



Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

“Evaluación agronómica de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”



Alumna: Stefani Anabel, GRANDE

Director: Ing. Agr. Jorge Antonio, FEDRE

Lugar de Trabajo: Módulo Arrocero Didáctico y Demostrativo. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias UNNE y Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS	5
LUGAR DE REALIZACIÓN.....	6
Descripción del clima	7
Descripción del suelo.....	7
Análisis de suelo.....	8
TAREAS DESARROLLADAS.....	10
Seguimiento y control de labores.....	10
Preparación del suelo	10
Marcación y construcción de taipas y ronda.....	11
Monitoreo y control de malezas, plagas y enfermedades.....	12
Aplicaciones de herbicida en pre- siembra	12
Fertilización de base	14
Aplicación de herbicida post- siembra	15
Fertilización y aplicación de herbicida post- emergencia/ pre-riego.....	16
Aplicación de insecticida	17
Enfermedades.....	18
Siembra.....	19
Seguimiento del Riego.....	20
Registros fenológicos del cultivo y determinaciones	22
1. Evaluación visual de emergencia	24
2. Densidad de plantas	26
3. Plena floración	26
4. Altura de la planta.....	28
Cosecha	29
Determinación de rendimiento en grano por unidad de superficie	30
CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos de cereales dominantes en la mayoría de los países en desarrollo (Ariyaratna et al. 2011), aportando más de la mitad de las necesidades alimentarias del mundo (Sadimanara et al. 2020). En Argentina su cultivo abarca 199.700 ha concentradas primero en Corrientes y luego en Entre Ríos además de Santa Fe, Chaco y Formosa y gran parte de la producción nacional se destina a la exportación. Su rendimiento es muy variable, en promedio se logró 7.616 kg/ha y una producción de 1.521.005 toneladas en la campaña 2020/2021 (Bolsa de cereales de Entre Ríos).

El arroz se adapta a condiciones agroecológicas diversas y puede cultivarse bajo condiciones de secano y de inundación continua (Yoshida, 1981). A su vez, a diferencia de otros cultivos cuenta con aerénquima en hojas, tallo y raíces que le permite la adaptación a la inundación continua (Yoshida, 1981). En Argentina el arroz se siembra durante la primavera y hasta principios del verano (fecha tardía), y se cultiva bajo inundación continua desde el inicio del macollaje hasta la madurez (Marín, 2016).

Luego de 104 años, el arroz representa para la Provincia de Corrientes su principal cultivo agrícola, supera el 60% de sus exportaciones, aporta U\$D194 millones anualmente al Producto Bruto Provincial. 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 (Kurtz et al. 2016).

En la actualidad, los productores disponen de un buen potencial de producción y aproximadamente diez variedades comerciales para sembrar. Éstas difieren unas de otras en cuanto al tipo y altura de planta, color y aspecto del follaje, número de granos por panoja, desgrane, días a la madurez y calidad del grano.

En la provincia de Corrientes, algunas de estas variedades que se cultivan son de origen brasileño (IRGA 424 y Taim), con un potencial de rendimiento excelente pero importantes problemas de calidad. Algunas variedades nacionales (Puitá y Gurí INTA CL), desarrolladas por el programa de mejoramiento de arroz de INTA, de excelente calidad industrial, disminuyen su participación por problemas sanitarios (Pedraza et al. 2011; ACPA 2016). De todas las variedades cultivadas en Argentina, se destaca IRGA 424, representando el 50% del área cultivada en la provincia de Corrientes.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

La escasa cantidad de variedades y los nuevos escenarios de cambio climático demandan el desarrollo de nuevos cultivares adaptados a los ambientes actuales (Peng et al. 2010).

Los ensayos regionales de líneas promisorias son uno de los últimos eslabones de un programa de mejoramiento. En ellos se evalúan los materiales con mejor comportamiento de los programas de mejoramiento locales, así como también materiales promisorios de diferentes empresas. Los resultados de estos ensayos se utilizan para asistir a los programas de mejoramiento. Son trabajos de evaluación de todas estas características, mencionadas anteriormente, que se realizan campaña tras campaña, hace más de 20 años. Esto contribuiría en un mediano plazo con el desarrollo de nuevas variedades de los programas de mejoramiento de arroz.

Los tres materiales que se utilizaron en esta pasantía corresponden a una variedad y dos líneas promisorias, provenientes de diferentes programas de mejoramiento. IRGA424 es una variedad que fue desarrollada por el Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), en Porto Alegre estado de Río Grande do Sul (Brasil), región subtropical-húmeda. CR2212 es una línea promisoria que proviene del Programa de Mejoramiento de Arroz de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Concepción del Uruguay, desarrollado para climas templados. Y PAC103 es una línea promisoria que proviene del Programa de Mejoramiento de Arroz de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Corrientes, para clima subtropical, con material genético introducido del FLAR, en colaboración con el CIAT, Cali Colombia.

OBJETIVOS

- Evaluar el comportamiento agronómico de una variedad y dos líneas promisorias de arroz, provenientes del programa de mejoramiento del INTA.
- Adquirir experiencia práctica en el manejo y conducción de un ensayo de arroz.
- Identificar y caracterizar las etapas fenológicas del cultivo.
- Realizar mediciones de variables agronómicas en el cultivo.
- Determinar el rendimiento en grano por unidad de superficie de los distintos materiales de arroz.

LUGAR DE REALIZACIÓN

La pasantía se realizó en Corrientes Capital, por ruta nacional N° 12, a la altura del kilómetro 1032. Las coordenadas de georreferenciación son Lat. 27°28'22.04" Sur y Long. 58°47'01.38" Oeste (Fig.1).



