



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Tesina

**“OPTIMIZACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN PARA
ALCANZAR ALTOS RENDIMIENTOS DE LA
VARIEDAD IRGA 424 EN LA ZONA NORTE
DE CORRIENTES”**

Alumno: Gisella Johana Luque

Directora: Ing. Agr. (MSc) Luciana G. Herber

Lugar de trabajo: Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes

Carrera: Ingeniería Agronómica

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXO	3
RESUMEN	4
1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
2.- OBJETIVOS	7
2.1.- Objetivo general	7
2.2.- Objetivos específicos	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1- Sitio experimental y cultivo.....	8
3.2- Diseño experimental y tratamientos	9
3.3- Determinaciones	9
3.4- Análisis estadístico	9
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1.- Rendimiento	10
4.2.- Componentes de rendimiento.....	12
4.2.1.- Número de plantas.m ⁻² , macollos.m ⁻² y panojas.m ⁻²	12
4.2.2.- Número de granos llenos por panoja (NGLI/P).....	13
4.2.3.- Peso de mil granos (PMG).....	14
4.2.4.- Porcentaje de vano	16
4.3.- Parámetros de Calidad industrial	16
4.3.1.- Rendimiento industrial (R. Ind.).....	16
4.3.2.- Grano entero	18
5.- CONSIDERACIONES FINALES	19
6.- BIBLIOGRAFÍA	20
7.- ANEXO	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio del experimento.....	8
Tabla 2. Medidas de resumen de rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	10
Tabla 3. Rendimiento del cultivo (kg.ha ⁻¹) para cada una de las dosis de urea aplicadas.....	11
Tabla 4. Número de plantas.m ⁻² , macollos.m ⁻² y panojas.m ⁻²	12
Tabla 5. Número de granos llenos por panoja para las dosis de base aplicadas.....	13
Tabla 6. Número de granos llenos por panoja para las dosis de urea aplicadas.....	14
Tabla 7. Peso de mil granos (PMG) obtenidos.....	15
Tabla 8. Porcentaje de vano para las dosis de urea aplicadas.....	16
Tabla 9. Rendimiento Industrial.....	17
Tabla 10. Porcentaje de grano entero para cada una de las dosis de urea.....	18

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXO

Tabla 7.1. ANOVA Rendimiento.....	24
Tabla 7.2. ANOVA Número de plantas por m ⁻²	24
Tabla 7.3. ANOVA Número de macollos por m ⁻²	24
Tabla 7.4. ANOVA Número de panojas por m ⁻²	25
Tabla 7.5. ANOVA Número de Granos Llenos por panoja.....	25
Tabla 7.6. ANOVA Peso de mil granos.....	25
Tabla 7.7. ANOVA Granos vanos.....	26
Tabla 7.8. ANOVA Rendimiento Industrial.....	26
Tabla 7.9. ANOVA Porcentaje de Grano entero.....	26

RESUMEN

“Optimización De La Fertilización Para Alcanzar Altos Rendimientos De La Variedad IRGA 424 En La Zona Norte De Corrientes”

El uso racional de la fertilización es fundamental para aumentar la productividad de los cultivos, así como reducir el costo de producción y los riesgos de contaminación ambiental. Cultivares más eficientes en la absorción y la translocación de nutrientes están siendo prioritarios en los programas de mejora, además de que cada vez más suelos pobres se incorporan al proceso de producción agrícola. El objetivo general de este trabajo fue ajustar los niveles de fertilización en el norte de la provincia de Corrientes para obtener altos rendimientos de arroz en la variedad IRGA 424. Se realizó un ensayo en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes durante la campaña 2017/18. El diseño estadístico fue factorial en parcelas divididas; donde la parcela principal fue la dosis de base y la sub-parcela las dosis de urea (4 repeticiones por tratamiento). Los tratamientos estudiados resultaron de la combinación de 4 dosis de fertilizante de base $6N-16P_2O_5-40K_2O$ (200, 250, 300 y 350 $kg\cdot ha^{-1}$), aplicados al voleo a la siembra; combinados con 5 dosis de fertilizante nitrogenado (urea 46-0-0) (150, 200, 250, 300 y 350 $kg\cdot ha^{-1}$), aplicados al voleo en pre inicio de riego. Se realizó la aplicación de herbicida en función de las malezas presentes y se inició el riego inmediatamente luego de aplicar la urea (25/10/2017), a los 20 días desde emergencia. Se analizó el rendimiento del cultivo, número de plantas. m^{-2} , macollos. m^{-2} y panojas. m^{-2} , número de granos llenos por panoja (NGLI/P), porcentaje de vano, peso de mil granos (PMG), rendimiento industrial y porcentaje de granos enteros. Con respecto a los resultados obtenidos, surge que la variedad IRGA 424 en general presentó respuesta a la aplicación de diferentes dosis de urea, donde los componentes de rendimiento responsables fueron el NGLI/P y % de vano. La combinación fertilización óptima para altos rendimientos fue de 200 $kg\cdot ha^{-1}$ de fertilizante de base y 300 $kg\cdot ha^{-1}$ de urea aplicados en inicio de riego.

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El arroz es uno de los cultivos más tradicionales e importantes del mundo ya que se cultiva en más de un centenar de países donde alcanza una producción de 511,2 millones de tn de arroz elaborado (FAO, 2020). La misma, está concentrada geográficamente en Asia (más del 85%) donde tan solo siete países (China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar y Tailandia) producen y consumen el 80% del arroz del mundo. Por su parte, Brasil y Estados Unidos son los principales productores no asiáticos, e Italia el primer productor en Europa.

En Argentina, el área de cultivo puede catalogarse como arroz de riego templado, debido a que se realiza en su totalidad bajo condiciones de inundación con baja frecuencia de temperaturas extremas (Quinteros et al., 2009). Históricamente, la producción de arroz mostró una tendencia creciente a lo largo de la década del noventa y cayó a partir de la campaña 1998/99; luego de registrarse el pico máximo de hectáreas sembradas (290 mil ha) y de producción (1,6 millones tn) (Mamani, 2013). En la actualidad, la producción se lleva a cabo principalmente en la región litoral; en las provincias de Corrientes (47%), Entre Ríos (31%), Santa Fe (15%), Formosa (4%) y Chaco (2%) donde se sembraron 195.000 ha la campaña 2019/20, alcanzándose 1,4 millones de toneladas de producción de arroz cáscara (ACPA y Bolsa de cereales de E. R., 2020).

A nivel local, desde la campaña 2010/11, la provincia de Corrientes se ubica en primer lugar en superficie sembrada (ACPA, 2018). El arroz es de suma importancia para la provincia, ya que es considerada una economía regional (INTA et al., 2016) que representa actualmente cerca del 30% del valor bruto de la producción agrícola (VBPA) provincial. A la vez es una de las pocas producciones primarias que se procesa en diverso grado dentro de la provincia, y alrededor del 65-70% se destina a la exportación generando un importante efecto multiplicador y de uso de mano de obra (Herber et al., 2017).

