



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD: Pasantía



**Seguimiento del desarrollo de tres variedades de arroz
en módulo arrocero didáctico y demostrativo.**

PRESENTADO POR:

Rocio Mariela Cutro

DIRECTOR:

Ing. Agr. Jorge Antonio Fedre

-2021-

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN:	3
OBJETIVOS:	4
LUGAR DE TRABAJO:.....	4
DESCRIPCIÓN DEL SITIO:.....	5
DESCRIPCIÓN DE CLIMA:	6
CARACTERIZACIÓN EDAFICA:.....	6
Análisis químico del suelo:	8
ACTIVIDADES REALIZADAS:.....	9
Observación de los caracteres morfológicos de tres variedades de arroz:	10
Semilla:	10
Plántula de arroz:.....	11
Macollos:.....	15
Altura y Arquitectura de la planta:	18
Estructura reproductiva:	20
Seguimiento fenológico del cultivo:	23
Fase siembra - emergencia:	24
Fase vegetativa:	26
Fase Reproductiva:.....	28
Determinación de los componentes de rendimiento:	35
CONSIDERACIONES FINALES:	39
BIBLIOGRAFÍA:	44

INTRODUCCIÓN:

El arroz cultivado *Oryza sativa* L. es de origen asiático, más precisamente de la región sudeste del Himalaya, es una especie monocotiledonea perteneciente a la familia de las poáceas, subfamilia de las Ehrhartoideas y tribu Oriceas, con mecanismo fotosintético C3, muy bien adaptada a diferentes condiciones de ambiente ya sea seco e inundación. Es una especie diploide ($2n$), con 24 cromosomas, autógena, herbácea y anual. Su crecimiento fisiológico distingue tres fases de desarrollo que comprenden: Fase vegetativa (germinación – emergencia, plántula, macollamiento, hasta la diferenciación del primordio floral), Fase reproductiva (formación del primordio floral, embuchamiento, floración), Madurez (grano lechoso, grano pastoso, grano duro), las cuales varían en su duración de acuerdo a distintos factores según el genotipo.

Es uno de los cultivos más sembrado en el mundo cuya semilla debidamente procesada constituye el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, en el 2020 alcanzó 501,47 millones de toneladas. El 80% de la producción y del consumo se concentra en el continente asiático. Los principales productores, son también los principales consumidores. China, con 147 millones de toneladas, produce alrededor del 29% del total mundial, escoltada por India con un 24% y 120 millones de toneladas. Brasil es el principal productor de América del Sur y aporta el 1,5% a la producción mundial de arroz con un total de 7,48 millones de toneladas (Comercialización de Trigo S.A., COTRISA, 2020). Argentina representa el 0,2% de la producción mundial y el 1% de la exportación.

A nivel nacional la producción de arroz integra una economía regional en el litoral argentino, concentrándose en las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe, Chaco y Formosa. El 46,9% de la producción corresponde a la provincia de Corrientes y un 33,3% a Entre Ríos. El 13,4% se obtiene en Santa Fe y el resto se distribuye entre Chaco (2,3%) y Formosa (4,1%). En la campaña 2019/20 nuestro país logro 190 mil hectáreas con un rendimiento promedio de 1,27 millones de toneladas anual, lo que arroja un rendimiento por hectárea de aproximadamente 6,7 toneladas (Bolsa de Cereales de Entre Ríos, 2020). Condiciones macroeconómicas favorables a partir del 2002, sumado al gran avance tecnológico y los conocimientos aplicados lograron aumentar y recuperar la superficie de implantación, lo que contribuyó al desarrollo de éste cultivo en la región. No obstante, los rendimientos se ven limitados por distintos factores abióticos (temperaturas, radiación, etc.) y bióticos (malezas, plagas y enfermedades) (Proyecto Arroz Campaña 2019/2020).

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



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

fenología se determina a partir de fases en las cuales se definen algunos de los componentes de rendimiento: número de panojas por unidad de área, granos llenos por panoja y peso de los mil granos. La obtención de información mediante la observación fenológica y su relación con las condiciones meteorológicas es esencial ya que permite una mejor interpretación de rendimientos finales, pudiendo relacionarlos con eventos ocurridos en alguna fase del ciclo del cultivo. También permite a los productores una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades.

El seguimiento en el módulo arrocero didáctico y demostrativo me permitió conocer las características que diferencian y destacan a las variedades utilizadas y poder compararlas con material bibliográfico, como así también profundizar más los conocimientos obtenidos en la carrera hasta el momento y conocer las situaciones reales de trabajo. Además poder introducirme en los aspectos fundamentales de la producción de arroz y caracterización de este sector en general.

OBJETIVOS:

- Adquirir experiencia en la producción arrocera.
- Afianzar conocimientos respecto a la morfología, fenología y componentes de rendimiento del cultivo de arroz.
- Insertarme en el vocabulario agrícola, tanto de: empresas, productos, variedades, como así también conocer las particularidades de la producción regional.

LUGAR DE TRABAJO:

El ensayo se llevó a cabo en el Módulo arrocero didáctico y demostrativo, carta acuerdo de cooperación entre el Ministerio de Producción de Corrientes – Facultad de Ciencias Agrarias UNNE y E.R.A.G.I.A , localizado sobre la Ruta Nacional N° 12, Km 1031 en Corrientes Capital, Provincia de Corrientes (Fig. 1).



Figura 1: Ubicación del predio donde se realizó el ensayo (rectángulo rojo). Fuente: Google Earth.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO:

El lote cuenta con una superficie de 1,5 ha, delimitado por un cerco perimetral sujeto al acuerdo entre el Ministerio de Producción de Corrientes – Facultad de Ciencias Agrarias UNNE y E.R.A.G.I.A y la superficie destinada a la producción de arroz es de 0,7 has. La cual fue dividida en 3 unidades, 700 m² para la variedad Fortuna-INTA, 700 m² para la variedad Tranquilo FL-INTA y 5600 m² para la variedad IRGA 424 (Fig. 2).

Fuente de agua: se realizó una perforación de 24 metros de profundidad ubicada en el CETEPRO. El agua era elevada e impulsada por una electrobomba sumergible, administrada por un tablero eléctrico. Desde la bomba al Módulo arrocero, se trasladaba el agua a través de 200 metros de caño de 4 pulgadas, enterrados.

Riego y drenaje: los criterios básicos que se tuvieron en cuenta fueron, llevar el agua por la parte más alta de los cuadros, y una vez que estas se completaron con agua, regar por desnivel las otras zonas (el agua siempre busca ir hacia las partes más bajas). Entonces el riego fue por la parte más alta y el drenaje a partir de los puntos más bajos (Fig. 2), hasta un desagüe principal.

El módulo representa a dos ambientes que se encuentran en la provincia como ser campos planos y con pendientes, por lo que se niveló con los criterios correspondientes a cada caso, mostrando esas dos realidades. En la parte alta que representa a los campos con pendientes de la provincia se utilizó un intervalo vertical de 8 cm para la marcación de las taipas y en la parte más baja que representa a los campos planos de la provincia se utilizó un intervalo vertical de 3 cm (Fig. 2).

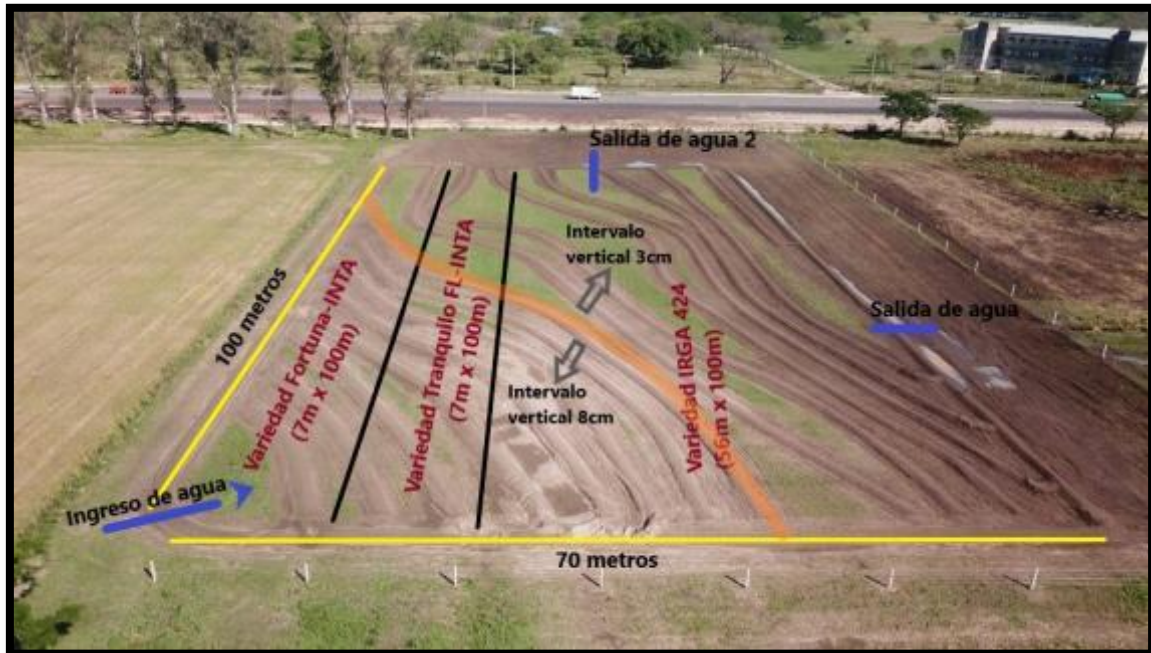


Figura 2: Edición que describe el lote. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

DESCRIPCIÓN DE CLIMA:

La provincia de Corrientes posee un clima subtropical pero debido a su ubicación geográfica se pueden distinguir tres variaciones, hacia el noreste sobre la zona que limita con la provincia de Misiones los veranos son muy húmedos y calurosos.

En cambio sobre la zona cercana al Paraná, el clima es subtropical seco en invierno y muy calurosos y lluvioso en verano.

Al sur nos encontramos con un clima subtemplado, típico de la región mesopotámica, las lluvias son parejas durante todo el año, en verano hace calor y los inviernos son moderadamente frescos.

En la ciudad de Corrientes el clima es templado y cálido con una cantidad significativa de lluvias durante todo el año. La temperatura media anual es de 21,5°C y el promedio de precipitaciones es de 1568 mm anuales (Todo Argentina).

