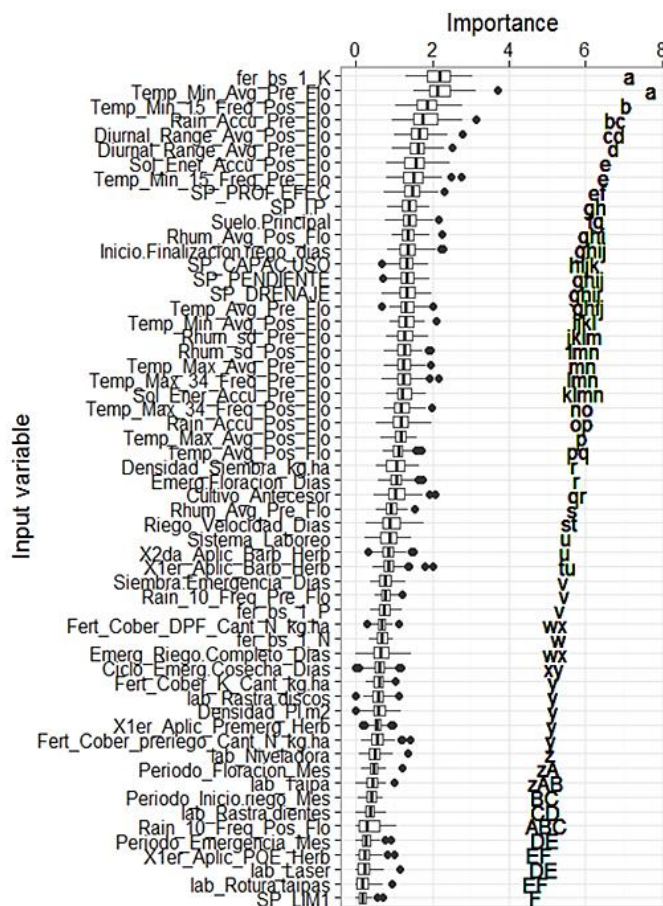


Figura 13. Clasificación de los predictores para el modelo SUPREMO 13 C+S+M. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

Para esta variedad, con baja incidencia en el mercado actualmente, se analizan otras variables que se ubican con menor importancia para explicar el rendimiento en el modelo; por ejemplo, el Índice de productividad de suelo, el tipo de suelo principal y la capacidad de drenaje. El modelo sugiere que el cultivar tiene un

mejor desempeño en suelos con un Índice de productividad mayor a 30 (Figura 14), en suelos de tipo San Juan y con drenaje moderado (Figura 15). Los resultados sugieren que el cultivar es sensible a las condiciones edáficas y que posiblemente se utilizó en suelos que dificultan su rendimiento (Figura 15).

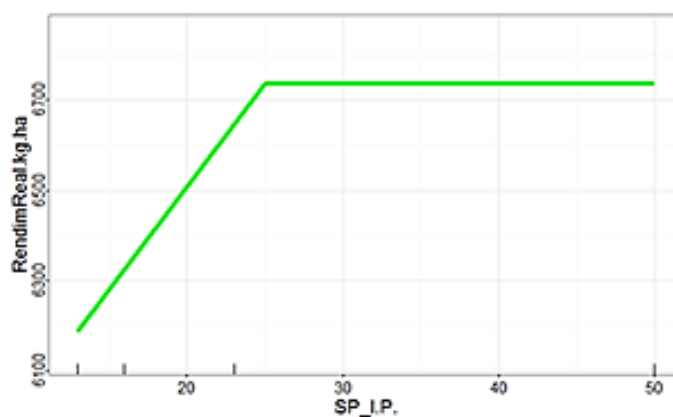


Figura 14. Índice de productividad del suelo versus rendimiento.

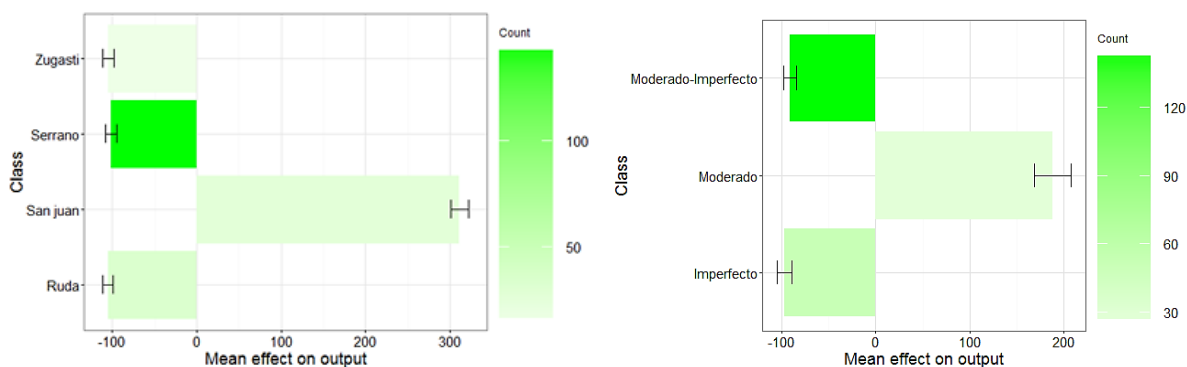


Figura 15. Efecto medio en el rendimiento según el tipo de suelo (izquierda) y capacidad de drenaje del suelo (derecha).

Los resultados deben considerarse con cautela en este caso, ya que hubo una correlación espacial entre el tipo de suelo y las empresas, en particular el suelo de San Juan se encontró solo en la empresa 4. Por lo tanto, existe la posibilidad de una correlación espuria.

Utilizando los datos de observación, se pudo explicar más del 60% de la variabilidad del rendimiento para el cultivar Taim. El análisis sugiere que la rotación de cultivos es importante para que Taim tenga un alto rendimiento, y que no se debe sembrar el cultivar cuando se prevén condiciones de lluvia y humedad para la primavera, por ejemplo, cuando se anticipa un evento de Niño.

Para el cultivar IRGA 424 se pudo explicar casi el 70% de la variabilidad del rendimiento, observándose que la rotación

de cultivos es importante para lograr un alto rendimiento, y que el cultivar es capaz de resistir la temperatura fría de la primavera, siendo una opción interesante para siembras tempranas.

En tanto, que para la variedad SUPREMO 13, se pudo explicar más del 55% de la variabilidad del rendimiento, siendo el principal factor limitante la cantidad de Potasio (K) aportado en la primera fertilización de base, diferenciándose de Taim e IRGA 424.

B) MODELO POR TIPO DE SUELO

En cuanto a los cultivares, se generaron subconjuntos específicos para las clases de suelo más representadas (Figura 16). El suelo Serrano fue el más representado.

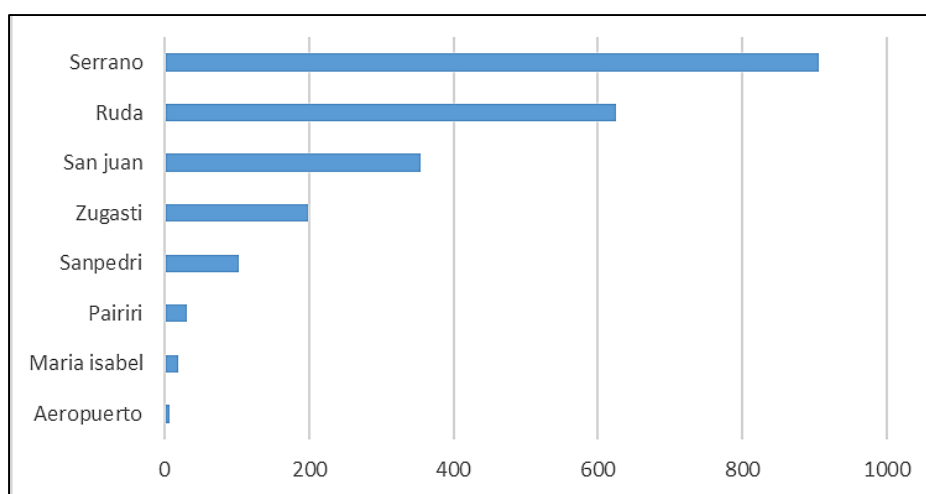


Figura 16. Número de eventos de cultivo por clase de suelo.

SERRANO

Para el mismo se contaba con 888 eventos de cultivo. El modelo tuvo un desempeño del 54,57% de la variabilidad del rendimiento explicada. El predictor más

relevante fue la variedad (Figura 17), que confirma que la coincidencia entre el suelo y la variedad es determinante.

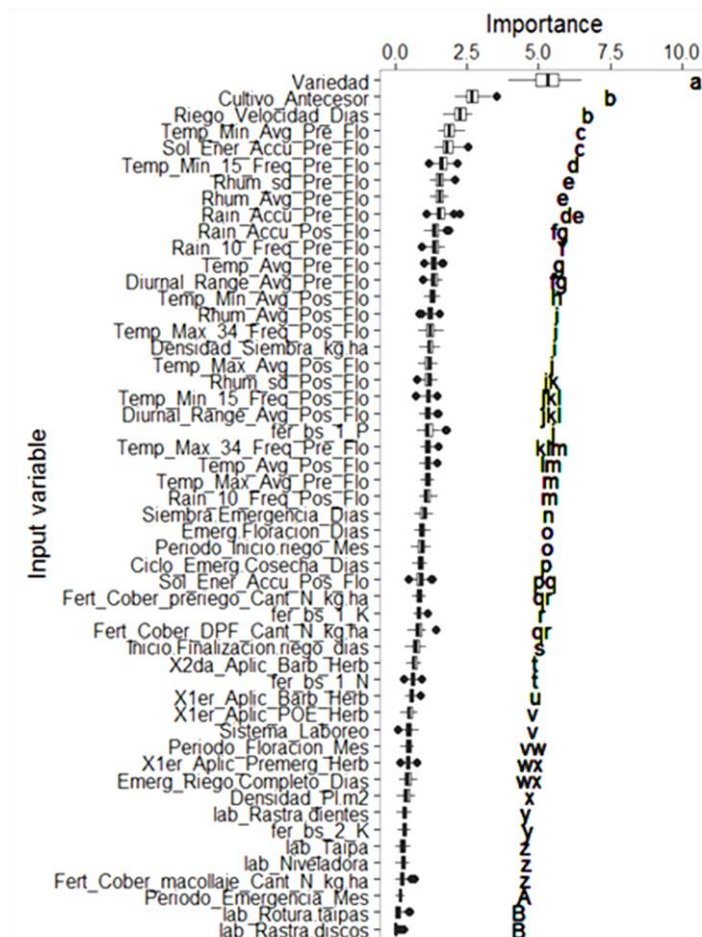


Figura 17. Clasificación de los predictores para el modelo Serrano C+M. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

Los cultivares Taim, Supremo 13 e IRGA 424 se adaptan a los suelos Serrano en contraposición a los cultivares Puita INTA y RP2 (Figura 18). El siguiente predictor relevante fue el antecesor en la rotación, mostrando efectos positivos para campo natural, un año de arroz y descanso. Por el contrario, varios años de monocultivo de

arroz muestran un efecto negativo en la productividad (Figura 18).

Estos resultados muestran principalmente que los productores aún pueden mejorar la compatibilidad entre el suelo y el cultivar, y que la rotación de cultivos es importante en los suelos Serrano.

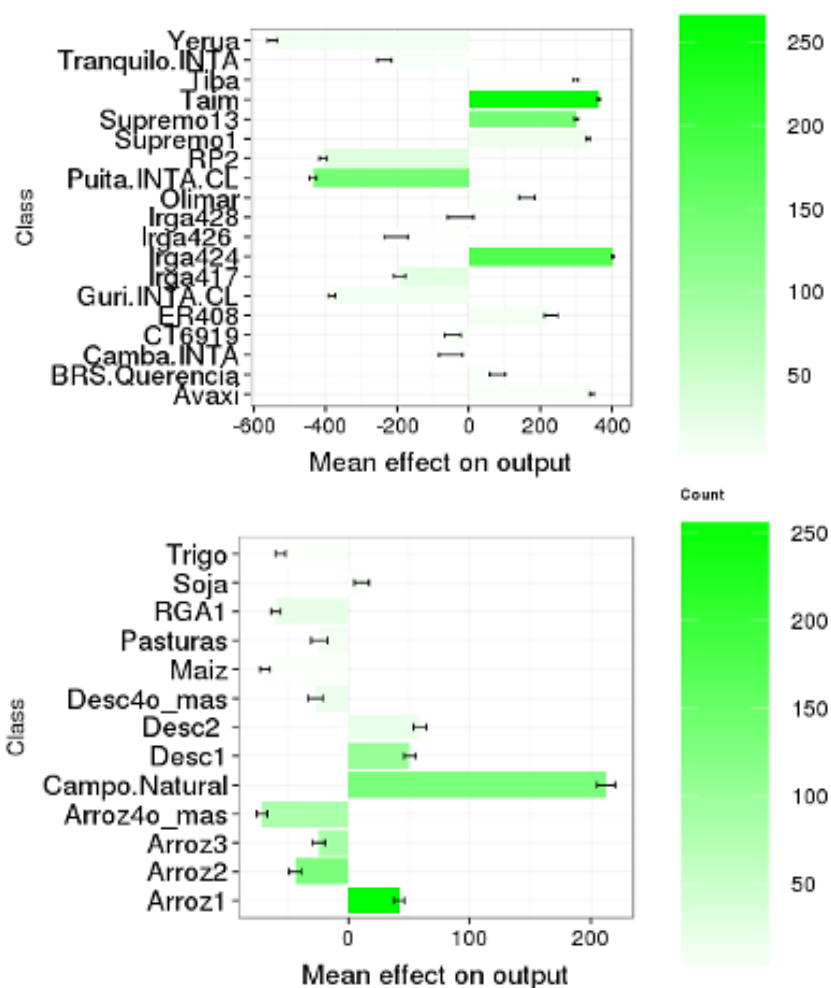


Figura 18. Efecto medio en la producción del cultivar (superior) y de los diferentes cultivos anteriores en rotación (inferior). La intensidad del color verde representa la cantidad de eventos de recorte disponibles para cada categoría.

