



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Tesina

**“Fenología y componentes de rendimiento de diez cultivares
de arroz sembrados en la provincia de Corrientes”**

Tesista: Saucedo, María Rita

Directora: Ing. Agr. (MSc.) Pachecoy, María Inés

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
RESULTADO Y DISCUSIÓN...	11
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA.....	38

RESUMEN

La presente tesina buscó comparar el desarrollo fenológico y determinar el rendimiento agrícola y sus componentes. Se utilizó diez cultivares de arroz, incluyendo nueve variedades y un híbrido, que fueron otorgados por el programa de mejoramiento de la EEA INTA Corrientes y empresas dedicadas a la generación de cultivares, buscando constituirse también en una fuente de información útil sobre el tema. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. En cada cultivar se evaluaron los estadios fenológicos por medio de la escala BBCH; las características agronómicas como altura de planta y los componentes del rendimiento: número de plantas por unidad de área, número de panojas por unidad de área, número de granos por panoja, porcentaje de granos llenos, peso de mil granos; índice de cosecha y rendimiento industrial. Se pudo concluir que: los materiales de arroz estudiados presentaron pequeñas diferencias en cuanto a las fases de crecimiento y etapas de desarrollo. Para variedades de diferente ciclo, la diferencia radica en la duración de las etapas vegetativas (principalmente macollamiento) y en el cambio a la fase reproductiva. La mayoría de los cultivares presentaron ciclo intermedio-corto, a excepción de las variedades IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA de ciclo intermedio-largo. Lo establecido por el CIAT (1980) afirma que después del crecimiento lento durante el estado de plántula, la altura de la planta aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración, cuando el crecimiento vertical cesa, en este ensayo pudo observarse este comportamiento. Los datos de rendimientos se sometieron a un análisis de la varianza (ANOVA) y un test de comparaciones múltiples (Duncan, alfa=0,05). Al finalizar el ensayo, se observó que el híbrido obtuvo el mayor rendimiento superando a las variedades, pero todos los cultivares superaron el rendimiento promedio de la provincia de Corrientes.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una especie de origen asiático, anual, de la familia Poaceae, con sistema fotosintético C3, muy bien adaptada al ambiente acuático (Vaughan et al., 2005). Su crecimiento puede dividirse en tres fases importantes: vegetativa (germinación, estado de plántula, macollaje), reproductiva (diferenciación de primordio floral y floración) y maduración (llenado de granos y madurez fisiológica) (INTA et al., 2016).

Es el cultivo más sembrado en el mundo, siendo el cereal base de la alimentación del 60% de los habitantes del planeta. Es, además, la actividad económica que más puestos de trabajo genera, fundamental en el crecimiento de las economías regionales y nacionales (Kurtz y Ligier, 2008). Se cosechan cerca de 160 millones de hectáreas, que produjeron aproximadamente 700 millones de toneladas de arroz cáscara en 2018 (FAO, 2018). 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. El promedio mundial de consumo per-cápita es de 57,4 kg de arroz blanco /año aproximadamente (INTA et al., 2016; FAO, 2017).

En la República Argentina la producción se concentra en la región litoral. En la campaña 2017/2018 la superficie sembrada fue de 200.150 ha, siendo Corrientes (con el 47%) la provincia que más superficie destina a la producción de arroz, seguida por Entre Ríos (31%), Santa Fe (16%), Formosa (4%) y Chaco (2%). La producción nacional alcanzó las 1.434.300 Tn, de las cuales el mayor aporte de Corrientes (ACPA y Bolsa de cereales de Entre Ríos, 2018). En nuestro país el consumo de arroz per-cápita es muy bajo (7 kg/año) y solo un 25% de la producción nacional alcanza para cubrir el mercado interno, el resto tiene como destino la exportación (INTA et al., 2016).

En la provincia de Corrientes el arroz es el principal cultivo agrícola extensivo y el que más mano de obra demanda por hectárea producida, alcanzando un total de 8 a 10 puestos de trabajo directos e indirectos cada 100 ha y aporta unos U\$D 194 millones anuales al Producto Bruto Geográfico Provincial (ACPA y Bolsa de cereales de Entre Ríos, 2016; INTA et al., 2016).

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. Actualmente, alrededor de 10 variedades y algunos híbridos representan la totalidad de la superficie arrocera Argentina. 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 fenología se determina a partir de fases en las cuales se definen algunos de los componentes de rendimiento: número de panojas por planta, granos llenos por panoja y peso de los mil granos. La obtención de información mediante la observación fenológica es esencial ya que permite una mejor interpretación de rendimientos finales, pudiendo relacionarlos con eventos ocurridos en alguna fase del ciclo del cultivo. También permite a los productores una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades (Yzarra Tito y López Río, 2012).

En el cultivo del arroz se han desarrollado diversos sistemas que describen el desarrollo fenológico de la planta (Zadoks et al., 1974; IRRI 1980; Lancashire et al., 1991; Counce et al., 2000). El sistema desarrollado por el BBCH -*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry*- es el resultado del trabajo de distintos organismos agrarios y realiza una descripción detallada de las fases de crecimiento utilizando un código decimal. Este código divide el ciclo completo de desarrollo de las plantas en diez fases principales, claramente distinguibles, y en estadios secundarios. Los estadios secundarios son usados para describir con precisión fases cortas y, en contraste a los estadios principales, ellos son definidos en pasos cortos de desarrollo que ocurren durante un determinado estadio principal. Ambos grupos de estadios son descritos usando números del 0 al 9 en orden ascendente. La combinación de los números de un estadio principal y secundario conduce a un código digital de 2 cifras. Este código es una escala que ofrece la posibilidad de precisar y definir todos los estadios fenológicos (Meier et al., 2009).

Por otra parte, el crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento tiene un patrón común en el tiempo (Figura 1), que puede variar ligeramente dependiendo de características genéticas de la planta o de la influencia del ambiente (CIAT 1980).

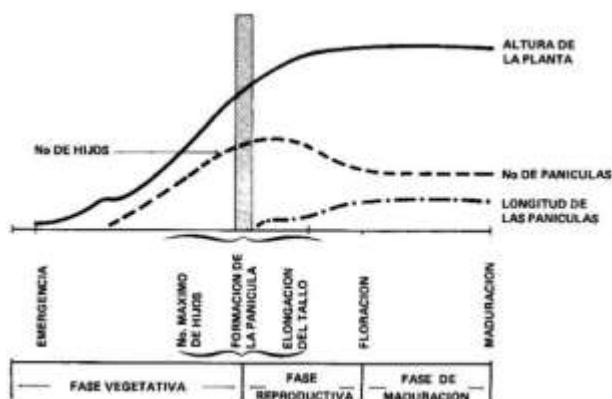


Figura 1. Desarrollo de la planta de arroz a través de las etapas de crecimiento.

Otra forma de conocer en detalle los distintos cultivares es analizando sus componentes del rendimiento. En este sentido, hay cuatro componentes que contribuyen de manera significativa al rendimiento de arroz en grano:

- Número de panículas por unidad de área
- Número de espiguillas o granos por panícula
- Porcentaje de granos llenos
- Peso de 1000 granos

Una medida comúnmente utilizada es el Índice de Cosecha (IC), que resulta de 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 (CIAT, 1986). Para las variedades mejoradas de alto rendimiento, el IC es alrededor de 0.5 y la relación grano-paja es de más o menos 1.0.

Si bien es conocido el comportamiento a campo de los cultivares actualmente sembrados en Corrientes, existe poca información que describa su fenología detalladamente. Estudiar estos cultivares siguiendo el código BBCH y determinar con exactitud sus componentes de rendimiento permitirá ampliar el conocimiento existente sobre los mismos.

OBJETIVO GENERAL

- Comparar el desarrollo fenológico y determinar el rendimiento agrícola y sus componentes en diez cultivares de arroz sembrados en la provincia de Corrientes.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir las fases fenológicas de acuerdo a la escala BBCH.
- Evaluar las características agronómicas: altura de planta, número de plantas por metro cuadrado.
- Determinar y comparar rendimiento industrial e Índice de cosecha (IC).

Lugar de realización

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Corrientes, ruta Nacional 12 km 1008.

MATERIALES Y MÉTODOS

CULTIVARES UTILIZADOS

En un ensayo compuesto por un total de 31 genotipos se trabajó sobre un grupo de diez cultivares, nueve variedades y un híbrido (Tabla 1). La elección fue realizada en base a la disponibilidad comercial de semillas así como los registros de superficie sembrada de cada uno en la región, seleccionando aquellos con mayor participación.

Tabla 1. Cultivares de arroz evaluados, tipo de cultivar y número de entrada asignado en cada caso.

Número de entrada	Cultivar	Tipo de cultivar
1	IRGA 417	variedad
2	Taim	variedad
3	Tranquilo FL-INTA	variedad
4	Guri INTA CL	variedad
5	Puita INTA CL	variedad
6	IRGA 424	variedad
7	IRGA 426	variedad
8	IRGA 428	variedad
13	Lexus CL	híbrido
19	Memby Pora INTA CL	variedad

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (BCA), con 5 repeticiones. La Figura 2 muestra el diseño empleado y la distribución de los cultivares en el ensayo.

