

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Título: “Seguimiento de Ensayo Regional de Variedades de Arroz de INTA en Módulo Didáctico y Demostrativo”



Alumno: Sandoval, Rober Elian

Director: Ing. Agr. FEDRE, Jorge Antonio.

Lugar: Módulo Arrocero Didáctico y Demostrativo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste.
Convenio con Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes.

Introducción

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el segundo cereal más producido en el mundo siendo una especie de cultivo anual de la familia de las Poáceas, con sistema fotosintético C3, adaptada al ambiente acuático. Producida en distintos ambientes, bajo diversas formas y tecnologías, utilizando genotipos con características productivas y culinarias particulares, según objetivos.

En el mundo se cosechan cerca de 160 millones de hectáreas, que producen aproximadamente 740 millones de toneladas de arroz cáscara. Los países que destinan mayor superficie a la producción de arroz son China, India, Indonesia y Bangladés, siendo estos mismos los principales consumidores del cereal (Fuente USDA febrero 2021). Es, además, la actividad económica que más puestos de trabajo genera, fundamental en el crecimiento de las economías regionales y nacionales.

En Argentina la producción se concentra en la región litoral. En la campaña 2020/2021 la superficie sembrada fue de 94.700 ha, siendo Corrientes (con el 47%) la provincia que más superficie destina a la producción de arroz, seguida por Entre Ríos (31,1%), Santa Fe (15,9%), Formosa (3,6%) y Chaco (2,5%). La producción nacional alcanzó las 1.434.300 Tn, de las cuales el 47 % fue aportado por Corrientes (ACPA & Bolsa de cereales de Entre Ríos), donde además es el principal cultivo agrícola y aporta unos U\$D 194 millones anuales al Producto Bruto Geográfico Provincial (Fuente ACPA).

Se estima que, en Asia, África y América Latina, la demanda de arroz aumentará drásticamente debido al aumento constante de la población. Para satisfacer esta creciente demanda, se deben desarrollar nuevas variedades de élite que puedan producir rendimientos de granos mucho más altos (Wang & Li, 2005).

En la actualidad los productores disponen de aproximadamente diez variedades comerciales para sembrar, las que difieren unas a otras en cuanto al tipo y altura de planta, color y aspecto del follaje, número de granos por panoja, desgrane, días a la madurez, calidad del grano, incluyendo las características de molinado y de cocción del grano.

Los ensayos regionales de INTA son trabajos de evaluación de todas estas características que se realizan campaña tras campaña hace más de 20 años, en distintas zonas de la Provincia de Corrientes y también en las zonas arroceras de Provincias vecinas.

Contar con este ensayo en el Módulo Arrocerero Didáctico y Demostrativo va a ser de suma importancia para potenciar los aportes de instituciones como INTA y Facultad, además de estar al alcance para observación de los alumnos y docentes e investigadores.

Si bien todas las variedades se siembran desde hace tiempo en una misma región arroceras no deja de ser importante conocer en detalle los componentes de rendimiento en cada una de ellas.

En este sentido, en arroz los componentes que contribuyen significativamente al rendimiento en granos son:

1. Número de panojas por metro.
2. Granos por panojas.
3. Peso de los 1000 granos.

Otra forma común de evaluar el rendimiento es medir el peso seco de los granos (rendimiento económico) y el peso seco total de la planta (rendimiento biológico) y luego, dividir el primero por el segundo; el resultado es el índice de cosecha (IC).

$$IC = \frac{\text{peso seco de los granos}}{\text{peso seco de la planta}}$$

Para las variedades mejoradas de alto rendimiento, el índice de cosecha es alrededor de 0.5 y la relación grano-paja es de más o menos 1:1.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, la caracterización de este grupo de variedades resulta de interés para generar información importante y actualizada sobre el comportamiento de las mismas.

Objetivos

1. Adquirir experiencia práctica en el manejo y caracterización de variedades de arroz.
2. Contribuir al fortalecimiento del Módulo Arrocero Didáctico y Demostrativo de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNNE – Convenio Min. Producción.
3. Aportar información de interés a fines educativos y productivos

Lugar de Realización

La pasantía se realizó en el Módulo Arrocero Didáctico y Demostrativo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste. Ubicado en la Capital de Corrientes por Ruta Nacional N° 12 a la altura el kilómetro 1032.

