



RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ DE RIEGO A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

RESPONSE OF IRRIGATED RICE VARIETY TO NITROGEN FERTILIZATION

Javier Burgo Leguizamón^{1*} , Florencio David Valdez Ocampo²  y Álvaro Maciel Huerta² 

¹ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

² Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

*Autor por correspondencia: javierburgo6@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación fue realizada con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de arroz de riego a la fertilización nitrogenada en la parcela experimental de Arrozales del Chaco S.A en el Departamento de Presidente Hayes. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar (DBCA), compuesto por seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en: T₁ sin tratar (testigo), T₂ 40 kg ha⁻¹ de N, T₃ 80 kg ha⁻¹ de N, T₄ 120 kg ha⁻¹ de N, T₅ 160 kg ha⁻¹ de N y T₆ 200 kg ha⁻¹ de N. Las determinaciones evaluadas fueron: altura de plantas, masa seca, peso de granos/planta y peso de 1000 granos. Los resultados arrojaron que la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenado en el cultivo de arroz de riego no tuvo un efecto significativo en la altura de planta, y masa seca. Sin embargo, las variables peso de granos por planta y peso de 1000 granos influyó significativamente, destacándose una dosis de 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno como la más efectiva.

Palabras Clave: *Oryza sativa* L, fertilizante, nitrógeno, dosis

ABSTRACT

This research was conducted with the objective of evaluating the response of irrigated rice crops to nitrogen fertilization in the experimental plot of Arrozales del Chaco S.A in the Department of Presidente Hayes. The experimental design used was randomized complete blocks (DBCA), composed of six treatments and four replications. The treatments consisted of: T₁ untreated (control), T₂ 40 kg ha⁻¹ of N, T₃ 80 kg ha⁻¹ of N, T₄ 120 kg ha⁻¹ of N, T₅ 160 kg ha⁻¹ of N and T₆ 200 kg ha⁻¹ of N. The determinations evaluated were: plant height, dry mass, grain weight/plant and weight of 1000 grains. The results showed that the application of different doses of nitrogen fertilizers in irrigated rice crops had no significant effect on plant height and dry mass. However, the variables grain weight per plant and weight of 1000 grains had a significant influence, with a dose of 120 kg ha⁻¹ of nitrogen standing out as the most effective.

Keywords: *Oryza sativa* L, fertilizer, nitrogen, dose

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los principales cultivos que se producen y se comercializan a nivel mundial, esto se debe a la gran demanda existente en el mercado, los países que presentan una mayor producción son; China, India e Indonesia. La histórica producción de la especie y su implementación en cultivos data de hace 10.000 años atrás, en las zonas tropicales y subtropicales de los países asiáticos, en la actualidad se han aplicado varios métodos para la producción de nuevas variedades que se adapten a diferentes zonas climáticas, texturas de suelo, salinidad, precipitaciones y altitudes; dando como resultado la adaptación del cultivo en todos los continentes. Hoy en día se ha convertido en un alimento básico para la nutrición humana, en la que se estima que más del 50% de la población global consume este tipo de cereal en su ingesta diaria (Chica et al., 2016).

En Paraguay el sector arrocerero presenta importantes oportunidades ya que es el rubro con mayor potencial de expansión, la demanda a nivel mundial va en crecimiento, los principales países productores de la región están al límite de su capacidad productiva y se puede obtener mayor valor agregado con la industrialización de la materia prima (Mendoza et al., 2019).

El uso de fertilizantes nitrogenados siempre ha estado en estrecha relación con el tipo de variedades utilizadas, condiciones climáticas y manejo de los fertilizantes. La forma de aplicación de los fertilizantes es muy importante para elevar la eficiencia de este y bajar los costos de producción del cultivo (Huang, 2022). Por otra parte, el uso de nitrógeno genera una respuesta positiva en la plantación de arroz, puesto que existen reportes que comprueban su eficiencia en la diferente composición de sustancias como proteínas, ácidos nucleicos y clorofila (Lorenty, 2021). Este elemento está conformado por la presencia de aminoácidos, presente en las proteínas. Además, también interviene en la formación de la molécula de la clorofila y diferentes ácidos nucleicos. Su función es estimular el desarrollo de hojas y tallos (Fernández, 2019)

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la respuesta del cultivo de arroz de riego a la fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de carácter experimental cuantitativo. La presente investigación se instaló en el establecimiento de la parcela

experimental de Arrozales del Chaco S.A, ubicada en el Departamento de Presidente Hayes a 60 km de la ciudad de Concepción, limitada en las coordenadas geográficas latitud S 25° 31' 59,99" y longitud O 54° 37' 59,99" con altitud 55 msnm. El periodo de realización del experimento fue llevado a cabo durante el mes de marzo del año 2021 y culminado a los 90 días después de la emergencia (DDE) del cultivo.