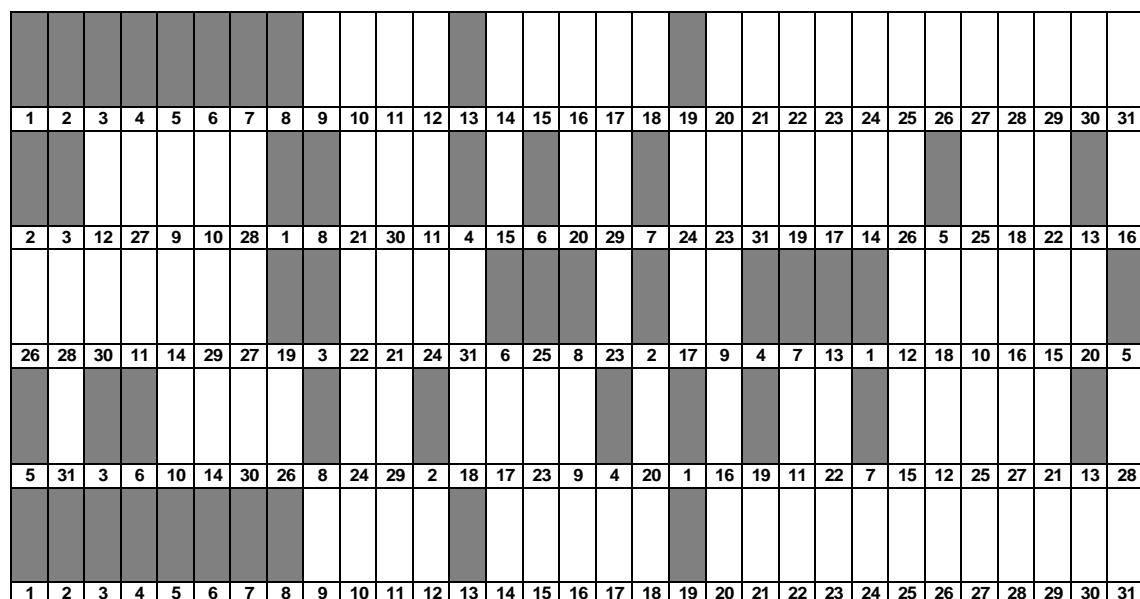


Figura 2. Esquema de siembra de los cultivares de arroz estudiados. Los números indican el número de entrada correspondiente a cada uno de ellos.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Manejo del ensayo

Siembra: se llevó a cabo el 17 de octubre de 2017 con una sembradora experimental de 6 surcos, distanciados a 0.20m entre sí, en parcelas de 5 m de largo y 1.20 m de ancho. Se utilizó una densidad de 90 kg/ha para las variedades y 50 kg/ha para el híbrido.

Fertilización: se realizó una fertilización de base con 200 kg/ha de 4-18-40 (NPK), el día posterior a la siembra. El 7 de noviembre, previo al inicio del riego, se aplicó 150 kg/ha de urea. En ambos casos las aplicaciones se realizaron manualmente con boleadora de pecho.

Control de malezas: el primer control de malezas se llevó a cabo mediante la aplicación de Glifosato sal potásica 66% (54%) en pre-emergencia a una dosis de 2.5 lts/ha + 75cc/100 lts de agua de K-100 (corrector de pH). El siguiente control se realizó en post-emergencia con la aplicación de Quinclorac 25% (1.5 lts/ha) + Propanil 48% (6 lts/ha) + Bentazón 60% (1.5 lts/ha), con el correspondiente corrector de pH K-100 (75cc/100 lts de agua).

Riego: se inició el día 13 de noviembre, con plantas de aproximadamente 4-5 hojas. Para evitar la ocurrencia de vaneo fisiológico una práctica frecuente es el retiro de agua entre 10 a 15 días previos a la etapa de diferenciación del primordio floral (DPF), con el objetivo de oxigenar el suelo y así evitar que el potencial redox del suelo siga disminuyendo y ocurra el vaneo. Teniendo esto en cuenta se realizó el desecamiento del ensayo el día 7 de diciembre (a los 43 días de emergencia -DDE-) volviendo a inundar el mismo el día 12 de diciembre y manteniendo el agua hasta finalizada la cosecha del cultivo.

Cosecha: con un contenido de humedad aproximado del 22%, se procedió a la cosecha manual de los cuatro líneos centrales de cada parcela, evitando de esta manera el efecto bordura; el tamaño de la muestra fue de 4m². El material recolectado se secó en un secadero experimental hasta 13% de humedad. Posteriormente con los datos de superficie cosechada, peso de grano cosechado y humedad se realizó el cálculo de rendimiento.

Fenología

Las fases de desarrollo se midieron desde la etapa 00 a la etapa 90 de acuerdo a la escala extendida de BBCH (1994) (Tabla 2).

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

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

Para cada uno de los cultivares estudiados se hicieron determinaciones semanales sobre 3 plantas elegidas al azar por parcela. Se adoptó la metodología de Counce (2000), que es parcialmente destructiva y sugiere el seguimiento de plantas al azar y no marcadas para tener representatividad de la parcela. La identificación de las fases se realizó visualmente sobre la planta o a partir de cortes longitudinales en los tallos (fase 30).

Por otra parte, sobre toda la parcela se tomaron datos de altura de plantas (tres individuos elegidos al azar por parcela), midiendo desde el cuello

de la planta hasta la punta del ápice de la última hoja. Una vez alcanzada la madurez la altura se determinó desde el cuello de la planta hasta el extremo superior de la panoja.

Componentes de rendimiento

En cada parcela, una vez ocurrida la emergencia del cultivo y previo al inicio de riego, se señaló un metro lineal representativo en los surcos centrales sobre el cual se realizó las siguientes mediciones:

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

Para el cálculo del porcentaje de granos llenos y vanos se recolectó 3 panojas por cada metro lineal (en total 15 por cultivar) y se procedió al recuento y clasificación de los granos en las diferentes categorías.

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

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

Para la determinación del peso de 1000 granos se trabajó conforme a lo establecido por la Asociación Internacional de Análisis de Semilla (ISTA, 1999), que establece el recuento sobre ocho réplicas de 100 semillas cada una. Cuando la diferencia entre los pesos extremos superara el límite admitido (6% para semillas de gramíneas) se trabajaría con otras 8 repeticiones eliminándose aquellas cuya media sea superior al doble de la desviación típica determinada. Se empleó una balanza OHAUS YS series y el resultado se expresó en gramos. Para este trabajo se hicieron las mediciones siguiendo esta metodología mencionada sobre tres parcelas de cada variedad.

Rendimiento industrial

Para la determinación del rendimiento industrial se tomó muestras de 100 gramos de los granos cosechados de cada parcela. Estas muestras luego fueron elaboradas en molino experimental marca SUZUKI para la determinación de los porcentajes de granos enteros y quebrados en cada caso. Previo a la elaboración, los granos de arroz cáscara fueron colocados en una secadora experimental SATAKE para uniformizar el contenido de humedad a 13%.

Análisis estadístico

Una vez determinadas todas las variables, se procedió a realizar un análisis de la varianza (ANAVA) y un test de comparaciones múltiples (Duncan, alfa=0.05). El análisis estadístico se realizó con el software InfoStat versión 2018 (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FENOLOGÍA

La toma de datos pudo realizarse con la frecuencia deseada. En la Tabla 3 se detallan las fechas de inicio y finalización de las principales fases relevadas. La amplitud que puede observarse en la duración de cada fase evidencia las diferencias de ciclo que presentaron los cultivares estudiados.

Tabla 3. Detalle de la duración de las principales fases fenológicas monitoreadas en diez cultivares de arroz. Campaña 2017/18

Fase	Inicio	Fin	Rango* de DDE para el inicio de cada fase
Emergencia	22-oct	26-oct	0
Desarrollo de hojas	26-oct	-	2
Macollamiento	07-nov	29-nov	14-36
DPF	29-nov	20-dic	36-57
Floración	10-ene	31-ene	78-99
Maduración	19-ene	15-feb	87-114

* Para los 10 cultivares estudiados. DDE: días desde emergencia.

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

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

Fase principal 00: Germinación

Dentro de esta fase se encuentra incluida el estado de emergencia el cual se identificó aproximadamente a los 5 días de siembra. En la Figura 3 se muestra la apariencia del cultivo en este momento.



Figura 3. Emergencia del cultivo: aparición del coleóptilo (Fase Germinación).

Fase Principal 10: Desarrollo de hojas

Durante la observación realizada a los 2 DDE todos los cultivares se encontraban en esta fase. La totalidad de los materiales presentaban sus primeras hojas desplegadas o desplegándose (Figura 4).

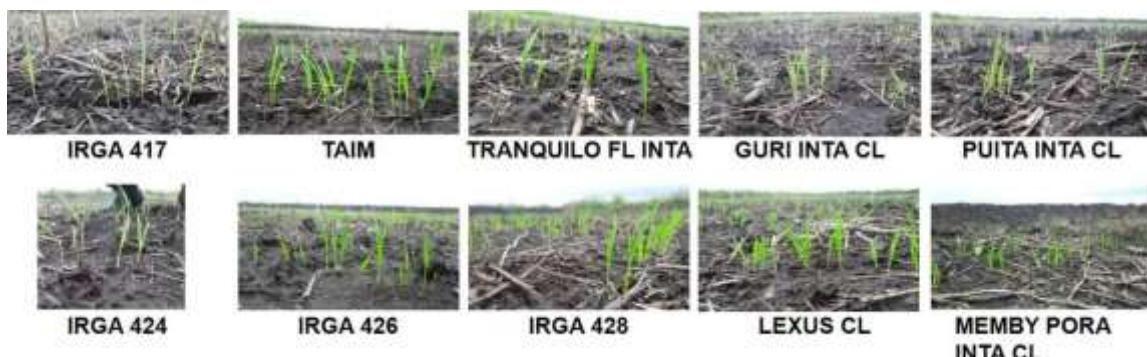


Figura 4. Fase 10. Desarrollo de las primeras hojas del cultivo de arroz.

Si bien para este momento (2 DDE) aún no había emergido el total de las plantas por parcela, algunas ya presentaban hasta una segunda hoja. Se siguió el criterio de Lancashire et al. (1991) para identificar las hojas desarrolladas: ligula o punta de la próxima hoja visibles. En la Figura 5 A se puede ver como la variedad IRGA 426 presentaba la primera hoja verdadera totalmente desplegada e iniciaba la emergencia de la segunda, mientras que, en el mismo momento, la variedad PUITA INTA CL presentó tanto la primera como la segunda hoja desplegadas (Figura 5 B).