Determinaciones:

1. Stand de plantas. Recuento de plántulas logradas por metro lineal (3 repeticiones).
2. N° de macollos/metro. Se realizó el recuento de macollos totales por metro lineal (3 repeticiones).
3. N° de panojas/metro. Una vez alcanzada la madurez, se realizó el recuento de panojas por metro lineal (3 repeticiones).
4. Granos/panoja. Se recolectaron 10 panojas por variedad; se realizó el recuento de granos totales, y se los clasificó en granos llenos y vanos.
5. Peso de 1000 granos.
6. Días a floración y madurez. A partir de la observación semanal de las parcelas se determinaron las fechas de floración plena y madurez.
7. Rendimiento a campo. Se identificaron muestras de un metro cuadrado representativos de cada parcela y se realizó la cosecha manual de los mismos. Se midió la humedad de cosecha y peso de granos en cada caso.

8. Rendimiento industrial. Se tomaron muestras de 100 g de los granos cosechados y se los llevó un un molino experimental para la determinación de los porcentajes de granos enteros y quebrados en cada caso.

9. Peso seco total. Se realizó la extracción de plantas completas de un metro lineal representativo (3 repeticiones) y se separó cada una en raíces, parte aérea y panojas. El material recolectado se secó en estufa hasta peso constante.

10. Índice de Cosecha. Se realizó el cálculo a partir de los datos de peso seco de granos y de planta ($IC = \text{peso seco de granos} / \text{biomasa aérea}$).

Actividades realizadas

Se trabajó sobre un grupo de 5 variedades de arroz: Puita INTA CL, Guri INTA CL, IRGA 417, IRGA 424, e IRGA 424 RI, sembradas en una parcela experimental bajo un Diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones **(Figura 1)**.

Se realizó un seguimiento periódico del cultivo, participando de las principales tareas realizadas a campo, con muestreos y tomas de datos en momentos puntuales del ciclo. A continuación, se detalla el trabajo realizado.



Figura 1: Diseño completamente aleatorizado de parcelas ubicadas en el lado norte del CTPRO (Ruta 12 kilómetro 1032).

Manejo de cultivo

- **Siembra**

La siembra se llevó a cabo el día 29 de octubre del año 2021 con una sembradora experimental de parcelas (**Figura 2**, de 6 surcos distanciados a 17 cm con una profundidad de 3 cm (**Figura 3**)

La fecha de emergencia general del cultivo fue el día 6 de noviembre (**Figura 4**)



Figura 2: Detalles de la sembradora utilizada el día de la siembra.



Figura 3: Profundidad de siembra. **Figura 4:** Cultivo con 9 días de emergencia.

- **Aplicación de Herbicidas**

12/10/2021

En el primer control de malezas (Pre siembra) se aplicó 2.60 kg de (Glifosato Control Max) al 48% en 100 litros de agua, en una superficie de 1.5 ha.

22/10/2021

Se aplicó Paraquat dicloruro 250 ml en 25 litros de agua más Rizo Spray al 1% (coadyuvante secuestrante) para controlar los manchones de malezas que no fueron controladas por glifosato (**Figura 5**)

2da aplicación:

Se realizó una pulverización de 5.3 litros/ Ha de Herbadox más 2.6 litros/ha de Glifosato y 200 cm³ de coadyuvante en 200 litros de agua, ambas aplicaciones se realizaron en 1,5 ha.



Figura 5: Primera aplicación en Pre-Siembra.

- **Fertilización**

Se realizó una fertilización de base al voleo el 29 de octubre, con una dosis de 200 kg/ha de 4-18-40 (N-P-K). A los 13 días después de la emergencia se aplicaron 150 kg/ha de Urea y posteriormente se hizo fertilización de cobertura con 50 kg/ha de Urea días posteriores al inicio de riego, con el cultivo con 4 – 5 hojas, alrededor del momento de Diferenciación del Primordio Floral (DPF). En todos los casos las aplicaciones se realizaron manualmente, con voladora al pecho **(Figura 6)**.



Figura 6: Primera dosis de Nitrógeno (UREA) con voladora al pecho.