Con respecto a los suelos, la provincia posee un potencial de 2 millones de hectáreas con características específicas para realizar este cultivo. De las mismas, un 21% son "Aptas" y "Muy Aptas" para el cultivo del arroz. Estos suelos contienen una alta saturación de bases en los primeros 20 cm y una buena provisión de materia orgánica, siempre algo más elevada en la Clase Muy Apta. Las diferencias entre ambas clases se deben principalmente a la posición en el relieve relacionada a la susceptibilidad a los encharcamientos. Un 47% son tierras "Moderadas" para la realización de este cultivo. Son suelos en planicies de pendientes muy largas, que requieren una buena sistematización para manejar el agua. Es común la presencia de microrelieves causados por erosión reticular (malezales) o tacurúes (hormigueros), que obligan a una mayor intensidad de mecanización inicial. La fertilidad es moderada a baja, presentan horizontes de lenta permeabilidad en los primeros 50 cm. y es común el exceso de acidez y/o la toxicidad por hierro. Y finalmente la clase "Marginal" ocupa un 32% del total de tierras arroceras. Estos suelos son utilizados en función al menor costo de riego o de movimiento de suelo. En este sentido las arroceras ubicadas en valles aluviales corren alto riesgo de sufrir inundaciones que pueden provocar pérdidas totales del cultivo; las arroceras ubicadas sobre suelos arenosos, pobres y de difícil retención de lámina de agua, en general no soportan una producción sostenida de arroz y

los lotes deben abandonarse luego de dos años consecutivos con este cultivo (Escobar et al., 1996).

En general, el grano de arroz se clasifica de acuerdo a sus dimensiones, sembrándose en Argentina predominantemente variedades Largo Fino. Las mismas, son de porte moderno, semi enanas, de arquitectura erecta y poseen granos más delgados y traslúcidos. Su rendimiento superior se encuentra asociado a una alta eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes y a una mayor producción de panojas y granos por unidad de superficie (INTA et al., 2016). En Corrientes, la variedad más sembrada durante 13 años fue EMBRAPA 7 Taim, mientras que desde la campaña 2011/12 comenzó a sembrarse superficies crecientes de IRGA 424, la cual hasta la campaña 2018/19 continúa siendo la más sembrada a nivel provincial (51% de la superficie) (ACPA, 2019) Este último material es de origen brasileño, de vigor inicial bajo y alta capacidad de macollaje, con un ciclo intermedio de siembra a cosecha (132 días), excelente potencial de rendimiento y muy buena respuesta a la fertilización y prácticas de manejo (Sementes Simão, 2017). Con respecto a la calidad de grano, responde a mercados de exigencia intermedia ya que presenta un grano de longitud de 6,63 mm; índice de centro blanco intermedio, temperatura de gelatinización baja, contenido de amilosa alta (SOSBAI, 2012) y muy buena cocción (Martinez, 1989).

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de arroz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y para optimizar el resultado de los sistemas de producción. (Herber et. al., 2017). Hoy, las recomendaciones pueden ser hechas conformes a la época de siembra, región en la que se encuentra el productor, la variedad utilizada o el tipo de suelo. Siendo el cultivo de arroz bastante exigente en nutrientes y para que no haya limitaciones en la productividad, los mismos deben estar dentro un proceso de planificación y programación de la producción (Scherer et al., 2015).

Por su parte la fertilización nitrogenada promueve un rápido crecimiento (aumento de la altura de la planta y el número de macollos), mayor tamaño de hoja y número de espigas por panojas, mayor NGLL/P y contenido de proteína de grano; resultando este nutriente el responsable de los principales parámetros que contribuyen al rendimiento. El fósforo por su parte es un nutriente móvil dentro de la planta y promueve el macollaje, desarrollo radicular, floración temprana y maduración. Por su parte, el potasio aumenta el número de espiguillas por panoja, porcentaje de GLL/P y peso de mil granos (Dobermann & Fairhurst, 2000).

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

- Ajustar los niveles de fertilización en el norte de la provincia de Corrientes para obtener altos rendimientos de arroz en la variedad IRGA 424

2.2.- Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta de la variedad IRGA 424 a la combinación de diferentes dosis de fertilizante de base y urea
- Determinar cuáles fueron los componentes de rendimiento responsables de la respuesta obtenida
- Evaluar la influencia de la fertilización sobre el rendimiento industrial y porcentaje de grano entero de la variedad
- Determinar la combinación óptima de base y urea para alcanzar los mayores rendimientos

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1- Sitio experimental y cultivo

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2017/18 en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes, provincia de Corrientes. El lote bajo estudio pertenece a la unidad cartográfica 95a / h-D-A, la cual está formada por una asociación de suelos Argiudoles ácuicos (Serie Treviño), Endoacualfes típicos (Serie Valencia) y Epiacualfes típicos (Serie Tala) con predominio de los primeros (Escobar et al., 1996). La Serie Treviño pertenece a la clase de Capacidad de uso IIIe, los suelos se ubican en relieve normal, media loma alta a media loma, con pendientes de 1 a 1,5%. Son moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcables por cortos períodos. Presenta un epipedón mólico de 40 cm de profundidad, que incluye un BA_t; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B_t), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, tiene color negro y reacción neutra. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios de bases de cambio, especialmente en el B_t y de materia orgánica en el epipedón; muy pobres en fósforo. Poseen aptitud agrícola, aunque con limitaciones por susceptibilidad a la erosión hídrica y permeabilidad lenta a moderada, que requieren de prácticas especiales de conservación.

En pre siembra del ensayo se realizó un muestreo de suelos con el objetivo de caracterizar el sitio experimental, se tomaron muestras de suelo de 0-20 cm sobre las que se determinó pH (1:2,5 H₂O), materia orgánica (MO) (Walkey & Black), Nitrógeno total (N_t) (Kjeldahl), fósforo extractable (P) (K&B 1), y cationes intercambiables (K (potasio), Ca (calcio), Mg (magnesio)) (Acetato de amonio pH 7) según lo descrito en Sparks et al. (1996) (**Tabla 1**).

Tabla 1.- Análisis de suelo del sitio del experimento

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

La parcela sobre la que se sembró el ensayo tenía dos años de descanso, la preparación de suelo se llevó a cabo en los meses de otoño/invierno y consistió en dos pasadas de rastra y dos nivelaciones con landplane. El ensayo se sembró el día 26/09/2017 con una sembradora experimental Semina de 9 surcos espaciados a 0,20 m, resultando las parcelas bajo estudio de 9 m² (9 surcos x 0,20 m entre surcos x 5 m largo). El material utilizado fue IRGA 424 a una densidad de 80 kg.ha⁻¹ (Poder Germinativo 90%). La fecha de emergencia fue el 06/10/2017, la fecha de floración el 02/01/2018 y la cosecha se realizó el día 07/02/2018.