C) MODELO POR EMPRESA

Al analizar el subconjunto por empresa, perdemos una buena parte de la variabilidad, ya que el clima, el suelo y el manejo generalmente son más homogéneos a esta escala. Entonces, la variabilidad que estamos estudiando aquí es la que existe entre los lotes del establecimiento, es decir, ¿cuáles son las diferencias en el rendimiento entre los lotes del establecimiento en el mismo año o a lo largo de los años?, ¿debido a que? En esos modelos, no se dispone de información sobre el suelo ya que la extracción de la información del suelo se

basó en establecimientos dentro de cada empresa, y la empresa que analizamos aquí solo tiene un establecimiento.

EMPRESA 2

Para el mismo se contaba con 577 eventos de cultivo. El modelo tuvo un rendimiento aceptable del 51,04%, ya que se omitió información sobre las diferencias de suelo entre los lotes. El modelo sugiere que la variedad es el factor más relevante (Figura 19). Varios cultivares dieron buenos resultados (Avaxi, Supremo 13, Tiba, Taim), otros en neutro, ej. IRGA 424 (Figura 20).

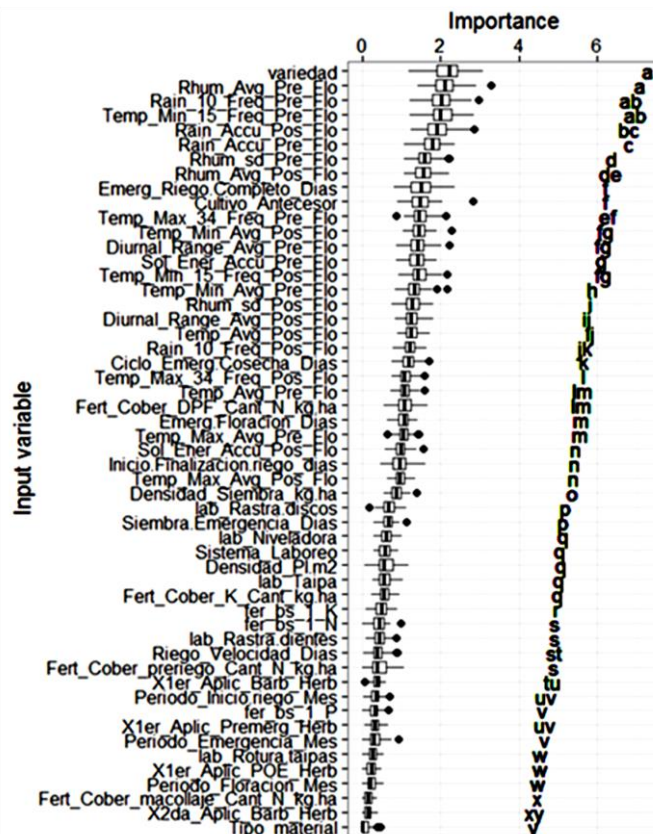


Figura 19. Clasificación de los predictores para el modelo Empresa 2 C+M. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

Los siguientes factores se relacionaron con el clima en la etapa vegetativa, lo que sugiere que los comienzos lluviosos y húmedos de las estaciones se asocian con

rendimientos más bajos. Las temperaturas bajas en el mismo período parecen ser favorables.

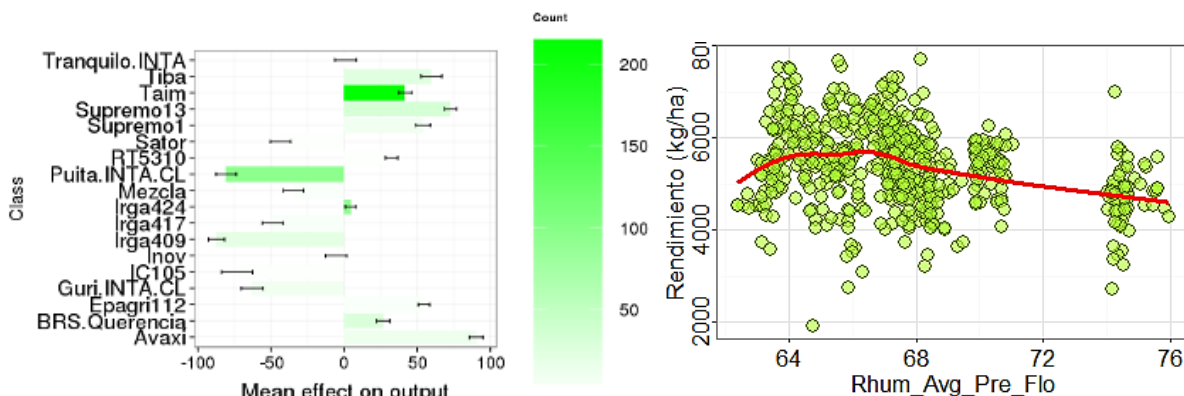


Figura 20. Efecto medio en la producción del cultivar (izquierda), gráfico descriptivo de dispersión de la humedad relativa en la etapa vegetativa (derecha). La intensidad del color verde representa la cantidad de eventos de recorte disponibles para cada categoría (izquierda).

Esto es consistente con los cultivares sembrados en la empresa: Taim es sensible a tales condiciones. Con respecto a las temperaturas, los valores más fríos se correlacionan con las siembras tempranas, por lo que existe un riesgo de correlación espuria. Sin embargo, la empresa también sembró una buena superficie de IRGA 424 que ha demostrado adaptarse bien a tales condiciones.

i. Caracterización de patrones climáticos

Se utilizaron 3097 registros para el análisis de agrupamiento de patrones climáticos. Se obtuvieron 16 grupos de diferentes tamaños correspondientes a 16 patrones climáticos contrastantes que los cultivos de arroz experimentaron en el pasado en Corrientes. Se detectaron diferencias

interesantes en la distribución del rendimiento entre los patrones climáticos, lo que sugiere que algunos patrones son más favorables que otros. Especialmente los grupos 5 y 11 difirieron significativamente en el rendimiento que obtuvieron (Figura 21 y Tabla 4).

Además, el rendimiento de los diferentes cultivares se evaluó según cada patrón climático y se detectaron variaciones significativas. Por ejemplo, para las condiciones del grupo 10, ER 408 (EPAGRI 108), IRGA 424 y Taim parecen ser una buena alternativa, mientras que el cultivar Supremo 1 no se recomienda en esas condiciones (Figura 22).

Estos resultados allanan el camino hacia la generación de recomendaciones para la toma de decisiones tácticas en establecimientos, mejorando la resiliencia a la variabilidad climática.

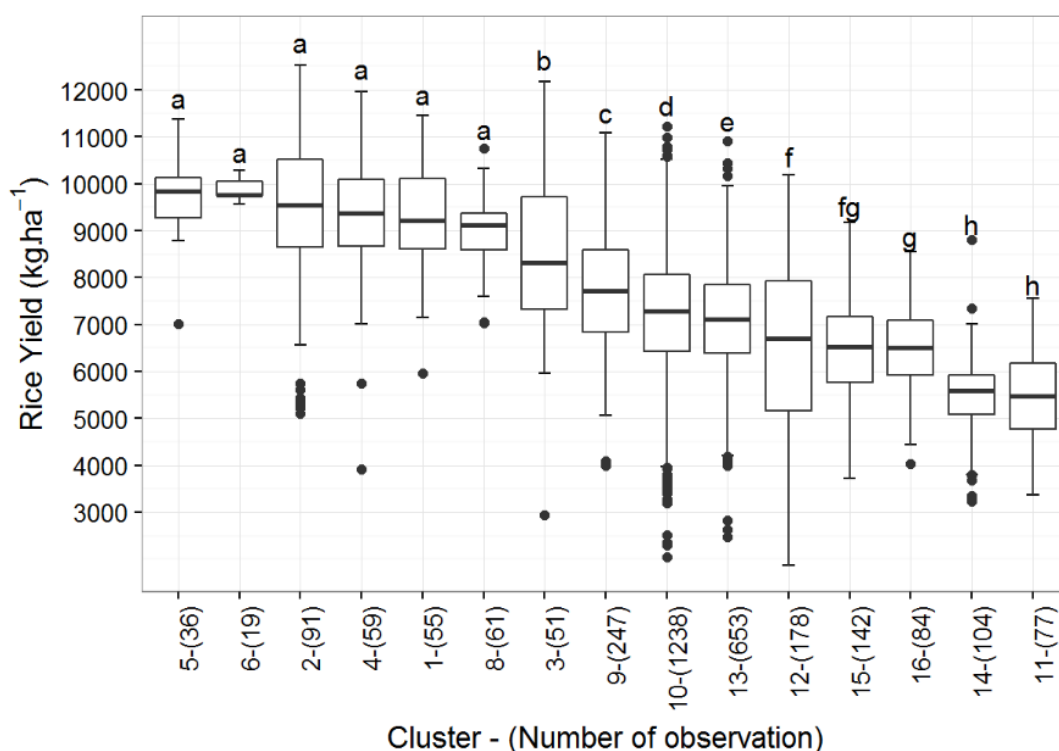
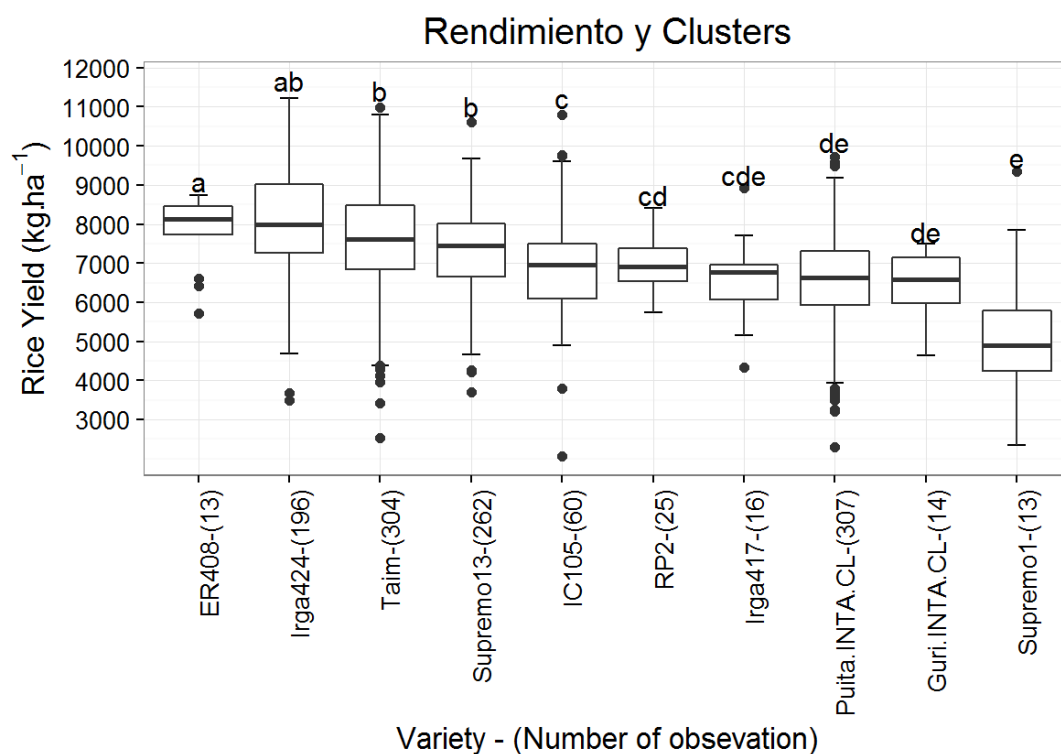


Figura 21. Gráficas de caja de los rendimientos alcanzados bajo cada patrón de clima (grupo). Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

Tabla 4. Resultados de los análisis de agrupamientos por patrones climáticos.

Cluster	Numero de observaciones	Rendimiento promedio
1	55	9228
2	91	9369
3	51	8499
4	59	9284
5	36	9734
6	19	9880
7	2	7364
8	61	8971
9	247	7768
10	1238	7218
11	77	5479
12	178	6598
13	653	7085
14	104	5481
15	142	6401
16	84	6498
Total	3097	7804

**Figura 22.** Gráficas de caja de los rendimientos alcanzados de cada cultivar bajo el patrón de clima en el cluster 10. Las letras minúsculas a la derecha de los diagramas de caja muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con variables estadísticamente similares agrupadas por la misma letra.

Caracterizar las condiciones de estos patrones requiere ver la serie climática a nivel diario, de cada evento productivo desde la siembra hasta la cosecha, lo cual requerirá una profundización del análisis anterior.

Estas bibliotecas caracterizadas nos permitirán identificar: (a) secuencias favorables para la producción de arroz, y (b) las variedades que poseen mejor comportamiento en cada secuencia. Esto proporciona información importante para que los productores ajusten el manejo de sus cultivos para que sean más resilientes a la variabilidad climática: (a) secuencias climáticas a evitar, (b) las que no deben perderse, y (c) recomendaciones sobre qué material sería preferible usar en una determinada situación.

CONSIDERACIONES FINALES

Utilizando el enfoque AEPS-BIG DATA, se hicieron manipulaciones básicas en R (software), se limpiaron y estandarizaron las Bases De Datos (BDD), mejorando significativamente el potencial de los datos para el análisis.

Se prepararon las series de clima y los datos de suelo y se analizaron distintas metodologías de exploración de datos (clima, suelo y manejo).

Analizando grandes cantidades de datos acumulados de cultivos comerciales, relacionados con información de manejo, estaciones meteorológicas y datos de suelo, se obtuvo de manera preliminar resultados de caracterización de los principales factores correlacionados con el rendimiento, entre ellas climáticas, edáficas y de prácticas de manejo con mayor eficiencia.

Se pudieron realizar varias rondas de análisis y ajustes y la agrupación de patrones climáticos que reveló las diferencias en los rendimientos logrados

en relación con la variabilidad del clima. Además de caracterizar la respuesta de algunos cultivares a la variabilidad climática.

También se identificó el efecto de la rotación de cultivos, que confiere una ventaja cuando se implementa, como así también la correlación existente entre variedad y clase de suelo.

Al analizar subconjuntos específicos, fue factible caracterizar la respuesta de cada cultivar a factores ambientales, de manejo y suelo. Se observó que los resultados son altamente específicos, con diferentes factores limitantes para cada cultivar. Los resultados de este trabajo (i) aumentan el conocimiento de todos los actores agrícolas (productores, extensionistas, mejoradores, etc.) sobre el comportamiento real de los cultivares en condiciones comerciales, y (ii) permiten a los productores mejorar sus decisiones sobre qué cultivar utilizar y cómo manejarlo.

La colaboración INTA, CIAT, FLAR, ACPA y el grupo CREA de Corrientes ha sido muy exitosa y allanó el camino para futuros trabajos con CREA u organizaciones similares.