- **Riego**

El inicio del riego ocurrió el día 25 de noviembre. Se contaba con una perforación a 100 metros del lote desde donde se extraía agua que era empujada por una bomba Axial de 11HP (**Figura 7 y 8**).



Figura 7 y 8: Inicio de riego y apertura de taipas para llenado de canchas más bajas.

- **Control de plagas**

Previo al inicio del riego hubo una presencia fuerte de Oruga de la Hoja (***Spodoptera frugiperda* Figura 9**) que se la trato con Deltametrina a 50 cm³/ha a través de una motomochila (**Figura 10**) realizándose primero en los ensayos y luego en toda la arrocerá.



Figura 9: Daños por *Spodoptera frugiperda*.



Figura 10: Aplicación con motomochila.

- **Cosecha**

En cada parcela se realizó de forma manual con una hoz de mano (**Figura 11**) de mano cosechando cada variedad en el momento óptimo (**Figura 11**).

El momento se la determino visualmente con de la observación del avance del secado de los granos en la panoja (la mayoría de los granos de color dorado con solamente unos pocos granos verdes en la base de la panoja) y de la medición de la resistencia de los mismos frente a la presión.



Figura 12: Día de cosecha de variedades de ciclo intermedio.



Figura 11: Hoz de mano.

Determinaciones a campo

1. Stand de plantas

Semana después de la emergencia del cultivo se realizó el recuento de plántulas logradas por metro lineal (**Figura 14**). Para esta tarea se marcó un metro lineal representativo de la parcela y se contaron las plántulas que se encontraban dentro (**Figura 13**). Esto se repitió 3 veces por cada variedad para luego calcular un promedio y después llevar ese dato a plantas por metro cuadrado. Los resultados se presentan en la Tabla 1.



Figura 13 y 14: Determinación de Stan de plantas a los 7 días de emergencia del cultivo.

2. Número de macollos/metro

Luego de haber desarrollado sus raíces y del establecimiento inicial, la planta comienza a desplegar su estructura foliar y a emitir macollos. Esto coincide con la aparición de la cuarta (V4) o quinta hoja (V5) (Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arroz en Corrientes INTA).

El recuento de los mismos se realizó marcando en un lineo representativo (3 repeticiones) un metro lineal al azar y posteriormente se realizó el conteo de macollos totales (Tabla 1).

3. Días a floración

A partir de la observación semanal de las parcelas se determinaron las fechas de floración (Tabla 1) para cada variedad. **Figura 15**



Figura 15: Floración plena de Irga 424.

Tabla 1: Stand de plantas promedio para cada variedad, Número de macollos promedio/m² y días a floración.

Variedad	Stand (Pl/m²)	Días a Floración	Macollos (N°)
IRGA 417	152	85	60
IRGA 424	132	100	91
IRGA 424 RI	174	98	162
GURI INTA CL	131	85	88
PUITA INTA CL	174	85	80

Determinaciones en gabinete

1. Número de panojas/metro

La determinación de panojas/metro, granos/panoja, biomasa aérea e índice de cosecha son determinaciones que se realizaron en la misma muestra con el fin de que los resultados obtenidos sean más precisos y representativos.

Una vez alcanzada la madurez, se realizó el recuento de panojas por metro lineal (3 repeticiones). Se procedió de la misma manera que para el recuento de macollos.

Se pueden observar los valores promedios de número de panojas por metro lineal para cada una de las variedades estudiadas (Tabla 2), donde la variedad IRGA 424 RI fue quien presentó mayor número de panojas, mientras que IRGA 417 se destacó por ser la variedad con el número más bajo.

2. Granos/panoja

Se recolectaron 10 panojas al azar por cada metro lineal de la muestra anterior (Número de panojas/Mts) por cada variedad (3 repeticiones) sobre las que se realizó el recuento de granos totales y con esta información se calculó el número total de granos por panoja (**Figura 16**), porcentaje de granos enteros, vanos y el peso de 1000 granos. Se puede observar que la variedad IRGA 424 presentó el mayor porcentaje de granos vanos (Tabla 2).



Figura 16: Recuento de granos por panoja en laboratorio.