El clima del Departamento Presidente Hayes se clasifica como tropical de sabana, caracterizado por temperaturas elevadas y precipitaciones reducidas. La temperatura media anual es de 34°C, con máximas promedio de 39 °C y mínimas de 18°C. Durante la ejecución del experimento, la precipitación pluvial osciló entre 30 y 41 mm. La temperatura media registrada fue de 30°C, mientras que la humedad relativa promedio fue del 26%, según datos obtenidos de la estación meteorológica utilizada en el experimento.

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales (UE). Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg ha⁻¹). Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 4 m² y un área total de 96 m² de la parcela.

Primeramente, se realizó el roleo de la parcela con el fin de eliminar los rastrojos dejados de la cosecha anterior, utilizando un rolo cuchilla acoplado a un tractor. A continuación, se realizaron dos pasadas de rastra y una nivelación con una máquina plana, seguida de las mediciones de las parcelas y la siembra de arroz para luego ser efectuados las mediciones de las mismas y posterior siembra de arroz dentro de la parcela. La siembra se realizó en forma mecanizada, se utilizaron semillas de arroz de la variedad "Irga 424", con una densidad de siembra de 0,35 m entre hileras y 0,17 m entre plantas. A los 15 días después de la emergencia (DDE), se inició la inundación de las parcelas, manteniendo la irrigación constante hasta 15 días antes de la cosecha.

La fertilización nitrogenada se aplicó a los 30 DDE, durante la fase vegetativa V2, coincidiendo con el macollaje del cultivo. Se utilizó urea (45% N) como fuente de nitrógeno, ajustando las dosis según los tratamientos. Además, se aplicaron potasio (26 kg ha⁻¹) y sulfato (60 kg ha⁻¹).

Se emplearon productos fitosanitarios para el control de malezas, insectos y enfermedades. Los herbicidas Bispiribac-sodio (140 ml L⁻¹) y Clethodim (120 g) se aplicaron antes de la

inundación. El insecticida Teflubenzuron (80 ml L⁻¹) se administró en la misma etapa. Los fungicidas se aplicaron en dos momentos: al inicio de la floración (Azoxystrobin 500 ml L⁻¹, Thiodicarb 120 g, y Thiamethoxam 150 g) y en plena floración. La cosecha manual se realizó a los 120 DDE.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

Altura de plantas (cm): Se seleccionaron 10 plantas al azar en cada UE y se midió desde la base del tallo hasta la inserción máxima de hojas, usando una cinta métrica.

Masa seca de plantas (g): Se recolectaron 10 plantas por UE, las cuales se secaron en una estufa a 60 °C durante 72 horas y luego se pesaron en una balanza digital (MAPA, 2009).

Peso de grano por planta (g): Los granos de las 10 plantas seleccionadas se separaron y pesaron en una balanza digital.

Peso de 1000 granos (g): Se desgranaron las 10 plantas evaluadas y se seleccionaron 1000 granos al azar, los cuales fueron pesados en una balanza digital.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) en el caso de la observación el efecto significativo de tratamientos, las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error, y además se realizó análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de planta

Los valores de altura de las plantas de arroz se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas a nivel estadístico entre las dosis de nitrógeno evaluadas. Sin embargo, la dosis de 200 kg ha⁻¹ mostró una ligera superioridad, alcanzando una altura promedio de 105,62 cm.

Tabla 1. Comparación de medias para la determinación de altura de plantas de arroz.

| Trat | Descripción | Altura de plantas (cm) ^{NS} |
|-----------|---------------------------|--------------------------------------|
| 6 | 200 kg ha ⁻¹ N | 105,62 |
| 2 | 40 kg ha ⁻¹ N | 105,00 |
| 3 | 80 kg ha ⁻¹ N | 103,21 |
| 4 | 120 kg ha ⁻¹ N | 102,41 |
| 1 | 0 kg ha ⁻¹ N | 101,66 |
| 5 | 160 kg ha ⁻¹ N | 100,70 |
| MG: | | 103,10 |
| CV (%): | | 3,16 |
| DMS (5%): | | 7,49 |

NS: Diferencia no significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación. DMS: Diferencia mínima significativa.