BIBLIOGRAFÍA

- Cordano, E.; Eccel, E. (2001). RMAWGEN (R Multi-site Auto-regressive Weather GENerator): a package to generate daily time series from monthly mean values. Retrieved from <http://openpub.fmach.it/handle/10449/20817#.VN5noPmG-So>
- Jiménez, D., Cock, J., Jarvis, A., García, J., Satizábal, H. F., Damme, P. Van, ... Barreto-Sanz, M. A. (2011). Interpretation of commercial production information: A case study of lulo (*Solanum quitoense*), an under-researched Andean fruit. *Agricultural Systems*, 104(3), 258–270. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.10.004>
- World Meteorological Organization. (2011). *Guide to Climatological Practices WMO-No. 100*.

EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LAS DOSIS DE UREA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA VARIEDAD FORTUNA INTA

L.G. Herber; M. Churruarin¹; G.J. Luque¹; A. Collantes² y S.N. Maciel

Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: doble carolina; Oryza sativa; fertilización nitrogenada.

INTRODUCCIÓN

Fortuna INTA es una variedad de arroz largo ancho, cuya producción es indicada para pequeñas superficies donde puede manejarse como un “speciality”. Sobresale en el mercado por su diferencial de precio con respecto a los arroces largo fino, donde es apreciado por su exquisito sabor y tamaño. Es un material que tuvo su inscripción en el RNC en 1980 por la EEA Corrientes, tiene baja demanda de insumos, ciclo sensible a fotoperiodo y posee susceptibilidad a vuelco con altas dosis de N (Fontana et al., 2017). Después del K, el N es el nutriente que la planta de arroz más acumula. Este último es componente de la clorofila, aumenta el área foliar de la planta, la cual aumenta la eficiencia de interceptación de la radiación solar y la tasa fotosintética y, consecuentemente, la productividad de granos (Fageria et al., 2003). A su vez, el contenido proteico influye en el rendimiento en grano entero, la transparencia y la calidad nutricional, parámetros centrales en la comercialización (Hamaker, 1994). El quebrado de grano depende, además, de factores como la variedad, la biometría del grano, la existencia de panza blanca (Bhashyam et al., 1985), la aplicación de nitrógeno (Mengel & Leonard, 1977) y las

condiciones de cosecha (Ntanos et al., 1997).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes combinaciones de densidades de siembra y dosis de urea sobre el rendimiento del cultivo, altura de planta, calidad molinera y vuelco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2017/18 se realizó un ensayo en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes. Los suelos pertenecen a la Serie Treviño (Argiudol ácuico): franco fina, mixta. Presentan color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida, cuyos atributos químicos se encuentran descriptos en la tabla 1. La parcela sobre la que se sembró el ensayo venía de 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.

La siembra se realizó el día 2/11/2017 con una sembradora Semina, conformando parcelas de 9 m² (9 surcos * 0,20 m * 5 m). El material utilizado fue una variedad doble carolina, Fortuna INTA. Se estudiaron 15 tratamientos, los cuales surgen de la combinación de 3 densidades de siembra (90, 110 y 130 kg/ha de semilla) x 5 dosis de urea (0, 25, 50, 75 y 100 kg/ha). El diseño

¹ Pasante de grado. Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE.

² Ing. Agr. Ministerio de Producción de Corrientes.

experimental fue factorial con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANOVA y luego separación de medias por el test de Duncan ($p < 0,05$). La fecha de emergencia fue el 10/11/2017. La fertilización de base fue de 150 kg/ha de un formulado NPK 4-18-40 aplicados al voleo luego de la siembra (6/11/2017). La fertilización nitrogenada se realizó acorde a los tratamientos estudiados y fue aplicada en el estadio de 4 hojas (V4) el 28/11/2017, e inmediatamente después se inició el riego. La fecha de floración fue el 17/2/2018. Las mediciones realizadas fueron fenología, altura de planta, rendimiento expresado en kg/ha al 13% de humedad y porcentaje de vuelco a partir de una estimación visual de cada parcela. La cosecha del ensayo se realizó de forma manual el 27/3/2018. Las muestras fueron

procesadas en el secadero de laboratorio marca SATAKE, para uniformizar el contenido de humedad hasta un 14%. Luego fueron enviadas al laboratorio de Semillas y Calidad de granos, para el descascarillado con el molinillo de laboratorio SUZUKI (modelo MT- 2011, Suzuki S.A. Santa Cruz Do Rio Pardo- SP. Brasil), donde se evaluó la calidad industrial. Posteriormente los parámetros de calidad molinera para comercialización fueron analizados por medio del software estadístico de imágenes S21, que posee una tecnología nueva para la evaluación de calidad de granos elaborados. Este equipo cuenta con un software que permite obtener los datos de porcentaje de granos enteros, panza blanca, yesosos, manchados entre otros.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.

Profundidad Muestra	pH	MO (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (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).

RESULTADOS

i. Rendimiento

En la tabla 2 se presenta un resumen del rendimiento promedio (Media), mínimo (Min) y máximo (Máx) obtenido para cada tratamiento, así como el coeficiente de variación (CV). En el ensayo se obtuvieron valores de rendimientos medios que van desde los 3.898 a los 6.603 kg/ha con valores mínimos y máximos extremos de 3.538 y 6.603 kg/ha respectivamente; lo que muestra el potencial de la variedad. Con respecto al CV, el mismo 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 $CV \leq 15\%$; valores por encima indican que el

conjunto de datos es “heterogéneo” y por lo tanto su promedio no es representativo. En este ensayo, todos los CV se encuentran por debajo de ese valor.

El rendimiento del cultivo fue influenciado por la densidad de siembra, la dosis de urea aplicada y la interacción entre ambos parámetros. Los mayores valores de rendimiento fueron 6.302 y 6.493 kg/ha, los cuales se obtuvieron con una densidad de siembra de 110 y 130 kg semilla/ha combinadas con 100 kg/ha de urea con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 2. Medidas de resumen de la variable Rendimiento (kg/ha).

Densidad Kg/ha	Dosis urea Kg/ha	Media Kg/ha	CV %	Mín Kg/ha	Máx Kg/ha
90	0	4391	8,98	4008	4891
90	25	4377	4,82	4171	4592
90	50	5705	1,55	5590	5800
90	75	4541	1,91	4430	4619
90	100	5680	3,36	5510	5942
110	0	4505	4,66	4245	4745
110	25	5821	4,34	5463	6000
110	50	5031	3,07	4856	5185
110	75	3898	4,86	3726	4113
110	100	6302	1,96	6156	6458
130	0	4639	1,79	4587	4762
130	25	4018	12,1	3538	4690
130	50	5376	3,37	5150	5587
130	75	5622	4,54	5343	5883
130	100	6493	1,84	6373	6603

Tabla 3. Rendimiento del cultivo (kg/ha).

Densidad Kg/ha	Dosis urea Kg/hs	Media Kg/ha	
130	100	6493	A
110	100	6302	A
110	25	5821	B
90	50	5705	B
90	100	5680	B
130	75	5622	B
130	50	5376	B
110	50	5031	C
130	0	4639	D
90	75	4541	D
110	0	4505	D
90	0	4391	D
90	25	4377	D
130	25	4018	E
110	75	3898	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,0001$); CV 4,51 %.

ii. Calidad industrial

Tanto el porcentaje de grano entero como el rendimiento industrial mostraron respuesta significativa a la aplicación de

urea; resaltando la importancia de realizar esta práctica con respecto al tratamiento testigo. Se obtuvo un promedio de granos enteros de un 70 % y un 72 % para el rendimiento industrial (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de grano entero y rendimiento industrial promedio en función de la dosis de urea aplicada.

Dosis urea Kg/ha	% Entero	Rto. Industrial
100	70 A	72 A
75	70 A	72 A
50	70 A	72 A
25	70 A	72 A
0	68 B	70 B
p valor	< 0,0001	< 0,0001
CV %	0,96	0,81

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

iii. Altura de planta

La altura de planta resulto afectada solamente por la dosis de urea aplicada.

Los valores de altura promedio (4 repeticiones) se encontraron entre 1,40 a 1,60 m; sin diferencias significativas entre tratamientos fertilizados (Tabla 5).

Tabla 5. Altura de planta (cm) en función de las dosis de urea aplicadas.

Dosis urea Kg/ha	Media
25	1,46 A
100	1,46 A
75	1,46 A
50	1,44 A
0	1,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p = 0,03$); CV 2,76 %.

iv. Vuelco

En la tabla 6 se presenta un resumen de los datos de porcentaje de vuelco. El mismo no presento un patrón en función de

los tratamientos estudiados; sino que el mismo fue resultado de una ráfaga de viento que circulo en un sentido específico del ensayo. Esto hizo a su vez que los valores sean muy variables.

Tabla 6. Medidas de resumen de la variable vuelco (%).

Densidad Kg/ha	Dosis urea Kg/ha	Media %	CV %	Mín %	Máx %
90	0	15	128	0	40
90	25	8	86	0	15
90	50	29	132	0	80
90	75	4	128	0	10
90	100	23	117	0	60
110	0	13	120	0	30
110	25	34	95	0	70
110	50	38	120	0	90
110	75	38	83	10	80
110	100	50	71	0	80
130	0	6	120	0	15
130	25	35	115	0	70
130	50	48	93	0	90
130	75	38	110	0	90
130	100	36	112	5	90

Coefficiente de variación (CV), Valores mínimos (Mín), Valores máximos (Máx).

v. Calidad para comercialización

Los resultados obtenidos, luego del procesamiento de las muestras por medio del Analizador estadístico por imágenes S21, dan como resultado muy bajos porcentajes de granos panza blanca,

granos yesados y manchados; además de un buen rendimiento industrial (71,93%) (Maciel y Herber, 2018). En la tabla 7 se presentan las designaciones de calidad según presenten las siguientes porcentualidades máximas de defecto en peso, normado en el CAA.

Tabla 7. Porcentaje de defectos para calidad del grano de arroz.

Granos defectuosos	Calidad 00000	Calidad 0000	2° Calidad
Colorado o con estrías rojas	5	10	15
Yesados	2	4	6
Manchados o coloreados	1	4	6
Panza blanca	4	7	10,5
Partidos o Fragmentados	15	25	37,5
Picados	0	1	1,5

De acuerdo a las Normas de calidad establecidas por SENASA para ser aplicadas en la comercialización del arroz

cáscara, las muestras de la variedad Fortuna evaluadas cumplen con las exigencias establecidas, ya que presentan

un porcentaje en granos enteros superior al 54% de acuerdo al tipo de grano, y un rendimiento superior al 68% fijado por la misma normativa.

La evaluación por imágenes dio como resultado un material libre de materia extraña de granos manchados o rojos; y con un porcentaje en granos yesosos muy inferior al 0,25% regulado. En relación al porcentaje de granos panza blanca, la variedad Fortuna, queda sujeta a una tolerancia de recibo por su contenido de panza blanca entre 1 y 5% (Maciel y Herber, 2018).

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados presentados en este trabajo permiten observar la respuesta de la variedad Fortuna INTA al manejo. Los mayores valores de rendimiento se obtuvieron con densidades de siembra entre 110 y 130 kg/ha de semilla combinados con 100 kg/ha¹ de urea en IR. A su vez, esta dosis de fertilizante nitrogenado permitió obtener un 70% de grano entero y 72% de rendimiento industrial.

A partir de los parámetros de calidad obtenidos, se continuará trabajando en las próximas campañas para evaluar la

correspondencia de la dosis con la calidad del grano (Maciel y Herber, 2018).

BIBLIOGRAFÍA

- Bhashyman M. K., T. Srinivas and T. A. Khan. 1985. Evaluation of grain chalkiness in rice. *Rice Journal* v.88 (7) 5, p.13-16.
- Fageria N. K.; A. Baêta dos Santos e L. F. Stone. 2003. Manejo de Nitrogênio em Arroz Irrigado. Circular Técnica N° 58, EMBRAPA. ISSN 1678-9636.
- Fontana, M. L.; L. Herber; D. Kruger; S. Olmos y M. I. Pachecoy. 2017. FORTUNA INTA: Revalorizando nuestro arroz. Boletín Técnico. INTA Ediciones. <https://inta.gob.ar/documentos/boletin-arroz-fortuna-corrientes>
- Hamaker R. B. 1994. The influence of rice protein on rice quality. In: *Rice science and technology*. Edited by Wayne Marshall.
- Maciel S. N. y L. G. Herber. 2018. Evaluación de la calidad molinera de arroz Fortuna INTA mediante el analizador estadístico de imágenes S21. Proyecto Arroz. Campaña 2017-2018. Volumen XXVI. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2018. Págs. 43-54.
- Mengel, D. B. and W. J. Leonard. 1977. Rice fertilization. 69 th Annual Progress Report. Louisiana State University Rice Experimental Station, p.13-34.
- Ntanos D. A.; N. Phillippou; S. Hadjisawa-Zinoviadi. 1997. Effect of rice harvest time and grain moisture on milling yield and grain breakage. *Agricultural Med.*127, p.23-28.

EVALUACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA E IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA VARIEDAD TRANQUILO FL INTA

L.G. Herber; S.N. Maciel; M. Churruarin¹ y G.J. Luque¹

Email: herber.luciana@inta.gob.ar

Palabras clave: calidad molinera; rendimiento; S21.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de comercialización es necesario considerar las exigencias específicas de los diversos segmentos envueltos en el proceso productivo y comercial del arroz, en cuanto al rendimiento y calidad molinera. La legislación argentina aplica una base de comercialización arroz cáscara con un 68% de rendimiento industrial constituido por una base de 56% de grano entero (SENASA, 1994). Estas exigencias están relacionadas con las características genéticas de cada cultivar, condiciones climáticas y prácticas culturales durante el desarrollo, maduración y cosecha del grano (Bhattacharya, 1980).

Cosechas realizadas con alto tenor de humedad favorecen la cantidad de granos mal formados, yesosos e inmaduros (Marchezan, 1991), granos débiles con mayores posibilidades de quebrar en molino, pérdida de alto número de granos por quedar retenidos en las panojas a cosecha; a la vez que requieren un secado inmediato para evitar su fermentación (Ferreira da Silva Binotti et al., 2007). Por el contrario, cosechas tardías favorecen el quebrado por exposición a las condiciones de la intemperie (Marchezan, 1991), el desgrane natural, vuelco de plantas y ataque de insectos (Ferreira da Silva Binotti et al., 2007).