CARACTERIZACIÓN EDÁFICA:

El suelo de sitio experimental se ha clasificado como Alfisol del subgrupo Glosacualfes típico, perteneciente a la serie Mandiyurá, 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. Estos suelos, están afectados por anegamientos, drenaje

deficiente y escasa profundidad efectiva, por lo que son inadecuados para cultivos comunes.

En cambio en la parte este del lote, ubicado en la loma, el suelo se clasifica como Molisol del subgrupo Argiudol ácuico, perteneciente a la serie Treviño, presenta textura franco arenosa y un horizonte Bt fuertemente estructurado a las 40 cm de prof. Su principal limitante es la susceptibilidad a la erosión hídrica y encharcamiento lo cual restringe la elección del cultivo.

SERIE: MANDIYURÁ							
HORIZONTES →			DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
			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: INTA – Estación Experimental Agropecuaria Corrientes, 1971.

SERIE: **TREVIÑO**

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL					
		A1	A2	BAt	Bt1	Bt2	Btk
Textura		fr.Ar.	fr.Ar.	fr.Ar a fr. arc.Ar.	fr.arc.Ar.	fr.arc. Ar.	fr.arc.Ar
Profundidad	cm.	0-17	17-30	30-39	39-66	66-87	87+
Materia orgánica	%	1.7	1.1	1.2	0.9	0.7	0.3
Carbono orgánico	%	1.0	0.6	0.7	0.5	0.4	0.2
Nitrógeno total	%	0.1	0.6	0.6	0.1	0.4	0
Relación C/N		11.4	11.1	11.8	10.2	9.7	6.4
Arcilla	(> 2 u) %	11.6	13.7	20.0	32.6	32.9	30.5
Limo	(20-50 u) %	21.5	21.4	22.3	16.1	16.6	16.6
Arena fina	(100-250 u) %	64.7	63.1	55.4	49.6	48.4	51.4
Arena gruesa	(500-1000 u) %	2.2	1.8	2.3	1.7	2.1	1.5
pH agua	(1 : 2,5)	5.6	5.8	6.0	6.3	7.0	7.4
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	3.5	5.7	8.9	13.9	14.6	14.2
Magnesio	(Mg++) cmol(+)/kg.	2.9	2.4	2.9	3.9	4.0	4.1
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.3	0.4	0.5	0.8	0.7	0.7
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
Acidez de cambio	(H+) cmol(+)/kg.	1.0	1.0	2.6	3.2	1.4	1.5
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	6.8	8.6	12.4	18.8	19.6	19.3
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	6.8	7.3	13.9	20.2	20.8	18.6
Sat. de Sodio	(PSI) (%)	4.4	4.5	3.6	4.0	3.4	3.8
Saturación bases	(V) (%)	100	100	89	93	94	100

Figura 4: Datos analítico del perfil de la seria Treviño. Fuente: INTA – Estación Experimental Agropecuaria Corrientes, 1981.

Los suelos óptimos para el cultivo de arroz irrigado son aquellos con un horizonte subsuperficial arcillo-limoso o arcilloso que permita reducir dentro del lote las pérdidas de agua por infiltración (Jetter, y otros, 2016, pág. 76).

Ambos tipos de suelos tienen las características de presentar un horizonte Bt estructural, lo cual los hace muy aptos para el cultivo de arroz bajo riego.

Análisis químico del suelo:

En el análisis se determinó la acidez del suelo (pH), Nitrógeno, Materia Orgánica, expresados en unidades de porcentaje (%), Fósforo, expresado en partes por millón (ppm), Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio, expresados en miliequivalentes, y Conductividad eléctrica, expresado en decisiemens por metro (dS/m). (Fig. 5).


Gobierno Provincial
 Ministerio de Producción


 Dirección de
 Producción Vegetal


**Laboratorio Provincial de
 Calidad Agropecuaria**

INFORME ANÁLISIS DE SUELO

SOLICITANTE: JORGE FEDRE

PROCEDENCIA: CECAP. Corrientes.

FECHA RECEPCIÓN: 27/09/2019

METODOLOGÍA:
 -EXTRACTANTE FÓSFORO: BRAY I
 -EXTRACTANTE Ca, Mg, Na y K: MEHLICH I
 -MATERIA ORGANICA: WALKEY Y BLACK
 -pH: AGUA DESTILADA – SUELO: 2.5-1

Nº ANÁLISIS: S088.

	pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	MO	Ω
	-	%	ppm	meq / 100 g				%	dS/m
S088 Arrocera	5,84	0,05	14,81	0,06	1,50	1,26	0,02	6,69	0,058

Localidad y País.	Fecha de Emisión.	Técnico Responsable.
Corrientes. Argentina.	24/10/2019	 MA. VICTORIA PEREYRA DOCTORA EN QUÍMICA

RUTA NACIONAL Nº 12 – Km 1032 – Corrientes (E-mail: laboratoriodcalidadagropecuaria@gmail.com)
EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA

Figura 5: Informe de Análisis Químico del Suelo del sitio experimental realizado en el CECAP, Corrientes.

ACTIVIDADES REALIZADAS:

Se trabajó con tres variedades de arroz: Tranquilo FL-INTA, Fortuna-INTA e IRGA 424.

Como se mencionó en la descripción del sitio, la superficie sembrada fue de 7000m², la cual se dividió en tres partes; 700m² (variedad Fortuna-INTA), 700m² (variedad Tranquilo FL-INTA) y 5600m² (variedad IRGA 424).

Luego de realizada la siembra se hizo un seguimiento periódico del cultivo hasta la cosecha para poder observar la morfología, fenología y evaluar componentes de rendimiento del cultivo, realizando monitoreos constantes para ver el avance de cada variedad; además consultando con material bibliográfico se pudo comparar y comprender la particularidad que caracteriza a la cada una de las variedades utilizadas.

Seguidamente desarrolle el escrito de la pasantía respetando los objetivos planteados en el plan de trabajo, dividiendo el desarrollo del mismo en 3 partes, iniciando con la morfología del cultivo de arroz y la particularidad de cada variedad utilizada, fenología y su relación con las condiciones climáticas reinantes y por último la evaluación de los componentes de rendimientos.

Observación de los caracteres morfológicos de tres variedades de arroz:

En este ítem comenzare explicando la morfología de la planta, la metodología utilizada y las características observadas que me permitió diferenciar y reconocer cada variedad. Esto fue útil para poder conocer a la planta de arroz, su fisiología y las transformaciones que experimenta a lo largo de su desarrollo.

Semilla:

En el módulo arrocero didáctico y demostrativo se utilizaron tres variedades de las cuales teníamos tres tipos de semillas. A simple vista se podía observar que las semillas tenían distintos tamaños, en el caso de la variedad Fortuna-INTA, la semilla era larga y ancha, o sea una semilla más grande, pero las otras dos variedades IRGA 424 y Tranquilo FL-INTA eran largas pero más finas y ambas tenían similar tamaño. Otra característica que se podía sentir al tocarlas y mirarlas era que la variedad Fortuna-INTA e IRGA 424 tenían una cierta pubescencia que recubría a toda la semilla, en cambio la variedad Tranquilo FL-INTA era más bien una cubierta lisa.

Luego en gabinete y empleando una lupa de mano (20X) se observó detalladamente a la semilla de cada variedad y posteriormente se realizó la captura de imágenes (Fig. 6) para poder describir las partes que la integran y así poder comparar con material bibliográfico.

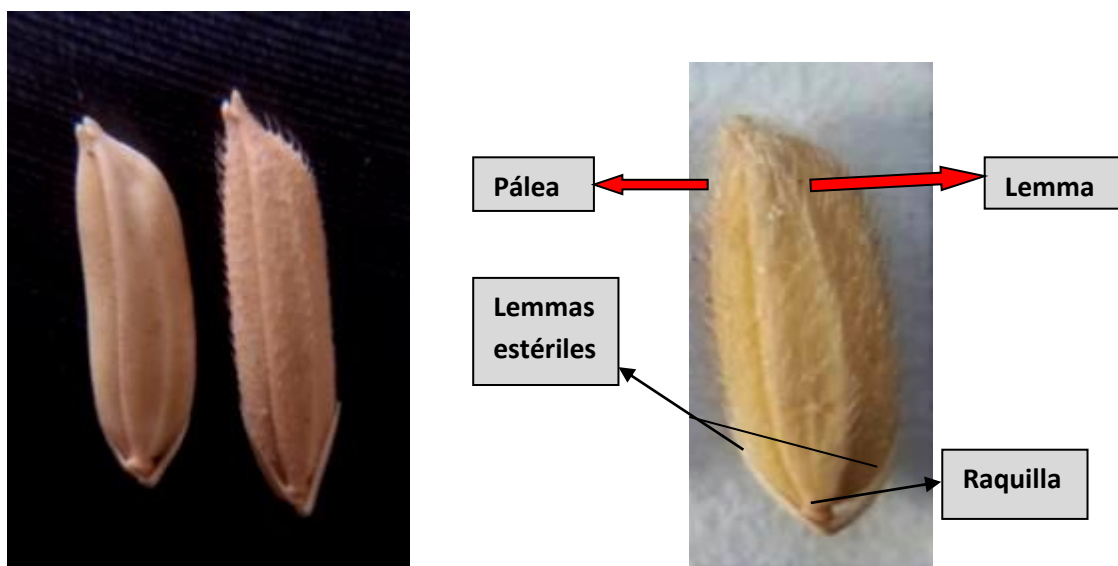


Figura 6: Semillas de arroz. De izquierda a derecha variedad Fortuna INTA, IRGA 424 y Tranquilo FL – INTA. Fuente: Modulo arrocero didáctico y demostrativo.

La semilla es un ovario maduro, seco e indehiscente. Está formada por el cariópse y por la cáscara, está última conformada por la lemma, pálea, lemmas estériles, raquilla (Fig. 6) y la arista como es el caso del arroz colorado (Olmos, 2007).

En relación al tamaño del grano según el material bibliográfico consultado se asemeja a lo descripto anteriormente, podemos encontrar tipo largo ancho (doble carolina) como en el caso de la variedad Fortuna INTA o tipo largo fino como las variedades IRGA 424

y Tranquilo FL – INTA. También hay variedades que presentan granos lisos como en el caso de Tranquilo FL – INTA y granos pilosos como en el caso de Irga 424 y Fortuna INTA, es una característica muy importante al momento de la cosecha e industrialización, debido a que la pilosidad los hace más abrasivos y causan mayor desgaste en las piezas y herramientas.