Figura 1. Imagen de Google Earth donde se localiza el módulo, en base a referencias como el Cetepro.

Las actividades se llevaron adelante en un sector de 420 m² del Módulo Arrocero Didáctico y Demostrativo (Fig.2), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias, dependiente de la Universidad Nacional del Nordeste.

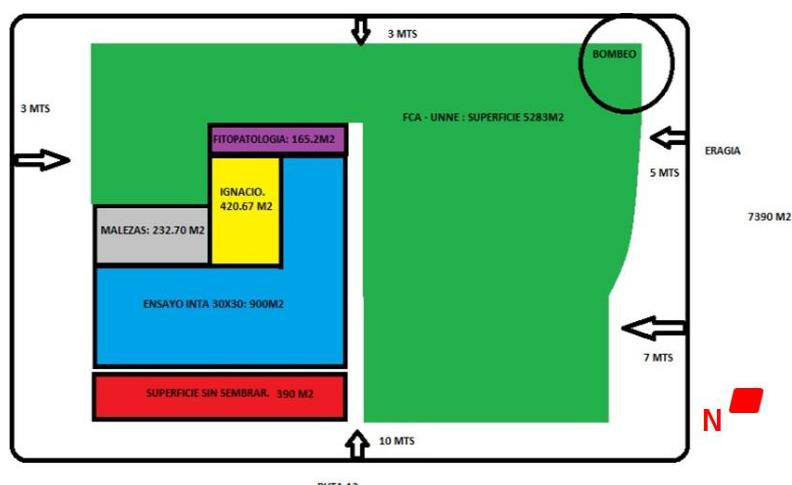


Figura 2. En color amarillo ubicación del ensayo dentro del módulo, donde se realizó el seguimiento del cultivo.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Los materiales utilizados fueron: i) IRGA424 (altura baja, porte intermedio de 30°- 60°, estructura semierecta), ii) CR2212 (altura intermedia, porte erecto <30°, estructura columnar compacta) y iii) PAC103 (altura intermedia, porte intermedio de 30°- 60°, estructura semierecta). Siendo el porte el ángulo que forman los tallos con la perpendicularidad, que en conjunto confieren una estructura de planta de tipo compacta o columnar, o bien una estructura semierecta, abierta (Yoshida, 1981). Estos tres materiales poseen una altura que varía entre 90 y 100 cm: 91,3 cm en IRGA424; 94,75 cm en PAC103 y 97,66 cm en CR2212 (Pawlizki et al. 2020).

Descripción del clima

Por su clima subtropical húmedo, la provincia de Corrientes se caracteriza por tener veranos muy cálidos con temperaturas superiores a los 22 °C y media anual superior a 18 °C, pero con algunas heladas en invierno. Con frecuentes excesos hídricos en otoño y primavera, aunque sean moderados, además se pueden observar eventuales déficits hídricos, principalmente en el verano (INTA Castelar Instituto de Clima y Agua, 2011).

Descripción del suelo

El suelo se encuentra clasificado como Glosacualf típico, familia arcillosa fina, correspondiente a la serie Mandiyurá (Fig.3), ubicado al oeste en la parte baja del lote. Presenta textura franco arenosa en superficie, a continuación un horizonte E, que a través de un cambio textural abrupto pasa a un Bt argílico, franco arcilloso a arcilloso, fuertemente estructurado (Sistema de información de Suelos del INTA).

SERIE: MANDIYURÁ		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL					
HORIZONTES		→	Ap	E	Btss	Btg1	Btg2
Textura			Fr.Ar.	Fr.Ar.	Fr.arc.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar.
Profundidad	cm.		0-10	10-16	16-55	55-75	75+
Materia orgánica	%		2.5	0.4	0.7	0.3	0.1
Carbono orgánico	%		1.4	0.1	0.4	0.2	0.1
Nitrógeno total	%		0.2	0	0	0	N/D
Relación C/N			8.0	6.0	6.0	5.0	N/D
Arcilla	(> 2 u)	%	15.4	7.6	39.8	26.4	28.7
Limo	(20-50 u)	%	30.2	26.4	19.8	19.6	21.5
Arena fina	(100-250 u)	%	53.7	65.3	39.7	53.5	49.3
Arena gruesa	(500-1000 u)	%	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
pH agua	(1 : 2,5)		4.6	5.0	5.0	5.2	5.8
Calcio	(Ca++)	cmol(+)/kg.	3.4	1.8	11.5	10.0	9.9
Sodio	(Na+)	cmol(+)/kg.	0.1	0.1	0.5	0.5	0.6
Magnesio	(Mg++)	cmol (+)/kg.	0.6	0.4	4.9	5.0	3.6
Potasio	(K+)	cmol(+)/kg.	0.3	0.1	0.4	0.4	0.6
Suma de bases	(S)	cmol(+)/kg.	4.4	2.4	17.3	15.9	14.7
Cap. interc. catiónico	(T)	cmol(+)/kg.	8.6	4.0	23.20	18.7	17.7
Sat. de Sodio	(PSI)	(%)	1.1	2.6	2.0	2.6	3.4
Saturación bases	(V)	(%)	51	60	75	85	83

Figura 3. Datos analíticos del perfil de la serie Mandiyurá. Fuente: descripción N° 118 INTA – EEA Corrientes, 1971.