Otro factor capaz de influir sobre la calidad industrial de los granos de arroz es el manejo de la fertilización nitrogenada, habiendo diferentes opiniones sobre el peso que tiene la misma.

Este trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de la fertilización y diferentes fechas de cosecha sobre el rendimiento del cultivo y calidad molinera de la variedad Tranquilo FL INTA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron realizados durante la campaña 2017/18 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), 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 26/09/2017 con una sembradora Semina, resultando en un tamaño de parcelas de 9 m² (9 surcos * 0,20 m * 5 m). El material utilizado fue

¹ Pasante de grado. Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE.

Tranquilo FL INTA sembrado a una densidad de 95 Kg/ha. La fecha de emergencia fue el 06/10/2017. El diseño experimental fue factorial con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANOVA y luego separación de medias por el test de Duncan ($p < 0,05$).

Los tratamientos se constituyeron a partir de la combinación de 5 dosis de urea (150, 200, 250, 300 y 350 kg/ha) y 4 fechas de cosecha (131, 138, 145 y 152 días desde emergencia –DDE-).

La fertilización de base fue de 300 kg/ha de un formulado NPK 6-16-40 aplicados al voleo luego de la siembra. La fertilización nitrogenada se realizó acorde a los tratamientos, aplicada sobre el cultivo en el estadio de 4 hojas (V4) el 25/10/2017, e inmediatamente se inició el riego.

La cosecha del ensayo se realizó de forma manual los días 14/02/2018 (131 DDE, Humedad de cosecha promedio: $31,62\% \pm 0,78$); 21/02/2018 (138 DDE, Humedad de cosecha promedio: $28,53\% \pm 0,50$);

28/02/2018 (145 DDE, Humedad de cosecha promedio: $27,71\% \pm 0,45$); 07/03/2018 (152 DDE, Humedad de cosecha promedio: $23,86\% \pm 0,65$).

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 con el molinillo de laboratorio SUZUKI (modelo MT- 2011, Suzuki S.A. Santa Cruz Do Rio Pardo- SP. Brasil).

Posteriormente los parámetros de calidad molinera para comercialización fueron evaluados con el analizador estadístico de imágenes S21, que posee una tecnología nueva para la evaluación de calidad de granos elaborados. Este equipo cuenta con un software estadístico que permite obtener los datos de porcentaje de granos enteros, panza blanca, yesosos y manchados, entre otros.

Tabla 1. Valores de materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el sitio del ensayo.

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

RESULTADOS

i. Rendimiento

El rendimiento del cultivo fue influenciado tanto por la fecha de cosecha, la dosis de urea aplicada y la interacción entre ambos parámetros (Tabla 2). Los mayores valores de rendimiento se obtuvieron cosechando el arroz a los 145 DDE con dosis de urea de 200 y 350 kg/ha aplicadas en pre riego con un promedio de 13.951 kg/ha.

ii. Calidad industrial

a. % Entero

Con respecto al porcentaje de grano

entero obtenido, el mismo resultado influenciado por los mismos parámetros citados anteriormente. Este material presentó valores de grano entero entre 62 y 64 %, los cuales fueron logrados en un rango amplio de fecha de cosecha y dosis de urea aplicada. La combinación óptima de las mismas, se da con fechas de cosecha de 131 DDE (200 kg/ha urea), 138 DDE (todas las dosis de urea) y 152 DDE (todas las dosis de urea) (Tabla 3).

Tabla 2. Rendimiento (kg/ha). Test de Duncan para la interacción fecha de cosecha*dosis de urea aplicada.

DDE	Dosis urea - Kg/ha	Media - Kg/ha	
145	200	13965	A
145	350	13938	A
145	300	12404	B
152	350	12341	B
145	150	12268	B C
152	200	11932	B C D
145	250	11796	B C D
152	300	11751	B C D
152	150	11414	C D E
152	250	11277	D E
138	300	10746	E F
138	200	10686	E F
138	350	10657	E F
138	150	10580	E F
131	250	10354	F G
131	350	10271	F G
138	250	10070	F G
131	200	9692	G
131	300	9676	G
131	150	9476	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0008$); CV 4,9%.

Tabla 3. % de grano entero. Test de Duncan para la interacción fecha de cosecha*dosis de urea.

DDE	Dosis urea - Kg/ha	Media - Kg/ha	
138	150	64,0	A
145	150	63,9	A
152	200	63,8	A
152	300	63,5	A
152	250	63,5	A
145	250	63,4	A
152	150	63,3	A
145	350	63,2	A
145	300	63,2	A
145	200	63,2	A
138	200	63,2	A
138	250	63,1	A B
152	350	62,9	A B
131	200	62,7	A B C
138	350	62,4	A B C
138	300	62,3	A B C
131	150	61,5	B C D
131	300	61,2	C D
131	250	60,3	D
131	350	57,1	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0002$); CV 1,62%.

b. Rendimiento industrial

Con respecto al rendimiento industrial, el mismo resultado influenciado solamente por la fecha de cosecha, sin tener efecto significativo sobre el mismo la dosis

de urea aplicada, o la interacción entre ambos parámetros. Las fechas de cosecha óptimas se corresponden con los mayores porcentajes de grano entero (entre 131 y 145 DDE) (Tabla 4).

Tabla 4. Rendimiento industrial (%) en función de la fecha de cosecha.

DDE	Media	
138	68,2	A
131	68,2	A
145	68,0	A
152	67,4	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0025$); CV 1,11%.

iii. Calidad molinera

En general, la calidad de un producto se define por el conjunto de atributos que lo caracterizan y que determinan el grado de aceptación del comprador. En el caso del arroz el control de calidad en el mercado debe empezar con la selección de las variedades a cultivar, que, junto con un manejo cuidadoso, asegurarán una buena calidad del producto final. Por ello, es necesario conocer cuáles son las características de una variedad en aquellos atributos que determinan su calidad (León y Carreres, 2002).

Es necesario tener en cuenta que el proceso de llenado o carga del grano es muy delicado y cualquier factor ambiental adverso, principalmente las altas temperaturas, interfiere en la distribución del almidón dentro del grano y por ende en la formación del centro blanco (Juliano y Bechtel; 1985). A partir de la metodología aplicada para evaluar la calidad molinera, se obtuvieron los parámetros de calidad, para la variedad Tranquilo FL INTA, según las normas impuestas por SENASA (Res. 1075/94), para la comercialización del arroz cáscara en el Mercado Interno, Exportación e Importación.

a. Panza blanca

Se entiende por granos panza blanca:

aquellos que presentan una mitad o más del grano con una mancha almidonosa y se acepta como máximo un contenido del cinco por ciento (5%). (SENASA, Res. 1075/94). Con respecto al porcentaje de granos panza blanca, este se ve influenciado tanto por la dosis de urea como los DDE. Los menores porcentajes (entre 1,13 y 3,25) se observan en la tabla 5 a los 131 DDE (150, 300 y 350 kg/ha urea), 138 DDE (150 kg/ha urea), 145 DDE (200 y 250 kg/ha urea) y 152 DDE (150 kg/ha urea).

b. Yesosos

Se entiende por Granos enyesados o yesosos: aquellos que presentan toda su superficie opaca y se acepta como máximo un contenido del uno por ciento (1%). (SENASA, Res. 1075/94). Con respecto al porcentaje de granos yesosos, como se observa en la tabla 6, hay un notable aumento de granos yesados a los 152 DDE, elevando significativamente su porcentaje (mayor al 1%), con respecto a las fechas anteriores de cosecha, como a las menores dosis de urea. Es un dato significativo, sobre todo en la demora de la cosecha lo que conlleva a un deterioro en la calidad del grano.

Tabla 5. Porcentaje de granos panza blanca para la interacción fecha de cosecha*dosis de urea.

Dosis urea - Kg/ha	DDE	Media			
350	131	1,13	A		
300	131	1,99	A	B	
250	145	2,07	A	B	
150	152	2,18	A	B	
150	131	2,55	A	B	
150	138	2,75	A	B	
150	145	2,83	A	B	
200	145	3,20	A	B	
350	145	3,25	A	B	
300	145	3,36	A	B	
200	152	3,36	A	B	
200	131	3,53	A	B	
350	138	3,81	A	B	
300	138	3,89	A	B	
250	131	4,37	A	B	C
200	138	4,87		B	C
250	152	5,14		B	C
250	138	5,23		B	C
300	152	7,60		C	D
350	152	9,43			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0026$); CV 54,05%.

Tabla 6. Porcentaje de granos yesosos en función de la fecha de cosecha.

Dosis urea - Kg/ha	DDE	Media		
150	131	0,23	A	
300	131	0,25	A	
350	131	0,27	A	
150	152	0,40	A	
250	145	0,41	A	
200	131	0,43	A	
150	145	0,50	A	
350	145	0,50	A	
150	138	0,51	A	
300	138	0,54	A	
200	145	0,54	A	
350	138	0,61	A	
200	138	0,66	A	
300	145	0,67	A	
250	131	0,70	A	
250	138	0,71	A	
200	152	0,74	A	
250	152	0,87	A	
300	152	1,53		B
350	152	2,15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,0074$); CV 70,31%.

CONSIDERACIONES FINALES

En base al objetivo planteado, los resultados del trabajo muestran que la mejor combinación de fecha cosecha y dosis de urea se da a los 145 DDE y 200 kg/ha de urea respectivamente (300 kg/ha de fertilizante de base). Esto permite alcanzar rendimientos en grano de 13.965 kg/h, niveles de calidad industrial de 63,2% de grano entero y 68% de rendimiento industrial y a su vez logra los menores valores de grano yesoso (0,52%) y panza blanca (3,2%).

BIBLIOGRAFÍA

- Bhattacharya, K. R. 1980. Breakage of rice during milling: a review. *Tropical Science*, London, v. 22, n. 2, p. 225-276.
- Ferreira da Silva Binotti, F. O. Arf, F. A. Fernandes e M. E. de Sá. 2007. Momento de colheita e períodos de armazenamento omento no rendimento industrial e na qualidade fisiológica do arroz de terras altas. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 29, n. 2, p. 219-226.
- León. J.L. y R. Carreres, 2002. Calidad del arroz: criterios para una adecuada valoración. *Vida Rural* 145:38-40
- Marchezan, E. 1991. Grãos inteiros em arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 44, n. 398, p. 3-8.
- Sánchez Díaz y Meneses Rodríguez: "Parámetros que influyen en la calidad industrial del arroz cosechado en el municipio La Sierpe" en *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, N° 163, 2012. Texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/>
- 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).

DESARROLLO Y PARTICIÓN DE BIOMASA EN SORGOS SILEROS Y GRANÍFEROS

M. Ortiz¹; C. Fernández López; L. Gándara; M.M. Pereira y S.E. Olmos

Email: olmos.sofia@inta.gob.ar

Palabras clave: biomasa; incremento en altura; momento de floración; tasa de aparición de hojas.

INTRODUCCIÓN

Los principales factores del ambiente que modifican el desarrollo y crecimiento del cultivo son la temperatura y el fotoperiodo. A nivel genético existen genes que regulan la respuesta al fotoperiodo de los tiempos a floración, la altura, la producción de biomasa vegetativa y reproductiva generando variabilidad fenotípica en cuanto a desarrollo, crecimiento y participación de biomasa que condicionan la calidad forrajera y la productividad de los híbridos de sorgo.

El objetivo de este trabajo fue estudiar comparativamente el desarrollo (tasa de aparición de hojas expandidas y de altura, días a floración) y partición de biomasa vegetativa y reproductiva en dos híbridos de sorgos sileros: ACA730 (sudán-fosensitivo) y Silero-Inta-Pemán (fotoinsensitivo) y en dos sorgos graníferos: TOB60 T y TOB62T sembrados en INTA Corrientes el 25/01/2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo sobre la Red de Sorgo de INTA Corrientes ciclo agrícola 2018/19. El muestreo se analizó bajo un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron de parcelas de 4 surcos de 0,4 x 4 m.

Se evaluaron cuatro híbridos: ACA730

(sudán-fostosensitivo), Silero-Inta-Pemán "Silero INTA" (fotoinsensitivo), TOB60T (granífero), TOB62T (granífero).

Las densidades de siembra fueron: 206.667 (ACA730), 240.000 (Silero INTA) y 200.000 (graníferos) plantas/ha.

Se seleccionaron 10 plantas por parcela para hacer el seguimiento de desarrollo. El momento de floración se expresó en días desde el momento de la siembra. Se registró semanalmente: i) aparición de punta de hojas (número total de hojas), ii) hoja totalmente expandida, iii) floración, iv) altura de planta desde la base del suelo hasta la intersección de las dos últimas hojas anteriores de la hoja bandera. En el caso de estado embuchado y panoja emergida, la altura se consideró hasta inserción de hoja bandera.

En cuatro momentos del ciclo (21, 34, 60, 88 días después de la siembra, DDS) se realizaron cortes, simultáneos en todos los híbridos, de tres plantas por parcela para estimar contenido de materia seca en órganos vegetativos (lámina, vaina, tallo) y en reproductivos (panoja más raquis). Para ello, las plantas fueron secadas en estufa a 65 °C hasta peso constante. Los datos se expresaron en peso de material seca por planta.

Las fechas de corte de 60 DDS correspondieron al estado de embuchado para graníferos, mientras que a los 88 DDS fue de embuchado para ACA730 y de

¹ Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE.

llenado de granos para graníferos y Silero INTA. Las fechas de floración fueron: ACA730 (25/04/19), Silero INTA (15/04/19), TOB60T (10/04/19) y TOB62T (03/04/19).

Los datos se analizaron con estadística descriptiva, ANOVA y comparación de

medias con LSD Fisher donde para una variable, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Se utilizó el Software INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2016).