Resultados similares halló Carbo (2019), estudiando la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), observó que la mayor altura de planta se alcanzó en el tratamiento que se aplicó Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha con 100,5 cm. Así también, Flores (2017), encontró una altura de planta máxima de 103 cm cuando evaluó el efecto de cuatro niveles de nitrógeno, en tres densidades de siembra directa al voleo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), resultado coincidente con el presente trabajo.

Según Frye (2018), el aumento en la altura de las plantas como respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados podría atribuirse a una mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, lo que favorece el crecimiento vegetal.

Masa seca

Los valores promedio de la masa seca de las plantas de arroz, presentados en la Tabla 2, muestran que no hubo diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno evaluadas. Sin embargo, la dosis de 80 kg ha⁻¹ mostró una ligera superioridad, alcanzando una masa seca de 47,16 g.

Tabla 2. Comparación de medias para la determinación de masa seca.

| Trat. | Descripción | Masa seca (g) ^{ns} |
|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| 3 | 80 kg ha ⁻¹ N | 47,16 |
| 4 | 120 kg ha ⁻¹ N | 39,16 |
| 1 | 0 kg ha ⁻¹ N | 36,87 |
| 2 | 40 kg ha ⁻¹ N | 36,66 |
| 6 | 200 kg ha ⁻¹ N | 35,21 |
| 5 | 160 kg ha ⁻¹ N | 28,95 |
| MG: | | 37,34 |
| CV (%): | | 35,86 |
| DMS (5%): | | 30,76 |

NS: Diferencia no significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación. DMS: Diferencia mínima significativa.

Los resultados hallados por Barzan et al. (2022), quienes midieron el efecto de fuentes y dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano, concuerdan con el presente trabajo y señalan que el efecto del N en la altura de las plantas depende de otras características además de la fuente y dosis aplicadas, como la variedad de arroz y las condiciones del ambiente.

Peso de granos por planta

Los datos obtenidos en el peso de grano por planta detectaron un efecto significativo al 5%

de probabilidad entre la dosis de nitrógeno aplicada en el cultivo de arroz. Según el análisis de regresión (Figura 1), se obtuvo un ajuste a una ecuación cuadrática, alcanzando un peso máximo de 31,58 g con una dosis máxima de 94,50 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

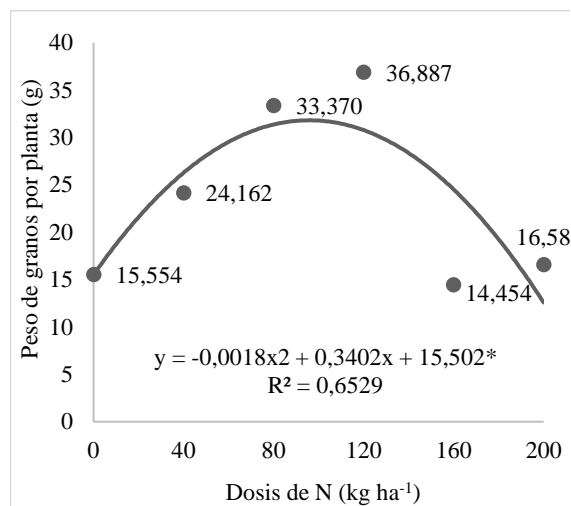


Figura 1. Curva ajustada entre las dosis de nitrógeno y el peso de granos por planta de arroz.

Jairo y Aguilera (2010), al evaluar dos niveles de nitrógeno en arroz, observó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un promedio de 98,80 g por planta en el tratamiento y 96,07 g en el testigo. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son inferiores a los reportados por Miranda, lo que indica discrepancias entre ambos experimentos.

Peso de 1000 granos

El análisis de varianza (ANOVA) para el peso de 1000 granos mostró un efecto significativo entre los tratamientos estudiados. El análisis de regresión (Figura 2) arrojó una ecuación cuadrática, según esta ecuación, se consiguió un peso máximo de 22,16 g alcanzado a una dosis de 93,92 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

Cortegana (2017), al emplear dos niveles de nitrógeno (dosis alta y baja), reportó mayor peso de 25,93 g por cada 1000 granos al aplicar 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Zamora y Díaz (2022) hallaron diferencias estadísticas significativas en las dosis de siembra, con el promedio más alto de 25.70 g de la dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹, valor aproximado al máximo hallado en el presente trabajo.