Estos suelos están afectados por anegamientos, drenaje deficiente y escasa profundidad efectiva, por lo que son inadecuados para cultivos comunes que se desarrollan en la zona, pero son especialmente aptos para el cultivo de arroz bajo riego. Información que se constató previo a la siembra, con la construcción de una calicata (Fig.4) y con la colaboración de docentes de la cátedra de Manejo y Conservación de Suelos (FCA-UNNE) en el mes de octubre de 2021.



Figura 4. Fotografía tomada durante el muestreo de suelo, donde se puede observar una de las capas del perfil.

Análisis de suelo

Previo a la siembra, en el mes de octubre de 2021 se realizó un análisis químico de suelo (Tabla 1) como base para el diagnóstico de su fertilidad (Fig.5). El mismo se llevó a cabo mediante un muestreo de suelo estratificado diagramado en una cuadrícula. En conjunto con la cátedra de Manejo y Conservación de Suelos se tomaron 25 submuestras a 20 cm de profundidad, hasta donde el arroz desarrolla sus raíces.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.

Muestra	Lab	ph	Arcilla	Arena	Limo	Clase textural				
			10.00	69.20	20.80	Franco arenosa	Ca	Mg	Na	C.E.
Campo	%	ppm	meq/100 g suelo					dS m ⁻¹		
273	Módulo (0-20cm)	5.07	1.20	4.6	0.23		4.20	1.09	0.21	0.09



FOSFORO		Req P /tn rinde	3,5								
		rinde obj	8						1ha	10000	m2
		Total req	28						Dens. Ap	1250	da
lote	ppm	kg/ha P	Req P kg/ha	Falta aplicar (kg/ha P)	Aplic (kg/ha P2O5)	kg/ha 4-18-40			Profundidad	0,2	m
Arrocerita	4,60	11,5	28	16,5	37,8	209,9			peso ha	2500000	
POTASIO		Req k /tn	14						coef ppm a kg/ha	2,5	
		Rinde obj	8						coef cmol a ppm	391	
		Total req	112								
lote	meq/100gr	ppm	kg/ha K	Req K kg/ha	Falta aplicar (kg/ha K)	Aplic (kg/ha K2O)	kg/ha 4-18-40				
Arrocerita	0,06	23,5	58,7	112,0	53,4	64,0	160,1				

Figura 5. Detalle del cálculo de la dosis del fertilizante de base aplicado.

Para la determinación de la dosis de fertilizante de base a aplicar se comparó el diagnóstico (11,5 kg/ha de fósforo y 58,7 kg/ha de potasio) con los requerimientos del cultivo de arroz (Fig.6) a los fines de realizar una fertilización balanceada.

Tabla 8. Requerimientos de macro y micronutrientes del arroz

Kg de nutriente necesario/Tn de rendimiento (grano + planta)						
Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Manganese
12	3	14	7	3	1	2

Tabla 9. Requerimientos de micronutrientes del arroz

Kg de nutriente necesario/Tn de rendimiento (grano + planta)				
Hierro	Cobre	Zinc	Boro	Molibdeno
270	6	37	9	3

Figura 6. Requerimientos nutricionales del cultivo de arroz (Herber, 2016).

De acuerdo al análisis y a las necesidades del cultivo se programó realizar una fertilización de base con una mezcla física NPK a la siembra, buscando fortalecer la nutrición fundamentalmente con fósforo y potasio. Se acordó particionar la fertilización nitrogenada en forma de urea 70% en pre-riegro y 30% en DPF en lugar de aplicar el nitrógeno 100% en pre-riegro, por carecer de seguridad de riego.

Con referencia al potasio, se consideró que el valor obtenido no era representativo del lote porque en campañas anteriores se hicieron ensayos de fertilización potásica a diferentes dosis. Ante la sospecha que haya permanecido algún remanente y considerando la deficiencia del nutriente debido a resultados de análisis previos, se sugirió aportarlo a la siembra.

Se brindará más detalle en la sección Tareas desarrolladas.

TAREAS DESARROLLADAS

Se realizó el seguimiento periódico del cultivo. A continuación se detalla el trabajo realizado:

Seguimiento y control de labores

Preparación del suelo

A mediados del mes de julio de 2021 en coordinación con personal del campo experimental se comenzó con la preparación del suelo. La misma se hizo de forma convencional con una rastra de discos pesada (Fig.7), la primer pasada tuvo como objetivo la incorporación del rastrojo y comenzar con el borrado de rondas, taipas y huellas de la campaña anterior. Esto último se logró después de una segunda pasada.



Figura 7. Accionamiento de la rastra en la preparación del suelo.

Posteriormente y con el objetivo de emparejar el terreno para la marcación y construcción de taipas se empleó una motoniveladora (Fig.8). La máquina se encontraba disponible porque ese mismo día se realizó la sistematización de 2500 m² (25% del módulo) a nivel cero.



Figura 8. Motoniveladora Caterpillar emparejando el terreno.

El trabajo de pasar a nivel cero se hizo con el propósito de mejorar el riego en un sector del módulo donde a futuro se realizarían los ensayos, pero también para mostrar a los alumnos una práctica cada vez más utilizada en campos planos.

Marcación y construcción de taipas y ronda

Las taipas son bordos o camellones de tierra construidos sobre una traza que unen puntos de igual cota.

Originalmente, en el sector donde se realizó la pasantía estaba previsto su correspondiente marcación y construcción, pero finalmente esta sección quedó incluida dentro del nivel cero (Fig.9) por lo que no se llevó adelante conceptualmente esta tarea.

Únicamente se construyeron bordos de tierra con el objetivo de dividir ensayos, que generalmente requieren un riego diferencial.