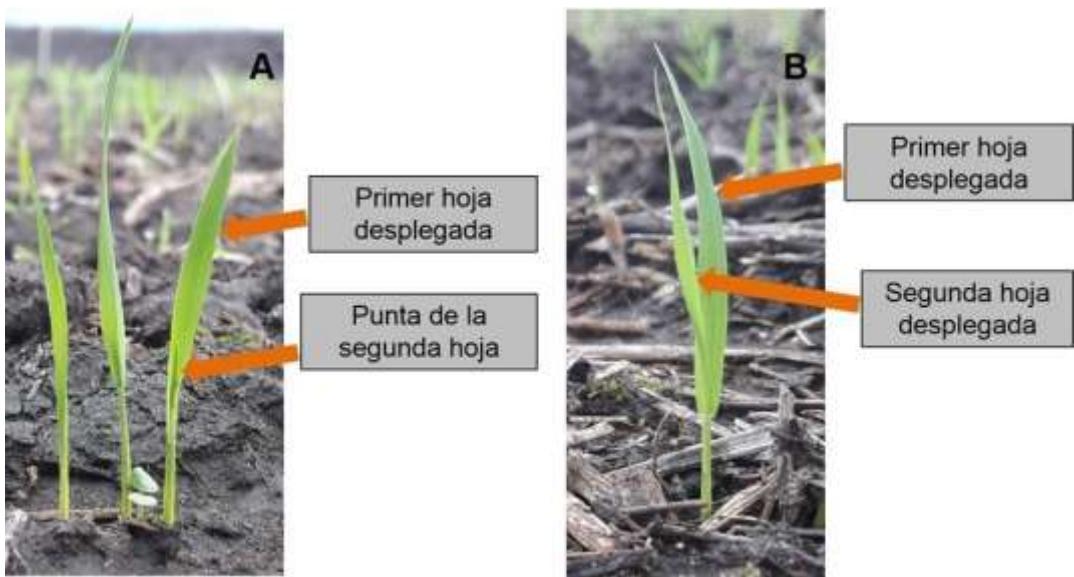


Figura 5. Diferentes estados observados dentro de la Fase Principal 10 a los 2 DDE. **A:** Variedad IRGA 426 en fase 11. **B:** Variedad PUITA INTA CL en fase 12.

En este momento se señalizó, en cada parcela, un metro lineal representativo sobre el que se realizó el recuento de plántulas (Figura 6).



Figura 6. Estado general del ensayo a los 2 DDE. En rojo se señalan los marcadores utilizados para identificar el metro lineal sobre el que se realizaron las diferentes mediciones.

La siguiente observación se realizó a los 7 DDE. En este momento todos los cultivares continuaban dentro de la Fase Principal 10, aunque con mayor número de hojas (Figura 7).



Figura 7. Estados 12 y 13 observados a los 7 DDE en los cultivares estudiados.

La variedad IRGA 426 presentó -en promedio- un estado más avanzado de desarrollo de hojas, (3 hojas; Figura 8).



Figura 8. Estado 13 observado a los 7 DDE en la variedad IRGA 426.

Fase Principal 20: Macollaje

En la observación realizada a los 14 DDE (Figura 9) se pudo determinar que todos los cultivares iniciaron el cambio de fase, presentando al menos 4 hojas y pasando a la fase de macollamiento.



Figura 9. Estado general del ensayo a los 14 DDE. Fase Principal 20, macollamiento, en todos los cultivares.

En la figura 10 se identifica el primer macollo visible en las variedades GURI INTA CL y TRANQUILO FL-INTA.

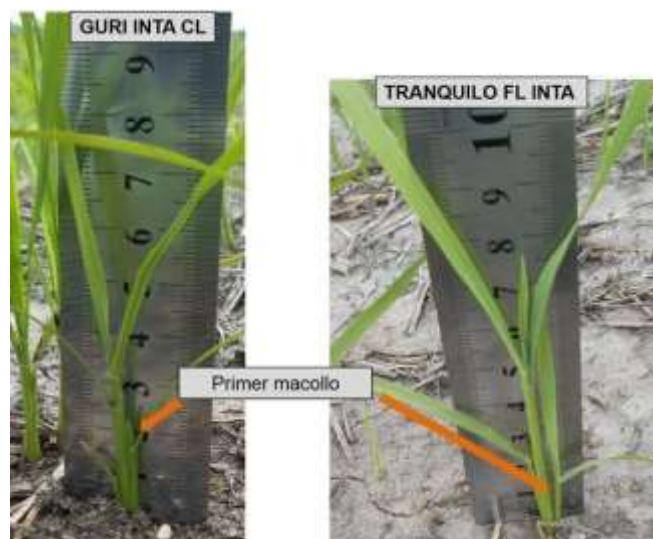


Figura 10. Estado 21. Primer macollo visible en dos cultivares de arroz.

En la evaluación realizada a los 20 DDE todos los cultivares continuaban en la fase de macollamiento, pero con un número mayor de macollos (dos y tres) por planta (Figura 11). En este momento se inició el riego del cultivo.



Figura 11. Estados 22 y 23 (macollamiento) en los diez cultivares en estudio.

Todos los cultivares continuaron dentro de esta fase hasta la observación realizada a los 36 DDE.

Fase principal 30: Encañado o DPF

Para la identificación de esta fase se realizaron cortes longitudinales en los tallos de al menos 3 plantas por parcela, en todos los cultivares (Figura 12). El inicio de esta fase fue variable entre genotipos.

A partir de las observaciones realizadas se pudo establecer que IRGA 428 y LEXUS CL fueron los primeros en llegar a esta fase y, de esta manera, pasar a etapa reproductiva. Para ambos casos la iniciación de panícula o estadio de anillo verde (Figura 13) se dio entre los 48 DDE y los 57 DDE. En esta última fecha (57 DDE), ambos cultivares se encontraban en el estado 34 presentando una panícula mayor a 2 mm. Se pudo apreciar cuatro entrenudos visibles y el tallo verde en activa elongación. La variedad TRANQUILO FL-INTA fue la última en registrar el cambio de fase.



Figura 12. Corte longitudinal en tallos de 4 cultivares de arroz. Fase principal 30, avance progresivo de DPF.

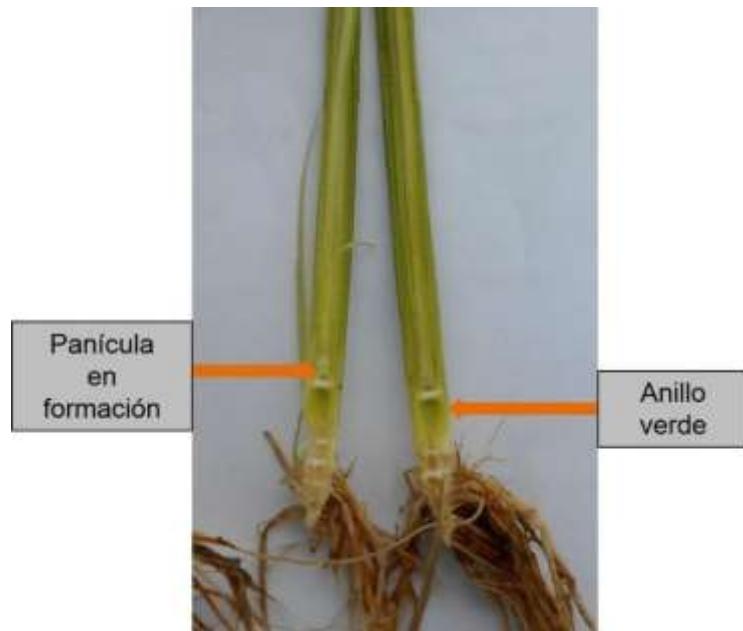


Figura 13. Fase 30 Diferenciación del primordio floral (DPF), en la variedad IRGA 424

En la observación realizada a los 70 DDE varios cultivares se encontraban en distintos estados, dentro de la fase principal 30. Las variedades TRANQUILO FL-INTA, MEMBY PORA INTA CL e IRGA 424 se encontraban en el estado 34 (Figura 14, alargamiento de entrenudos y panícula mayor a 2 mm). Por otra parte, GURI INTA CL se encontraba en el 39 (hoja bandera completamente desenrollada). Los cultivares LEXUS CL e IRGA 428 se encontraban en una nueva fase principal.

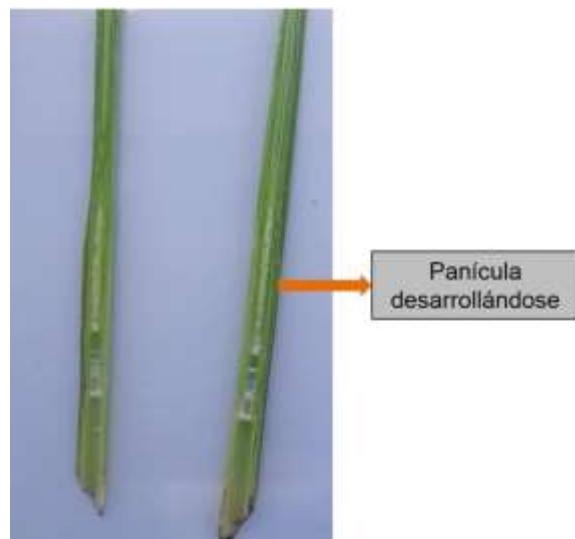


Figura 14. Estado 34: alargamiento de entrenudos, panícula mayor a 2 mm en la variedad IRGA 424.

Fase principal 40: Embuchado

Para la identificación de esta fase se tuvo en cuenta la forma de la caña y la longitud de la vaina. El inicio de la misma fue muy variable entre los cultivares: los primeros en ingresar fueron la variedad IRGA 428 a los 64 DDE y el híbrido LEXUS CL a los 70 DDE. En la observación realizada a los 70 DDE este último cultivar se encontraba con la vaina de la hoja bandera entre 5 y 10 cm fuera de la penúltima vaina foliar (Figura 15), lo que lo ubica dentro de esta fase principal en el estado 43.

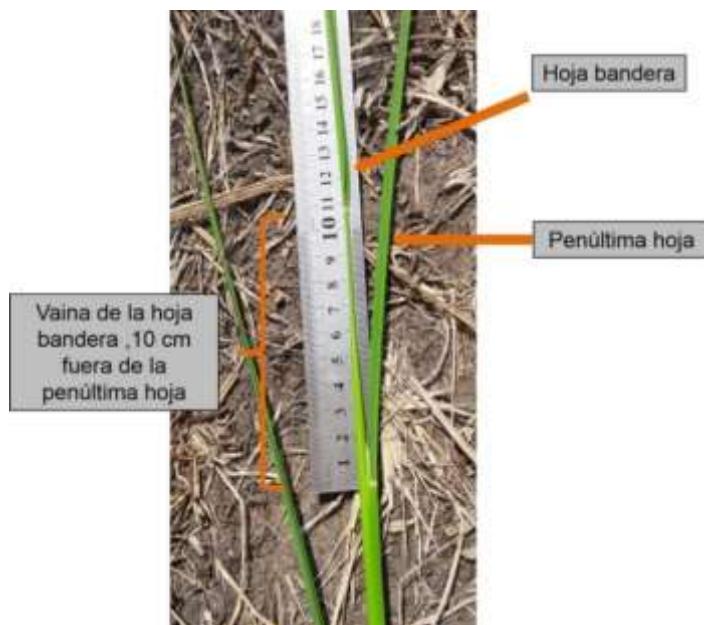


Figura 15. Estado 43. Estado hinchado medio, vaina de la hoja bandera entre 5-10 cm fuera de la penúltima hoja en el híbrido LEXUS CL.

Para esta misma fecha la variedad IRGA 428 se encontraba iniciando una nueva fase principal (fase 50, inicio de salida de panícula). El resto de las variedades aún se encontraban dentro de la fase principal 30.

Durante la siguiente observación, realizada a los 78 DDE, prácticamente todas las variedades se encontraron dentro de esta fase principal. La variedad MEMBY PORA INTA CL estaba iniciándola (40, Embuchado) mientras que IRGA 424 y TAIM estaban en el estado 43; PUITA INTA CL e IRGA 417 en el 45 (estado hinchado tardío: la vaina de la hoja bandera, hinchada 10 cm fuera de la penúltima hoja) e IRGA 426 se encontraba en la etapa final de la fase principal (estado 49, vaina de la hoja bandera abierta). TRANQUILO FL-INTA fue la última variedad en ingresar a esta fase, ubicándose en la observación realizada a los 87 DDE en el estado 45.

Fase principal 50: Salida de la panícula

El inicio de esta fase, al igual que la anterior, fue muy variable entre los cultivares. La variedad IRGA 428 fue la primera en dar inicio, encontrándose a los 70 DDE en el estado 53, con el 30 % de panícula emergida (Figura 16).

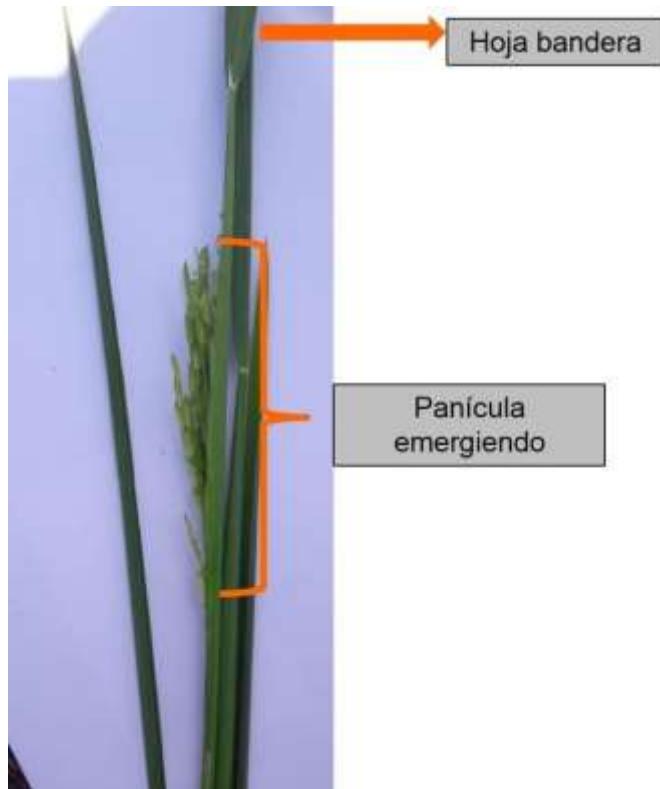


Figura 16. Estado 53. Variedad IRGA 428 con el 30% de la panícula emergido.

En la observación realizada a los 78 DDE los cultivares LEXUS CL y GURI INTA CL se encontraban en esta fase, mientras que la variedad TRANQUILO FL-INTA aún se encontraba en la fase principal 30 y MEMBY PORA INTA CL, IRGA 424, TAIM, PUITA INTA CL, IRGA 417 e IRGA 426 en la fase principal 40. Por otro lado, en este mismo momento, IRGA 428 cursaba las últimas etapas de la fase principal 60.

Fase principal 60: Floración

La misma disparidad que se observó en el inicio de las 2 fases anteriores se mantuvo también en ésta. A los 87 DDE, solo tres variedades: MEMBY PORA INTA CL, TAIM y PUITA INTA CL se encontraban en la fase principal 60. TRANQUILO FL-INTA aún se encontraba en la fase principal 40 mientras que los cultivares IRGA 417, IRGA 426, GURI INTA CL y LEXUS CL

ya habían finalizado esta fase y se encontraban en la etapa de llenado de granos (fase principal 70).



Figura 17.Estado 65: floración plena. Gran parte de las anteras visibles

La primera variedad en llegar a floración fue IRGA 428, entre los 70-80 DDE. Posteriormente sucedió lo mismo con los cultivares IRGA 426, GURI INTA CL, PUITA INTA CL, MEMBY PORA INTA CL, TAIM LEXUS CL e IRGA 417 que iniciaron esta fase superados los 80 DDE. Las variedades más tardías, IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA, iniciaron esta fase después de los 90 DDE. En base a ello, la Figura 18 permite distinguir tres grupos claros de cultivares: los que necesitaron entre 70 -80, 80-90 y más de 90 días para florecer.

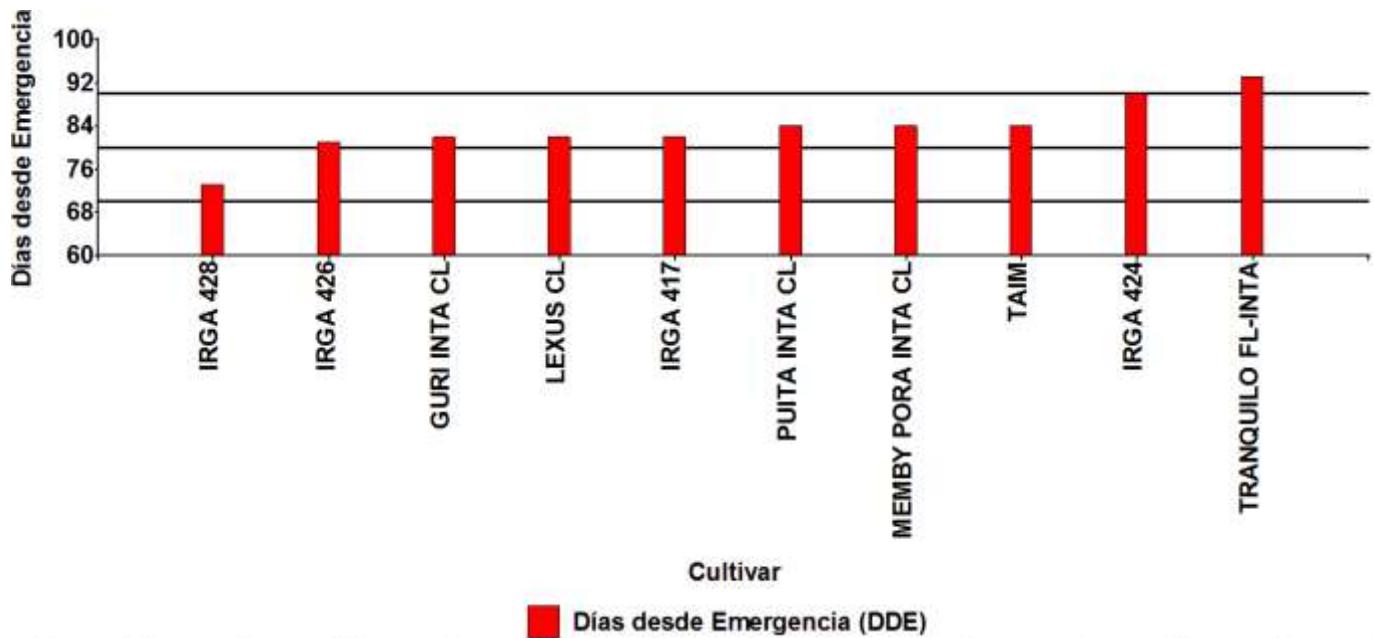


Figura 18. Días a floración de los diez cultivares en estudio.

En la misma campaña (2017/18), los ciclos mostraron diferencias según el sitio donde estuvo implantado el ensayo. En la localidad de Las Palmas (Chaco), algunas variedades como LEXUS CL y TAIM atrasaron su floración – respecto al sitio Corrientes - demorando más de 90 días en alcanzar esta fase; de igual manera la variedad IRGA 428 retrasó su floración sucediendo ella luego de los 80 días. En Berón de Astrada el comportamiento de esta última fue similar al de Las Palmas alargando los días a floración entre 80-90 días. A diferencia, TRANQUILO FL-INTA, PUITA INTA CL e IRGA 417 adelantaron la floración respecto al ensayo de la EEA Corrientes (INTA, 2018).

En los ensayos regionales de la campaña 2016/17 en la EEA Corrientes se observó una diferencia de días a floración respecto al presente ensayo. Las variedades que se ubicaron dentro del grupo de 80-90 días (GURI INTA CL, PUITA INTA CL, IRGA 428 e IRGA 417), en la campaña previa llegaron a floración en menos tiempo, ubicándose entre los 70-80 días (INTA, 2017).

Las condiciones ambientales existentes, en particular la variación de temperaturas en un determinado período, pueden minimizar o maximizar las diferencias en cuanto a la duración de las fases y por ello también en la duración del ciclo (Akinbile CO, 2013). Maqueira et al (2018) mencionan que dichas variaciones se relacionan con el hecho de que el desarrollo de un cultivar es condicionado por modificaciones en el orden bioquímico-fisiológico que presenta el genotipo en función de su interacción con el ambiente. Por tanto, este comportamiento irregular en cuanto a la duración de las fases y el ciclo del cultivo en estos cultivares estaría relacionado con las condiciones prevaleciente en cada campaña y sitio.

Fase principal 80: Maduración de frutos y semillas

Al igual que en las anteriores fases, la variedad más avanzada fue IRGA 428, la que a los 87 DDE se encontraba en estado de grano pastoso temprano (estado 83). Esta fue la primera variedad en ser cosechada (Figura 19).



Figura 19. Fase principal 80. Cultivo de arroz maduro.

Según se menciona en la guía “Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz (CIAT, 1980), transcurridos 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez. La planta entera está fisiológicamente madura, cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pálido.

Cuando los cultivares se encontraron en las etapas finales de esta fase se procedió a su cosecha, aproximadamente 30 días luego de la floración. Esto se dio entre los 99 y 114 DDE, fecha en la que se realizó la última evaluación. A los 114 DDE quedaron sin cosechar las dos variedades de ciclo más largo, TRANQUILO FL-INTA e IRGA 424 que en este momento se encontraban en el estado 85, con el grano en estado pastoso blando.

Los cultivares IRGA 428, IRGA 426 y LEXUS CL, de ciclo corto-intermedio, fueron los primeros en llegar a la fase de DPF. Esta precocidad en la aparición de las sucesivas fases se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo, pudiendo ser ello atribuible a las características propias de los materiales y no a un efecto del ambiente. Por otro lado, las variedades de ciclo más largo necesitaron más días para llegar a este estadio. TRANQUILO FL-INTA e IRGA 424 fueron las últimas variedades en alcanzar DPF, floración y maduración.

La fase vegetativa es la que presenta mayor variación entre los diferentes ciclos: su duración fue máxima en los ciclos intermedio-largo como las variedades IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA y fue menor en los ciclos intermedio-cortos como IRGA 428. En cuanto a las fases reproductivas y en madurez, la duración de las etapas es similar en todos los ciclos (Tabla 4).

Tabla 4. Duración en días de las etapas vegetativas, reproductivas y madurez.

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

Por lo antes mencionado podría asumirse que, para variedades de diferente ciclo, la diferencia radica en la duración de las etapas vegetativas (principalmente macollamiento) y en el cambio a la fase reproductiva.

En la Figura 20 se puede observar el avance fenológico de los 10 cultivares en estudió.

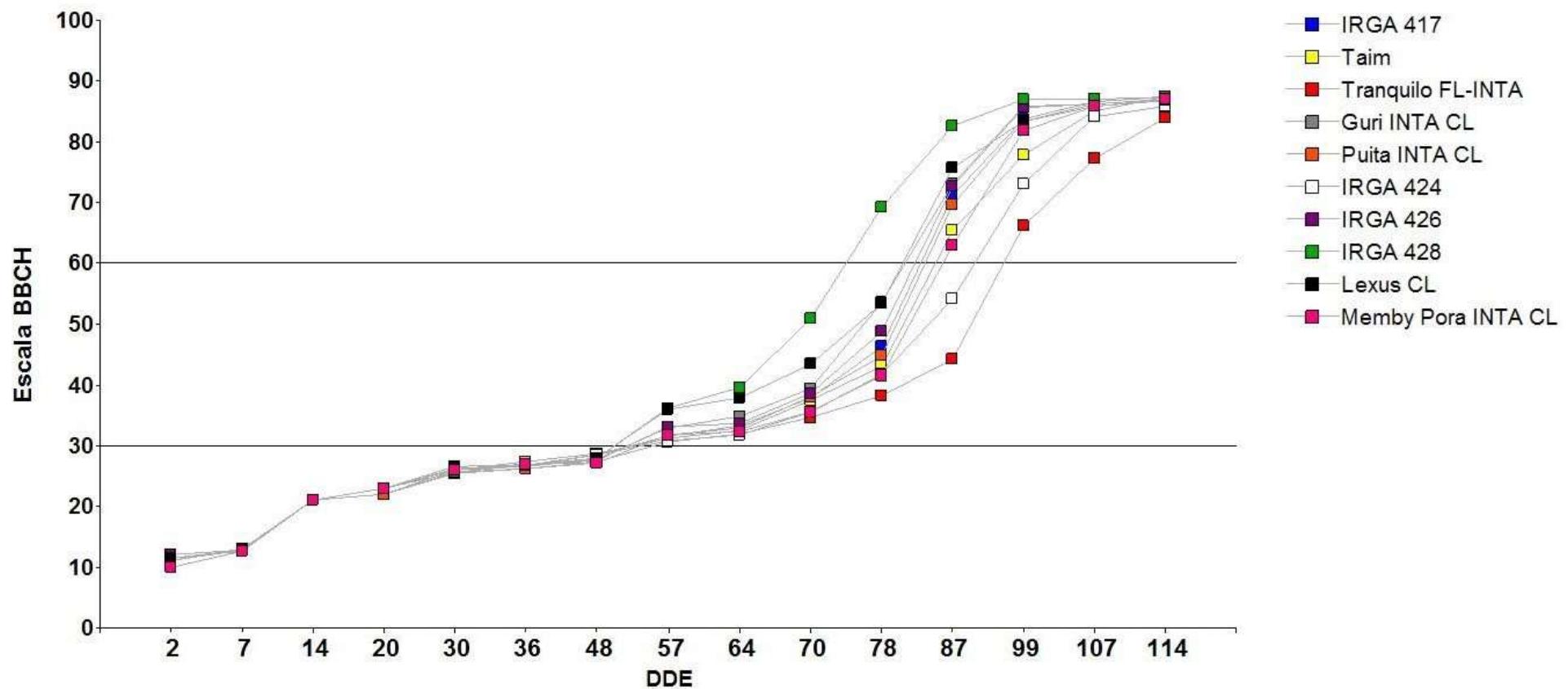


FIGURA 20. Avance fenológico a lo largo del ciclo del cultivo de los 10 cultivares evaluados.

ALTURA DE PLANTAS

Con el fin de evaluar el crecimiento de los cultivares se realizaron mediciones de altura de planta. Para ello se midió desde la base la planta (superficie del suelo) hasta el extremo superior de la hoja más alta (CIAT, 1980). Las mediciones de altura se realizaron hasta que los cultivares llegaron a la fase principal 60 (floración), teniendo en cuenta que luego de la floración el crecimiento en altura cesa.

De acuerdo a la escala de altura empleada por CIAT, los cultivares se pueden categorizar en semienanos, enanos y altos (Tabla 5). A partir de los datos de altura obtenidos en este trabajo todos los cultivares se ubican en la categoría enanos, a excepción de GURI INTA CL, LEXUS CL y TRANQUILO FL-INTA que se encuentran dentro del grupo de los semienanos.

Tabla 5. Clasificación de las plantas arroz según su altura utilizada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Altura (cm)	Categoría
Menos de 100	Enana
De 101 a 130	Semienana
Mas de 100	Alta

El último dato de altura a nivel de hoja se registró a los 87 DDE. La última medición, a los 99 DDE con los cultivares ya en fase 80 (madurez), se realizó a nivel de panoja. Los cultivares TRANQUILO FL-INTA e IRGA 424 fueron la excepción a esto último ya que a los 99 DDE aún no habían alcanzado la madurez, por lo que la medición en este momento se realizó a nivel de hoja.

En la Figura 21 se puede observar la evolución de la altura de las plantas de los cultivares evaluados a lo largo del ciclo del cultivo. Puede verse que a partir de los 48 DDE el crecimiento fue más rápido, para luego de los 78 DDE volverse lento, lográndose una curva similar a la propuesta por el CIAT para la caracterización del crecimiento de este cultivo. Alrededor de los 48 DDE la mayoría de los cultivares cambiaron a fase reproductiva (DPF). En este momento los entrenudos comenzaron a elongarse llevando internamente a la panoja hacia la emergencia floral, lo que produce un importante crecimiento en altura.

Si bien se observó que el crecimiento en altura continuó luego de alcanzada la floración, entre los 78 DDE y 99 DDE, el incremento fue menos marcado que en las primeras fases del cultivo. Este pequeño incremento puede deberse a que los datos registrados semanalmente no se tomaron siempre

sobre los mismos ejemplares (se realizaron muestreos al azar), lo que pudo provocar mediciones alternadas entre macollos principales y secundarios.

Los cultivares en los que se observa un incremento en altura después de los 99 DDE son aquellos de ciclo más largo (TRANQUILO FL-INTA), que en ese momento recién iniciaban la floración.

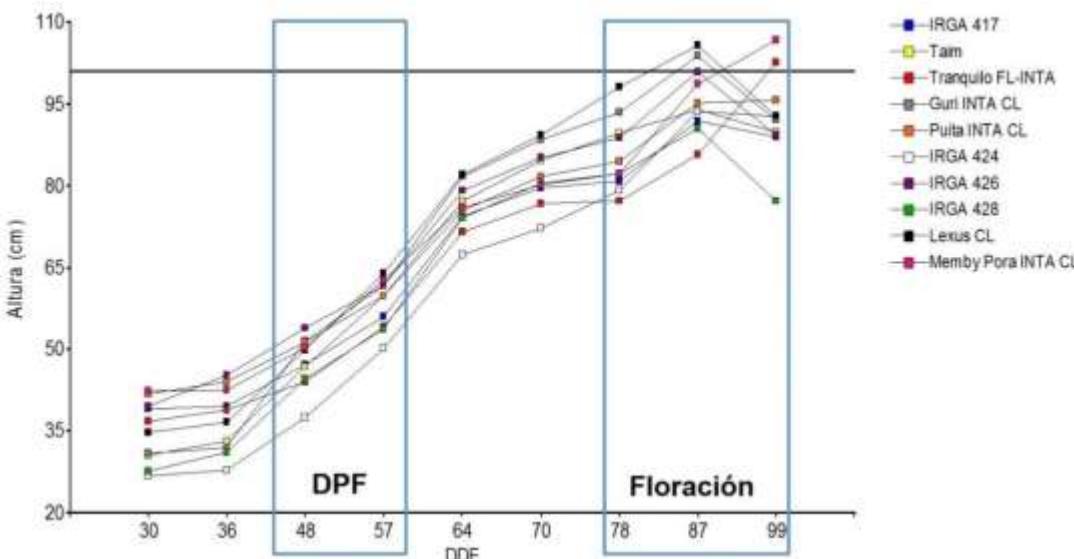


Figura 21. Evolución de la altura en los 10 cultivares evaluados a lo largo del ciclo del cultivo. En recuadros se marcan las fases DPF y floración.

Los datos registrados en el presente ensayo y la gráfica resultante de los mismos (Figura 21) reflejan lo mencionado por el CIAT (1980), que establece que después del crecimiento lento durante el estado de plántula, la altura de los individuos aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración, cuando el crecimiento vertical cesa. Al mismo tiempo, la gráfica lograda es consistente con los resultados logrados por Degiovanni y colaboradores (2004) al analizar el crecimiento y las etapas de desarrollo de tres variedades de arroz en Montería, Córdoba (Colombia) representados en la figura 22.



Figura 22. Altura de planta a través del tiempo para tres cultivares de arroz. Extraído de Degiovanni et al, (2004).

COMPONENTES DE RENDIMIENTO

- **Plantas por metro lineal**

Se realizó el conteo de plantas por metro lineal para cada parcela, en diferentes fechas, a partir de la emergencia del cultivo. Los recuentos fueron realizados a los 2, 7, 14 y 20 DDE respectivamente, con 5 repeticiones para cada cultivar. Se tomaron datos en estos cuatro momentos tanto para observar la evolución en el tiempo de esta variable como así también detectar la ocurrencia de algún inconveniente que pudiera provocar mortandad de plántulas o emergencia tardía, que generara cambios en el stand de plantas inicialmente medido. Para el cálculo del número de plantas por metro cuadrado se utilizó el último valor registrado, a los 20 DDE (Tabla 6).

La densidad de plantas buscada para una cobertura adecuada, óptima cantidad de panojas/m² y buen rendimiento, es entre 200 y 250 plantas/m² (Olmos, 2007). El stand de plantas promedio del ensayo fue de 258 plantas/m², con valores que oscilaron entre 192 plantas/m² (LEXUS CL) y 335 plantas/m² (PUTA INTA CL), como puede observarse en la Tabla 6.

Tabla 6. Stand de plantas por metro lineal para los diez cultivares de arroz evaluado. Desvío Estándar (DE) y plantas por metro cuadrado. Valores promedio de cinco repeticiones.

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

El hecho de que el híbrido LEXUS CL presentara el menor stand de plantas (192 plantas/m²) era de esperarse ya que su densidad de siembra (50 kg/ha, por recomendación de la empresa obtentora) fue menor que para las variedades (90 kg/ha). Las variedades con mayor número de plantas/m² (GURI INTA CL y PUTA INTA CL) fueron también las que presentaron los desvíos más altos. En este sentido, la variedad más estable fue IRGA 424. Las demás variedades se ubicaron entre LEXUS CL y PUTA INTA CL, cumpliendo con el objetivo de obtener entre 200 y 250 plantas/m².

- **Número de tallos y panojas por metro cuadrado**

Una vez alcanzada la madurez y posterior a la cosecha, se realizó el recuento de tallos totales (fértils e infértils) y panojas por metro lineal, sobre el metro lineal inicialmente marcado en cada parcela que se empleó para el recuento de plántulas. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7.

La densidad de panoja/m² define el primer componente del rendimiento del cultivo de arroz. El número de panojas que se busca obtener es entre 2-3 macollos fértiles por planta, para así lograr entre 500-600 panojas por metro cuadrado.

Tabla 7. Número de tallos totales y panojas por metro lineal y m² para los diez cultivares evaluados. Se presentan valores promedios y DE.

Cultivar	Tallos totales por metro lineal	D.E.	Tallos totales/m ²	Panojas por metro lineal	D.E	Panojas/m ²
IRGA 417	121	12	607	104	5	520
TAIM	98	10	489	93	10	465
TRANQUILO FL-INTA	123	16	615	93	7	465
GURI INTA CL	117	14	583	110	9	550
PUTA INTA CL	120	13	599	108	15	540
IRGA 424	129	9	646	121	9	605
IRGA 426	120	12	602	109	13	545
IRGA 428	118	13	588	107	7	535
LEXUS CL	119	20	594	94	14	470
MEMBY PORA INTA CL	126	5	630	109	8	545

Puede observarse que los cultivares TAIM, GURI INTA CL, IRGA 428 y LEXUS CL no superaron la media poblacional de tallos totales/metro lineal, mientras que IRGA 424 fue quien presentó el valor más alto (Figura 23). Para el caso de las panojas/metro lineal, GURI INTA CL, PUTA INTA CL, IRGA 424, IRGA 426, IRGA 428 y MEMBY PORA INTA CL superaron la media del ensayo, pero particularmente IRGA 424 se destacó por sobre las demás con un valor muy superior y un porcentaje de fertilidad de tallos muy elevado (93% de los tallos totales presentaron panojas). TAIM presentó el número más bajo de tallos totales y panojas/metro lineal, no superando la media poblacional en ningún caso. Por otro lado, IRGA 424 tuvo el valor más alto en macollos totales y panojas/metro lineal superando las medias poblacionales para ambas variables. En las dos variedades casi la totalidad de sus tallos totales se diferenciaron a panojas. Contrariamente, TRANQUILO FL-INTA tuvo un valor alto en tallos totales pero un bajo número de panojas/metro lineal, similar a lo observado en LEXUS CL.

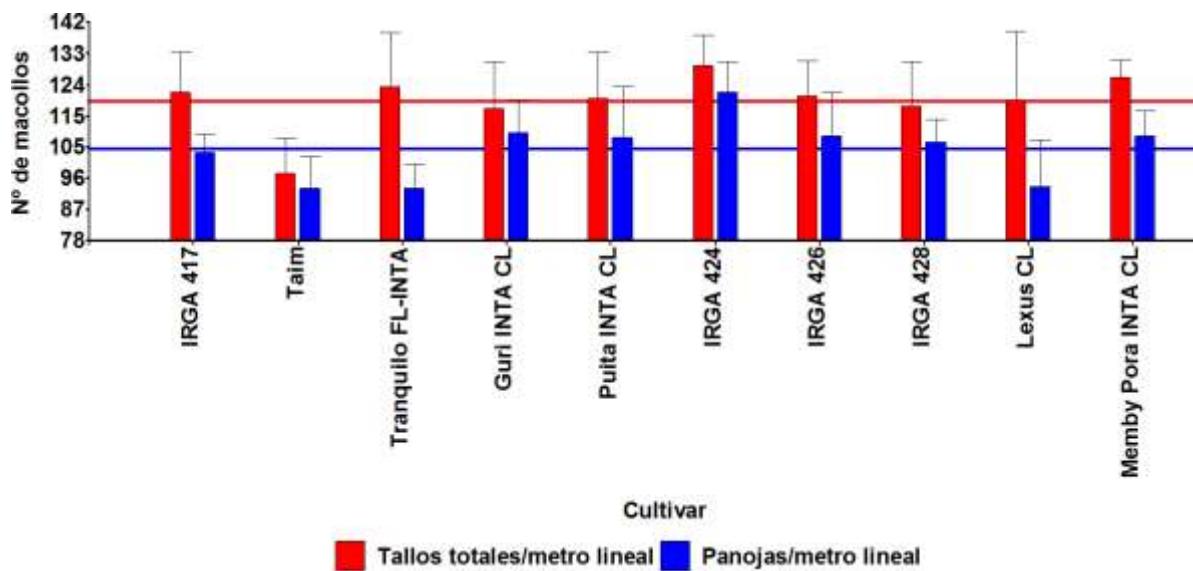


Figura 23. Número de Tallos totales y Panojas por metro lineal. La línea roja señala el valor promedio poblacional de tallos/metro lineal. La línea azul señala el valor promedio de panojas/metro lineal.

- **Granos por panojas y porcentaje de granos llenos**

El número de granos por panoja es otro componente con gran influencia en el rendimiento (Tabla 8, Figura 24). El porcentaje de granos llenos se define durante la fase de maduración (CIAT, 1986).

Tabla 8. Número de granos totales, llenos y vanos por panoja para 10 cultivares de arroz. Se presentan los valores promedio y el D.E.

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

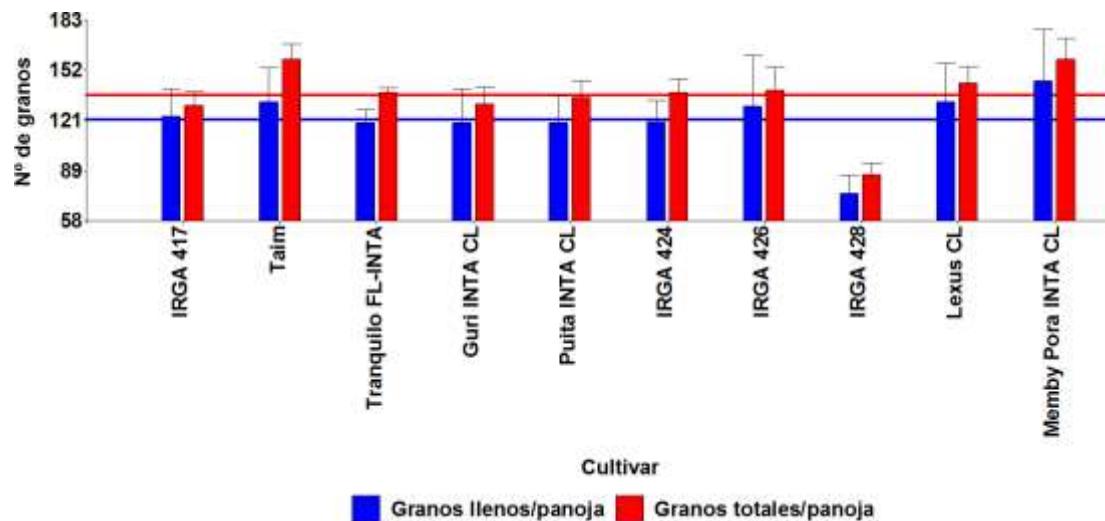


Figura 24. Promedio de granos totales y llenos por panoja. Las líneas roja y azul señalan el valor promedio del ensayo para ambas variables.

Las variedades IRGA 417, GURI INTA CL, PUITA INTA CL e IRGA 428 no superaron la media poblacional de 136 granos totales/panoja. Los cultivares TRANQUILO FL-INTA, GURI INTA CL, PUITA INTA CL, IRGA 424 e IRGA 428 no superaron la media poblacional de 121 granos llenos/panoja. Se puede observar que la variedad IRGA 428 fue la que mostró el número más bajo de granos totales y granos llenos por panoja, con un porcentaje alto de granos vanos. Las variedades TAIM y MEMBY PORA INTA CL tuvieron el mayor número de granos/panoja, pero TAIM tuvo menor porcentaje de granos llenos. La variedad que presentó el porcentaje más alto de granos llenos fue IRGA 417.

• Peso de 1000 granos

El cuarto componente del rendimiento, el peso de los granos llenos (Tabla 9), se establece en la fase de maduración, al igual que el % de granos llenos.

Tabla 9. Peso de 1000 granos, expresado en gramos, de los 10 cultivares de arroz en estudio.

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

Es una característica varietal determinada en gran parte por el tamaño de la cáscara (CIAT,1986). En todos los cultivares el peso de 1000 granos estuvo dentro del rango esperado.

RENDIMIENTO

La Tabla 10 presenta los resultados del análisis de la varianza y el test de comparaciones múltiples (Duncan, $p<0,05$) realizados a la variable rendimiento.

Tabla 10. Análisis de la varianza y Test de Duncan para la variable rendimiento de 10 cultivares de arroz.

Variable		CV			
	Rto	3,29			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34402228	13	2646325,2	7,52	<0,0001
Cultivar	29866250	9	3318472,2	9,43	<0,0001
Error	12668369	36	351899,13		
Total	47070597	49			
Cultivar		Medias			
Lexus CL		11133	A		
Guri		10157	B		
IRGA 424		10014	B C		
Taim		9464	B C D		
Memby Pora INTA C		9346	B C D E		
Tranquilo FL-INTA		9272	C D E		
IRGA 426		9155	D E		
IRGA 417		8657	D E		
IRGA 428		8642	D E		
Puita INTA		8494	E		

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

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

Lo observado en la EEA Corrientes es similar a lo ocurrido en los ensayos regionales implantados en los sitios Las Palmas y Berón de Astrada en la misma campaña, donde el híbrido LEXUS fue el cultivar con mayor

rendimiento y las variedades IRGA 417 y PUITA INTA CL tuvieron los peores rendimientos (INTA, 2018). Estos últimos, en la localidad de Berón de Astrada no superaron el rendimiento promedio de Corrientes.

En el ensayo implantado en la EEA Corrientes en la campaña previa (2016/2017), el comportamiento de los cultivares LEXUS CL, PUITA INTA CL, IRGA 417, e IRGA 418 fue similar al de este ensayo: LEXUS CL fue el cultivar con mayor rendimiento, y PUITA INTA CL, IRGA 417, IRGA 418 tuvieron rendimientos bajos, incluso rendimientos menores a este ensayo.

El rendimiento promedio del ensayo (9.433 kg/ha) fue superado solamente por tres cultivares: LEXUS CL, GURI INTA CL e IRGA 424 (Figura 25).

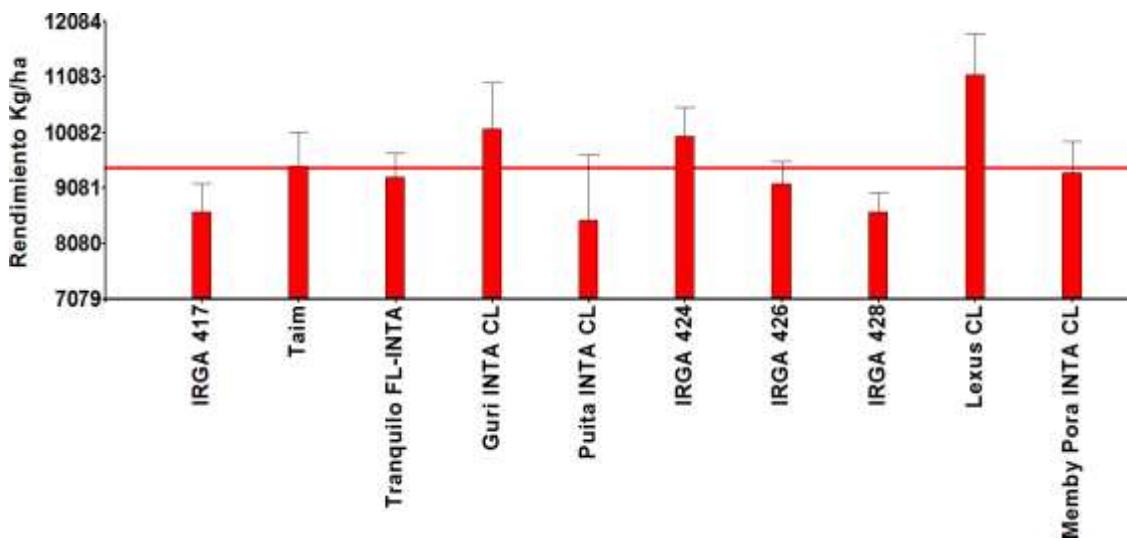


Figura 25. Rendimiento en Kg/ha de los cultivares evaluados. La línea roja señala la media poblacional, de 9433 Kg/ha.

Puede observarse que el rendimiento superior obtenido por LEXUS CL se debe principalmente al número de granos llenos y peso de 1000 granos (Tabla 11). Para el caso de GURI INTA CL, el cultivar ubicado en segundo lugar en el ranking de rendimiento, el número de panojas por metro es el componente que podría explicar esto. La variedad MEMBY PORA INTA CL presentó valores altos en casi todos los componentes analizados, pero uno de los valores más bajos registrados para peso de 1000 granos, lo que produjo que no se destacara en el rendimiento final.

Tabla 11. Componentes de rendimiento y rendimiento de los 10 cultivares de arroz en estudio.

Cultivar	Componentes de rendimiento				
	Plantas por m ² (Nº)	Panojas por m ² (Nº)	Granos llenos por panoja (Nº)	Peso de 1000 granos (gr)	Rendimiento (kg/ha)
LEXUS CL	192 C	469 C	132 A	27 A	11133 A
GURI INTA CL	332 AB	548 AB	119 A	24 CD	10157 B
IRGA 424	253 ABC	607 A	120 A	24 DE	10014 BC
TAIM	195 C	466 C	132 A	23 EF	9464 BCD
MEMBY PORA INTA CL	313 AB	543 AB	145 A	23 F	9346 BCDE
TRANQUILO FL-INTA	219 C	466 C	119 A	26 B	9272 BCDE
IRGA 426	241 BC	543 AB	129 A	25 BC	9155 CDE
IRGA 417	261 ABC	520 BC	123 A	25 BC	8657 DE
IRGA 428	244 ABC	535 ABC	75 B	28 A	8642 DE
PUTIA INTA CL	335 A	542 AB	119 A	24 DEF	8494 E
Respuesta	NS	NS	NS	***	***
C.V.(%)	24,5	9,58	17,36	2,1	6,95

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

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

ÍNDICE DE COSECHA

Se realizó el cálculo a partir de los datos de peso seco de granos y de planta entera ($IC = \text{peso seco de granos} / \text{peso seco de planta}$). Para esto se registraron los pesos en fresco y seco de un metro lineal de plantas de cada parcela, en 5 repeticiones por cultivar. Las muestras, debidamente identificadas, se pusieron en bolsas de papel madera y fueron llevadas a estufa (60°C) hasta peso constante. El cálculo se realizó empleando la siguiente fórmula:

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

Los resultados se presentan en la Tabla 12. Puede observarse que todos los cultivares presentan valores entre 0.5 y 0.6. Esto indica que los últimos ($IC = 0.6$) presentan mayor eficiencia en la conversión de la biomasa generada en granos.

Tabla 12. Índice de cosecha de los 10 cultivares en estudio.

Cultivar	I.C
IRGA 417	0,5
TAIM	0,6
TRANQUILO FL-INTA	0,5
GURI INTA CL	0,6
PUTA INTA CL	0,5
IRGA 424	0,6
IRGA 426	0,6
IRGA 428	0,5
LEXUS CL	0,6
MEMBY PORA INTA CL	0,5

En todo los cultivares el índice de cosecha estuvo acorde a lo esperado para las variedades modernas, indicando que su relación grano-paja es aproximadamente 1.

RENDIMIENTO INDUSTRIAL

El rendimiento industrial (o calidad industrial) es el porcentaje de grano entero obtenido después del proceso de elaboración en la industria (Hernaíz y Albarado, 2008). Es una medida de la proporción de granos enteros no quebrados y refleja la variedad, las condiciones del cultivo, recolección y manejo posterior (Loubes y Tolaba, 2013). En la tabla 13 se muestra el rendimiento industrial de cada uno de los 10 materiales considerados en el presente ensayo.

Tabla 13. Porcentajes de granos enteros, granos quebrados y rendimiento industrial de los 10 cultivares de arroz evaluados.

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

En la Figura 26 puede observarse el rendimiento industrial (barras rojas), el porcentaje de granos enteros (barras azules) y la diferencia entre ambas que representa el porcentaje de granos quebrados. IRGA 417, seguido por las variedad GURI INTA CL y PUITA INTA CL se destacan por presentar el porcentaje de granos enteros más alto; por el contrario, TRANQUILO FL-INTA y LEXUS CL fueron los cultivares que presentaron los porcentajes más altos de granos quebrados.

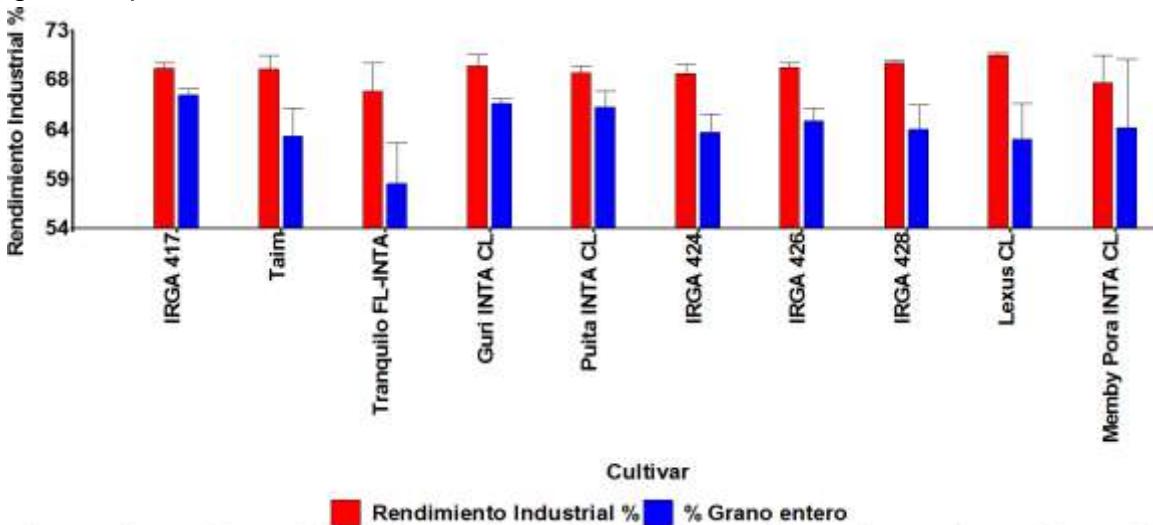


Figura 26. Rendimiento industrial y porcentaje de granos enteros de los diez cultivares de arroz evaluados.

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

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

El porcentaje de granos enteros de casi todos los cultivares sembrados en la EEA Corrientes fue superior a los valores obtenidos en Las Palmas y Berón de Astrada. En estas dos localidades los valores fueron inferiores al 60% a excepción de las variedades TRANQUILO FL-INTA y MEMBY PORA INTA CL mostraron un 62% (INTA, 2018)

Como se mencionara anteriormente, diferentes factores determinan el rendimiento industrial. Hernández y Albarado (2008) los describen sintéticamente agrupándolos en 3 categorías: 1) Manejo agronómico (variedad, época de siembra, sistema y momento de cosecha), 2) Clima: las condiciones reinantes de la atmósfera pueden afectar la calidad a través de la pérdida más rápida de humedad en tiempos de cosecha y, 3) Factores industriales (secado, almacenamiento y elaboración del arroz). Las variaciones detectadas entre sitios y/o campañas serían explicadas considerando los factores mencionados.

CONCLUSIONES

FENOLOGIA

- La mayoría de los cultivares presentaron ciclo intermedio-corto, a excepción de las variedades IRGA 424 y TRANQUILO FL-INTA de ciclo intermedio-largo.
- En las variedades GURI INTA CL, PUITA INTA CL, IRGA 428 e IRGA 417 la floración fue más tardía respecto a la campaña 2016/2017.
- En las localidades de Las Palmas y EEA Corrientes la mayoría de los cultivares tuvieron el mismo rango de días a floración.
- Se observaron diferencias entre cultivares en el inicio de la diferenciación del primordio floral (DPF), marcando esto la principal diferencia entre los de ciclo intermedio-corto e intermedio-largo.
- La duración de las etapas reproductivas y de maduración fue similar en todos los cultivares, independientemente del largo de su ciclo.
- Se identificaron dos tipos de plantas según su altura: enanas y semienanas.
- Se observó un incremento marcado en la altura de plantas al inicio del cultivo, hasta DPF. Una vez alcanzada la floración el incremento en altura fue menor.

RENDIMIENTO

- Se observaron diferencias entre los cultivares en cuanto a los componentes del rendimiento.
- Para el componente “Número de panojas/m²”, la variedad IRGA 424 obtuvo el valor más alto.
- TAIM y MEMBY PORA INTA CL tuvieron el mayor número de granos/panoja, mientras que el valor más bajo fue para IRGA 428.
- Para el componente “granos llenos por panoja” prácticamente no se registraron diferencias entre los cultivares, destacándose solo IRGA 428 con un valor mucho más bajo.

- Para el componente “peso de los 1.000 granos” se destacaron la variedad IRGA 428 y el híbrido LEXUS CL, mientras que el valor más bajo lo obtuvo MEMBY PORA INTA CL.
- El híbrido LEXUS CL tuvo el rendimiento más alto del ensayo. Eso estuvo asociado a un alto número de granos llenos por panoja y elevado peso de 1000 granos.
- Por lo anteriormente mencionado se puede inferir que no hay un componente determinante para el rendimiento, si bien granos llenos por panoja y peso de 100 granos parecieran tener más peso que los demás.
- LEXUS CL, IRGA 424, IRGA 426, TAIM y GURI INTA CL (IC = 0,6) serían más eficientes en la conversión de la biomasa generada en granos que el resto de los cultivares evaluados.
- El híbrido LEXUS CL obtuvo el valor más alto en lo que se refiere a rendimiento industrial, pero también uno de los valores más altos de granos quebrados.
- El porcentaje de grano entero fue similar en todos los cultivares.
- La variedad TRANQUILO FL-INTA tuvo el valor más bajo de rendimiento industrial y porcentaje de granos llenos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2016). Campaña 2015/16: fin de siembra. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/C-SIEMBRA-CORRIENTES-CAMPANA-2015-16.pdf

ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2017). Campaña 2016/17: fin de cosecha. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/D-COSECHA-CORRIENTES-CAMPANA-2016-17.pdf

ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2018). Campaña 2017/18: fin de cosecha. Relevamiento arrocero nacional. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/D-COSECHA-NACIONAL-CAMPANA-2017-18.pdf

Akinbile CO. Assessment of the CERES-Rice model for rice production in Ibadan, Nigeria. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2013;15(1):19-26.

CIAT - Componentes del rendimiento en arroz. 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 19 pág. (Auxiliar didáctico no. 001). Recuperado 11 de noviembre de 2019: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/143.pdf

CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1980). Crecimiento Y Etapas de Desarrollo de la Planta de Arroz. Guía de estudio.28 p. Recuperado 11 de Noviembre de 2019: <https://books.google.com.ar/books?id=7uUDmiYK0doC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=Serie+04SR05.04+Enero,+1980&source=bl&ots=zggiQDFbuO&sig=ACfU3U3YaL8DYwaq8PDECxpEHcRtmk51A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjMptDfmeLIAhXRHLkGHeqKCs4Q6AEwCnoECAYQAQ#v=onepage&q=Serie%2004SR-05.04%20Enero%2C%201980&f=false>

Counce, P., Keisling, T., Mitchell, A. (2000). A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. *Crop Sciencie* 40: 436-443.

Degiovanni, V., Gómez, J., y Sierra, J. (2004). Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) en Montería, Córdoba. Temas Agrarios, 9(1), 21-29.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2017). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Volumen XX Edición N° 3 Octubre 2017. Recuperado de: <http://www.fao.org>

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Volumen XXI Edición No. 1 Abril de 2018. Recuperado de: <http://www.fao.org>

Hernaíz L., S y Alvarado, R. (2008) Calidad Industrial del Arroz: Un factor importante en la modernización del cultivo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Chile. Disponible en: <http://chilearroz.cl/2008/03/02/calidad-industria-del-arroz-un-factor-importante-en-la-modernizacion-del-cultivo/>

INTA, ACPA y Ministerio de Producción. (2016). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz. Serie Técnica N°2 - ISSN 1852-0618.

INTA. 2017. Informe anual Proyecto Arroz. Campaña 2016/17. Vol. XXV.

INTA. 2018. Informe anual Proyecto Arroz. Campaña 2017/18. Vol. XXVI.

IRRI –International Rice Research Institute (1980). Standard evaluation system for rice. IRRI, Los Baños, Phillipines.

ISTA - International Rules for Seed Testing. (1999). Seed Sci. Technology. Zurich, Suiza.

Kurtz, D. y Ligier, D. (2008). Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes. Publicación Técnica Serie1. Pp. 16-21.

Lancashire P.D., Bleiholder, H., Langelüddecke, P., Stauss, R. Van Den Boom, T., Weber, E., Witzenberger, A. (1991). An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* 119: 561-601.

Loubes, M.A. y Tolaba, M. (2012). Arroz: rendimiento de molienda mediante análisis de imágenes. La Alimentación Latinoamericana 308: 44-49. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15666/CONICET_Digital_Nro.19135.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maqueira, Osmany Roján, Kirenia Torres, Danay Duque y Walfredo Torres. (2018). Duration of the phenological phases, its influence in yields of rice (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 39, no. 1, pp. 68-73.

Meier U., Bleiholder, L., Buhr, H., Feller, C., Hack, H., Hess, M., Lancashire, P.D., Schnock, U., Stauss, R., Van-den-Boom, T., Weber, E. Zwerger, P. (2009) The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants - history and publications. *Journal für Kulturpflanzen* 61:41-52.

Olmos, S. 2007. Apunte de Morfología, Fenología, Ecofisiología y Mejoramiento Genético del arroz. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes–2006–Argentina. Disponible en: <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>.

Vaughan, D.A, Lu, B.R., Tomooka, N. (2008). Was Asian Rice (*Oryza sativa*) Domesticated More Than Once?. *Rice* 1:16–24.

Yzarra Tito, W.J., López Ríos, F.M. (2012). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Dirección General de Agrometeorología, Lima.

Zadoks, J., Changt, T., Konzak, C. (1974). A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421