Así también, Morales et al. 2019 mencionan que la fertilización nitrogenada adecuada contribuye a la formación de granos llenos y pesados, la falta de nitrógeno produce que los

granos no se desarrollen de manera adecuada, que sean pequeños y ligeros, por otra parte, un exceso de este elemento podría ocasionar un desequilibrio nutricional, teniendo como resultado granos vanos.

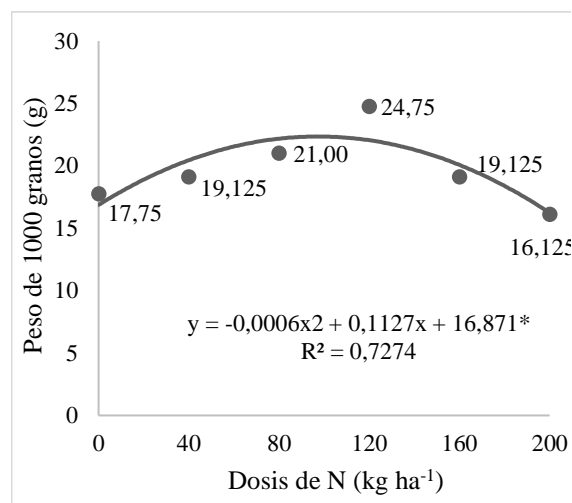


Figura 2. Curva ajustada entre el peso de 1000 granos y las dosis de nitrógeno aplicadas.

CONCLUSIONES

La aplicación de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado en el cultivo de arroz de riego no tuvo un efecto significativo en la altura de planta, y masa seca. Sin embargo, las variables peso de granos por planta y peso de 1000 granos influyó significativamente, destacándose una dosis de 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno como la más efectiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barzan, R. R., Sandoval Contreras, H. A., & Osorio García, N. A. (2022). Fuentes y dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano. *Acta Agronómica*, 71(4), 405–409.
<https://doi.org/10.15446/acag.v71n4.92480>
- Cabrera, A. G., Kohli, M. M., Agüero, M., Altamirano, E., & Benítez Quintana, G. (2016). Calidad industrial de variedades de trigo, Itapúa 80, Itapúa 85 y Canindé 21. *Investigación Agraria*, 18(2), 95–100.
<https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/392>
- Carbo Aguirre, J. C. (2019). *Absorción de nitrógeno en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la zona de Cedegé, Babahoyo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
- Chica, J., Tirado, Y., & Barreto, J. (2016).

- Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 33(2), 16–31. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.49>
- Cortegana, V. M. (2017). *Respuesta de fuentes y niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en condiciones del valle Chancay, Lambayeque* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2864>
- Fernández, M. (2019). *Respuesta a niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en condiciones de la zona de Babahoyo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://agris.fao.org/search/en/provider/s/124888/records/6748962e7625988a371e2024>
- Flores Ponte, J. J. (2017). *Efecto de cuatro niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra directa al voleo del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) cv Inia 507 La Conquista, bajo riego en la provincia de Tocache San Martín* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6524047>
- Frye, C. A. (2018). *Los suelos bajo inundación y la fertilización del arroz*. <https://agris.fao.org/search/en/provider/s/122610/records/64745b57542a3f9f03b4a7ba>
- Huang, M., Liu, Y., Chen, J., & Cao, F. (2022). The difference method is not necessarily reliable for comparing the nitrogen use efficiency of hybrid rice cultivars with different tolerance to low nitrogen conditions. *Crop and Environment*, 1(3), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2022.08.003>
- Jairo, O. J., & Aguilera, R. M. (2010). Respuesta del arroz (*Oryza sativa* L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/ucs/n7/n7_a07.pdf
- Lorenty, J. (2021). *Evaluación de fertilizantes nitrogenados y mejoradores orgánicos en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el cantón Samborondón* [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53183>
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). (2009). *Manual de análise sanitária de sementes*. SDA/CGAL.
- Mendoza, A. H. E., Looz Bruno, Á. C., & Vilema Escudero, S. F. (2019). El arroz y su importancia en los emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de Samborondón. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 324–330. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100324
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT): Una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1875–1886. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Zamora Laguna, E. J., & Díaz Sevilla, O. G. (2022). *Evaluación de cuatro niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en arroz (Oryza sativa L.) var. NutreZinc en el Valle de Sébaco, 2020-2021* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4491>