Figura 9. Fotografía del lote obtenida por medio de un dron. Con el recuadro amarillo se señala el sector del lote sobre nivel cero donde se realizó la pasantía.

Monitoreo y control de malezas, plagas y enfermedades

Aplicaciones de herbicida en pre- siembra

El 12/10/2021 se coordinó una aplicación de 2,5 kg de glifosato/ha (ROUNDUP CONTROLMAX) de acción sistémica no residual, como herbicida de pre-siembra para el control post-emergente de malezas anuales y perennes. La aplicación se realizó mediante el uso de una pulverizadora terrestre Jacto, con botalón de 12 m de ancho de labor, montada al tres puntos del tractor (Fig.10).



Figura 10. Fotografía tomada durante la aplicación del herbicida.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Las especies registradas en el lote antes de la siembra fueron: *Echinochloa crus-galli* (Capín), *Aeschynomene denticulata* (Espinillo), *Sida spinosa* (Escoba dura), *Cyperus virens* (Cyperus), *Ludwigia* sp. (Ludwigia), *Caperonia* sp. (Caperonia), *Eclipta* sp. (Lanceta), entre otras (Fig. 11 y 12).



Figura 11. Fotografías de *Echinochloa crus-galli* a la izquierda y de *Aeschynomene denticulata* a la derecha.



Figura 12. Fotografías de *Sida spinosa* a la izquierda y de *Cyperus virens* a la derecha.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Si bien mejoró bastante la situación del lote a causa de la presencia inicial de malezas con que contábamos, el 22/10/2021 se debió aplicar paraquat dicloruro (YUNCO), herbicida de contacto desecante, post-emergente, empleando una mochila pulverizadora Jacto (Fig.13), para controlar unos manchones remanentes.



Figura 13. Fotografías tomadas durante la preparación del producto utilizado para el control de malezas.

Fertilización de base

Posteriormente a la labor de siembra, el 29/10/2021 se realizó una fertilización de base para adicionar los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio. La misma se efectuó al voleo con una mezcla física de 4-18-40 a una dosis de 200 kg/ha, usando una fertilizadora eléctrica conectada a una batería, montada sobre una camioneta (Fig.14 y 15).



Figura 14. Fotografías de la fertilizadora eléctrica utilizada y forma de trabajo.



Figura 15. Distribución del formulado sobre el suelo.

Aplicación de herbicida post- siembra

El 01/11/2021 se hizo una aplicación con la pulverizadora terrestre Jacto montada al tres puntos del tractor, de un caldo que contenía un coadyuvante tensioactivo y emulsionante marca RINO y dos herbicidas: pendimetalin (Herbadox H2O) de acción sistémica residual y glifosato Gold (Fig.16). Productos usados para el control de malezas gramíneas (principalmente capim), ciperáceas y latifoliadas.



Figura 16. Fotografías de los productos químicos utilizados en la aplicación post-siembra.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Fertilización y aplicación de herbicida post- emergencia/ pre-riego

El 24/11/2021 previo al riego, con fertilizadora de pecho y colaboración de personal de INTA se aplicaron 105 kg/ha de UREA, equivalente a una fracción del 70% de la dosis de nitrógeno total programada para el cultivo (Fig.17).

El objetivo de esta nutrición fue favorecer el macollaje y así la cantidad de panojas por metro cuadrado, primer factor de rendimiento.



Figura 17. Fotografía tomada durante la práctica de fertilización y fertilizadora de pecho con la que se llevó acabo.

En conjunto con aquella tarea se aplicó herbicida REBELEX (penoxsulam + cyhalofop butil) selectivo, de acción sistémica para el control de malezas ciperáceas, *Aeschynomene denticulata* y gramíneas. Para esta labor se utilizó una mochila pulverizadora Jacto (Fig.18).



Figura 18. Aplicación de herbicida REBELEX en post-emergencia con mochila pulverizadora.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Aplicación de insecticida

Con el fin de mantener las plagas en niveles de población que no causen efectos indeseables en la evaluación, el día 14/12/2021 se aplicó deltametrina “Decis Forte” –piretroide (moduladores de los canales de sodio del sistema nervioso) de contacto e ingestión. Esta tarea se hizo con motomochila, para controlar un ataque de oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*) determinándose más de una por metro lineal (Fig.19 y 20).

Aplicación que se repitió a la semana con el cultivo en estado de DPF y por la misma causa.



Figura 19. Fotografías de *Spodoptera frugiperda* y foco observado.



Figura 20. Aplicación del insecticida para control de oruga con motomochila.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Por otro lado, el 21/12/2021 se completó la dosis de nitrógeno recomendada con UREA para DPF en la fracción restante del 30% - correspondiente a 45 kg/ha. Para determinar el momento exacto de esta segunda aplicación del fertilizante nitrogenado, se hicieron cortes longitudinales en varios sectores del lote y se observó la presencia del anillo verde (R0). El anillo se forma a causa de la acumulación de clorofila en el tejido de la caña de la planta e indica que el cultivo está próximo a DPF (R1). Estado en el cual el nitrógeno debe estar disponible porque se está definiendo el número potencial de granos por panoja (segundo factor de rendimiento).

Enfermedades

El manejo eficiente de enfermedades consta de la detección y el diagnóstico del patógeno causal, por lo cual se realizaron monitoreos durante todo el ciclo del cultivo.

El monitoreo fue positivo para Mancha de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kuhn, *Rhizoctonia oryzae-sativae* y *Rhizoctonia zeae*) observándose los esclerocios como manchas ovales castaño- claro con bordes oscuros característicos. Y para Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) con lesiones necróticas a nivel del agua, posiblemente favorecidas por medio de heridas como puerta de entrada en ambos casos (Fig.21).