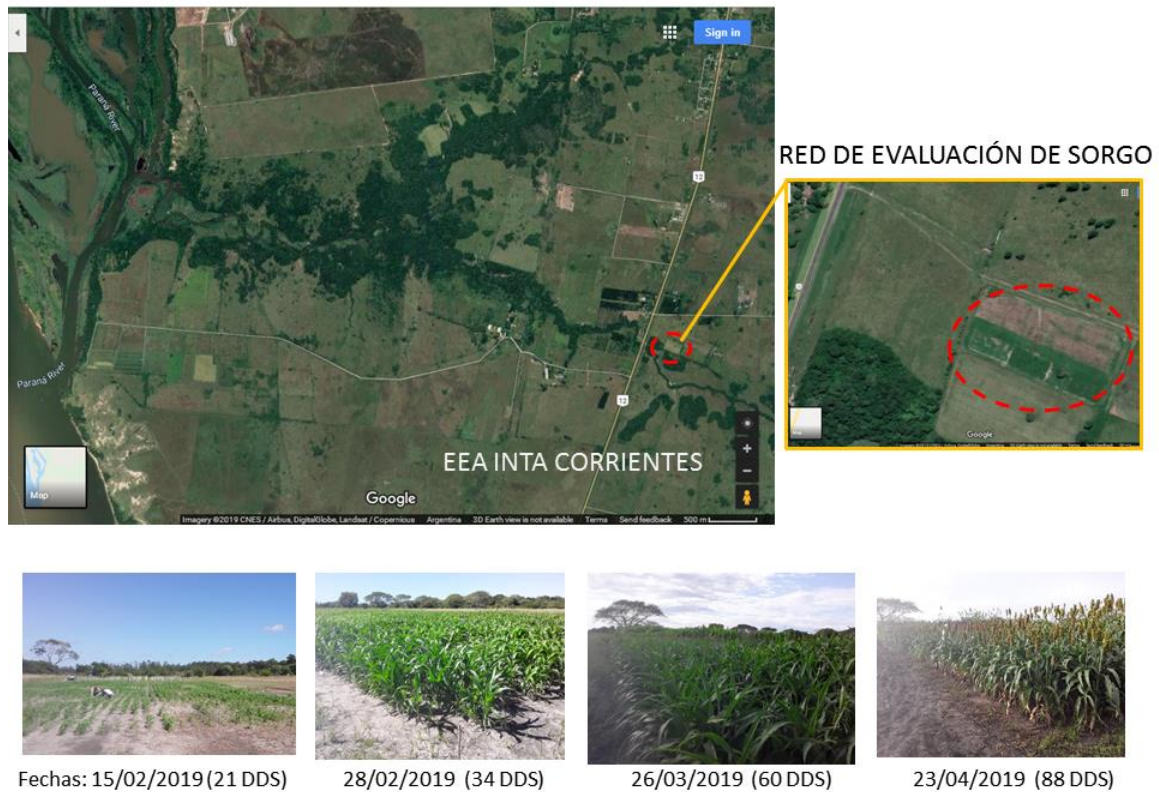


Figura 1. Vista superior de imagen satelital Landsat (Fecha: 13/03/19) donde se detalla la ubicación de la EEA INTA Corrientes y el sitio de la red de evaluación de sorgo. Vista inferior con fotografías del estado del cultivo en las fechas de corte de biomasa.

RESULTADOS

El ANOVA resultó altamente significativo ($p < 0,01$) para la interacción Híbrido*Fecha de corte en el caso de las variables altura, número total de hojas, materia seca en lámina, tallo y panoja con raquis, mientras que Híbrido*Fecha de corte resultó no significativa para materia seca en vaina, panoja con raquis, y biomasa total (Tabla 1). En el caso de materia seca en vaina, el efecto de Híbridos fue significativo mientras que Fecha de corte fue altamente significativo. Para biomasa en tallo y

biomasa total, no hubo diferencias entre Híbridos, pero sí entre Fechas de corte.

En cuanto a altura de plantas (Figura 2) y números de hojas totales (Figura 3), solo se encontraron diferencias a partir de los 60 DDS. Tanto en 60 como a 88 DDS, la mayor altura se logró con ACA730 seguido de Silero INTA. En cambio, para 60 y 88 DDS el número de hojas (Figura 2) resultó diferente solo entre ACA730 y Silero INTA: 17 vs.18 y 22 vs.19 para 60 y 88 DDS, respectivamente.

Tabla 1. Resultado de ANOVA para los factores: Híbridos (ACA730, Silero INTA, TOB60T, TOB62T), Fecha de corte (21, 34, 60 y 88 DDS) y su interacción, sobre variables de planta: altura, número de hojas, materia seca en las fracciones lámina, vaina, tallo, panoja con raquis y biomasa total. * p -valor de factores principales y su interacción.

FACTORES	Altura	N° hojas	Lámina	Vaina	Tallo	Panoja + raquis	Biomasa total
ACA730_21	17.6	8.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.9
SileroINTA_21	17.7	8.5	0.7	0.3	0.0	0.0	1.0
Tob60T_21	18.0	8.9	0.9	0.4	0.1	0.0	1.3
Tob62T_21	16.2	8.5	0.9	0.4	0.1	0.0	1.3
ACA730_34	52.1	12.8	2.6	6.3	0.8	0.0	9.7
SileroINTA_34	52.1	12.8	2.3	5.0	0.7	0.0	8.1
Tob60T_34	52.6	13.1	2.0	4.8	0.6	0.0	7.3
Tob62T_34	44.4	12.5	2.8	6.4	0.8	0.0	10.0
ACA730_60	154.3	16.5	14.8	8.2	17.5	0.0	40.5
SileroINTA_60	125.1	17.6	15.1	6.1	30.9	0.0	52.1
Tob60T_60	76.3	19.0	21.5	13.8	38.3	1.3	74.9
Tob62T_60	80.3	18.2	13.0	8.4	24.5	1.3	47.9
ACA730_88	254.0	21.1	24.6	14.5	50.6	6.4	96.1
SileroINTA_88	184.3	19.0	15.6	9.7	29.6	13.2	68.1
Tob60T_88	93.1	19.0	20.9	14.7	22.6	32.8	91.0
Tob62T_88	101.7	18.2	18.1	13.0	19.4	42.6	93.1
ANOVA							
Híbridos	<0.0001*	0.1348	0.0044	0.0168	0.0975	<0.0001	0.1486
Fechas de corte	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Híbrido*Fecha de corte	<0.0001	0.0002	0.0165	0.1325	0.0047	<0.0001	0.1688

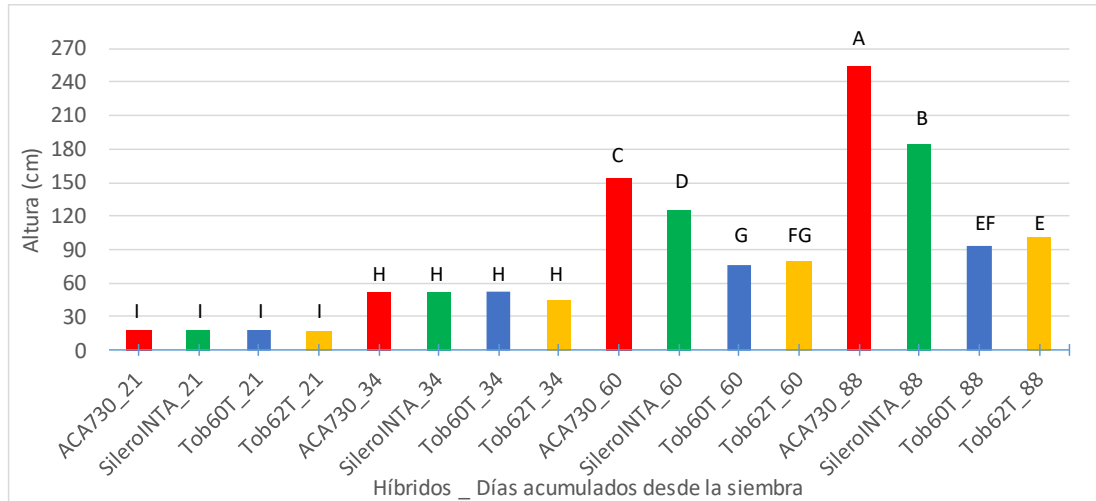


Figura 2. Variación de altura en función de los Híbridos y Fechas de corte.

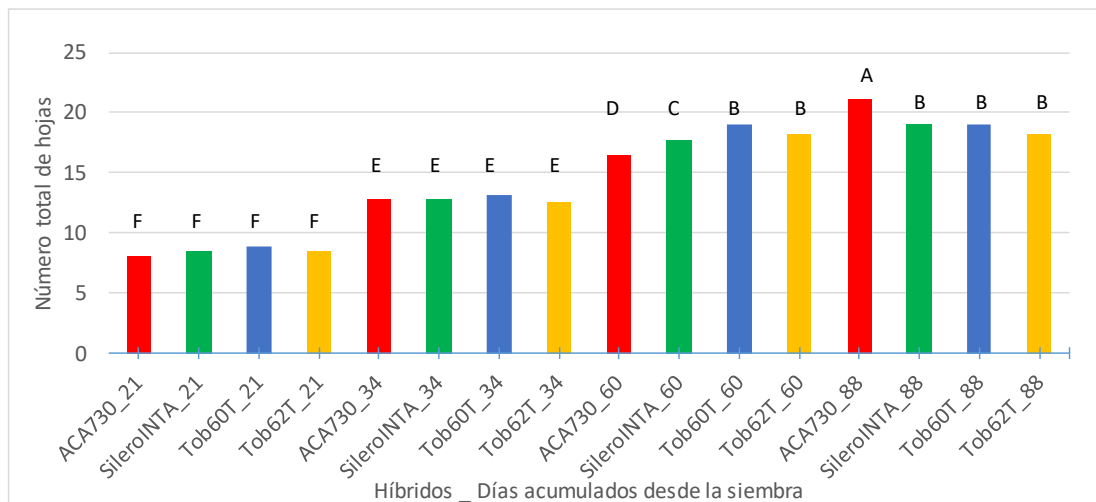


Figura 3. Variación del número total de hojas en función de los Híbridos y Fechas de corte.

La materia seca total por planta fue significativamente diferente a partir de los 60 DDS (Figura 4), lográndose a los 88 DDS un 64% más de materia seca que a 60 DDS.

La partición de materia seca en las cuatro fracciones analizadas (lámina, vaina, tallo y panoja con raquis) se diferenció a partir de los 60 DDS en función al desarrollo de los híbridos (Figura 5).

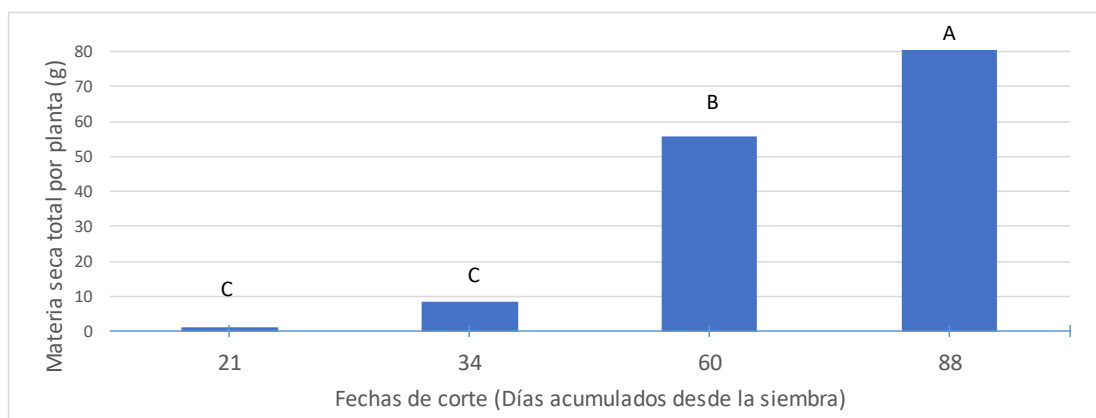


Figura 4. Variación de la biomasa total por planta en función de Fechas de corte.

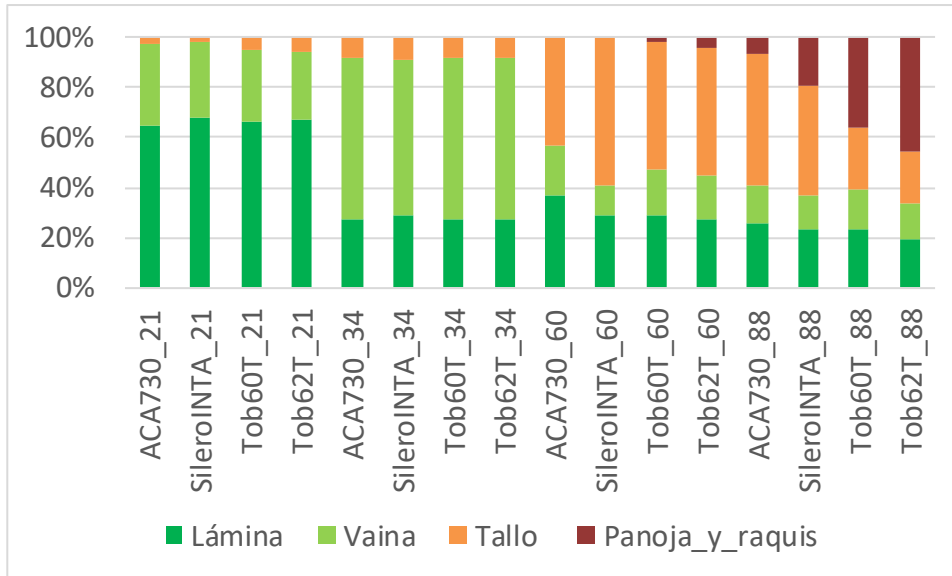


Figura 5. Partición de biomasa en plantas (%) en las cuatro fracciones de órganos en función de Híbridos y Fechas de corte.

Teniendo en cuenta solo las fracciones que fueron significativas (Tabla 1), vemos que el aporte de vainas fue similar entre híbridos excepto para Silero INTA que aportó 33% menos que el resto (Figura 6). El aporte de vaina fue aumentando con los DDS (Figura 7). En 88 DDS se logró 72% más de materia seca en vainas que a los 60 DDS.

El aporte de hojas y tallos se diferenció a los 60 DDS (Figura 8). A los 60 DDS, ACA730, Silero INTA y TOB62T tuvieron similar aporte de hojas, mientras que TOB60T fue superior. A los 88 DDS,

ACA730 tuvo mayor materia seca en hoja que Silero INTA y TOB62T. El aporte de tallo fue similar y superior en TOB60T y ACA730 a los 60 y 88 DDS, respectivamente. En cambio, Silero INTA y TOB62T tuvieron similar aporte de tallos a 60 DDS como a 88 DDS.

La fracción de panoja con raquis (Figura 9), fue diferente entre híbridos y fechas recién a los 88 DDS, donde TOB62T acumuló materia seca un 23% superior a TOB60T mientras que el aporte de panoja de Silero INTA fue de un 100 % mayor que ACA730.