3.2- Diseño experimental y tratamientos

El diseño estadístico fue en arreglo factorial, con 4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos estudiados resultaron de la combinación de 4 dosis de fertilizante de base 6N-16P₂O₅-40K₂O (200, 250, 300 y 350 kg.ha⁻¹), aplicados al voleo a la siembra; combinados con 5 dosis de fertilizante nitrogenado (urea 46-0-0) (150, 200, 250, 300 y 350 kg.ha⁻¹), aplicados al voleo en pre inicio de riego. Se realizó la aplicación de herbicida en función de las malezas presentes y se inició el riego inmediatamente luego de aplicar la urea (25/10/2017), a los 20 días desde emergencia.

3.3- Determinaciones

Una vez tomada la fecha de emergencia, dentro de cada una de las parcelas bajo estudio, se demarcó una línea de 1 m de longitud sobre el surco central (la cual se conservó hasta cosecha) con el objetivo de contar *número de plantas.m⁻²*; *número de macollos.m⁻²* y *número de panojas.m⁻²*.

Para determinación de rendimiento, se cortaron manualmente los 5 surcos centrales de cada parcela por 4 m de largo (4 m²), descartándose la bordura. Las muestras fueron trilladas, se tomó humedad de entrada y peso; y luego se pusieron en estufa hasta peso constante. El rendimiento (kg.ha⁻¹) se calculó a partir de la siguiente fórmula (grano seco al 13% de humedad):

$$\text{Rendimiento (kg.ha}^{-1}\text{)} = (\text{peso muestra cosechada (kg)} \times (10.000 \text{ m}^2/\text{superficie cosechada (m}^2\text{)}) \times ((100 - \text{humedad promedio de cosecha}) / 87))$$

Para la obtención del número de granos llenos por panoja (NGLI/P) y vanos, se seleccionaron al azar 10 panojas (dentro del metro marcado al inicio), las mismas se trillaron manualmente y se procedió al recuento de los granos.

El peso de mil granos con cáscara (PMG) se calculó a partir de pesar 333 granos buenos, seleccionados al azar, y luego se los multiplicó por 3.

Para la obtención del rendimiento industrial (%), las muestras fueron procesadas en el secadero de laboratorio marca SATAKE, para uniformizar el contenido de humedad hasta un 14%. Para el análisis de calidad industrial se realizó el descascarillado de una muestra de 100 gr de arroz con el molinillo de laboratorio SUZUKI y sobre la misma se determinó el porcentaje de granos enteros ($\frac{3}{4}$ parte del tamaño del grano) y quebrados.

3.4- Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y un test de Duncan ($p < 0,05$) para la comparación de medias.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Rendimiento

En la **Tabla 2** se presenta un resumen del rendimiento promedio (Media), mínimo (Mín.) y máximo (Máx.) obtenido para cada tratamiento (4 repeticiones), así como el coeficiente de variación para este parámetro (CV). En el ensayo se obtuvieron valores de rendimientos medios que van desde los 9.577 a los 11.132 kg.ha⁻¹ con valores mínimos y máximos de 8.096 y 12.047 kg.ha⁻¹ respectivamente. El CV expresa el desvío estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad. Para este tipo de ensayos suele utilizarse una tolerancia de CV ≤ 15%; valores por encima indican que el conjunto de datos es “heterogéneo” y por lo tanto su promedio no es representativo del conjunto de datos. En este ensayo, todos los CV se encuentran por debajo de ese valor.

Tabla 2: Medidas de resumen de rendimiento (kg.ha⁻¹) de granos en la variedad IRGA 424 bajo diferentes niveles de fertilización base (4) y nitrogenada (5)

Niveles de base (kg.ha ⁻¹)	Niveles de urea (kg.ha ⁻¹)	n	Media (kg.ha ⁻¹)	CV (%)	Mín. (kg.ha ⁻¹)	Máx. (kg.ha ⁻¹)
200	150	4	9759	2	9598	10024
200	200	4	10509	8	9570	11602
200	250	4	10402	13	9203	12047
200	300	4	10774	4	10216	11174
200	350	4	9591	13	8096	11108
250	150	4	9976	6	9324	10484
250	200	4	10752	9	9768	11968
250	250	4	10838	7	9901	11490
250	300	4	10477	10	9215	11837
250	350	4	10323	10	9461	11723
300	150	4	9577	11	8696	10909
300	200	4	9798	5	9136	10132
300	250	4	10568	11	9015	11790
300	300	4	9992	4	9409	10250
300	350	4	10129	7	9567	11123
350	150	4	9710	7	9279	10651
350	200	4	10448	4	10131	10934
350	250	4	10846	6	10184	11596
350	300	4	11132	4	10589	11732
350	350	4	10133	6	9512	10729

El rendimiento del cultivo (kg.ha⁻¹) fue influenciado solamente por la dosis de urea aplicada (p=0,011); mientras que no resultó significativo el nivel de fertilizante de base, ni la interacción de base*urea (Tabla 7.1 ANEXO). Los mayores valores de rendimiento se obtuvieron con las dosis de 200, 250 y 300 kg.ha⁻¹ de urea aplicada (promedio 10.544 kg.ha⁻¹)(**Tabla 3**).

Tabla 3. Rendimiento del cultivo (kg.ha⁻¹) para cada una de las dosis de urea aplicadas (Nivel de base e interacción base*urea: NS)

Dosis urea	Medias		
250	10663	A	
300	10593	A	
200	10377	A	
350	10044	A	B
150	9756		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p=0,011$); CV 7,86%.

Esta información indica que la variedad IRGA 424 responde de manera diferencial a las aplicaciones de nitrógeno. Schoenfeld et al. (2015) evaluaron el comportamiento de las variedades IRGA 424 y 424 RI con diferentes niveles de fertilización (0, 60, 90, 120 y 150 kgN.ha⁻¹) aplicados de manera fraccionada 70% en Inicio de Riego (IR) y 30% previo a Diferenciación de Primordio Floral (DPF); a diferencia de este trabajo, el mayor rendimiento se obtuvo con la mayor dosis aplicada (4.200 kg.ha⁻¹ más que el tratamiento sin fertilizar). Ferreira da Silva et al. (2009) al igual que en este trabajo observaron incrementos de rendimiento en grano de 2 y 3 tn.ha⁻¹ (con respecto al testigo sin fertilizar) con aplicaciones de 180 y 210 kgN.ha⁻¹ respectivamente en la variedad IRGA 424. De Batista et al. (2005) obtuvo respuesta a la fertilización con P y N en dos localidades de Entre Ríos con la variedad El Paso 144. Los resultados indicaron valores de rendimiento de 6.800 kg.ha⁻¹ (10,5 kgP.ha⁻¹ y 25 kg urea.ha⁻¹) y 11.500 kg.ha⁻¹ (17 kgP.ha⁻¹ y 115 kg urea. ha⁻¹) de arroz en los departamentos de Villaguay y Federal respectivamente. Patol (1986) obtuvo un aumento significativo en la productividad (64,2%) de arroz cuando las parcelas se complementaron con 40 kgN.ha⁻¹; otro de sus estudios reveló que las tasas de N aumentaron significativamente el rendimiento en grano hasta 140 kgN.ha⁻¹ en comparación con dosis más bajas de nitrógeno (80 y 100 kg.ha⁻¹), estas últimas no mostraron diferencias significativas con la dosis de 160 kgN.ha⁻¹ (Hirzel et al., 2011). Lopes et al. (1996) mostraron respuesta al rendimiento de granos de manera lineal y cuadrática a la aplicación de nitrógeno con dosis de hasta 120 kg.ha⁻¹ obteniendo un rendimiento de 8.2 tn. ha⁻¹; también Singh et al. (1997) informaron que la aplicación de 100 kgN. ha⁻¹ proporcionó 1.550 kg.ha⁻¹ más de rendimiento que los tratamientos con 50 (250 kg.ha⁻¹) y 150 kgN.ha⁻¹ (650 kg.ha⁻¹) respectivamente. Jumar et al. (2007) informaron que la aplicación de 180 kgN.ha⁻¹ produjo un rendimiento de grano significativo (4,5 tn.ha⁻¹) con respecto al testigo (2 tn. ha⁻¹). Dhal y Mishra. (1993); Murthy et al. (1992); Reddy y Reddy (1989); Thakur et al. (1988) y Dalal y Dixit (1987) también informaron respuestas similares.

Doring Wolter et al. (2019) también obtuvieron una respuesta favorable para la aplicación de nitrógeno en las variedades Guri INTA CL, IRGA 424 RI e IRGA 431 CL en donde el rendimiento de granos respondió de forma cuadrática al aumento de las dosis de N aplicadas, dosis 0,60, 90, 120, 150,180 y 210 kg.ha⁻¹ urea para las tres variedades. La derivada da la ecuación de regresión indicó que la dosis de 164 kg.ha⁻¹ de N promovió la máxima productividad de la variedad Guri INTA CL con 10.588 kg.ha⁻¹ de granos, con la dosis de 224 kg.ha⁻¹ de N generó una máxima productividad de la variedad IRGA 431 CL con 10.658 kg.ha⁻¹ de granos y la dosis de 201 kg.ha⁻¹

¹ de N proporcionó la máxima productividad de la variedad IRGA 424 RI con 12.658 kg.ha⁻¹ de granos producidos.

4.2.- Componentes de rendimiento

4.2.1.- Número de plantas.m⁻², macollos.m⁻² y panojas.m⁻²

En este ensayo no se observó significancia en lo que respecta al número de plantas.m⁻², macollos.m⁻² y panojas.m⁻² (Tabla 4) ya que todas estas variables se comportaron de forma indiferente frente a los tratamientos estudiados y a su interacción (Tablas 7.2, 7.3 y 7.4 ANEXO).

Tabla 4. Número de plantas.m⁻², macollos.m⁻² y panojas.m⁻²

Dosis de base (kg.ha ⁻¹)	Dosis de urea (kg.ha ⁻¹)	Plantas.m ⁻²	Macollos.m ⁻²	Panojas.m ⁻²
200	150	213	584	529
200	200	215	666	518
200	250	215	608	469
200	300	193	674	533
200	350	218	680	520
250	150	233	532	497
250	200	208	616	476
250	250	230	568	505
250	300	243	651	599
250	350	238	678	521
300	150	230	659	508
300	200	208	674	544
300	250	220	645	471
300	300	258	718	570
300	350	240	674	509
350	150	200	634	554
350	200	245	668	580
350	250	250	688	593
350	300	223	613	509
350	350	240	713	459
Dosis de base		NS	NS	NS
Dosis de urea		NS	NS	NS
Dosis de base*				
Dosis de urea		NS	NS	NS
CV (%)		21,32	14,48	18,85

Al igual que los resultados obtenidos en este trabajo, Porras Arica (2013) no encontró diferencias significativas entre la dosis de N aplicadas al cultivo (50, 75, 100 y 125 kgN.ha⁻¹) y la cantidad de macollos efectivos por metro cuadrado (530 a 559 macollos.m²). Sin embargo Endris y Alemayehu (2014) concluyeron que al aumentar los niveles de N de 0 a 140 kg.ha⁻¹, aumentó significativamente el rendimiento del cultivo (3020 a 4690 kg.ha⁻¹); el número macollos.m⁻² (477 a 661) y panojas.m⁻² (456 a 612). Amoacy et al.

(2006) verificó un incremento lineal y cuadrático del número de macollos; donde el mayor número por metro lineal, fue de 72 para una fertilización con 168 kg.ha⁻¹ de N. Moro et al. (2015) observaron que el número de macollos aumentó al aumentar los niveles de N, el incremento fue de un 53% para una dosis de 30 kgN.ha⁻¹, de 70% para 60 kgN.ha⁻¹, de 72% para 90 kgN.ha⁻¹, de 77% para 120 kgN.ha⁻¹ y de 103% para 150 kgN.ha⁻¹ comparado con el testigo, en donde para la dosis mayor presentó 440 macollos.m⁻² frente a 216 macollos.m⁻² del testigo. Quinteros et al., 2009 realizaron un ensayo en cuatro localidades de la provincia de Entre Ríos con el objetivo de evaluar el momento óptimo de aplicación de nitrógeno en arroz. En promedio; todos los tratamientos fertilizados lograron mayor número de panojas.m⁻² con respecto al testigo sin fertilizar, 394 y 335 panojas.m⁻² respectivamente. Arguisain et al. (2004) observaron que a medida que aumentó la dosis de nitrógeno aplicada al cultivo (dosis de 45 a 135 kgN.ha⁻¹) lo hizo también número de panojas.m⁻², teniendo una diferencia de 11 panojas por unidad de superficie entre el testigo y la máxima fertilización del ensayo. Doring Wolter R. C. et al. (2019) encontraron que el aumento de la dosis (0,60,90,120,150,180 y 210 kg.ha⁻¹ de urea) de nitrógeno promovió el aumento del número de panojas hasta la dosis de 210 kg.ha⁻¹ de urea para la variedad Guri INTA CL con 610 panojas.m² y un aumento lineal para IRGA 431 CL e IRGA 424 RI.

4.2.2.- Número de granos llenos por panoja (NGLI/P)

Analizando la fertilidad de las espiguillas, se puede apreciar que tanto las dosis de fertilizante de base como de urea afectaron el NGLI/P mientras que la interacción base*urea no fue estadísticamente significativa (Tabla 7.5 ANEXO). En las mismas puede apreciarse que la dosis base de 200 kg.ha⁻¹ logró 95 GLI/P mientras que el aporte de 300 kg.ha⁻¹ de urea lograron 98 GLI/P (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Número de granos llenos por panoja para las dosis de base aplicadas
(Interacción base*urea: NS)

Dosis de base	Medias	
200	95	A
250	89	A B
300	87	B
350	85	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p=0,02);
CV 11,66%.*

Tabla 6. Número de granos llenos por panoja para las dosis de urea aplicadas.
(Interacción base*urea: NS)

Dosis urea	Medias	
300	98	A
350	90	B
200	87	B
150	87	B
250	83	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p =0,0032);
CV 11,66%.*

Endris y Alemayehu (2014) observaron que al aumentar la dosis de N de 0 a 140 kg.ha⁻¹ también aumentó el NGLI/P aumentó con respecto al testigo, 80 a 100 NGLI/P respectivamente. Deambrosi y Méndez (2007), informaron que el número de granos llenos.m⁻² mostró una correlación muy alta con el rendimiento del cultivo en las variedades El Paso 144 e INIA Olimar. Al analizar los NGLI/P, obtuvieron un promedio de 69,4 y 69,6 GLI/P para cada variedad respectivamente como respuesta a la aplicación de 4 niveles de urea (0, 40, 80 y 120 kg.ha⁻¹). Quinteros et al., 2009 determinó que NGLI/P es una de las principales variables que determinan el rendimiento junto con el número de panojas.m⁻² luego de evaluar 180 lotes comerciales de arroz. A su vez indicó que el promedio es de 84 GLI/P en la provincia de Entre Ríos (un 14% menos de lo obtenido en el norte de Corrientes). Por otro lado, Porras Arica (2013) indicó que cuando aumentó la dosis de N, disminuyó la cantidad de NGLI/P. Para las dosis de 50 y 75 kgN.ha⁻¹ se contabilizaron 35 y 33 GLI/P mientras que para las dosis de 100 y 125 kgN.ha⁻¹ se obtuvieron 27 y 22 GLL/P respectivamente. Un estudio realizado por Méndez et al. (2012), indicó que el NGLI/P no fue influenciado por el aumento en los niveles de nitrógeno, obteniéndose una media de 76 GLI/P para la dosis de 300 kg.ha⁻¹ de urea.

4.2.3.- Peso de mil granos (PMG)

Los resultados del peso de mil granos se presentan en la **Tabla 7**. En la misma puede observarse que este parámetro no fue afectado por ninguna de las fuentes de variación (Tabla 7.6 ANEXO). Por otro lado, es importante destacar que los PMG encontrados en este ensayo, se corresponden con los deseados para el arroz tipo largo fino, para el cual se contempla un PMG de 23 a 27 gr según lo descripto por Fontenla (2018).

Tabla 7: Peso de mil granos (gr) en la variedad IRGA 424 para diferentes niveles de fertilización base y nitrogenada

Dosis de base (kg.ha ⁻¹)	Dosis de Urea (kg.ha ⁻¹)	PMG (gr)
200	150	25,9
200	200	25,7
200	250	26,8
200	300	26,7
200	350	24,1
250	150	25,0
250	200	26,2
250	250	25,5
250	300	26,0
250	350	26,8
300	150	24,9
300	200	26,0
300	250	26,6
300	300	26,5
300	350	25,8
350	150	26,0
350	200	26,3
350	250	26,6
350	300	26,7
350	350	26,8
Dosis de base		NS
Dosis de urea		NS
Dosis de base*Dosis de urea		NS
CV (%)		4,06

Yoshida (1981) afirmó que el PMG es un componente de la productividad bastante estable y característico de cada variedad coincidiendo con los resultados obtenidos en este ensayo. Esto concuerda con lo afirmado por Bastos et al. (1992) quien afirma que esta característica está fuertemente relacionada con el cultivar más allá de los niveles de fertilización. Carrasco Soto (2010) observó una disminución del PMG al aumentar los niveles de fertilización, luego de estudiar el efecto de cuatro dosis de nitrógeno sobre la variedad Diamante (0, 60, 120 y 240 kg.ha⁻¹) aplicadas al voleo y en línea. Buzetti et al. (2006), obtuvo la misma tendencia en sus resultados al estudiar el efecto de la combinación de 4 dosis de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg.ha⁻¹) con reguladores de crecimiento en dos cultivares de arroz de riego. A diferencia de los anteriores; Kischel et al. (2011), observaron promedios superiores en los PMG (promedio 27 gr) en el ambiente con bajo contenido de N (20 kg.ha⁻¹) comparada con un ambiente donde fue aplicado alta dosis de nitrógeno (120 kg.ha⁻¹) donde se obtuvieron 23 gr en todas las variedades evaluadas. Méndez et al. (2012) observaron una tendencia significativa a favor del PMG, donde se logró un valor promedio de 26,41 gr al evaluar 4 fuentes nitrogenadas y cuatro dosis (23; 46; 34,5 y 69 kgN.ha⁻¹) interaccionando con

dos momentos del inicio de riego además de un testigo sin nitrógeno para la variedad El Paso 144.

4.2.4.- Porcentaje de vano

En la **Tabla 8** se presentan los resultados obtenidos para el porcentaje de vano. Este parámetro fue afectado solamente por las dosis de urea aplicadas $p=0,0095$ (Tabla 7.7 ANEXO). Los menores porcentajes de vano se obtuvieron con las dosis de 150 y 200 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de urea.

Tabla 8. Porcentaje de vano para las dosis de urea aplicadas

Dosis de urea	Medias		
200	5,26	A	
150	5,43	A	
300	6,59	A	B
250	6,74	A	B
350	8,07		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p = 0,0062$);

5. CV 35,85%.

Esto coincide con el trabajo de Arguisain et al. (2004) quienes estudiaron el efecto de la aplicación de 3 dosis de nitrógeno (0, 45 y 90 $\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$) sobre 8 líneas y variedades de arroz largo fino y encontraron valores de vano de 14,6%, 20,7% y 16% respectivamente. De la misma forma, Carrasco Soto (2010) estudiaron el efecto de cuatro dosis de nitrógeno (0, 60, 120 y 240 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y hallaron que el número de granos vanos por panoja se incrementó con el aumento de la fertilización. Cambios importantes en la esterilidad por efecto de la aplicación de nitrógeno fueron reportados por Willeauer et al. (1996) y Rojas et al. (1982) estudiando en Chile, la variedad Oro durante 3 campañas consecutivas (20 ensayos). Los mismos encontraron que los valores de esterilidad floral tendieron a aumentar con las dosis nitrógeno y argumentan que esta respuesta se deba a que la cantidad de carbohidratos producidos no sea suficiente para llenar el mayor número de espiguillas inducidas por las altas dosis de nitrógeno (Mamani, 2013) él cual obtuvo valores promedios de granos vanos por genotipo de 10,8; 12,8; 23; 10 y 7,6% para los genotipos H358, H362, H361. Nutriar e IRGA. H361 presentó la mayor cantidad de granos vanos en los tres momentos de fertilización mientras que IRGA los menores. Por otro lado, Gindri et al. (1996) no encontró evidencias significativas con relación al efecto del nitrógeno en la esterilidad de las espiguillas en donde obtuvieron resultados de 83, 84 85 y 85 de índice de fertilidad de las espiguillas para las 4 dosis utilizadas (de 0-50-100-150 $\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$)

4.3.- Parámetros de Calidad industrial

4.3.1.- Rendimiento industrial (R. Ind.)

La calidad del cultivo de arroz está determinada por el rendimiento industrial ya que es el único cereal utilizado como grano entero (Jodari and Linscombe, 1996). En la **Tabla 9** se presentan los resultados obtenidos de

rendimiento Industrial, este parámetro no fue afectado por ninguna de las fuentes de variación ni por su interacción (Tabla 8.8 ANEXO). De todos modos, los valores obtenidos en este ensayo oscilaron entre 67,55% y 68,93%, valores que están dentro de los parámetros establecidos por SENASA, en la Norma de Calidad para ser Aplicada en la Comercialización del Arroz Cáscara Mercado Interno, Exportación e Importación (Resolución N° 1075/94 Anexo II) para largo fino en donde la base está fijada en 68% de rendimiento mínimo en granos enteros y quebrados y la tolerancia de recibo es de 63%.

Tabla 9. Rendimiento Industrial (%)

Dosis de base (kg.ha⁻¹)	Dosis de urea (kg.ha⁻¹)	R.Ind.
200	150	68,35
200	200	68,15
200	250	68,03
200	300	68,70
200	350	68,30
250	150	68,45
250	200	68,53
250	250	68,93
250	300	68,25
250	350	68,58
300	150	68,20
300	200	68,35
300	250	68,33
300	300	68,73
300	350	67,65
350	150	67,88
350	200	68,10
350	250	67,55
350	300	68,45
350	350	68,83
Dosis de base		NS
Dosis de urea		NS
Dosis de base*Dosis de urea		NS
CV (%)		1,06

Pincirolí et al. (2005) evaluaron las modificaciones en los parámetros de calidad industrial del grano de la variedad de arroz La Candelaria FA, bajo dos tratamientos de fertilización con urea granulada: N25 (25 kgN.ha⁻¹, aplicados en macollaje) y N50+25 (50 kgN.ha⁻¹, aplicados en macollaje + 25 kgN.ha⁻¹ en DPF); sin obtener variaciones en rendimiento industrial debido a la fertilización nitrogenada. Más tarde, Pincirolí et al. (2013) evaluaron el rendimiento en grano y la calidad de genotipos en etapas finales de selección de arroz tipo largo ancho. Los mismos fueron cultivados en diferentes ambientes y con dos niveles de fertilización nitrogenada (0 y 50 kgN.ha⁻¹). Entre los resultados obtenidos pudo observarse que el porcentaje de grano

total resultó similar en ambos años, obteniendo una respuesta no significativa frente a la fertilización nitrogenada. Por su parte, Arf et al. (2015) estudiaron (durante tres campañas) el efecto de la época de aplicación de nitrógeno sobre la productividad y calidad industrial de granos de arroz. Concluyeron que ninguno de los parámetros fue afectado por fertilización nitrogenada y obtuvieron valores de rendimiento industrial de 69,34%, 70,83% y 69, 91% para el tratamiento testigo y de 69,95%, 69,28% y 71,75% para el tratamiento fertilizado con 100 kgN.ha⁻¹.

4.3.2.- Grano entero

El porcentaje de grano entero obtenido se presenta en la **Tabla 10**. El mismo fue afectado solamente por las dosis de urea aplicadas $p < 0,0001$ (Tabla 7.9 ANEXO). Los mayores valores de grano entero se obtuvieron fertilizando con 200, 250, 300 y 350 kg.ha⁻¹ de urea (promedio 65,2%). Considerando que las entregas de arroz cáscara quedan sujetas a la base de comercialización para un rendimiento mínimo de granos enteros para arroz tipo largo fino: CINCUENTA Y SEIS POR CIENTO (56%) (SENASA, Res. 1075 / 94), se obtuvo en este ensayo un 16% más de granos enteros. Estos resultados a su vez se encuentran entre 3 y 4 puntos de entero por encima de la recomendación de SOSBAI (2012) para esta variedad (62% de granos enteros).

Tabla 10. Porcentaje de grano entero para cada una de las dosis de urea aplicada

<u>Dosis urea</u>	<u>Medias</u>	
350	65,66	A
300	65,64	A
250	64,85	A
200	64,65	A
150	62,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,0001$); CV 2,31%.

Bernal et al. (1985), observaron diferencias altamente significativas para este parámetro al comparar una dosis de 150 kgN.ha⁻¹ con respecto al tratamiento testigo donde obtuvieron valores de 60,2% y 57,8% respectivamente. Alvarado y Lobos (1996) en la localidad de El Parral (Chile) encontraron un incremento en grano entero de 62,97% producto de la fertilización nitrogenada aplicada. Pereyra et al. (2019) al estudiar los efectos de las dosis de nitrógeno en IRGA 424 RI e IRGA 431 CL encontraron que, independientemente de la dosis (90-150 y 210 kgN.ha⁻¹) y de la variedad, la aplicación de nitrógeno proporcionó mayor porcentaje de granos enteros comparado con los tratamientos sin fertilización además que no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes dosis aplicadas. Por otro lado, Arf et al. (2015) (durante tres campañas agrícolas) encontraron que los granos enteros no fueron afectados por el manejo de la fertilización nitrogenada, obteniendo valores de 61,52%, 66,93% y 63,93% para el tratamiento testigo y 60,68%, 63,68% y 66,36% para el tratamiento donde se aplicó 100 kgN. ha⁻¹.

5.- CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ IRGA 424 presentó respuesta a la aplicación de diferentes dosis de urea.
- ✓ Tanto el número de granos llenos por panoja, como el porcentaje de vano fueron los responsables de los mayores rendimientos obtenidos; asociados principalmente al efecto de la aplicación de diferentes dosis de urea y, en segundo lugar, a la dosis de base para el caso de NGLI/P
- ✓ El porcentaje de grano entero se vio beneficiado al aumentar las dosis de urea aplicadas. Ninguno de los parámetros evaluados presentó efecto sobre el rendimiento industrial.
- ✓ La recomendación de fertilización para obtener alto rendimiento en la variedad IRGA 424 sobre un suelo Serie Treviño, es de 200 kg.ha⁻¹ de fertilizante de base y 300 kg.ha⁻¹ de urea en aplicados en inicio de riego. De esta forma se alcanzó un rendimiento de 10.593 kg.ha⁻¹, 95 a 98 granos llenos por panoja, 6,59% de vano y sobre todo un porcentaje alto de grano entero (65,64%), el cual se encuentra por encima del estándar de comercialización de SENASA.

6.- BIBLIOGRAFÍA

- ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos. 2020. Relevamiento arrocerero nacional. Informe de campaña 2019/20.
- ACPA. 2018. Relevamiento arrocerero provincial. Informe de campaña 2017/18: fin de siembra.
- ACPA. 2019. Relevamiento arrocerero provincial. Informe de campaña 2018/19: fin de siembra.
- Alvarado R. A. y Lobos C. 1996. Calidad de Arroz. Características de tres variedades y efecto de la fertilización nitrogenada y control de malezas. Agricultura técnica Chile 46, pág. 10-12.
- Amoacy C.; C. H. Kurihara, A. Baêta dos Santos. 2006. Resposta do arroz irrigado a doses de nitrogênio e potássio. Pesquisadores da Embrapa Agropecuária Oeste; 2 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.
- Arf O.; R. A. F. Rodrigues; A. S. Nascente; M. C. Lacerda. 2015. Adubação antecipada de nitrogênio na cultura do arroz de terras altas sob plantio direto. Revista de Ciências Agrárias, Belém, PA, v. 58, n. 1, p. 6-13, jan./mar.
- Arguissain G.; G. Malagrina; H.J.Pirchi; G. Franck y A. Dri. 2004. Fertilización de líneas promisorias y cultivares de arroz. Resultados experimentales 2004-2005. Fundación PROARROZ Vol XIV.
- Bastos W.; S. Amorim, G. Bellon y H. Freitas. 1992. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Registro Norte Fluminense. Lavoura Arrozreira 45:14-17
- Bernal R.J.H.; R. D. Del Castillo y B. D. Munoz. 1985. Influencia de la arquitectura de la planta de arroz (*Oryza saliva* L.) y algunas prácticas culturales en el rendimiento y calidad. Acta Agronômico, v.35, n. I, p.23-33.
- Buzetti S.; G. C. Bazanini, J. G. Freitas, M. Andreotti, O. Arf, M. E. Sa y F. Meira. 2006. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 12, p. 1731- 1737.
- Carrasco Soto E. A. 2010. Efecto del manejo agronómico sobre el rendimiento y vanazon en arroz (*Oryza sativa* L.) Cultivar diamante. 8 págs.
- Dalal P. K. and L. Dixit. 1987. Response of medium duration rice varieties to the levels of nitrogen. Indian J Agron 32: 286-287.
- De Batista J. J.; J. Ojeda, D. Mildemberger, H. Rodriguez, J. Gange y P. Gonzalez. 2005. Fertilización de arroz. Resultados Experimentales 2005-2006. Ed Fundación Proarroz-INTA Concepción del Uruguay, pág. 135-138.
- Deambrosi E. y R. Méndez. 2007. Respuesta de cultivares de arroz de Tipo INDICA a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno en la zona este de Uruguay Montevideo (Uruguay). INIA, 36 p. (INIA Serie Técnica; 167.
- Dhal P. and G. Mishra. 1993. Effect of nitrogen on grain filling and yield of rice. *Oryza* 30: 162-164.
- Dobermann, A & Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management. Handbook Series

- Doring Wolter, R. C.; Bergmann, C.; Neves, G.; Carrasco Corrêa, M. y Barbosa Valente, G. 2019. Resposta a nitrogênio para as cultivares de arroz irrigado Guri INTA CL, IRGA 431 CL e IRGA 424 RI. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Itajaí- SC.
- Endris Y. and Alemayehu B. 2014. Effect of Nitrogen Application on Grain Yield and Nitrogen Efficiency of Rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Crop Science*, 6: 273-280.
- Escobar E. H.; H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes. Argentina. 315 págs.
- FAO. 2020. Situación Alimentaria Mundial. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>. Último acceso: 14 de mayo de 2020.
- Ferreira da Silva P. R.; J. D. Batista, R. Schoenfeld, I. Anghinoni, G. Borba Menezes, S. A. Genro Junior, V. A. Vieira, G. Silva Serpa, C. Bredemeier, L. Maass e C. Gehlen. 2009. Adubação nitrogenada no arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno.
- Fontenla, F. J. 2018. Evaluación del rendimiento y la calidad en líneas mejoradas de arroz tipo comercial largo ancho y proteico. Efecto de la fertilización foliar. Trabajo final de carrera para acceder al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 45 págs.
- Gindri S., M. Souza y V. Mussoi. 1996. Curva de resposta a aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira* 49:3-6.
- Herber L. G.; R. D. Kruger y M. L. Fontana. 2017. El cultivo de arroz en Corrientes... una producción con historia. Campaña 2016/17. Vol. XXV. Pág. 1-16.
- Hirzel J.; A. Pedreros and K. Cordero. 2011. Effect of nitrogen rates and split nitrogen fertilization on grain yield and its components in flooded rice. *Chilean J Agric Res* 71: 437-444.
- InfoStat (2008). InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INTA, ACPA y Ministerio de Producción. 2016. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz. Serie Técnica N°2 - ISSN 1852-0678. 134 Págs.
- Jodari F. and S. D. Linscombe. 1996. Grain fissuring and milling yields of rice cultivars as influenced by environmental conditions. *Crop Science*, p. 1496-1502.
- Kischel E.; R. R. Fidelis, M. M. Santos, D. R. Brandão, E. R. Cancellier y I. R. Nascimento. 2011. Efeito do nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. *Revista Ceres*, v. 58, n. 1, p. 84-89.
- Lopes S. I. G.; M. S. Lopes y V. R. M. Macedo. 1996. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, v.49, p.3-6.
- Mamani, C. 2013. Fertilización nitrogenada: efecto del momento de aplicación sobre el rendimiento y la calidad en genotipos de arroz

(*Oryza sativa* L.) de alto contenido proteico. Informe Trabajo final de Carrera para acceder al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Plata.

- Martínez C. 1989. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. CIAT.
- Méndez R.; J. Castillo, E. Deambrosi. 2012. Evaluación de fuentes alternativas de fertilizantes nitrogenados. Inia Treinta y Tres - Actividades de difusión N° 686, 3: 1-3.
- Moro, B. M.; Nuhu, I. R.; Ato, E. and Nathaniel, B. 2015. Effect of nitrogen rates on the growth and yield of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties in rain-fed lowland in the forest agro-ecological zone of Ghana. CSIR – Soil Research Institute (SRI), Academy Post Office, Private Mail Bag, Kwadaso – Kumasi, Ghana.
- Murthy P. S. S.; K. S. Ramesh, G. V. H. Rao and A. Narayanan. 1992. Influence of nitrogen on grain filling potential and yield of rice (*Oryza sativa*) varieties. Indian J Agron 37: 157-158.
- Pereira T. C.; Lautenschlager C. S. ; Da Silva Lindemann I.; Valente G. B.; Levien N.; Vanier; Da Trindade J. K. 2019. Efeitos da dose de nitrogênio sobre a qualidade de grãos dos cultivares IRGA 431 CL e IRGA 424 RI. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Itají- SC
- Pinciroli M.; R. Bezus, L. J. Scelzo y A. A. Vidal. 2005. Determinación del momento de cosecha sobre la calidad del cultivar la candelaria bajo dos tratamientos de fertilización. VI Congreso de Arroz irrigado. Porto Alegre.
- Pinciroli M.; R. Bezus, L. J. Scelzo y A. A. Vidal. 2013. Rendimiento y calidad de arroz de genotipos tipo largo ancho con diferentes formas de fertilización nitrogenada aplicada en macollaje. VIII Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado - CBAI 2013
- Porras Arica, E. 2013. Respuesta del arroz (*Oryza sativa*. I) cultivar c-7 stec a tres densidades de siembra, cuatro niveles de nitrógeno y dos niveles de potasio, en siembra de verano en finca la vega, San Carlos. Trabajo Final de Graduación Presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al Grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Instituto tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos
- Quinteros C.; M. A. Zamero, G. Boschetti, M. R. Befani, E. Arévalo y N. Spinelli. 2009. Evaluación de los momentos óptimos para la aplicación del nitrógeno en arroz. Resultados Experimentales 2008-2009. INTA ProArroz. Ed. Fundación ProArroz, Concordia. Pg. 55-63.
- Reddy G. R. S. and K. A. Reddy. 1989. Effect of levels and sources of nitrogen on rice. Indian J Agron 34: 364-366.
- Rojas C. W.; R. A. Alvarado y C. N. Belmar. 1982. Fertilización Nitrogenada en arroz. Efecto sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo. Agricultura técnica Chile 43. pág. 354,355.
- Scherer, M. B.; Sanchotene, D. M.; Rodrigues, S. N.; Carloto B. W.; e Lima Spatt, L. 2014. Utilização de diferentes doses do fertilizante biozyme® em tratamento de semente em arroz irrigado, cultivar prime CL. SOSBAI. 2015.

- Schoenfeld R.; M. Groohs, F. Selau, E. Marcolin y P. R. Ferreira da Silva. 2015. Resposta das cultivares IRGA 424 RI e IRGA 424 a níveis de adubação. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas, RS.
- Sementes Simão. 2017. <https://www.sementessimao.com.br/cultivar-arroz/IRGA-424>. Último acceso: 15 de mayo de 2020.
- SENASA. 1994. Norma de Calidad para ser Aplicada en la Comercialización del Arroz Cáscara Mercado Interno, Exportación e Importación (Resolución N° 1075/94 ANEXO II).
- Singh M. V.; H. N. Tripathi and H. P. Tripathi. 1997 Effect of nitrogen and planting date on yield and quality of scented rice (*Oryza sativa*). Indian J Agron 42: 602-606.
- SOSBAI. 2012. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Gravatal, SC: SOSBAI. 179 p.
- Sparks D. L., A. L. Page, P. A. Helmke, R. A. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston and M. E. Sumner. 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. 3rd Ed. ASA. Madison, Wisconsin, USA.
- Thakur R. B.; S. S. Mishra and N. N. Sharma. 1988. Effect of pesticides on N-use efficiency and growth dynamics in rice. Indian J Agron 33: 181-185.
- Willeauer J.; R. Valdez y R. Cruz. 1996. Nitrogen use efficiency and grain yield of lowland rice cultivars. Philippine Journal of Crop Science 20:32.
- Yoshida S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. Pp-269.

7.- ANEXO

7.1.- ANOVA RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	80	0,29	0,07	7,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16237830,0	19	854622,7	1,3	0,2125
Base	2882018,2	3	960672,7	1,5	0,2315
Urea	9364497,1	4	2341124,3	3,6	0,0110
Base*Urea	3991315,2	12	332609,6	0,5	0,9007
Error	39189346,0	60	653155,8		
Total	55427176,0	79			

7.2.- ANOVA NÚMERO DE PLANTAS POR M²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nplm2	80	0,14	0	21,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23305	19	1226,6	0,5	0,9377
Base	6225	3	2075,0	0,9	0,4489
Urea	2880	4	720,0	0,3	0,8697
Base*Urea	14200	12	1183,3	0,5	0,8998
Error	139050	60	2317,5		
Total	162355	79			

7.3.- ANOVA NÚMERO DE MACOLLOS POR M²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollo.m ⁻²	79	0,24	0	14,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	160601	19	8452,7	1,0	0,5188
Base	47017	3	15672,4	1,8	0,1612
Urea	66413	4	16603,2	1,9	0,1253
Base*Urea	55100	12	4591,6	0,5	0,8928
Error	520085	59	8815,0		
Total	680686	78			

7.4.- ANOVA NÚMERO PANOJAS POR M²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Panoja.m ⁻²	79	0,18	0	18,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	123963	19	6524,4	0,7	0,8323
Base	7136	3	2378,6	0,2	0,8650
Urea	24501	4	6125,3	0,6	0,6435
Base*Urea	92495	12	7708,0	0,8	0,6568
Error	574323	59	9734,3		
Total	698286	78			

7.5.- ANOVA NÚMERO GRANOS LLENOS POR PANOJA (NGLI/P)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NGLI/P	80	0,38	0,19	11,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4034	19	212,3	2,0	0,0242
Base	1140	3	380,1	3,5	0,0200
Urea	1918	4	479,4	4,5	0,0032
Base*Urea	976	12	81,3	0,8	0,6921
Error	6458	60	107,6		
Total	10491	79			

7.6.- ANOVA PESO DE MIL GRANOS (PMG)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PMG	80	0,38	0,19	4,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42	19	2,2	2,0	0,0248
Base	5	3	1,8	1,6	0,1974
Urea	11	4	2,7	2,4	0,0593
Base*Urea	26	12	2,1	1,9	0,0512
Error	67	60	1,1		
Total	109	79			

7.7.- ANOVA GRANOS VANOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vano	80	0,29	0,06	36,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	136	19	7,2	1,3	0,2359
Base	9	3	3,0	0,5	0,6645
Urea	83	4	20,7	3,7	0,0095
Base*Urea	44	12	3,7	0,7	0,7883
Error	337	60	5,6		
Total	473	79			

7.8.- ANOVA RENDIMIENTO INDUSTRIAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend Industrial	80	0,24	0	1,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10	19	0,5	1,0	0,4822
Base	2	3	0,5	1,0	0,3888
Urea	1	4	0,3	0,5	0,7176
Base*Urea	7	12	0,6	1,1	0,3462
Error	32	60	0,5		
Total	42	79			

7.9.- ANOVA PORCENTAJE DE GRANO ENTERO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Entero	80	0,42	0,24	2,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	98	19	5,2	2,3	0,0076
Base	1	3	0,5	0,2	0,8876
Urea	81	4	20,3	9,1	<0,0001
Base*Urea	15	12	1,3	0,6	0,8633
Error	134	60	2,2		
Total	232	79			