Tabla 2: Número promedio de panojas por metro cuadrado, y granos por panoja, porcentaje de grano (Entero) , porcentaje de Granos (Vanos) y peso de 1000 granos (P1000) de cada variedad estudiada.

Variedad	Panojas (N°)	Granos/ Panoja	Entero (%)	Vanos (%)	P1000
IRGA 417	57	148	55	45	29
IRGA 424	85	132	42	58	27
IRGA 424 RI	129	144	51	49	25
GURI INTA CL	78	169	55	45	27
PUITA INTA CL	68	174	52	48	24

3. Índice de cosecha

En la misma muestra de panojas/metro donde se realizó la extracción de plantas completas de un metro lineal (3 repeticiones por variedad), se procedió a la separación de raíces, parte aérea y panojas donde previamente se determinó su peso fresco (sin raíces) para luego ser secadas en estufa hasta peso constante (**Figura 17 y 18**).

Luego se realizaron los cálculos a partir de los datos de peso seco de granos y de planta completa (sin raíces) para la obtención del Índice de cosecha (Tabla 3) ($IC = \frac{\text{peso seco de granos}}{\text{peso seco de planta}}$).



Figura 17: Determinación de peso seco en estufa.

Tabla 3: Peso secos promedios de planta entera, granos e Índice de cosecha (IC) de cada variedad estudiada.

Variedad	PS planta (g)	PS granos (g)	IC
IRGA 417	371	148	0,4
IRGA 424	362	144	0,4
IRGA 424 RI	410	164	0,4
GURI INTA CL	395	197	0,5
PUITA INTA CL	311	155	0,5



Figura 18: Determinación de peso seco en laboratorio

Rendimiento

El estrés hídrico fue muy marcado, la rotura de la bomba de riego durante casi 10 días en el periodo crítico del cultivo (floración) a inicios del mes de enero y sumado a temperaturas muy elevadas, derivó en pérdidas de rendimiento y un significativo efecto en la calidad del grano. Esto fue generalizado, pero principalmente marcado en la primera repetición, con muestras con más del 50% de granos ardidos y/o con coloración amarillenta/ámbar (**Figura 19**).

La falta de riego también llevo a la germinación de nuevas malezas haciendo que la competencia por los nutrientes sea mayor y por ende repercutiendo indirectamente en el rendimiento.

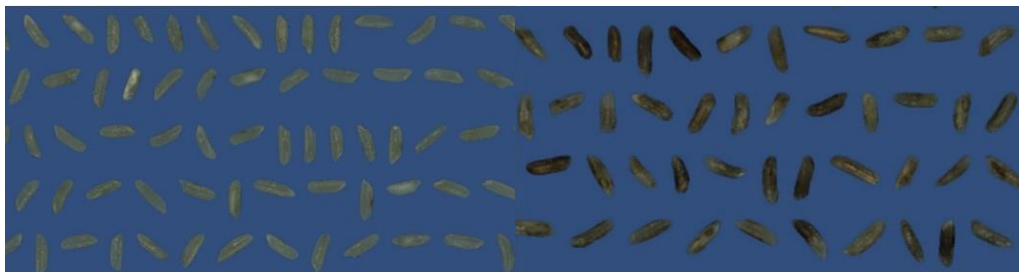


Figura 19: Granos ardidos por altas temperaturas y estrés hídrico.

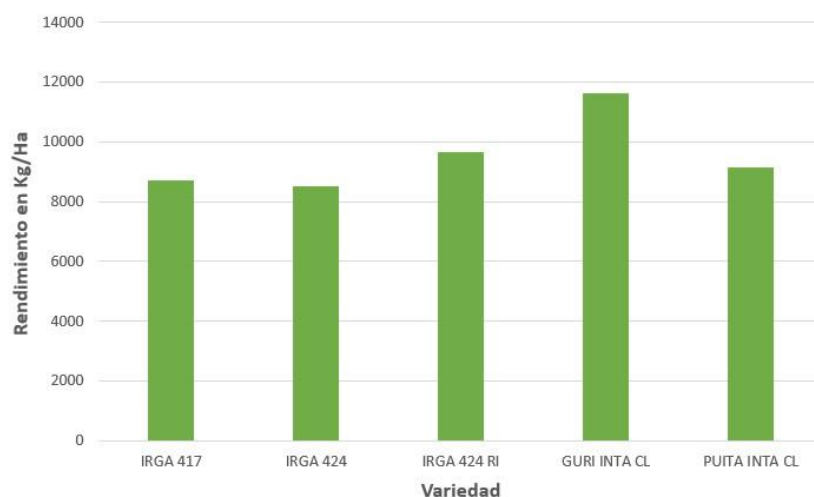


Figura 20: Rendimiento promedio para las variedades estudiadas.