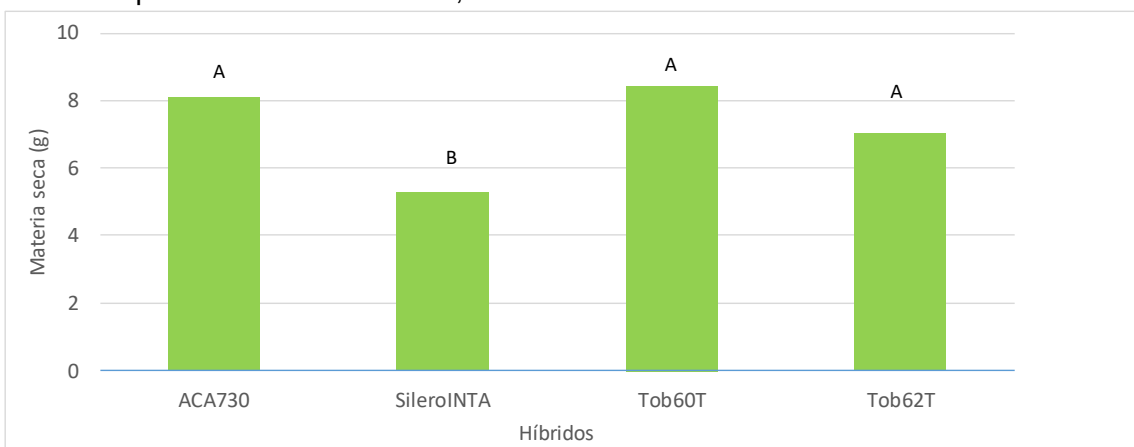


Figura 6. Variación de la biomasa por planta de la fracción vaina en función de los Híbridos.

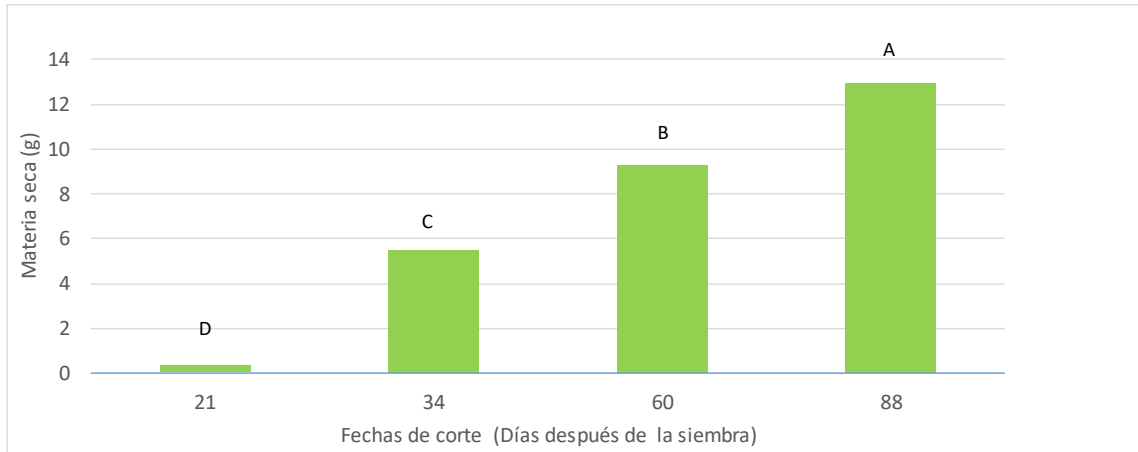


Figura 7. Variación de la biomasa por planta de la fracción vaina en función de Fecha de Corte

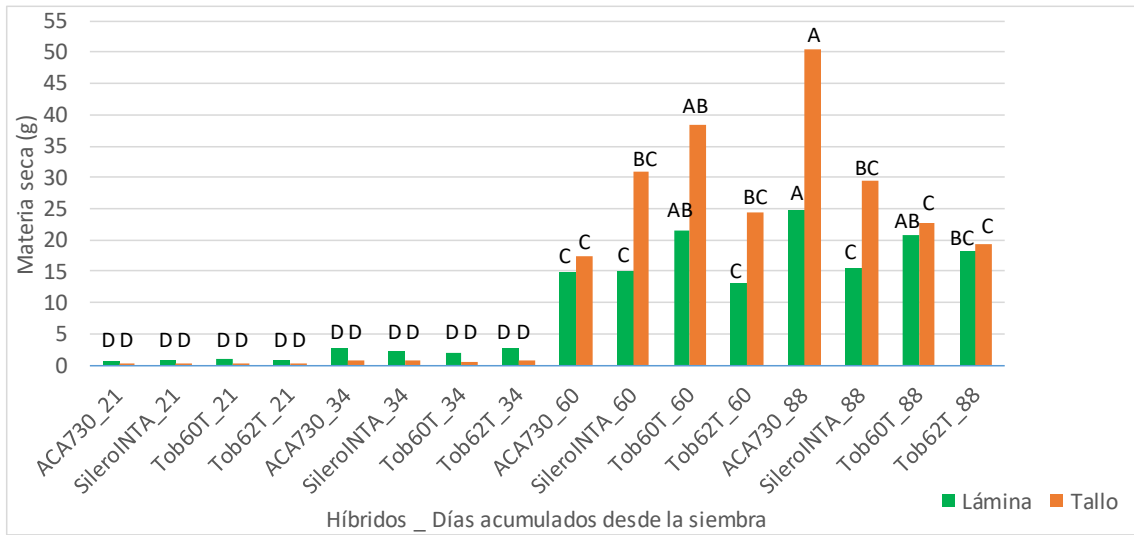


Figura 8. Variación de la biomasa por planta de las fracciones lámina y tallo en función de los Híbridos y Fechas de corte.

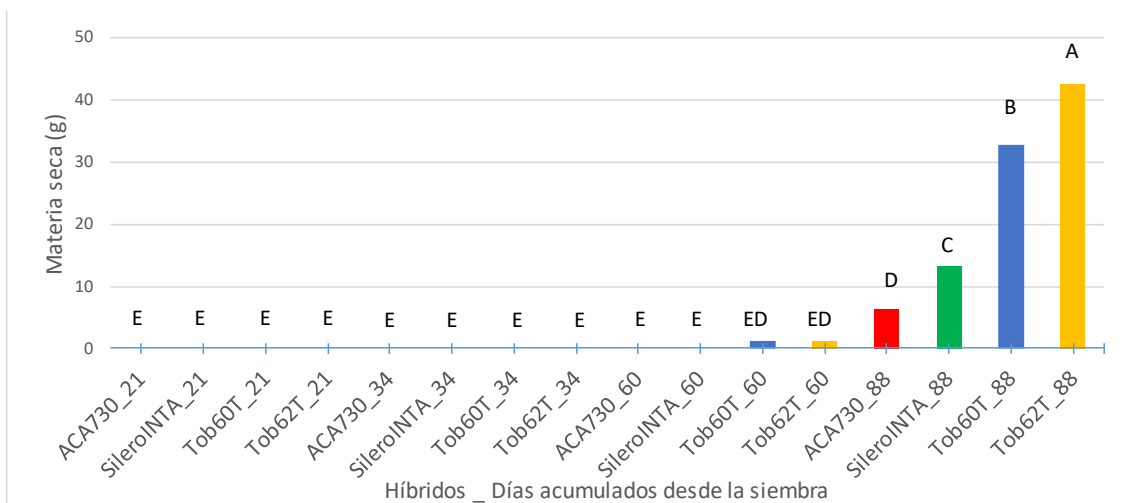


Figura 9. Variación de la biomasa en la fracción panojas en función de los Híbridos y Fecha de Corte.

CONSIDERACIONES FINALES

Se observó un activo crecimiento del cultivo por las altas precipitaciones ocurridas durante el verano registrándose solo en enero, una precipitación mensual de 552 mm.

Las fechas de floración de los híbridos tendieron a aproximarse debido a la siembra tardía. Aun así, se observó que ACA 730 tuvo una respuesta al fotoperiodo presumiblemente cualitativa con una demora para el momento de floración. La floración ocurrió el 25 de abril de 2019 correspondiente a un fotoperiodo de 12 horas, emitiéndose 22 hojas totales y una altura de 2,5 m hasta la inserción de hoja bandera.

Los híbridos produjeron similar contenido de materia seca por planta, aunque la partición de la misma fue diferente.

A los 88 DDS, el aporte de tallo y hojas fue mayor en ACA730 en contraposición al mayor aporte de panoja con raquis de Silero INTA con un desarrollo más avanzado, pudiendo condicionar así la calidad de la materia seca producida con fines forrajeros.

En cuanto a los fines graníferos, TOB62T a los 88 DDS, con un ciclo ligeramente menor que TOB60T, aportó mayor

contenido de materia seca en panoja que TOB60T.

BIBLIOGRAFÍA

- Billordo, S.B.; Dorneles, M.E.; Fernandez López, C.; Gándara, L.; Pereira, M.M.; Olmos, S.E. (2018) Desarrollo, crecimiento y arquitectura de planta en sorgos sileros y graníferos. Proyecto Arroz INTA Corrientes 2017/18. Material Didáctico Sistematizado. ISSN 0327-4209: 133-138.
- Clerget, B., Dingkuhn, M., Gozé, E., Rattunde, H.F.W., Ney, B. (2008) Variability of Phyllochron, Plastochron and Rate of Increase in Height in Photoperiod-sensitive Sorghum Varieties. *Annals of botany* 101: 579-594.
- House, L.R. (1985). A guide to sorghum breeding second edition ICRISAT. India. 212.
- Olmos, S.E.; Deninotti J.; Geremia N.; Vallejos, F. (2015) Estudios previos para la selección asistida por marcadores de la respuesta al fotoperiodo en sorgo. X Simposio Nacional de Biotecnología REDBIO Argentina, San Miguel de Tucumán, del 2 al 4 de septiembre 2015.
- Pereira, M.M.; Gándara, L.; Saldaño, F.; Buratovich, L. (2018) Evaluación del rendimiento de sorgo para silo en diferentes ambientes agroecológicos- ciclo agrícola 2017/18. Proyecto Arroz INTA Corrientes 2017/18. Material Didáctico Sistematizado. ISSN 0327-4209: 139-14.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS – CAMPAÑA 2018/19

M.M. Pereira; L. Gándara; M. Almirón; M.A. Gómez; A. Silva y L. Fedenchuck¹

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: cultivos de secano; rotaciones; variedades.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es el quinto cereal en importancia a nivel mundial, luego del maíz, el trigo, el arroz y la cebada. Sus características agronómicas particulares llevaron a un aumento del área de cultivo en los últimos años, ya que puede incluirse en las rotaciones y resultar beneficioso para el suelo. Además, puede ser un buen reemplazo del maíz en la dieta nutritiva, sobre todo en zonas o períodos de sequía, debido a que es más eficiente en la utilización del agua. En Argentina, la producción de sorgo se concentra en la región pampeana, destacándose las zonas de Santa Fe y Córdoba como las que mejores aptitudes tienen para su siembra. Los usos del sorgo son múltiples y dependen de su genética, además de la utilización para la alimentación animal, puede recurrirse a él para consumo humano. Esta gramínea de origen tropical, adaptada a través del mejoramiento genético a una gran diversidad de ambientes, también posee otras propiedades como insumo para la producción de papel, adhesivos, refinamiento de minerales y elaboración de embutidos, entre otros usos industriales. La inclusión de gramíneas en las rotaciones favorece el aporte de carbono e impacta positivamente en la estructura y porosidad de los suelos. El sorgo, como

cultivo, aporta abundante rastrojo, el cual genera una buena cobertura de suelo de gran perdurabilidad. Esto mejora el balance de carbono y las propiedades químicas, físicas y biológicas asociadas a la materia orgánica y hace más eficiente el aprovechamiento del agua.

El sorgo granífero ha evolucionado en su mejoramiento genético lo que lo convierte en un material de alta calidad agronómica y óptimo valor nutricional para atender las necesidades forrajeras tanto en la producción de carne como de leche.

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: 25 de enero 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 15 materiales de sorgo granífero. 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

¹ Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE.

largo.

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 (Figura 1).

Control de plagas: No se realizaron.

Variables medidas:

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

Cosecha: Las evaluaciones de rendimiento 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 el 14,5% de humedad.

Análisis estadístico: 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

Características climáticas

El ciclo de producción se caracterizó por presentar abundantes precipitaciones al inicio y fin del desarrollo y crecimiento del cultivo y por temperatura medias mensuales parecidas a las históricas. Durante el período comprendido entre la siembra (25/01/19) y cosecha (14/05/2019) se registraron 477 mm. En el período

crítico del cultivo (10-R1 +20 días) se registraron 81 mm. La temperatura promedio fue de 23°C.

Comportamiento productivo

La densidad promedio de plantas logradas a cosecha fue de 178.810 pl/ha.

La floración (Figura 2) comenzó el 21 de marzo (PS 55) y se extendió hasta el 10 de abril (Nugrain 440 T, ACA 563, Takuri, Ciclón, Wichi 70R, ACA Exp. GR 141, Spring T60) (Tabla 1).

El rendimiento promedio de grano fue de 6.238 kg/ha con un máximo valor de 9.057 kg/ha (PS55) y un mínimo de 1.620 kg/ha (Nugrain 300). 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 PS55.



Figura 1. Momento de la fertilización con urea.



Figura 2. Vista del cultivo en floración.

Tabla 1. Comportamiento productivo de los cultivares de sorgo para grano. EEA Corrientes - Campaña 2018/19.

Cultivar	Empresa	Fecha de floración	Altura (cm)	Densidad N°pl/ha	Grano (kg/ha)
PS 55	Peman	21-Mar	153	186.667	9057
Nugrain 440 T	Nussed	10-Abr	187	153.333	8292
ACA 563	ACA	10-Abr	160	171.667	8080
Ciclon	Picasso	10-Abr	177	180.000	7907
Takuri	Peman	10-Abr	200	196.667	7845
Pilaga 71M	San Pedro	05-Abr	163	171.667	7096
Summer II	Nussed	05-Abr	148	196.667	6942
Jowar Food II	Nussed	05-Abr	173	163.333	6500*
Wichi 70R	San Pedro	10-Abr	162	188.333	5944
Nugrain 441 IG	Nussed	26-Mar	155	176.667	5309
ACA Exp. GR 141	ACA	10-Abr	148	193.333	4673
Atacama 70M	San Pedro	05-Abr	173	186.667	4537
Spring T60	Nussed	10-Abr	168	186.667	3532
Nugrain 300	Nussed	05-Abr	167	151.667	1620*
<i>Promedio</i>			<i>167</i>	<i>178.810</i>	<i>6238</i>
<i>CV(%)</i>					<i>5,77</i>
<i>DMS</i>					<i>602,01</i>

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) y los resaltados con formato *fondo gris* corresponden al máximo valor de esa variable.