Como la afectación se observó esporádicamente no fue necesario hacer controles.



Figura 21. Fotografía de enfermedades observadas esporádicamente en la pasantía.



Siembra

La siembra sobre nivel cero se coordinó llevar adelante con INTA el 29/10/2021, con una sembradora eléctrica experimental de parcelas con dosificación a rodillo acanalado, es decir con capacidad variable y velocidad constante. La máquina de 6 m de ancho de labor y seis surcos distanciados a 0,175 m iba montada al tres puntos del tractor. La misma estaba constituida por abresurcos bidisco, rueda limitadora de profundidad (no más de 2 cm), resortes para transferencia de carga y rueditas tapadoras de semilla (Fig.22 y 23).



Figura 22. Fotografía de la sembradora mecánica usada.



Figura 23. Personal de INTA Corrientes a cargo de la siembra.

Todas las semillas del ensayo fueron provistas por la EEA INTA Corrientes. Las semillas de las líneas promisorias -PAC103 y CR2212- provenían de la cosecha anterior (2020/2021). Las mismas estaban fraccionadas en trece sobres para cada material, con un peso de 39 g cada uno para IRGA424 e igualmente para PAC103 y un peso de 45 g para CR2212, coincidentemente con la superficie de siembra de estos materiales y las regulaciones de la sembradora.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

El peso de cada material en los sobres se ajustó según el tamaño de grano de cada genotipo para lograr la misma cantidad de semilla sembrada en cada unidad experimental (subparcela). Así, la densidad de siembra se ajusta al poder germinativo (PG) y al peso de las 1000 semillas. Éste último, para el cultivo de arroz es bastante estable en función del tipo de semilla (largo-fino o largo-ancho) por ello es que se define para los largo-fino y largo-ancho la misma cantidad en relación a la densidad de plantas/m² que se desea obtener. Teniendo en cuenta el PG de las semillas utilizadas en el ensayo -son semillas certificadas- con un PG muy alto (mayor al 85%).

Para lograr un plantel de aproximadamente 250 plantas/m² se empleó una densidad de siembra de acuerdo al tamaño de la semilla de 90 kg/ha para largo-fino. Para lo cual se debió calibrar perfectamente los dosificadores, de modo de liberar en cada unidad experimental (6 m de longitud y seis surcos) el contenido de los sobres.

Seguimiento del Riego

El correcto manejo del agua de riego es uno de los factores más importantes para lograr altas productividades en el cultivo.

Considerando la premisa que dice que el riego debe ser temprano, rápido, bajo y continuo, se dio inicio al riego por inundación el 25/11/2021, quince días después de la emergencia. En ese momento las plantas disponían de 4 a 5 hojas.

La fuente de agua se obtuvo por bombeo subterráneo de una perforación a 36 m de profundidad, con una bomba sumergible de 7,5 Hp que entrega un caudal aproximado de 13.800 litros/hora, sujetada por una soga para que se mantenga colgada desde la superficie. La bomba estaba ubicada por seguridad en las instalaciones del CETEPRO, donde se encontraba el tablero de comandos para su programación.

En principio se programó para que el sistema trabaje con dos turnos de riego diarios, completando 14 horas en total por día. Al mes, cuando la evapotranspiración fue superior se pasó a trabajar con dos turnos diarios, completando 22 horas por día.

El riego dirigido al ensayo objeto de evaluación y al ensayo regional de INTA fue compartido junto con el cultivo general que se realiza en el lote. Independizándose de éste por medio de una taipa, a través de la cual se regulaba la entrada y salida del agua mediante un nivel según necesidad.

El agua de riego llegaba al ensayo después de que se llenaran todas las taipas anteriores a aquella, ya que se encontraba ubicada en la zona más baja del módulo arrocero. El ensayo se llevó a cabo sobre nivel cero, con riego uniforme.

La altura de la lámina de agua se mantuvo en 5-10 cm desde V4 hasta quince días después de floración (Fig.24).

Permanentemente se efectuaron controles para los casos de posibles filtraciones, desbordes y/o roturas de rondas y taipas (Fig.25).



Figura 24. Fotografías tomadas en distintas etapas del riego.



Figura 25. Vistas del cultivo durante las primeras etapas del desarrollo, con lámina de agua.



Registros fenológicos del cultivo y determinaciones

Todas las observaciones se realizaron en diez plantas marcadas al azar en cada sub-parcela siguiendo la escala de Counce (Fig.26), la cual considera tres fases principales en el desarrollo del arroz: plántula (S0-S3), vegetativa (V1-n cantidad de hojas) y reproductiva (R0-R9), basados en criterios morfológicos de la planta de arroz.

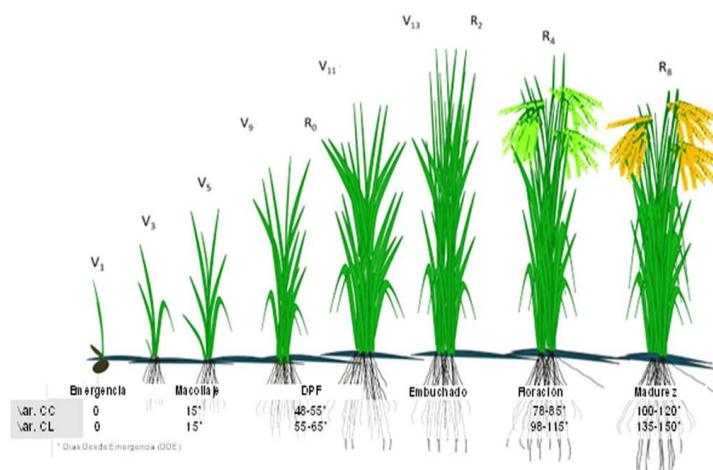


Figura 26. Representación gráfica de la fenología del cultivo de arroz. Descripción aproximada de ocurrencia de cada una de las etapas, en función de los DDE para variedades ciclo corto (CC) y ciclo largo (CL) (Adaptado: Counce et al. (2000); Freitas et. al., (2006); SOSBAI (2012)).

Para inferir en las plantas marcadas el estado R0 (inicio del primordio de la panoja) y R1 (comienzo de ramificación del primordio floral) se realizaron en otras plantas tomadas al azar cortes periódicos de la base del tallo con bisturí, para remover una a una las vainas de las hojas (Yoshida, 1981). La fecha estimada para realizar la inspección de R0 fue calculada para cada genotipo con los datos promedios de los días a floración ocurridos en los ensayos regionales de cultivares en El Sombrero (EEA INTA Corrientes) y sustrayendo 30 días, que representa el tiempo de duración promedio de la fase diferenciación del primordio floral (DPF) a floración (F) (Yoshida, 1981).

En el ensayo a campo se registró como fecha de DPF el día 21/12/2021, aproximadamente 55 DDE; como fecha de plena floración (F) el 31/01/2022, 100 DDE y como fecha de inicio de maduración (M) el día 28/02/2022, 120 DDE respectivamente (Fig. 27, 28, 29 y 30).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Figura 27. Fotografía tomada en pleno macollaje (V4-V5).



Figura 28. Fotografía tomada en el momento de iniciación de la panícula (R0).



Figura 29. Observación con lupa en el momento de inicio de encañazón (R2).



Figura 30. Fotografías del cultivo en la fase de antesis (R4) a la izquierda, grano duro (R8) al centro y en inicio de madurez fisiológica (R9) a la derecha.

1. Evaluación visual de emergencia

El 10/11/2021, diez días después de la siembra (DDS) se contaron todas las plantas emergidas determinando un 70% de emergencia para cada uno de los materiales estudiados (Fig.31). En ese momento se estableció el número de plantas por metro cuadrado, donde el objetivo planteado era lograr 150-250 pl/m².



Figura 31. Fotografía del cultivo en la fase de germinación- emergencia.



Esa misma fecha, con una cinta métrica se determinó la altura promedio de las plantas marcadas en cada una de las sub-parcelas (Fig.32), arrojando los siguientes valores (Tabla 2):

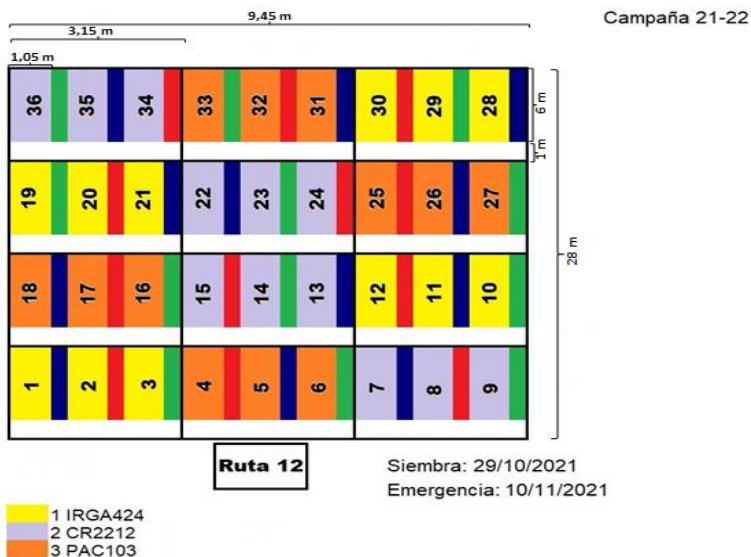


Figura 32. Plano del ensayo, detalle de distribución de los materiales dentro del mismo.

Tabla 2. Detalle de la altura promedio alcanzada por las plantas en cada una de las sub-parcelas al 10/11/2021.

Nºsubparcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altura promedio (cm)	8,69	10,69	9,7	9,2	10,15	8,45	8,6	9,98	9,9	10,4	8,25	10,7
Nºsubparcela	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Altura promedio (cm)	10,95	9,6	9,15	9,6	9,45	8	10,6	10,45	11,4	8,35	8,75	10,05
Nºsubparcela	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Altura promedio (cm)	10,85	8,65	10,25	10,5	10,3	11,2	9,8	10,1	10,3	10	10,4	9,6

La altura promedio alcanzada al 10/11 por la variedad comercial IRGA424 fue 10,24 cm, para el caso de las líneas promisorias CR2212 y PAC103, fue 9,61 cm y 9,56 cm respectivamente.



2. Densidad de plantas

El 12/11/2021, aproximadamente quince DDS se llevó adelante el recuento de plantas en cada sub-parcela tomando los dos surcos centrales (Fig.33), arrojando los siguientes valores (Tabla 3):



Figura 33. Fotografía del procedimiento para el recuento de plantas.

Tabla 3. Detalle de la densidad lograda en cada una de las sub-parcelas.

Nºsubparcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Densidad(pl/m ²)	214	177	154	177	137	117	129	100	106	183	217	140
Nºsubparcela	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Densidad(pl/m ²)	143	151	169	171	209	171	140	237	131	146	157	126
Nºsubparcela	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Densidad(pl/m ²)	129	143	109	129	266	166	140	117	169	191	174	154

Si bien algunos valores absolutos eran muy bajos independientemente del material, la densidad promedio alcanzada por IRGA424 fue 179 pl/m², para CR2212 145 pl/m² y para PAC103 150 pl/m². En conclusión, se comprobó que fue posible alcanzar la densidad objetivo mencionada en “Evaluación visual de emergencia”.

3. Plena floración

Aproximadamente a los noventa DDS, según el material, se registró la fecha del inicio de floración, considerando la floración de cada sub-parcela. La fecha precisa, 31/01/2022 corresponde al momento en el que el 50% de las plantas de cada sub-parcela presentaron el 50% de las panojas completamente emitidas (Fig.34).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

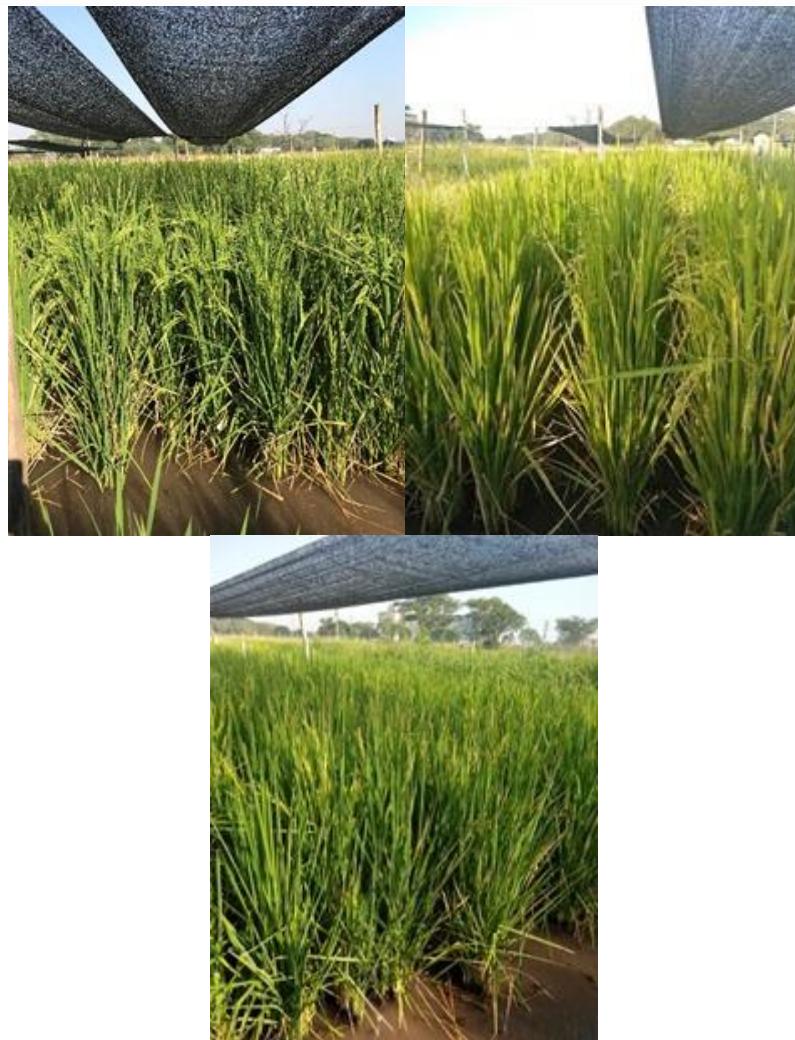


Figura 34. Fotografías en plena floración de IRGA424 (arriba a la izquierda), CR2212 (arriba a la derecha) y PAC103 (abajo), respectivamente.

4. Altura de la planta

Desde emergencia hasta madurez ($F + 30$ días) se midió la longitud de las plantas individualizadas en cada sub-parcela usando una cinta métrica, desde la zona del cuello hasta el ápice de la lámina de la última hoja en estado vegetativo, o de la panoja en etapa reproductiva (Yoshida 1981; Islam et al. 2007). Las mediciones se realizaron en todas las sub-parcelas con una frecuencia semanal (Fig.35).



Figura 35. Medición y registro de altura de las plantas.

Tal como se puede apreciar a continuación, la gráfica de evolución de altura por fecha particionada para cada genotipo tuvo un comportamiento sigmoidal, lo que es de esperar dada la fenología. Además de observarse alguna tendencia diferencial entre genotipos (Fig.36).

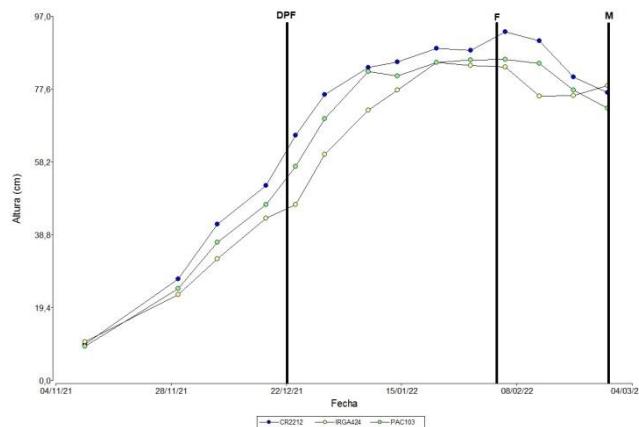


Figura 36. Gráfica de evolución de altura por fecha, particionada para cada genotipo.



Cosecha

El 25/03/2022, luego que los materiales alcanzaron el estado de madurez fisiológica y los granos presentaban un contenido de humedad aproximado del 22% -determinado con el humedímetro (Fig.37)- se llevó adelante la cosecha.



Figura 37. Fotografía del humedímetro digital Tesma Campo2.

La misma se hizo de forma manual, mediante el uso de una sierra curva denominada “hoz” (Fig.38). Luego se colocó todo el material en bolsas de papel rotuladas por dentro y por fuera, para mantener la identidad del material en todo momento. El corte se hizo 40 cm aproximadamente debajo de la panoja e incluía el sector central de cada sub-parcela: se dejaron en pie los dos líneos laterales y unos 30-50 cm de la cabecera y cola para evitar el efecto de bordura, cosechándose una porción de 0,175 m².



Figura 38. Cosecha manual del ensayo usando la hoz, con la colaboración de personal de la EEA INTA Corrientes.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Determinación de rendimiento en grano por unidad de superficie

Para la determinación de rendimiento en grano por unidad de superficie de los distintos materiales se trillaron manualmente las panojas y pesaron los granos de 1 m lineal.

El rendimiento estimado en base al peso de los granos se presenta en la última columna de la Tabla 4.

Tabla 4. Valores promedios de variables agronómicas: número de panojas por m^2 , número de granos llenos, número de granos vanos, porcentaje de granos vanos, peso de 1000 granos, peso de granos por m^2 y rendimiento en kg/ha.

Genotipos	Nº panojas/ m^2	NG llenos	NG vanos	%GV	P ₁₀₀₀	PG(g/m^2)	Rto. (kg/ha)
IRGA424	396	106	32	22,8	21,6	859	8590
PAC103	427	114	32	22,4	24,7	1220	12200
CR2212	369	106	18	13,6	26	1006	10060

CONCLUSIONES

Si bien los datos obtenidos no son suficientes para hacer una conclusión, resultan de interés para generar información útil y actualizada sobre el comportamiento de los materiales evaluados. De esta manera, se busca comprender las diferencias observadas e identificar los caracteres y variedades que permiten brindar mejor respuesta agronómica ante las condiciones experimentales. Estos ensayos son además necesarios para cumplimentar los requisitos para la inscripción de nuevas variedades en el registro nacional de cultivares.

La pasantía me permitió afianzar algunos conocimientos impartidos por las diferentes cátedras a lo largo de la carrera, particularmente los que se refieren al estudio de la morfología, fenología y ecofisiología del arroz. Además de adquirir experiencia en las labores propias de cada etapa del cultivo, y entrenarme en la identificación y el manejo de las adversidades bióticas que lo afectan. Donde tanto la organización como contar con un grupo humano comprometido (Fig.39) e infraestructura necesaria, fueron fundamentales para llevar adelante este trabajo.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Figura 39. De izquierda a derecha parte del equipo de trabajo, la ayudante adscripta Mariana BARRIOS, el Ing. ZORAT y Stefani GRANDE -quien presenta este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACPA (2016) Relevamiento arrocero provincial informe de campaña 2015/16: fin de cosecha
- Ariyaratna M, Takamure I, Kato K (2011) Plant architecture and its responses to high planting density and low fertilizer of reduced culm number mutants in rice (*Oryza sativa* L.). *J Plant Breed Crop Sci* 3:114–119
- Counce PA, Keisling TC, Mitchell AJ (2000) A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. *Crop Sci* 40:436–443. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x>
- Herber LG (2016) Nutrición y fertilización de arroz. In: Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes, Serie No 2. Corrientes-Argentina, pp 58–59
- INTA Castelar Instituto de Clima y Agua. 2011. Datos históricos de variables climáticas en la Provincia de Corrientes.
- Islam MS, Peng S, Visperas RM, et al (2007) Lodging-related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. *F Crop Res* 101:240–248. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.12.002>
- Kurtz D, Fedre JA, Ligier D (2016) Importancia del cultivo y zonas arroceras. In: Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes, Serie No 2. Corrientes-Argentina, pp 13
- Marín AR (2016) Niveles tecnológicos. In: Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes, Serie No 2. Corrientes-Argentina, pp 22–23
- Pawlizki, M. E., Peichoto, M. C., & Pachecoy, M. I. (2020). Evaluación fuente-destino en tres genotipos de arroz: implicancias en el llenado de granos y en la estructura de tallo. Proyecto Arroz Resultados Campaña 2019/2020 Ediciones INTA EEA Corrientes 28: 10–24.
- Pedraza MV., Asselborn MN., Liberman CA, et al (2011) Comportamiento de Gurí INTA CL y de líneas promisorias del plan de mejoramiento genético de arroz frente a *Pyricularia oryzae*. Jornada XXII Jornada Técnica Nacional del Cultivo de Arroz Fundación Proarroz Concordia, Entre Ríos
- Peng, S., Huang, J., Cassman, K. G., Laza, R. C., Visperas, R. M. & Khush, G. S. (2010). The importance of maintenance breeding: a case study of the first miracle rice variety-IR8
- Sadimanara GR, Febrianti E, Suliantini NWS, et al (2020) Grain yield and yield attributes response of four upland rice (*Oryza sativa* L.) promising lines to shade stress. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 454:12188. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012188>
- Yoshida S (1981) Fundamentals of rice crop science. Los Baños, Laguna, Philippines

Páginas web consultadas: www.bolsacer.org.ar, www.sisinta.inta.gob.ar