La humedad promedio de cosecha fue de 29,9% y se la determinó con un Humedímetro Testma campo 2 (**Figura 21**).



Figura 21: Determinación de humedad en cosecha.

Rendimiento industrial

El rendimiento industrial se determinó sobre la variedad IRGA 424 donde los granos de arroz cáscara cosechados se colocaron en una secadora experimental, para uniformizar el contenido de humedad a 13%. Una vez secos, se tomaron muestras de 100 g de en cada parcela cosechada y posteriormente se llevaron las muestras al laboratorio del ACPA (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz)

Los datos obtenidos son los siguientes:

- *Materia extraña 3%*
- *Grano entero + quebrado en base 68%*
- *Rendimiento industrial 96% (factor 96)*

Teniendo en cuenta que la materia extraña es alta tendríamos penalización en la venta de dicho grano (generalmente en la muestra es por cada gramo es 1% de penalización), pero observando los demás valores tenemos buena calidad de grano.

Consideraciones finales

El trabajo a campo realizado me ayudo a adquirir experiencia práctica con respecto al manejo del cultivo, aprendiendo a tomar decisiones frente a adversidades y problemas en el calendario cotidiano de trabajo. Determinación de estadios, registro de datos y la obtención de un diagnóstico de forma correcta y precisa en el menor tiempo posible, también aprendí con más detalle las principales características de distintas variedades de arroz sembradas en la provincia y cuáles son sus comportamientos a campo y sus respectivos rendimientos.

El trabajo realizado en gabinete me permitió aprender detalles sobre las diferentes metodologías en cuanto a la toma de muestras y acondicionamiento para su posterior análisis, ya sea de plantas enteras o de granos.

En lo que respecta a la pasantía, como experiencia fue algo muy provechoso ya que logre complementar los conocimientos logrados en la facultad con la práctica a campo. También cabe destacar las relaciones que entable a lo largo de este trabajo tanto con el personal de campo como con los profesionales a cargo, los cuales siempre estuvieron a disposición por cualquier duda o percance que pudiera presentarse. Se logró un buen trabajo en equipo lo cual es importante para cualquier tipo de proyecto y sirve como experiencia a futuro.

Bibliografía

1. ACPA & Bolsa de cereales de Entre Ríos. Relevamiento Arroceros Provincial Informe de campaña 2021/22
Disponible en:
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/_archivos/estimaciones/220000_2022/220400_Abril/220421_Informe%20Mensual%2021-04-2022.pdf
2. Análisis Fuente USDA febrero 2021
https://incagro.org.ar/files/jzewr0urnrf24k8ru4o/55_Lopez%20USDA_Febrero%202021-31-co212.pdf
3. CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical 1985.
Componentes del rendimiento en arroz; Guía de estudio. Contenido Científico: International Rice Research Institute. Traducción y adaptación: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. 19 p.
4. Código Alimentario Argentino. Capítulo IX Alimentos Farináceos - Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 649 - (Res. 1547, 12.09.90).
Disponible en:
http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf.
5. Olmos, S. 2006. Prácticas para el Manejo de arroz. Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. Disponible en:
<http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-PRACTICAS.PDF>.
6. Olmos, S. 2007. Apunte de Morfología, Fenología, Ecofisiología y Mejoramiento Genético del arroz. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes – 2006 –Argentina. Disponible en:
<http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
7. INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ - Campaña 2021-2022. Volumen XXX. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2022.
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/363454034_Analisis_de_variables_ecofisiologicas_y_agronomicas_en_tres_genotipos_de_arroz_cultivados_bajo_condiciones_de_estres_por_baja_radiacion_impuesto_por_sombreo.