*Hongos (ergot).

CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMAS DE SORGO CON APTITUD SILERA EN DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLOGICOS - CAMPAÑA 2018/19

M.M. Pereira; L. Gándara; M. Almirón; M.A. Gómez; A. Silva y L. Fedenchuck¹

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

Palabras clave: cultivos de secano; rotaciones; variedades.

INTRODUCCIÓN

Para obtener un producto final óptimo deberán considerarse algunas pautas a lo largo de un proceso que comprende desde la elección del material a sembrar, la confección y la conservación del silo, hasta la correcta extracción y entrega del forraje. En primer lugar, deberá elegirse el híbrido más apropiado (alto rendimiento, buena calidad, mayor o menor proporción de granos, resistente a enfermedades e insectos, etc.) según el destino. Luego, las tareas de implantación y de manejo general del cultivo deberán ser adecuadas (momento de siembra, control de malezas, plagas y enfermedades, etc.).

El sorgo es considerado como otra alternativa de alimento conservado, es decir, como ensilado, para el ganado bovino. Es altamente productivo, nutritivo y se puede producir a menores costos. Los materiales que conjuguen una alta producción de materia seca con una alta proporción de grano serán los más adecuados para ensilar (define la calidad nutritiva del silaje de sorgo).

Cuando los silajes son utilizados como principal fuente de alimentación, permiten la conformación de dietas balanceadas. Las principales características de estos recursos forrajeros son su alta producción

de materia seca por unidad de superficie, elevada concentración energética y alta digestibilidad, aunque son deficitarios en su aporte proteico para cubrir las necesidades de los bovinos.

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Generar información sobre producción de forraje y grano, partición de la biomasa de la planta de diferentes tipos de sorgo y b) Caracterizar e identificar genotipos de sorgos graníferos y forrajeros con aptitud silera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar: INTA - EEA Corrientes

Suelo: Argiudol ácuico, Serie Treviño.

Antecesor: Avena negra

Siembra: 25 de enero de 2019. Directa, a 0,42 m entre líneas y 3 cm de profundidad.

Tratamientos: Se evaluaron en total 25 materiales de sorgo. 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.

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

¹ Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE.

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 realizaron.

Densidad de plantas: 11-12 plantas logradas por metro (220.000 plantas/ha).

Tratamiento de semillas: Antídoto fluxofenim 96% (Concep): 40 ml /100kg de semilla (antídoto). Tiametoxan 35% (Cruiser): 600 cc /100kg de semilla (control de insectos).

Variables medidas:

- Poder germinativo y peso de mil semillas
- Fenología (siembra, floración, y cosecha).
- Altura de la planta a floración.
- Rendimiento de de forraje (kgMV/ha y kgMS/ha).
- Partición de la biomasa de la planta en base seca (%hoja, %tallo y %panoja).

Producción de materia seca (KgMS/ha):

Las evaluaciones se realizaron con corte manual a una altura de 20 cm sobre el suelo de las plantas enteras de los 2 surcos centrales, se pesó con balanza electrónica el peso fresco, 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 aptitud silera, se seleccionaron 3 plantas para determinar la partición de la materia seca (% de tallo, % de hoja y % de panoja). Las plantas fueron seccionadas en las distintas fracciones a

las que se les registró el peso fresco por separado; luego fueron 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.

Análisis estadístico: 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

Características climáticas

El ciclo agrícola estival 2018/19 se caracterizó por temperatura medias mensuales parecidas a las históricas y precipitaciones muy altas al inicio y fin del cultivo. Durante el período comprendido entre la siembra (25/01/19) y cosecha (24/05/2019) se registraron 605,8 mm.

Comportamiento productivo

La densidad promedio de plantas logradas a cosecha fue de 227.536 pl/ha.

La floración comenzó el 26/3/2019 y se extendió hasta el 17/4/2019 (Tabla 1).

La producción promedio de materia verde fue de 63.461 kgMV/ha y varió entre 99069 kgMV/ha (ACA 730BMR) y 44.741 kgMV/ha (ACAGR 141 Exp).

La producción promedio de materia seca total fue de 20.894 kgMS/ha y varió entre 30.307 kgMS/ha (ACA 730BMR) y 14693 kgMS/ha (JOWAR FOOD). El porcentaje de materia seca promedio al momento corte fue de 33 % (Tabla 1). El material ACA 730BMR, conformó el primer rango de materiales con los valores de producción de materia seca más altos

Tabla 1. Comportamiento productivo de los cultivares de sorgo para silaje. EEA Corrientes - Campaña 2018/19.

Nº	Material	Empresa	Nº plantas	Altura	Floración	Em-Flo	Cosecha	Kg MV/Ha	%MS	Kg MS/Ha	tallo	% hoja	panoja					
1	Takuri	Peman	220000	2,1	10/04/2019	70	08/05/2019	55926	29,4	16333	35	15	51					
3	Silero INTA	Peman	240000	2,7	17/04/2019	77	14/05/2019	67333	33,9	22601	45	23	32					
7	Green Supremo Max	San Pedro	203333	1,5	26/03/2019	55	08/05/2019	57714	31,7	18140	25	16	58					
8	Green Sugar King	San Pedro	253333	3,3	17/04/2019	77	14/05/2019	73360	35,9	26746	65	10	24					
9	Green Supremo	San Pedro	243333	2,8	17/04/2019	77	08/05/2019	55926	30,2	16779	59	22	19					
10	NUSIL 600 BMR	NUSEED	233333	2,8	17/04/2019	77	14/05/2019	54328	35,7	19264	66	19	15					
12	NUSIL 650 BMR	NUSEED	243333	2,6	17/04/2019	77	08/05/2019	57524	30,5	17412	61	29	10					
13	NUGRAIN 440 T	NUSEED	203333	1,9	10/04/2019	70	08/05/2019	78296	31,5	24469	29	17	54					
14	NUSIL 500 BMR	NUSEED	213333	2	17/04/2019	77	08/05/2019	62317	35,1	21733	45	25	30					
17	Exp. 16274-1HVS	NUSEED	216667	1,7	10/04/2019	70	14/05/2019	63915	30,9	19609	37	20	44					
20	JOWAR FOOD !!	NUSEED	226667	1,6	05/04/2019	65	14/05/2019	47937	30,9	14693	35	20	45					
21	TOB 72DP	TOBIN	200000	1,8	10/04/2019	70	08/05/2019	59122	32,0	18801	35	14	51					
24	SAC 710	AGROEMPRESAS	230000	3,3	17/04/2019	77	14/05/2019	70307	36,7	25623	66	14	20					
25	Tilcara	SyTech	253333	3,1	10/04/2019	70	14/05/2019	63915	36,6	23229	44	24	32					
26	ACA710BMR	ACA	246667	2,6	05/04/2019	65	08/05/2019	49534	34,2	16833	64	18	18					
27	ACA711BMR	ACA	223333	2,5	17/04/2019	77	14/05/2019	65513	37,2	24230	76	17	7					
28	ACA712BMR	ACA	230000	2,7	17/04/2019	77	08/05/2019	59122	29,3	17208	53	21	26					
29	ACA764EXPBMR	ACA	230000	2,8	17/04/2019	77	14/05/2019	70307	35,9	25093	43	21	36					
30	ACA785 BMR	ACA	246667	3	17/04/2019	77	14/05/2019	76698	36,4	27740	75	15	10					
31	ACA563	ACA	206667	1,6	10/04/2019	70	08/05/2019	55926	30,00	16663	31	18	51					
32	ACAGR 141 Exp	ACA	206667	1,5	17/04/2019	77	08/05/2019	44741	36,6	16282	22	20	58					
33	ACA730BMR	ACA	206667	2,8	17/04/2019	77	08/05/2019	99069	30,8	30307	71	17	12					
35	Brioso	PICASSO	256667	3	17/04/2019	77	08/05/2019	83090	29,9	24670	63	19	17					
Promedio											227536	2	13/04/2019	73	10/05/2019	63461	33,00	20894
CV(%)											5,4							
DMS											1863							

Los valores resaltados en gris con tipo de formato **negrita** corresponden al primer rango de significancia (aquellos valores que no difieren estadísticamente del valor máximo de dicha variable) y los resaltados con formato fondo gris corresponden al máximo valor de esa variable).

RED DE EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA-RECOSO. EEA INTA CORRIENTES 2018-2019

M.M. Pereira; L. Gándara; I. Meza; M. Almirón; M.A. Gómez y A. Silva

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. 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. La EEA INTA Marcos Juárez coordina los ensayos a nivel nacional y es responsable de la preparación y del análisis conjunto de los resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo antecesor: Avena negra

Siembra: 25/01/2019

Emergencia: 30/01/2019.

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.

Cosecha: El ensayo se cosecho 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 INFOSAT 2017. Las medias se compararon con el Test de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) al 5%.

RESULTADOS

Grupo VL (Figura 1)

Número de materiales: 11 (no se registraron datos en: RA569 y SRM 5835 IPRO por fallas en la emergencia).

Rendimiento promedio: 2626 kg/ha

Altura: 61 cm.

Días A R1: 40 días.

Días A R5: 58 días.

Días a R8: 102 días.

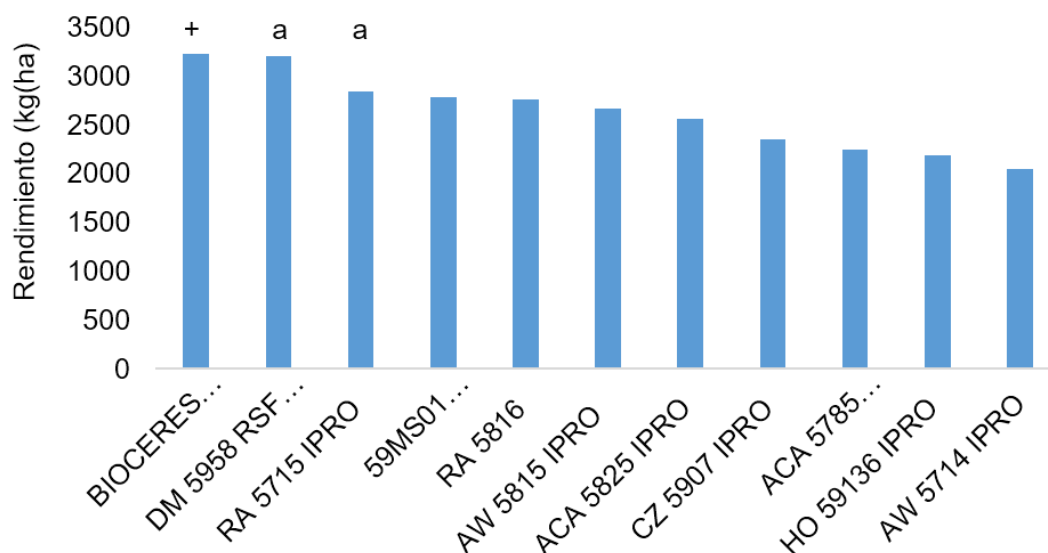


Figura 1. Rendimiento de variedades de soja Grupo V Largo. Campaña 2018/2019 - EEA INTA Corrientes. +: El cultivar con mejor Rinde en ese ambiente. a: Los cultivares que no se diferencian significativamente del mejor, según el Test de LSD al 5%.

Grupo VI (Figura 2)

Número de materiales: 28 (no se registraron datos en: ACA 6513 IPRO y SRM 6780 IPRO por fallas en la emergencia).

Rendimiento promedio: 2674 kg/ha

Altura: 64 cm.

Días A R1: 41 días.

Días A R5: 59 días.

Días a R8: 102 días.

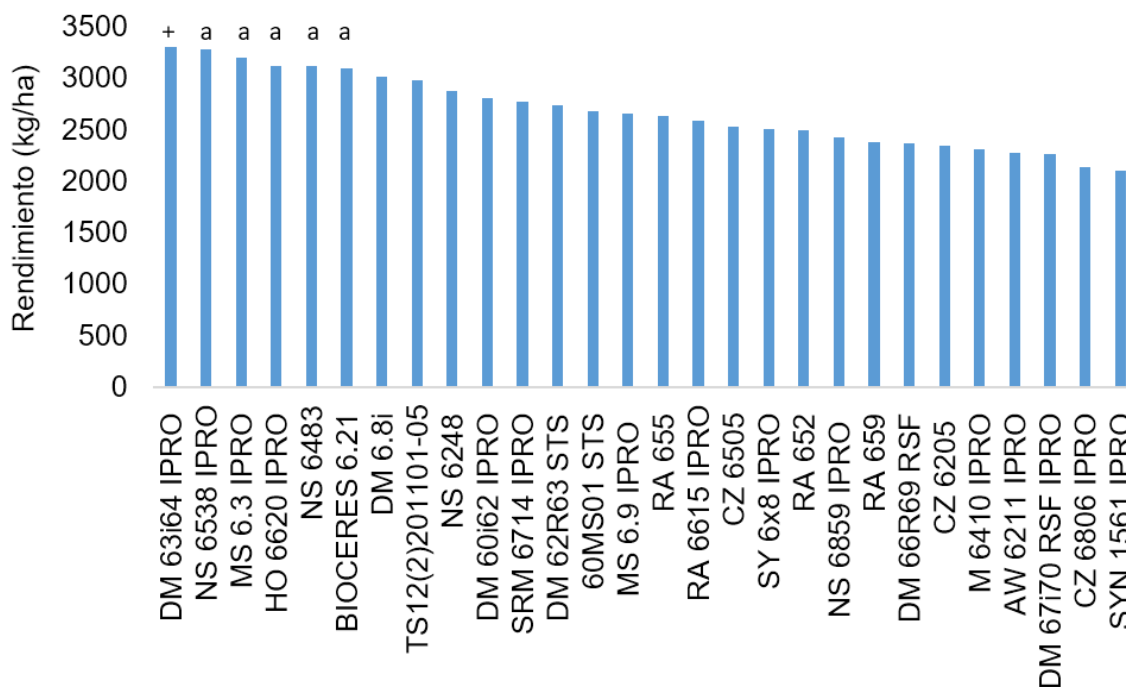


Figura 2. Rendimiento de variedades de soja Grupo VI. Campaña 2018/2019 - EEA INTA Corrientes. +: El cultivar con mejor Rinde en ese ambiente. a: Los cultivares que no se diferencian significativamente del mejor, según el Test de LSD al 5%.