En cuanto a la fisiología, optamos por realizar un ensayo de viabilidad en laboratorio para así determinar la potencialidad de las semillas para desarrollar plántulas normales y que su implantación sea rápida y pareja.

Para llevarlo a cabo, colocamos 100 semillas de cada variedad en bandejas de plástico con papel absorbente embebido en agua (Fig. 7) y luego se las llevó a incubación a 27°C. Durante los días posteriores se controlaba que el papel este siempre húmedo rociándolo con un poco de agua. Una vez llegado a los 7 días se hizo el conteo de las semillas que germinaron para determinar poder germinativo (PG).

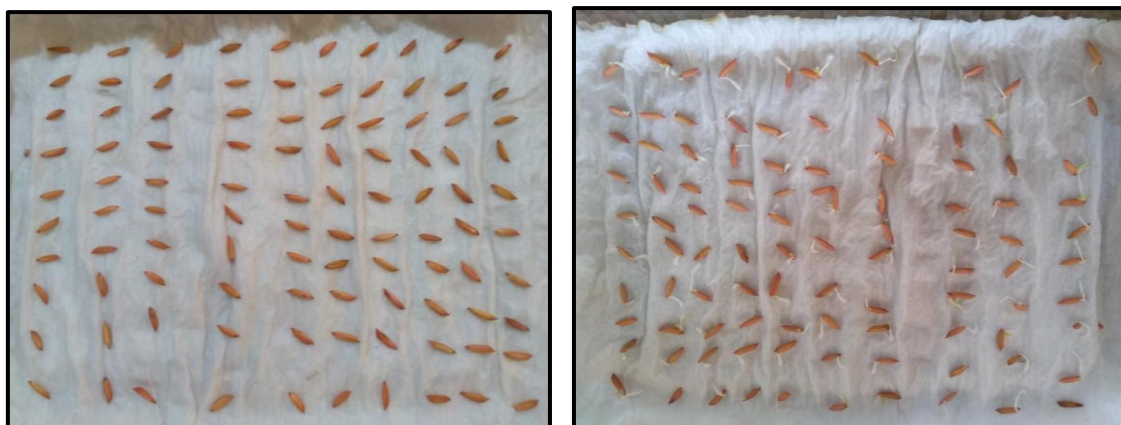


Figura 7: Semillas de la variedad IRGA 424 para determinar PG. Fuente: Modulo arrocero didáctico y demostrativo.

Los datos obtenidos para la variedad IRGA 424 fueron bastante favorables ya que tenían un PG de 90%, en cambio las variedades Fortuna-INTA y Tranquilo FL-INTA alcanzaron el 50% del PG. El problema de que los valores sean tan bajos hizo que al momento de la siembra tengamos que utilizar densidades de siembra mayores. Se optó por duplicar las densidades en las variedades Fortuna-INTA y Tranquilo FL-INTA.

La semilla es el insumo más importante y el primer eslabón de la cadena de producción. La adecuada elección de la semilla y variedad aseguran al productor desde el inicio la posibilidad de minimizar los problemas sanitarios y de manejo (Jetter, y otros, 2016).

La semilla debe provenir de semilleros inscriptos, para nuestro ensayo las semillas fueron donadas por INTA – Sombrerito y Semillero el Rocio.

Plántula de arroz:

En cuanto a la plántula, a los cinco días, luego de la siembra se hicieron recorridas por el lote y se observó las primeras emergencias, se podía ver algo desde lejos (Fig. 8),



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

pero al acercarnos era algo desuniforme (Fig. 9). Esto fue consecuencia de lo anterior mencionado sobre la densidad de siembra. Al haber mucha cantidad de semillas en el líneo, no se logró una correcta distribución espacial y eso llevó a que haya mayor competencia entre las semillas y algunas no lograron tomar la cantidad de agua necesaria para iniciar el proceso germinativo. También hay que aclarar que algunas plántulas no lograron emerger (Fig. 10).



Figura 8: Emergencia del cultivo. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 9: Desuniformidad en la emergencia del cultivo, se puede ver que hay zonas en donde no hubo emergencia. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Posteriormente utilizando un aro de 56 cm de diámetro y arrojándolo al azar sobre el lote, evaluamos stand de plantas que lo vamos a detallar mejor en el último apartado donde se explica los componentes de rendimientos y aprovechamos para desenterrar algunas plántulas y poder observar las partes que componen a la misma y así comprender que función cumple cada una (Fig. 11 y 12). También escarbamos muy cuidadosamente en las partes donde no habían emergido ninguna plántula y se podía ver

como venían desde abajo (Fig. 10) y con la ayuda de una cinta métrica pudimos ver que algunas semillas se encontraban a una profundidad de 5cm (Fig. 10).

Después, consulte con material bibliográfico y comprendí que esto ocurrió debido la elongación del mesocótilo, solo se elonga unos 2 cm en variedades semienanas y hasta 3-4 cm en variedades como Fortuna INTA, luego este deja de crecer para dar paso a la elongación del coleóptilo el cual continua con el crecimiento de la plántula hasta lograr la emergencia. Esto se debe a que las variedades semienanas están genéticamente modificadas y poseen un gen que hace que los entre nudos no sean tan largos como lo es el caso de la variedad Fortuna-INTA que no posee mejoramiento genético.



Figura 10: Plántulas que no lograron emerger debido a la profundidad a la que se encontraba la semilla. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 11: Plántulas de arroz. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

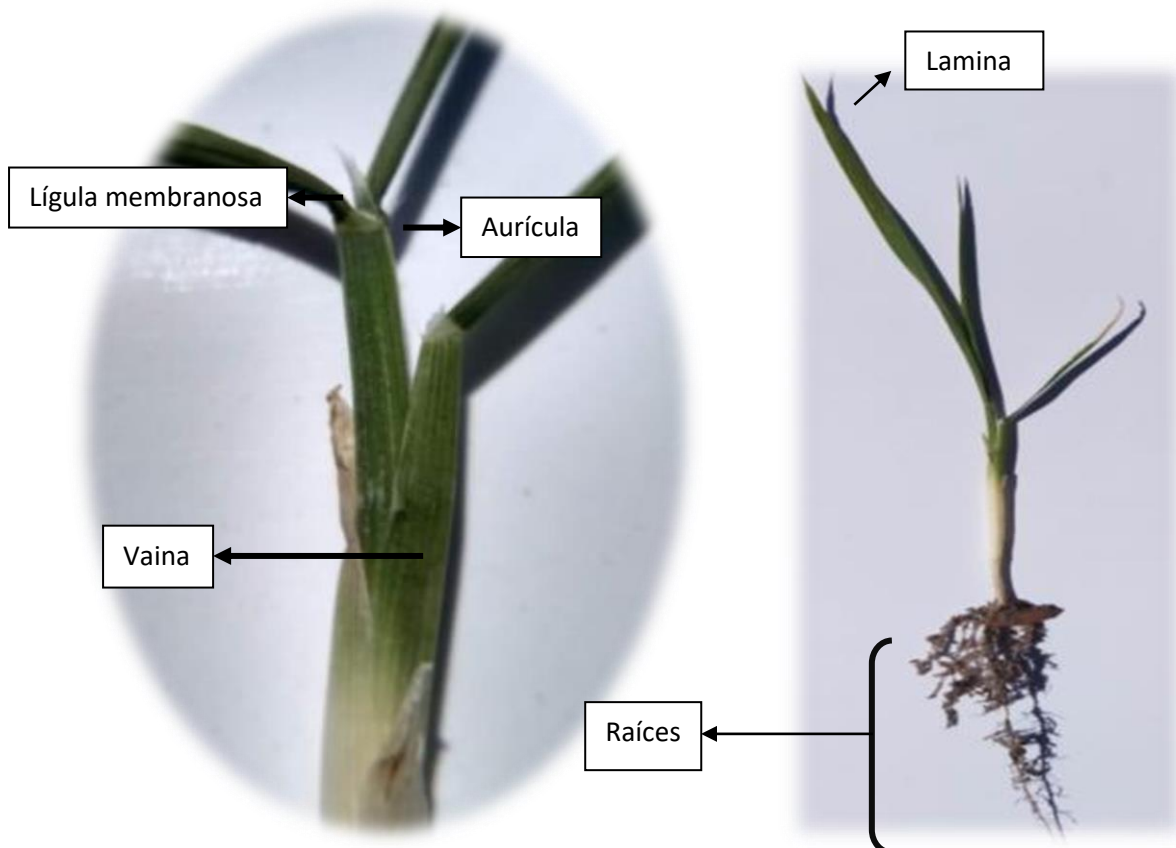


Figura 12: Morfología de una plántula de la variedad IRGA 424. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Además, para poder describir otras partes de la plántula coloque algunas semillas en una maceta y así logre capturar imágenes del mesocótilo, coleóptilo y prófalo (Fig. 13) que se hace un poco difícil de ver a campo.

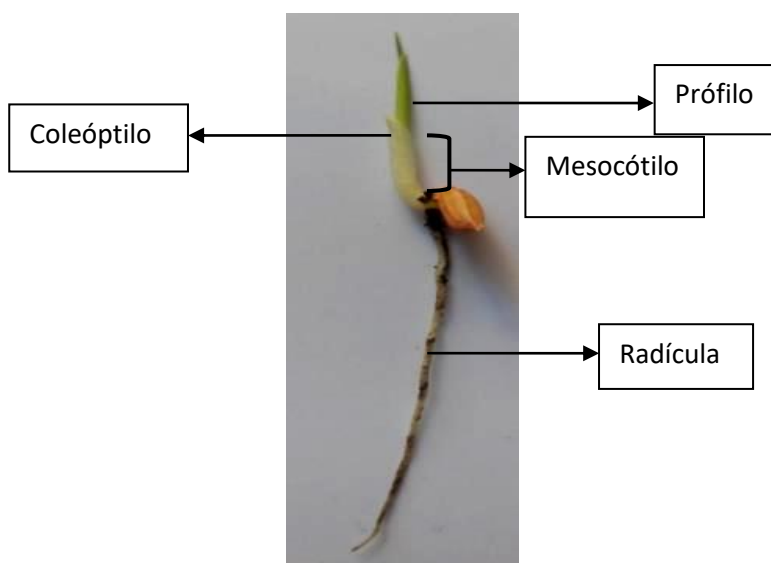


Figura 13: Morfología de una plántula de arroz en emergencia. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Según Meus, y otros (2020), “a partir de las reservas del endosperma se forman las raíces seminales (radícula), que se emiten en la primer semana de emergencia (Fig. 13), su función es fijarse al suelo y luego a los 10 – 15 días se pierden y la plántula produce raíces adventicias a partir del tallo principal, no son de gran desarrollo, representan un 15 – 20% del peso total de la planta y pueden llegar hasta los 30 - 40 cm de profundidad, estas van a persistir durante todo el ciclo y son las encargadas de nutrir a la planta”.

Como se puede observar en la figura 12, las hojas nacen en el nudo inferior, envainan todo el entrenudo y cuando llegan al nudo superior la vaina se transforma en lámina desplegándose del tallo. Cada lamina está compuesta por una lígula membranosa y aurícula pilosa en forma de hoz, esta característica es muy importante para poder diferenciar al arroz del género *Echinochloa spp*, principal maleza del cultivo.

Macollos:

Para identificar el inicio del macollaje (Fig. 14) realizamos visitas al lote a partir de los 10 – 15 días después de la emergencia del cultivo ya que según bibliografía consultada el macollamiento comienza cuando la planta está establecida y eso se da a los 15 días aproximadamente luego de la emergencia y termina cuando comienza la diferenciación del primordio floral.

La metodología empleada consistía en recorrer el terreno e ir desenterrando algunas plántulas, aunque también se podía ver a simple vista que había comenzado el



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

macollamiento en casi la totalidad del cultivo. Luego de la identificación, inmediatamente realizamos la aplicación de urea y el inicio del riego (Fig. 15).

También utilizamos un aro de 56 cm de diámetro, con el cual recorriamos el lote y lo lanzábamos al azar sobre las variedades sembradas para poder calcular macollos por m² (lo vamos a explicar mejor en el apartado de componentes de rendimientos).



Figura 14: Inicio del macollaje. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 15: A la izquierda se pueden ver los gránulos de urea y a la derecha el inicio del riego, el agua avanza sobre el lote. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Cada nudo del tallo principal presenta una lámina y una yema, la cual puede desarrollar un macollo. El primer macollo se forma cuando la planta tiene entre 4 – 5 hojas,



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

situándose entre el tallo principal y la segunda hoja contando desde la base. Posteriormente cuando nace la hoja 5 – 6 nace el segundo macollo y así sucesivamente. Los macollos originados desde el tallo principal son denominados macollos primarios. Estos a su vez pueden generar macollos secundarios los que a su vez también pueden producir macollos terciarios (Olmos, 2007).

Hay variedades que tienen mayor capacidad de macollamiento como Irga 424, seguida de Tranquilo FL – INTA, y no así en la variedad Fortuna – INTA que presenta un bajo potencial de macollamiento (Fig. 16). Esto fue algo que se observó claramente en el lote.

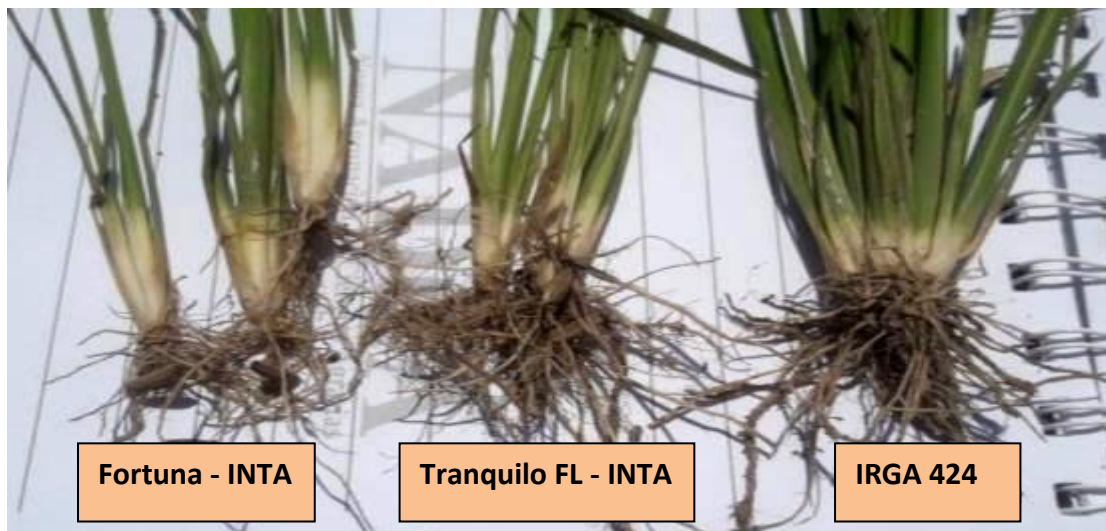


Figura 16: comparación de macollamiento entre las variedades utilizadas. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Cada macollo en estados avanzados pueden independizarse de la planta ya que desarrollan su propio sistema radical.

El sistema radical de arroz está formado por dos tipos de raíces: las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Ambas se desarrollan de nudos, pero las de la corona lo hacen bajo la superficie del suelo. Las raíces de los nudos se desarrollan en condiciones de anegamiento profundo (Olmos, 2007).

Las raíces de la corona poseen a su vez dos clases de raíces, las superficiales laterales que son muy importantes a la hora de la absorción del nitrógeno proveniente de la fertilización y las comunes que le sirven de anclaje a la planta y pueden llegar hasta 40 cm de profundidad.

En el lote al caminar se podía sentir que había un buen sistema radical porque el suelo inundado estaba firme, las raíces formaban un colchón en el entrelineo, pero había una parte donde anteriormente pasaba un camino y el horizonte Bt está muy cerca de la superficie del suelo, se podía ver que las plantas eran más chicas y tenían un color

amarillento. Al desenterrar el sistema radical no tenía mucho volumen y claramente se podía ver la coloración roja debido a la toxicidad por hierro.

Altura y Arquitectura de la planta:

En cuanto a la altura de planta se podía observar a simple vista en estadios fenológicos más avanzados (DPF), que la variedad Fortuna INTA tenía una altura mucho mayor con respecto a IRGA 424 y Tranquilo FL-INTA (Fig. 17 y 18).

Como se mencionó anteriormente en el Módulo arrocero didáctico y demostrativo se buscó comparar las distintas características morfológicas entre las tres variedades utilizadas; no realizamos mediciones de altura pero cada vez que llegábamos a al lote, recorríamos cada parcela y comparábamos observando y sacando fotos donde se podía ver claramente la diferencia en cuanto a la altura entre las variedades.



Figura 17: A la derecha se puede observar la altura de planta de la variedad Fortuna-INTA y a la izquierda la variedad IRGA 424, ambas en DPF. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 18: Muestra la diferencia de altura entre la variedad Tranquilo FL-INTA (izquierda) en llenado de grano y la variedad Fortuna-INTA (derecha) en floración. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Además se buscó información de los semilleros donde especifican las características en relación a la altura y arquitectura de las plantas y así comparamos con lo registrado a campo.

Según el material consultado las variedades modernas presentan entrenudos más cortos y por ende plantas más enanas, esto fue debido al mejoramiento genético que logro un porte semienano mediante la introducción de un gen que inhibe la síntesis del ácido giberélico. Esto permitió aplicar técnicas de manejo como la fertilización nitrogenada que antes no se recomendaba porque la planta se iba en vicio y terminaba volcándose. En Argentina el 99% de las variedades cultivadas son del tipo semienanas (Var. IRGA 424 y Var. TRANQUILO FL-INTA), salvo la variedad Fortuna – INTA que no tiene incorporado ese mejoramiento genético por ello es muy susceptible al vuelco y con poca capacidad de respuesta a la fertilización.

También a través del mejoramiento se ha modificado la estructura de la planta en cuanto a la inserción de la hoja o el ángulo que genera la hoja con respecto al tallo y su ubicación con respecto al canopeo. Se pasó de una arquitectura de planta con hojas planofila (var. Fortuna – INTA), a una planta con hojas erectas. Esto permitió obtener plantas más columnares (Fig.18) con mayor captación de la radiación. La diferencia es porque en plantas como Fortuna – INTA que posee hojas planofilas (Fig. 13), no permite captar buena radiación ya que las hojas superiores sombrean a las hojas de la base, en cambio plantas como IRGA 424 Y Tranquilo FL – INTA permiten que la radiación pueda alcanzar las hojas basales.



Figura 18: A la izquierda se puede observar a la variedad Tranquilo FL-INTA con una estructura de planta más columnar (hojas bien erectas), a la derecha la variedad IRGA 424 con una estructura de planta semicolumnar. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 19: Variedad Fortuna-INTA en R4 (antes), aquí podemos observar que el ángulo que genera la hoja con respecto al tallo es de 90° (hojas planofilas) y esto lleva a que esconda la hoja bandera por debajo de la panoja. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Estructura reproductiva:

Acerca de la estructura reproductiva, se hicieron recorridas en el lote para poder detectar el momento en que cada variedad comenzaba la fase reproductiva. Uno de los métodos más usados, fue el destructivo; consistía en arrancar plantas del lote y luego realizar cortes longitudinales del tallo con una navaja (Fig. 20 y 21). Al realizar los cortes pudimos ver el momento en el que comenzaba DPF, además continuamos con estos cortes para ver cómo se iba desarrollando la panoja dentro del tallo.



Figura 20: Cortes longitudinales de tallo. Fuente Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 21: Cortes longitudinales de tallo en DPF. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Una vez que emergió la panoja (Fig. 22) seleccioné una planta al azar y con la ayuda de una lupa de mano (20X) corté una espiguilla para poder ver las partes que la conforman.



Figura 22: A la izquierda antesis a campo, anteras visibles y a la derecha observación de las partes de una espiguilla con la ayuda de una lupa. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

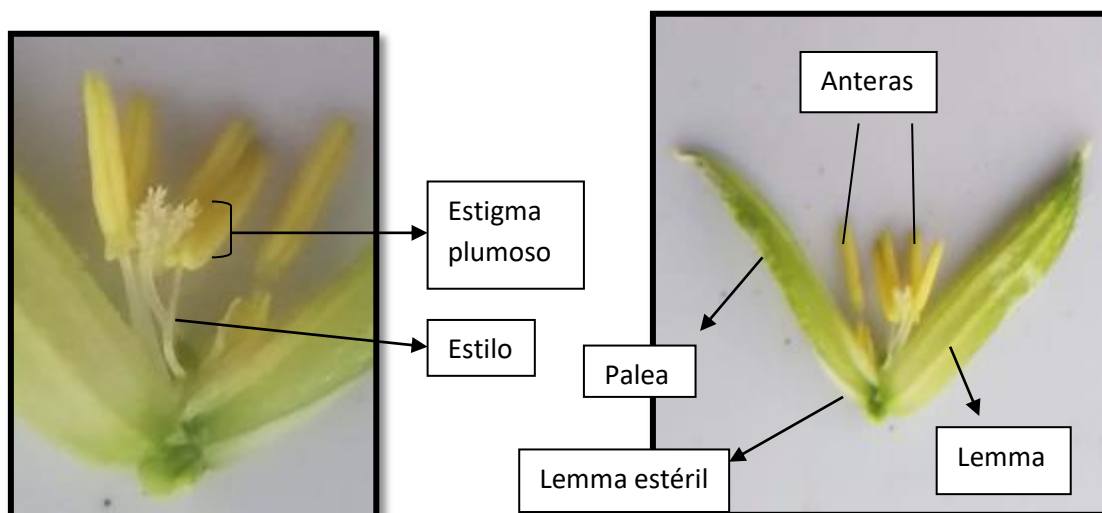


Figura 23: Estructura de una espiguilla. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Posteriormente consultando con material bibliográfico pude comprender aún mejor lo observado a campo.

El arroz es una planta autógama, formada por flores hermafroditas que se autofecundan.

Las flores están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula. La panícula se ubica en el nudo apical del tallo. El entrenudo superior del tallo en cuyo extremo se encuentra la panícula se denomina pedúnculo y de los nudos del raquis nacen las ramificaciones, las cuales a su vez dan origen a ramificaciones secundarias de donde salen las espiguillas.

La panícula se mantiene erecta durante la floración, pero luego de la fecundación se van doblando debido al llenado de granos.

La espiguilla es la unidad floral y está unida a las ramificaciones por el pedicelo. Las espiguillas están compuestas por dos brácteas, la lemma y la palea que la protegen y minimizan el efecto de los eventos adversos durante la fecundación (fig. 23). También podemos encontrar en algunas variedades como ser el arroz colorado, que es común el crecimiento de aristas en el extremo final de la lemma, es muy importante ya que es una de las principales malezas del cultivo y así nos permite diferenciarla.

Las lemmas estériles envuelven la flor por debajo de la raquilla. La raquilla es el eje que sostiene a la flor.

Las brácteas o glumas florales son: la lemma y la palea que posteriormente formaran la cáscara de la semilla.

La flor consta de seis estambres y un pistilo (fig.23). Los estambres están compuestos por un filamento que es el que sostiene a las anteras alargadas y bífidas, las cuales contienen a los granos de polen. La dehiscencia de las anteras puede efectuarse antes o

al mismo tiempo en que se abren las glumas, mostrando tendencia a la cleistogamia. Después de que se haya producido la fecundación de las mismas las glumas se cierran.

En el pistilo se distinguen el ovario, el estilo y el estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un sólo óvulo. El estilo es corto y termina en un doble estigma plumoso (fig.23).

Seguimiento fenológico del cultivo:

Para describir las fases de desarrollo de las tres variedades utilizadas se hizo un seguimiento del cultivo, realizando visitas a campo de 2 – 5 veces a la semana dependiendo de la etapa fenológica en la que se encontraba el mismo, además se midió las fases de desarrollo utilizando la escala fenológica de Counce et al., (2000) (Tabla 1) el cual relaciona las fases fenológicas, desarrollo morfológico y componentes de rendimiento. Después comparamos con material bibliográfico para entender el comportamiento de las tres variedades utilizadas y también busqué información de los datos climáticos registrados en la provincia de Corrientes durante la campaña para comprender la influencia del mismo sobre el cultivo.

Su crecimiento puede dividirse en tres importantes fases: vegetativa (germinación, estado de plántula, macollaje), reproductiva (diferenciación de primordio floral (DPF) y floración) y maduración (llenado de granos y madurez fisiológica).

Tabla 1: Descripción de los estadios de desarrollo del cultivo de arroz. Enumeración paralela del desarrollo morfológico y generación de componentes de rendimiento. Fuente: (Jetter, y otros, 2016, pág. 21)

Estadio de desarrollo		Desarrollo morfológico		Componentes Rendimiento	
Fase de germinación					
Fase vegetativa, reproductiva y de madurez					
V1	1ª hoja tallo principal		Formación de raíces nodales		Nº Panojas/m²
V2	2ª hoja tallo principal				
V3	3ª hoja tallo principal			Inicio de macollaje	
V4	4ª hoja tallo principal			Macollaje	
...				Final de macollaje	
V7	7ª hoja tallo principal				
V8	8ª hoja tallo principal				
V9 - R0	9ª hoja tallo principal	Iniciación de panícula			
V10 - R1	10ª hoja tallo principal	DPF			
V11	11ª hoja tallo principal		Diferenciación de glumas		
V12	12ª hoja tallo principal				
V13 - R2	Hoja bandera		Microesporogénesis		
R3	Emergencia de panícula		Embuchado		
R4	Floración (una o más espiguillas)		50% Floración		
R5	Elongación de uno o mas granos en la cáscara		Polinización	Nº granos/panoja	Peso de Grano
R6	Expansión de uno o mas granos en profundidad		Grano lechoso/pastoso/duro/grano perdiendo humedad		
R7	Al menos un grano con cáscara color típica del cultivar				
R8	Madurez de un grano aislado				
R9	Madurez completa de los granos (punto de cosecha)				

Fase siembra - emergencia:

S0: Semilla de arroz “no embebida”, todavía no ha absorbido agua para comenzar el proceso de germinación (Fig. 24).

S1: Una vez que la semilla absorbe adecuada cantidad de agua, esta se hincha y la cubierta seminal se rompe permitiendo la aparición de la radícula (Fig. 24).



Figura 24: A la izquierda semilla de arroz. A la derecha radícula emergiendo del cariópse. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

S2: Emergencia del coleóptilo y la radícula (Fig. 25).

S3: Emergencia del Prófilo: Primera hoja en aparecer (Fig. 25).

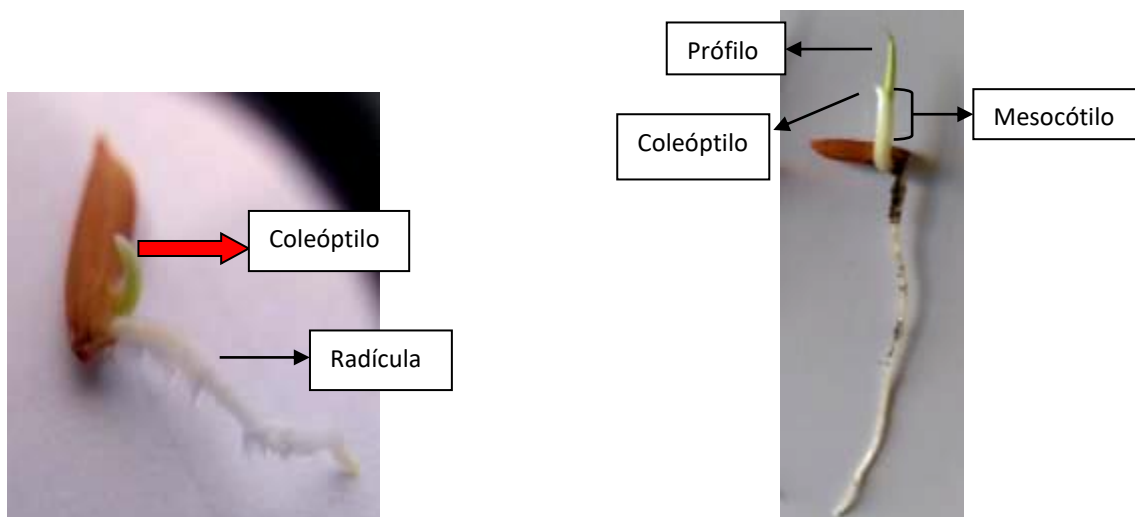


Figura 25: A la izquierda emergencia del coleóptilo y radícula. A la derecha emergencia del prófilo. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

La duración de esta fase es variable en el tiempo de 5 – 25 días, depende de factores ambientales como ser la temperatura del suelo y la humedad del mismo, comienza con un proceso físico de embibición cuando se pone en contacto la semilla con el suelo y termina cuando el prófalo del coleóptilo está por encima de la superficie. La época de siembra es fundamental, las condiciones predisponentes en este momento hacen que esta fase sea exitosa. En la campaña 2019/20 se sembró tres variedades de arroz (IRGA 424, Tranquilo FL-INTA, Fortuna-INTA) el día 26/10/2019, mes optimo determinado para nuestra región, esto es debido a que las temperaturas del suelo son adecuadas (rondan los 20 – 25°C) y lograremos que la floración que es el momento de máxima demanda de radiación del cultivo coincida con el mes de diciembre-enero, donde se da la máxima oferta de este recurso.

También hay que tener en cuenta que la velocidad de germinación está condicionada por la calidad fisiológica y fitosanitaria de las semillas, fertilizantes colocados muy próximos a la semilla y el ataque de plagas o enfermedades.

Lo primero que nace es la radícula, su función es la de fijarse al suelo. A los 15 días cuando comienza la etapa de macollaje la radícula se pierde y la planta emite las raíces adventicias o raíces de la corona que son las encargadas de nutrir a la planta y permanecen activas durante todo el ciclo de vida.

Junto con la radícula nace el coleóptilo que tiene como función romper la costra de la superficie del suelo para lograr la emergencia, este es levantado por el primer entrenudo que es el mesocótilo. La elongación del mesocótilo permite elevar a la plántula desde la profundidad donde se encuentra la semilla a una distancia de aproximadamente 2 cm para variedades modernas que tienen introducido el gen del semienanismo, no así en variedades sin mejoramiento genético como ser Fortuna – INTA donde se puede ir a profundidades de 5 cm como máximo. Por este motivo la profundidad de siembra es clave en el cultivo de arroz y no debe superar 2 – 2,5 cm de profundidad para variedades modernas y así evitar problemas de desuniformidad en la emergencia (Fig. 26). En el extremo del mesocótilo se produce la elongación definitiva del coleóptilo. Este crece solo unos pocos centímetros hasta que es perforado por la presión del prófalo que continúan el crecimiento (Fig. 25).

En la campaña 2019/20 se observó que en las tres variedades la emergencia fue el día 02/11/2019, siete días después de la siembra. Se tomó como criterio para poder definir la fecha aproximada cuando el 70% de las plantas del lote habían emergido.



Figura 26: Problemas en la emergencia de algunas plántulas. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Fase vegetativa:

V1: Primera hoja del tallo principal completamente expandida. En esta etapa se forman las primeras raíces adventicias (Fig. 27).

V2: Segunda hoja del tallo principal completamente expandida.

V3: Tercera hoja del tallo principal completamente expandida (Fig. 27). Etapa en la que inicia el macollamiento.

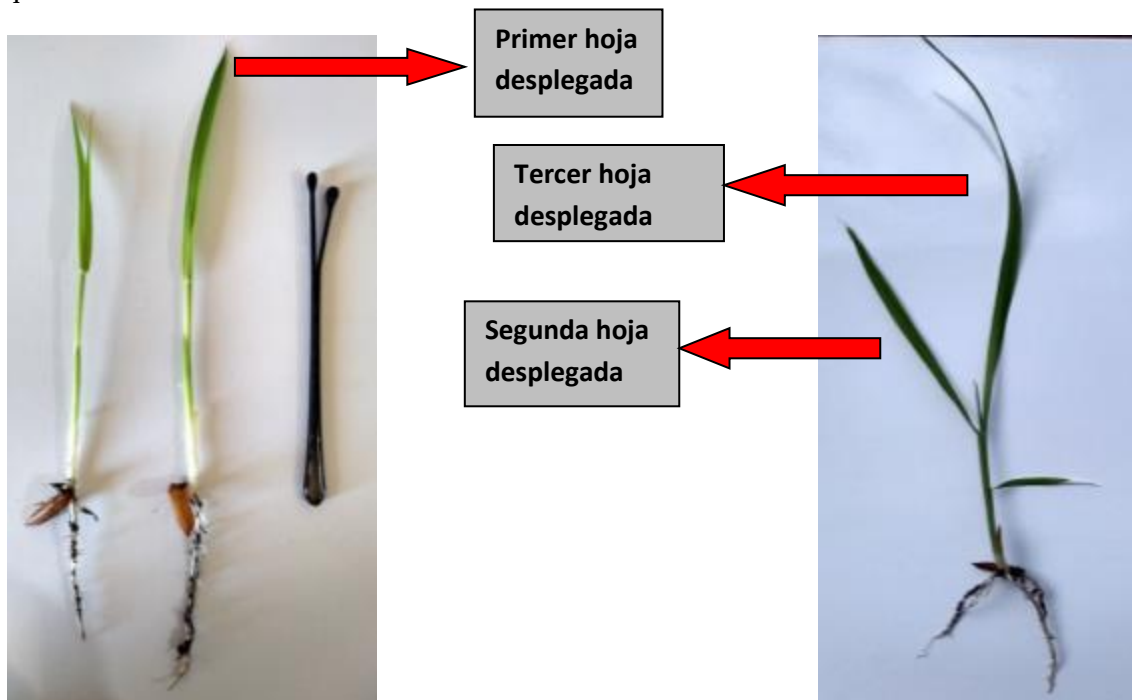


Figura 27: A la derecha se observa dos plántulas en fase de desarrollo V1, a la izquierda una plántula en V3. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

V4: Cuarta hoja del tallo principal completamente expandida (Fig. 28).

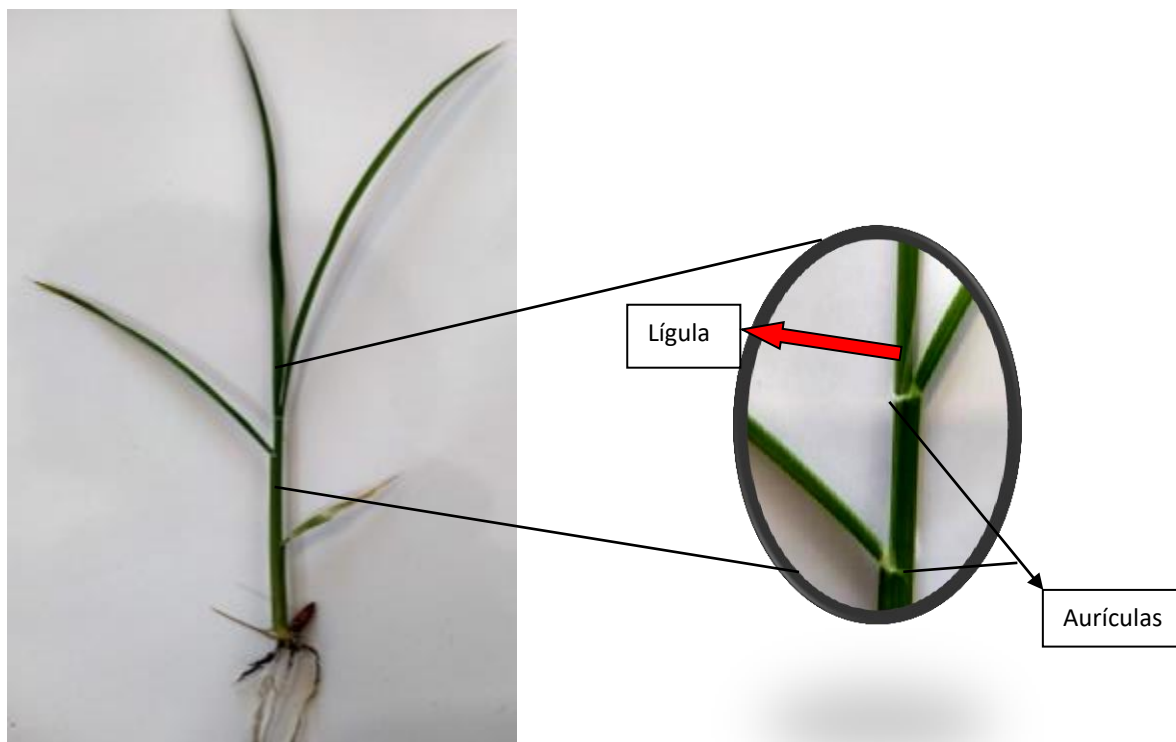
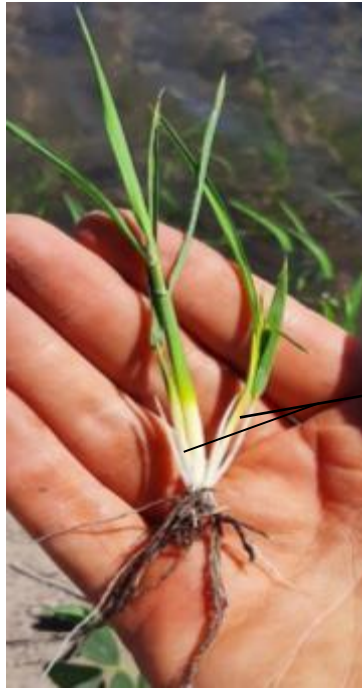


Figura 28: Plántula de arroz en V4. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Una vez que la planta despliega la tercer hoja verdadera, en la axila del primer nudo se activa la yema para dar inicio al macollamiento, momento clave, de él depende el número de panojas por metro cuadrado. Una planta puede producir de 2 – 30 macollos, esto está condicionado por el genotipo (hay variedades que macollan más como Irga 424, es capaz de dar 1 -2 macollos más que otras variedades), densidad de planta (puede variar de 2,3 – 3 macollos en altas densidades hasta 30 macollos en una planta aislada). El macollamiento también varía con la lámina de agua, es recomendable láminas de agua baja entre 5 – 10 cm, alta radiación solar, temperaturas entre 32 – 34°C y una correcta fertilización para que la planta tenga los nutrientes disponible y se dedique a producir macollos. El control de malezas previo también es fundamental, así la planta no tiene competencias.



Macollos



Figura 29: Etapa de macollamiento. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Fase Reproductiva:

R0: Iniciación de la panoja. Se caracteriza por la diferenciación del meristema apical. Si hacemos un corte longitudinal del tallo podemos observar el Green ring “anillo verde” que nos indica el comienzo de la elongación de los entrenudos (Fig. 30). En esta etapa, comienza a definirse el número potencial de granos por panoja.



Green ring

Figura 30: Inicio de la fase reproductiva. Corte longitudinal de tallo. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

R1: Diferenciación del primordio floral. Aquí se produce la diferenciación de las ramificaciones de la panoja y el alargamiento del tallo. Si realizamos un corte longitudinal del tallo podemos observar dicha etapa (Fig. 31 y 32).



Figura 31: Corte longitudinal del tallo donde se muestra el comienzo del desarrollo de la panoja. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 32: Corte longitudinal. Desarrollo de la panoja dentro del tallo próximo a R2.
 Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

La fase reproductiva del arroz comienza con el inicio de la panoja (R0). Este ocurre, en promedio, cuatro a cinco días antes de la diferenciación de la panoja (R1), en este punto se definirá el número potencial de granos por panoja y es aquí que la planta demanda la segunda aplicación de nitrógeno. Por ello es de suma importancia reconocer este momento. En el módulo arrocero se realizó un seguimiento semanal de cada variedad para poder observar los cambios fenológicos que iban ocurriendo y así inferir correctamente en la toma de decisiones a la hora de aplicar el nitrógeno. Tanto la variedad IRGA 424 y Tranquilo FL-INTA llegaron a DPF a los 51 días luego de la emergencia (23/12/2019), no así la variedad Fortuna-INTA que lo hizo 61 días después de la emergencia (2/01/2020) con una duración del día de 13 hs, esto se debe a que es una variedad sensible al fotoperíodo (necesita que los días se acorten para poder iniciar su fase reproductiva), por ello el ciclo puede variar de duración. En siembras tardías se comporta como ciclo intermedio (120 – 130 días a cosecha) y en nuestro caso al realizar una siembra temprana el ciclo se alarga (150 – 160 días a cosecha) pero nos asegura llegar a floración con un tamaño de planta que permita lograr buenos rendimientos. También hay que tener en cuenta que al ser una variedad de porte alto porque no posee mejoramiento genético es muy susceptible al vuelco con altas dosis de nitrógeno ya que este nutriente aumenta mucho su altura y predispone al vuelco.

R2: Embuchamiento o embarrigado: Ocurre cuando hay una formación completa de la última hoja (hoja bandera). La planta alcanza el área foliar máxima ya que la hoja bandera se encuentra completamente expandida. La panoja se encuentra dentro de la vaina de la hoja bandera.

En este momento es cuando se produce la microsporogénesis (evento microscópico de diferenciación de las células de los granos de polen). Las temperaturas extremas durante esta fase interfieren negativamente en la microsporegénesis, aumentando la esterilidad de las espiguillas. (Meus, y otros, 2020, pág. 65)

R3: Excerción de la panoja: Se considera cuando la panoja está por encima de la inserción de la hoja bandera.

R4: Antesis: El 50% de las plantas están en plena floración. Corresponde justamente a la aparición de las anteras por fuera de las espiguillas (Fig. 33).



Figura 33: A la derecha podemos observar la antesis de la variedad Irga 424 y a la izquierda la variedad Fortuna. Gran parte de las anteras visibles. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

La reproducción de la planta de arroz se produce por autofecundación. El polen se produce y almacena en las anteras. La polinización se produce cuando las anteras se secan, se abren y derraman polen en los estigmas (Meus, y otros, 2020, pág. 68).

Durante la floración se da el período de mayor sensibilidad del arroz a las altas temperaturas, cuando las temperaturas superan los 35° C durante 3 o más días, y cuando las temperaturas están por debajo de los 17°C, aumentando la esterilidad de las espiguillas (Meus, y otros, 2020, pág. 95).

Durante la campaña considerada, las temperaturas rondaron los valores normales por lo que no causaron ningún problema durante la fase reproductiva. De acuerdo a los datos obtenidos de la Estación meteorológica ubicada en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE.

Cabe aclarar, como habíamos dicho anteriormente, la variedad Fortuna-INTA es sensible al fotoperiodo, por ello la floración fue el día 13/02/2020 y en cuanto a las variedades largo fino, IRGA 424 llegó a floración el día 23/01/20 y Tranquilo FL-INTA el día 03/02/2020. La amplitud observada en floración y madurez entre ambas variedades largo fino, evidencia la diferencia en días en el ciclo. Ambas variedades se encuentran clasificadas como ciclo intermedio-largo aunque existe una diferencia de días, IrGA 424 tiene un ciclo de 135 días y la variedad Tranquilo FL-INTA va de 135 a 140 días.

La mayor diferencia en cuanto al ciclo de las variedades se manifiesta por la duración entre la emergencia y el inicio de la fase reproductiva (Olmos, 2007). O sea que lo que se alarga es la fase vegetativa.

R5: Comienzo de llenado de grano.

R6: Grano lechoso.

R7: Grano pastoso (Fig. 34). El grano comienza a perder humedad.

R8: Inicio de madurez fisiológica. El grano ya tiene una consistencia dura, harinosa. La madurez es basipeta, comienza desde el ápice de la panícula hasta la base.

R9: Madurez fisiológica. Los granos ya tienen la consistencia dura, perdieron humedad hasta alcanzar “30 – 35%” de acuerdo a Jetter, y otros (2016, pág. 20) y la cáscara toma el color característico amarillo (Fig. 35). Aquí se corta la translocación de los foto asimilados hacia los granos y ya queda fijado el peso seco máximo.

El periodo de maduración de los granos va desde la fecundación hasta la madurez fisiológica del grano. Esta fase dura de 30 – 40 días aproximadamente y a su vez puede dividirse en dos etapas:

Etapas de llenado: luego de la fecundación, los granos pasan por las fases de grano lechoso, pastoso y duro hasta alcanzar la madurez fisiológica (máxima acumulación de materia seca y humedad cercana a 30%).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Etapa de maduración: es el sub período comprendido entre la madurez fisiológica y la madurez de cosecha. Los granos pierden humedad hasta llegar al 22% aproximadamente (Jetter, y otros, 2016, pág. 20).



Figura 34: Grano pastoso. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 35: Humedad del grano en madurez fisiológica. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

La identificación de la madurez fisiológica de los granos de arroz es difícil de lograr visualmente. Un grano se considera fisiológicamente maduro cuando tiene una acumulación máxima de materia seca (contenido de humedad cercano a 30%). Durante este período, el peso potencial del grano (que comenzó su formación en R4) ya está definido y, desde entonces, solo pierden peso y humedad. La pérdida de peso puede

ocurrir debido a dos factores: por la respiración (con la quema de las reservas acumuladas por la respiración del embrión) y por la disminución del contenido de agua en el grano (sin comprometer sus características físico-químicas) (Meus, y otros, 2020, pág. 74).

El factor principal que determina la tasa de respiración de las semillas es la temperatura del aire. El incremento de la respiración por altas temperaturas es muy alto, entonces cuando más frescas las noches es mejor porque baja el nivel de respiración. Pero durante el día lo ideal es que haya temperaturas cálidas con buena luminosidad y así promover la fotosíntesis.

Durante la campaña las condiciones climáticas fueron buenas, tuvimos un clima seco, con las lluvias justas y también muy buena luminosidad en la época de floración del cultivo, que es muy importante para un buen desarrollo y obtener buenos rendimientos.

Analizamos los datos climáticos registrados en la provincia, en general la campaña para toda la provincia de Corrientes no solo se vio beneficiada por las lluvias limitadas, sino también por las horas de sol que se dieron en el momento clave que es la floración. Tampoco tuvimos calores extremos en noviembre y diciembre, que hacen mermar el rendimiento, sobre todo en la zona norte donde se encuentra ubicado el módulo arrocero didáctico y demostrativo.

A continuación, a modo de resumen, se muestran las fechas (Tabla 2) y la duración (días) de las fases de desarrollo de cada variedad (Tabla 3). Teniendo en cuenta que la siembra se realizó el día 26/10/2019 y debido a las buenas condiciones climáticas la emergencia de las 3 variedades fue a los 7 días posterior a la siembra.

Las fases de desarrollo se evaluaron con los siguientes indicadores: Fase vegetativa (de emergencia a DPF), reproductiva (de DPF a floración) y la fase de maduración (de floración a humedad de los granos para cosecha). Luego se contaron los días comprendidos en cada etapa.

Tabla 2: Datos de las fechas en las que ocurrió la emergencia, macollamiento, DPF, floración y madurez completa de las tres variedades utilizadas en el Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Fase de desarrollo	Variedad		
	IRGA 424	Tranquilo FL-INTA	Fortuna-INTA
Emergencia	02/11/2019	02/11/2019	02/11/2019
Macollaje	16/11/2019	16/11/2019	16/11/2019
DPF	23/12/2019	23/12/2019	02/01/2019
Floración	23/01/2020	03/02/2020	13/02/2020
Madurez completa de los granos (punto de cosecha)	28/02/2020	12/03/2020	23/03/2020

Tabla 3: Tiempo acumulado (días) para cada fase de desarrollo y duración del ciclo (días) de las tres variedades utilizadas en el Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Variedad	Fase Vegetativa (días)	Fase Reproductiva (días)	Fase Maduración (días)	Ciclo (días)
IRGA 424	51	32	36	119
Tranquilo FL-INTA	51	43	37	131
Fortuna-INTA	62	53	38	153

Determinación de los componentes de rendimiento:

Se seleccionó plantas al azar de las tres variedades y utilizando un aro se tomaron las siguientes mediciones:

- Número de plantas por m².
- Número de macollos por m².
- Número de panojas por m².
- Número de granos llenos y vanos por panoja.
- Peso de los 1000 granos.

Para cada una de las variedades se muestreo en diferentes sitios dentro del lote, tomando muestras y anotando en un cuaderno de campo. Luego calculamos los valores promedios de cada uno y lo volcamos en una tabla (Tabla 4, 5 y 6).

Cabe aclarar que debido a las condiciones ante la pandemia por el COVID-19 y la emergencia sanitaria el presidente de la Nación Alberto Fernández decretó cuarentena obligatoria en todo el país y esto llevo a vernos obligados a dejar uno de los ensayos de arroz sin poder cosecharlo y no tomar algunos datos de la variedad Fortuna INTA como ser: panojas/m², número de granos vanos por panoja, granos llenos por panoja y el peso de los 1000 granos.



Figura 36: A la izquierda conteo de stand de plantas. A la derecha conteo de granos llenos y vanos por panoja.



Figura 37: Aquí se muestra el peso de 1000 granos de la variedad IRGA 424. Lugar: Laboratorio del Campo experimental – FCA – UNNE.

Tabla 4: Stand de plantas y Número de macollos por metro cuadrado para las tres variedades y panojas por metro cuadrado para la variedad IRGA 424 y Tranquilo FL-INTA. Se presentan los valores promedios.

Variedad	Plantas/m ²	Macollos/m ²	Panojas/m ²
Fortuna-INTA	107	580	-
Tranquilo FL-INTA	111	695	331
IRGA 424	153	721	517

La densidad de plantas buscada para una cobertura adecuada, óptima cantidad de panojas/m² y buen rendimiento, es de 200 a 250 plantas/m². El stand de plantas promedio logrado en el ensayo fue de 107 plantas/m² (Var. FORTUNA INTA), 111 plantas/m² (Var. TRANQUILO FL-INTA) y 153 plantas/m² (Var. IRGA 424).

Aunque no se alcanzó ese adecuado stand de plantas, al ser el arroz una planta plástica debido a su capacidad de macollamiento, se logró obtener una buena cantidad de panojas/m² (Var. Tranquilo FL-INTA 331 panojas/m² y Var. IRGA 424 517 panojas/m²).

Lo que se busco fue favorecer ese macollamiento haciendo un correcto control de malezas (para evitar competencia), aplicar el 70% de la dosis de Urea a los 15 días luego de la emergencia del cultivo así la planta tenía el nitrógeno disponible para favorecer ese macollamiento e iniciamos el riego de manera inmediata posterior a la aplicación de la Urea.

Tabla 5: Número de granos totales, llenos y vanos por panoja para la variedad Tranquilo FL-INTA y la variedad IRGA 424. Se presentan valores promedios.

Variedad	Granos totales/Panoja	Granos llenos/Panoja	Granos vanos/Panoja
Tranquilo FL-INTA	218	178	40
IRGA 424	127	117	10

Tabla 6: Peso de los 1000 granos, expresado en gramos, de la variedad Tranquilo FL-INTA y la variedad IRGA 424.

Variedad	Peso de 1000 granos (gramos)
Tranquilo FL-INTA	26
IRGA 424	24

Los valores obtenidos de granos/panoja (Tabla 5) y peso de los 1000 granos (Tabla 6) fueron los esperados para cada variedad.

También se tomó una alícuota de la variedad IRGA 424 utilizando $\frac{1}{4}$ del aro y respetando los tratamientos de fertilización realizado con potasio. Se tomaron tres muestras por tratamiento (0 kg de Potasio– 100 kg de Potasio – 200 kg de Potasio).

Los macollos y panojas obtenidas de cada alícuota se llevaron a estufa (60°) hasta obtener un peso constante. Las muestras debidamente identificadas se pusieron en bolsas de papel madera y fueron llevadas a estufa (Fig. 32). Posteriormente con la información obtenida de biomasa total aérea (Tabla 7), biomasa de tallo (Tabla 8), biomasa de la panoja (Tabla 9) se procedió al cálculo del Índice de Cosecha.

El cálculo se realizó utilizando la siguiente formula: $IC = \text{peso seco de la panoja} / \text{peso seco de planta entera}$. Los resultados se presentan en la Tabla 10. Puede observarse que las tres variedades presentan similares valores entre 0,57 – 0,59.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que se ajusta bastante a lo esperado para variedades modernas, indicando que su relación grano – paja es aproximadamente 1.

Tabla 7: Biomasa total aérea. Variedad IRGA 424.

Biomasa Total aérea			
Muestra	MS (kg/m ²)	Promedio (kg/m ²)	Promedio (Tn/ha)
0 Potasio	1,869	1,780	17,8
0 Potasio	1,197		
0 Potasio	2,274		
100 Potasio	2,971	2,966	29,6
100 Potasio	3,326		
100 Potasio	2,602		
200 Potasio	3,532	3,102	31
200 Potasio	3,556		
200 Potasio	2,217		

Tabla 8: Biomasa del tallo. Variedad IRGA 424.

Biomasa Tallo						
Muestra	MS (alícuota) + diario	diario	MS (alícuota)	MS (kg/m ²)	Promedio (kg/m ²)	Promedio (Tn/ha)
0 Potasio	0,077	0,016	0,061	0,975	0,733	7,3
0 Potasio	0,043	0,016	0,027	0,434		
0 Potasio	0,065	0,016	0,049	0,790		
100 Potasio	0,103	0,016	0,086	1,383	1,272	12,7
100 Potasio	0,095	0,016	0,079	1,268		
100 Potasio	0,084	0,011	0,073	1,164		
200 Potasio	0,105	0,016	0,089	1,431	1,337	13,3
200 Potasio	0,113	0,016	0,097	1,554		
200 Potasio	0,080	0,016	0,064	1,025		

Tabla 9: Biomasa de la espiga. Variedad IRGA 424.

Biomasa Espiga				
Muestra	MS (alícuota)	MS (kg/m ²)	Promedio (kg/m ²)	Promedio (Tn/ha)
0 Potasio	0,056	0,894	1,047	10,4
0 Potasio	0,048	0,763		
0 Potasio	0,093	1,484		
100 Potasio	0,099	1,588	1,695	16,9
100 Potasio	0,129	2,058		
100 Potasio	0,090	1,438		
200 Potasio	0,131	2,100	1,765	17,6
200 Potasio	0,125	2,002		
200 Potasio	0,075	1,192		

Tabla 10: Índice de cosecha. Variedad IRGA 424.

INDICE DE COSECHA		
Muestra	IC	Promedio
0 Potasio	0,48	0,59
0 Potasio	0,64	
0 Potasio	0,65	
100 Potasio	0,53	0,57
100 Potasio	0,62	
100 Potasio	0,55	
200 Potasio	0,59	0,57
200 Potasio	0,56	
200 Potasio	0,54	

CONSIDERACIONES FINALES:

Esta experiencia me permitió afianzar y fortalecer los conocimientos adquiridos durante la carrera. Asimismo aprendí que es importante el trabajo en equipo para llevar adelante un proyecto productivo y asumir la responsabilidad de formar parte de él.

Además pude instruirme sobre otras prácticas que conforman al cultivo, como ser:

- Manejo adecuado del agua, controlar que los desagües estén en perfectas condiciones (libre de malezas y sedimentos), verificar que los conductores de agua estén funcionando correctamente y así evitar roturas en las tapas y rondas (Fig. 30).



Figura 38: Arreglando una rotura de taipa. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

- Identificar las principales plagas que afectan al cultivo de arroz, que órganos de la planta atacan, el daño que producen y los momentos de mayor incidencia: con la ayuda del Ing. Agr. Jorge A. Fedre y la Guía para la identificación de plagas del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) para la provincia de Corrientes, 2015.



Figura 39: A la izquierda la chinche marrón (*Tibraca limbativentris*) y a la derecha podemos observar el síntoma o daño que produce en la planta, la panoja completamente blanca. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.



Figura 40: A la izquierda la chinche chica (*Oebalus poecilus*) y a la derecha larvas del gorgojo acuático (*Oryzophagus oryzae*). Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

- Reconocer las enfermedades más importantes que atacan al cultivo: con la cooperación de la Ing. Agr. Dra. Susana A. Gutiérrez y también utilizando la Guía para la identificación de Enfermedades del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Corrientes, 2013.



Figura 41: A la izquierda Mancha de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en la variedad Fortuna-INTA y a la derecha Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*) en la variedad Tranquilo FL-INTA. Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

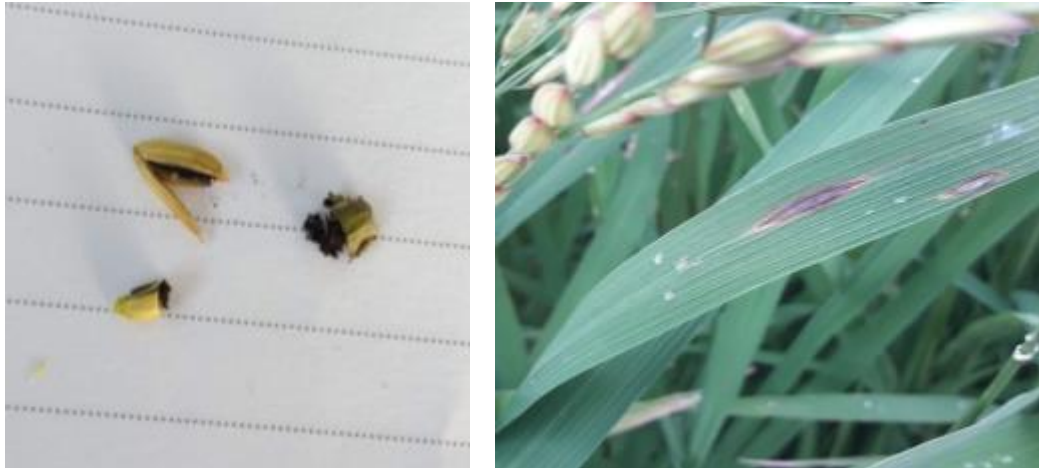


Figura 42: A la izquierda Carbón del grano y a la derecha Tizón (*Pyricularia spp*). Fuente: Módulo arrocero didáctico y demostrativo.

Incluso, con la colaboración de la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz pudimos ver el esquema del procesamiento industrial del grano de arroz y los principales atributos que determinan su calidad.



Figura 43: A izquierda la muestra de 100 gramos que luego fue volcada en el molinillo industrial que está a la derecha. Fuente: Capturas realizadas en el laboratorio de ACPA.



ANÁLISIS N°	481
FECHA	14/04/2020
Arrocerita - IRGA 424	
HUMEDAD	11,9
MATERIAS EXTRAÑAS	0,32
SEM. BEJUCO Y/O POROTILLO	0
GRANOS PANZA BLANCA	2,37
GRANOS MANCHADOS Y/O COLOREADOS	0,09
GRANOS ENYESADOS O MUERTOS	0,2
GRANOS COLORADOS Y/O C. ESTR. ROJAS	0
PUREZA	54,23
QUEBRADOS	11,8
RENDIMIENTO GRANOS ENTEROS	56,89
RENDIMIENTOS ENTEROS Y QUEBRADOS	68,69
Bonificaciones	1,58
Rebajas	1,69
FACTOR	99,89

Figura 44: A la izquierda la separación de granos pulidos con distintas características de calidad para contarlos. Fuente: Captura realizada en el laboratorio de ACPA. Y a la derecha el análisis industrial de la muestra. Fuente: ACPA – Corrientes Capital.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bolsa de Cereales de Entre Ríos*. (2020). Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de Bolsa de Cereales de Entre Ríos: <https://www.bolsacer.org.ar>
- Comercialización de Trigo S.A., COTRISA*. (2020). Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de Comercialización de Trigo S.A., COTRISA: <https://www.cotrisa.cl/>
- Proyecto Arroz Campaña 2019/2020*. (2020). INTA EEA, Corrientes (Argentina): INTA – Estación Experimental Agropecuaria Corrientes.
- Gutiérrez, S. A., & Cúndom, M. A. (2013). *Guía para la identificación de enfermedades del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) para la provincia de Corrientes*. Corrientes-Argentina.
- Jetter, C., Kramer, A., Marín, A., Terenzio, F., Kurtz, D., Simón, G., y otros. (2016). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arroz en Corrientes*. Corrientes Capital – Corrientes: INTA – Estación Experimental Agropecuaria Corrientes.
- Kruger, R. D., & Burdyn, L. (2015). *Guía para la identificación de plagas del cultivo del arroz (Oryza sativa L.) para la provincia de Corrientes*. El Sombrero, Corrientes-Argentina.
- Meus, L. D., Silva, M. R., Ribas, G. G., Zanon, A. J., Rossato, I. G., Pereira, V. F., y otros. (2020). *Ecofisiología del Arroz Buscando Altos Rendimientos*. Santa Maria – Río Grande del Sur: Equipo FieldCrops.
- Olmos, S. (2007). *Apunte de Morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz*. Cátedra de Cultivos II – Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE - Corrientes .
- SiSINTA*. (s.f.). Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de SiSINTA.inta.gob.ar
- Todo Argentina*. (s.f.). Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de <https://www.todo-argentina.net>