Grupo VII /Grupo VIII (Figura 3)

Número de materiales:14 (no se registraron datos en: RA750 por fallas en la emergencia)

Rendimiento promedio: 3041 kg/ha

Altura: 77 cm.

Días A R1: 42 días.

Días A R5: 60 días.

Días a R8: 104 días.

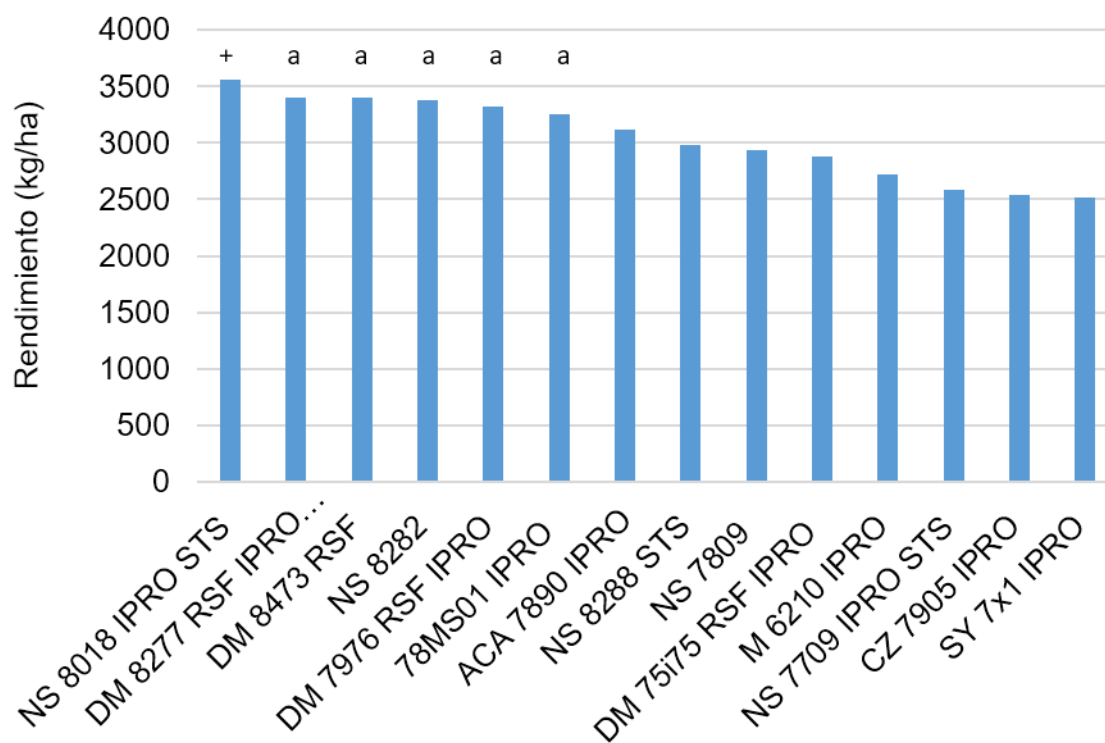


Figura 3. Rendimiento de variedades de soja Grupo VII y Grupo VIII. Campaña 2018/2019 - EEA INTA Corrientes. +: El cultivar con mejor Rinde en ese ambiente. a: Los cultivares que no se diferencian significativamente del mejor, según el Test de LSD al 5%.

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO PARA DOBLE PROPÓSITO (*TRITICUM* SPP.) EN EL NOROESTE DE CORRIENTES*

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

Email: pereira.maria@inta.gob.ar

*Trabajo a presentarse en el 42° Congreso Argentino de Producción Animal (Bahía Blanca, 12-15/10/19)

Palabras clave: fprraje; rotaciones; pastoreo.

INTRODUCCIÓN

El uso del cultivo de trigo para producir forraje y grano (doble propósito) en explotaciones agrícolas-ganaderas tiene un gran potencial, gracias a las ventajas que tiene este cereal invernal frente a los demás, principalmente con la avena y la cebada. Entre estas ventajas se pueden mencionar a la mayor resistencia genética a enfermedades de hoja y al muy buen comportamiento a heladas en estado vegetativo, proporcionando cantidad y calidad de forraje a lo largo del ciclo del cultivo. Los diferentes criaderos de trigo liberan anualmente un importante número de variedades y generalmente las de ciclo largo y largo-intermedio son las que mediante un manejo adecuado pueden llegar a tener un buen comportamiento como doble propósito.

El trigo tiene la capacidad de producir forraje de alto valor nutritivo y de gran palatabilidad durante el invierno, estación clave para el ajuste de la carga animal, ya que la tasa de crecimiento de las pasturas y pastizales se reduce notoriamente en esta época. De esta manera, puede complementar la producción de forraje, al permitir ampliar el área de pastoreo, y mantener inalterada la carga empleada permitiendo cubrir posibles desvíos en la planificación forrajera.

Con la finalidad de disponer información de la adaptación del cultivo, se evaluó la acumulación de biomasa aérea (ABA) de materiales de trigo para doble propósito.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la estación experimental agropecuaria EEA INTA Corrientes (27°40'25.87"S 58°45'18.40"O), sobre un suelo Argiudol aquico. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones.

La siembra se realizó el 15 de abril de 2018 de forma manual, en parcelas de 9 hileras distanciadas en 0,21m y 10 m de largo. La densidad de siembra fue de 100 kg/ha (250 granos/m²). Se fertilizó a la siembra con 120 kg/ha de FDA (fosfato diamónico), el nitrógeno se aplicó 30 días después 100 kg/ha de nitrógeno en forma de urea y en agosto, después del último corte 100 kg/ha. Se evaluaron 14 cultivares de trigo de ciclo corto (3), largo (8) e intermedio/corto (3). El primer corte (Figura 1) se realizó a los 60 días. Se cortó cada vez que el cultivo alcanzaba 25 cm (se realizaron 2 cortes). El estado del cultivo a partir del cual el pastoreo genera una mayor reducción en rendimiento de grano ha sido definido como "primer entrenudo hueco visible", debido a que el pseudotallo

se eleva y ubica al ápice del tallo al alcance del pastoreo animal. La altura de corte fue a 10 cm. La acumulación de biomasa aérea total (ABA) se evaluó por corte realizados con tijera utilizando marcos de 0,25 m².

Además, se evaluó el rendimiento en grano en parcelas en las que no se realizaron cortes. Esta cosecha fue manual (corte con tijera de las espigas) y se muestrearon los dos surcos centrales.

Los resultados fueron analizados con el estadístico Infostat y las medias se compararon con el test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo fueron normales para la región, con una temperatura media de

16°C y 230 mm de precipitaciones. Se encontraron diferencias significativas entre los materiales de trigo para doble propósito (Tabla 1). La producción promedio fue de 2480,9 kg MS/ha siendo mayor en materiales de ciclo corto. Los valores máximos fueron muy similares a resultados logrados con otros verdeos como avena negra y raigrás. Esto indicaría que al momento de promover el cultivo en esta región la elección del material es muy importante para maximizar la producción de forraje.

El rendimiento promedio de grano de las variedades en estudio fue de 2780 kg/ha, siendo mayor en materiales de ciclo largo. En general cuando hubo alta producción de forraje (kgMS/ha) el rendimiento de grano fue menor.

Tabla 1. Acumulación de biomasa aérea (kgMS/ha) de trigo para doble propósito (*Triticum spp.*)

Variedad	Ciclo	Producción de materia seca (KgMS/ha)			Rendimiento grano (kg/ha)
		1 ^{er} corte	2 ^{do} corte	Total	
MS INTA 815	Corto	1407,5	2720,0	4127,5 A	688,8 h
MS INTA 816	Corto	1687,4	2240,0	3927,4 AB	1674,4 f
NOGAL	Largo	1255,6	2240,0	3495,6 B	1607,2 f
K. Rayo	Intermedio-corto	903,7	2040,0	2943,7 C	1730,4 f
K. Minerva	Largo	1023,7	1740,0	2763,7 C	1260 g
Ceibo	Intermedio-corto	863,7	2080	2943,7 C	1198,4 g
MS INTA 116	Largo	855,7	1680,0	2535,7 CD	2391,2 d
B. Bellaco	Largo	743,8	1540	2283,7 D	3645,6 a
BioINTA 1006	Corto	927,7	1400	2327,6 D	1590,4 f
ACA 360	Largo	783,7	1440,0	2223,7 D	2209,2 de
ACA 315	Largo	592,1	1000,2	1592,4 E	2117,3 e
K. Mercurio	Largo	1127,6	400,0	1527,6 EF	1184,4 g
MS INTA 416	Intermedio-corto	415,9	712,0	1127,9 FG	2704,8 c
Baguette 750	Largo	391,9	460,0	851,9 G	3278,8 b

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en la producción de materia seca entre materiales de trigo para doble propósito según test de Tukey $p < 0,05$.

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas en el rendimiento entre materiales de trigo para doble propósito según test de Tukey $p < 0,05$.



Figura 1. Parcelas del ensayo al momento del 1° corte.

CONCLUSIÓN

Las variedades de ciclo corto parecen ser la mejor opción para su uso en doble propósito (mayor kgMS/ha), sin embargo, esto también depende de la fecha de siembra, el pastoreo (intensidad) y otras estrategias de manejo que deberían ser estudiadas. Además, es importante continuar con la evaluación de materiales para observar el comportamiento interanual ya que el efecto año para cultivos invernales en la provincia de Corrientes es muy variable.

TÉCNICOS PARTICIPANTES INTA

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA CORRIENTES

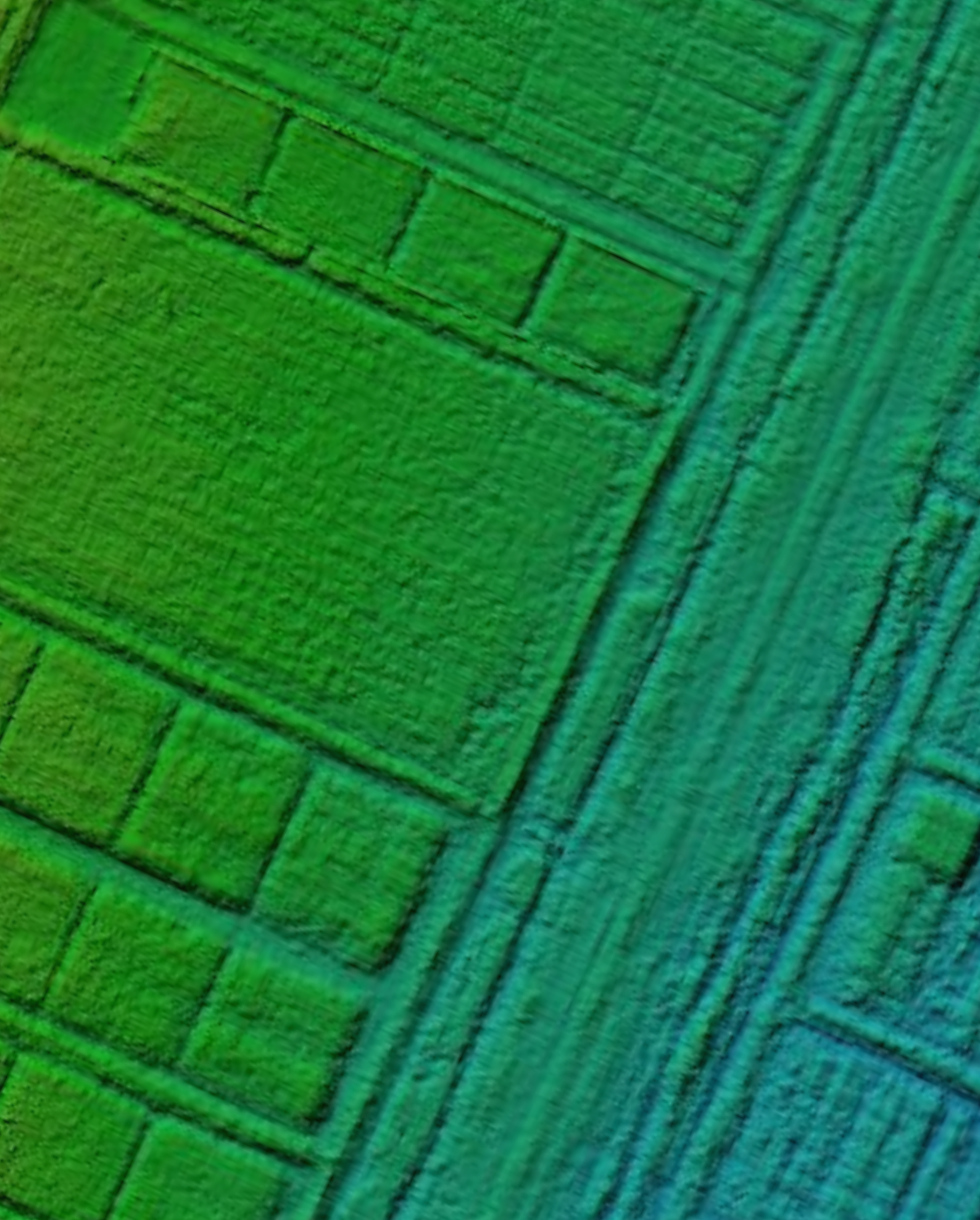
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| - Aguiar, Edwin Marcelo | TICs - Desarrollo de software |
| - Fontana, Ma. Laura | Tecnología de semillas |
| - Fernández López, Carolina | Recursos naturales - Climatología |
| - Gándara, Luis | Extensión |
| - Hauck, Violeta | Comunicaciones |
| - Herber, Luciana | Nutrición |
| - Kruger, Raúl D. | Protección vegetal |
| - Maciel, Susana | Calidad de grano |
| - 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 EEA's Y AGENCIAS DE EXTENSION RURAL

- | | |
|------------------|----------------|
| - Ayala, Jorge | AER San Javier |
| - Casco, Joaquín | AER Santo Tomé |
| - Galeano, David | EEA Mercedes |



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación