

Villalba A, Ayala Mendoza M, Amarilla Mercado D, Peralta Paiva E, Maidana Chávez E. Interacción del vigor de la semilla y dosis de nitrógeno en cobertura en el rendimiento del trigo, Paraguay. Rev. Soc. cient. Parag. 2023; 28(2): 280-298. <https://doi.org/10.32480/rscp.2023.28.2.280>
Recibido: 02/06/2023. Aceptado: 17/09/2023
Editor Responsable Néilda Soria

ARTÍCULO ORIGINAL
ORIGINAL ARTICLE

Interacción del vigor de la semilla y dosis de nitrógeno en cobertura en el rendimiento del trigo

Interaction of seed vigor and dose of nitrogen in cover on wheat yield

Alcides Rubén Villalba^{1,2} , Milda Ayala Mendoza² , Diosnel Amarilla Mercado² , Elida Peralta Paiva² , Ever Maidana Chávez² 

¹Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Asunción, Paraguay.

²Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Salto del Guaira, Paraguay

Autor de correspondencia: villalbayhovy@gmail.com

RESUMEN: La calidad de las semillas puede tener interacción con otros factores como la fertilización con nitrógeno (N), provocando impacto en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L). El objetivo de este estudio fue evaluar los impactos del vigor de dos lotes de semillas de trigo (Alto y Bajo Vigor) y su interacción con diferentes dosis de N (0, 50, 75, 100 y 125 kg ha⁻¹) sobre el rendimiento del trigo. El ensayo fue instalado en el IPTA Yhovy, Canindeyú, Paraguay. Tuvo un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones y arreglo bifactorial de tratamientos (Vigor de semillas x Dosis de N). Se



evaluaron, cobertura aérea inicial (CAI), cantidad de macollos/planta (CMP), cantidad de espigas por área (CEA), cantidad de granos por espiga (CGE), peso de mil semillas (PMS) y el rendimiento de granos (RG). Los datos se sometieron a la prueba de normalidad por Shapiro-Wilk, el análisis estadístico se hizo con ANAVA y Test de Tukey al 5%. Las semillas de Alto Vigor proporcionaron mayor cobertura inicial al cultivo y mayor cantidad de espigas m², en cantidad de macollos/planta y en número de granos por espigas no se notó impacto. El rendimiento de granos fue afectado positivamente por el alto vigor de la semilla, con una media 40% mayor frente al cultivo proveniente de semillas de bajo vigor, por otro lado, con semillas de alto vigor se obtuvo una respuesta mayor a las dosis de N, obteniéndose la media más alta (2.748 kg ha⁻¹) con la dosis de 100 kg/ha⁻¹ de N, mientras que con semillas de bajo vigor se tuvo una respuesta positiva hasta la dosis de 75 kg ha⁻¹ de N, con una media de rendimiento de 1.725 kg ha⁻¹.

Palabras clave: Nitrógeno en trigo, *Triticum aestivum*, Vigor de semillas.

ABSTRACT: The quality of the seeds can have an interaction with other factors such as nitrogen fertilization (N), causing an impact on the yield of wheat (*Triticum aestivum* L). The objective of this study was to evaluate the vigor impacts of two lots of wheat seeds (High and Low Vigor) and their interaction with different doses of N (0, 50, 75, 100 and 125 kg ha⁻¹) on wheat yield. The experiment was installed in the IPTA Yhovy, Canindeyú, Paraguay. It consisted of a randomized complete block experimental design, with three repetitions and bifactorial arrangement of treatments (Seed vigor x N doses). Initial aerial cover (IAC), number of tillers/plant (NTP), number of spikes per area (NSA), number of grains per spike (NGS), thousand seed mass (TSM) and grain yield (GY) were evaluated. The data were submitted to the normality test by Shapiro-Wilk, the statistical analysis was performed with ANAVA and Tukey's Test at 5%. The High Vigor seeds provided greater initial coverage to the crop and a greater number of spikes m², in the number of tillers/plant and in the number of grains per spike, no impact was noted. The grain yield was positively affected by the high vigor of the seed, with a 40% higher average compared to the crop



from low vigor seeds, on the other hand, with high vigor seeds a greater response to N doses was achieved, and the highest average (2,748 kg ha⁻¹) was obtained with the dose of 100 kg ha⁻¹ of N, while with low vigor seeds there was a positive response up to the dose of 75 kg ha⁻¹ of N, with an average yield of 1,725 kg ha⁻¹.

Keywords: Nitrogen in wheat, *Triticum aestivum*, Seed vigor.

1. INTRODUCCIÓN

Para los futuros desafíos de la producción de alimentos, las semillas juegan un papel primordial para garantizar la productividad por cada unidad de área cultivable. Las semillas son la forma más común de propagar tecnologías e innovación a los sistemas productivos, y el éxito de estos se encuentra fuertemente influenciado por la calidad de las semillas utilizadas en la siembra ⁽¹⁾.

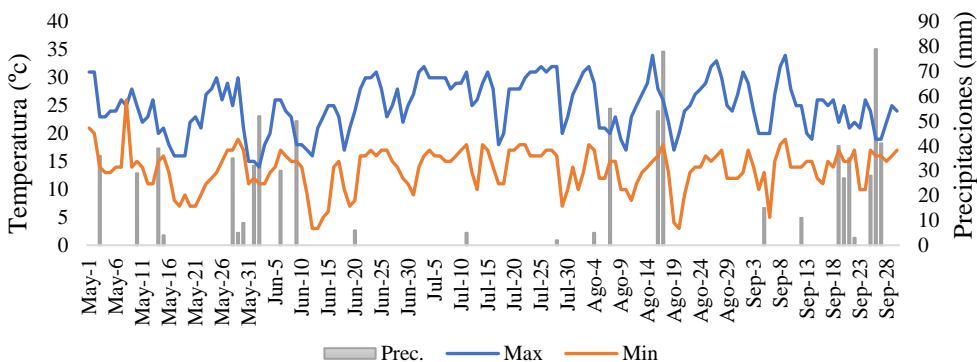
El uso de semillas vigorosas asegura el establecimiento de una población de plantas adecuada aún bajo condiciones estresantes, teniendo así ventajas competitivas sobre las que emergen más tarde, en cuanto al aprovechamiento del agua, luz, nutrientes, llevando al inicio del proceso fotosintético más temprano y eficiente, influenciando positivamente en el rendimiento ⁽²⁾. Y en el caso del trigo, que es considerado como un cultivo con gran demanda de nitrógeno (N), el uso de lotes de semillas con alto vigor, puede permitir un mayor aprovechamiento del N, principalmente en la etapa inicial del cultivo.

El N constituye el principal factor limitante de la productividad del trigo. El manejo eficiente de este nutriente requiere de un correcto diagnóstico de las necesidades, a fin de efectuar recomendaciones ajustadas a la fertilización que optimicen la nutrición nitrogenada del trigo ⁽³⁾. Los impactos que puedan tener el vigor de las semillas en la productividad del trigo y su interacción con otros factores determinantes como la fertilización nitrogenada y su aprovechamiento por la planta, pueden ser mejor comprendidas en base al estudio de los principales componentes del rendimiento del cultivo de trigo. Con este enfoque se tuvo como objetivo determinar los efectos del uso de lotes de semillas de alto y bajo vigor con diferentes dosis de N aplicados en cobertura, considerando los caracteres agronómicos y el rendimiento del cultivo de trigo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en el Campo Experimental Yhovy, Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, situado en la Colonia Yhovy, Departamento de Canindeyú, en las siguientes coordenadas: latitud de 24°17'55" y longitud 54°59'19". El clima es clasificado como cálido a templado, con una temperatura media anual de 21,6° C y con precipitación media anual de 1622 mm⁽⁴⁾. En la Figura 1 se presentan los datos de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitaciones, durante el periodo experimental a campo.

El suelo predominante del área del experimento está clasificado en el orden Oxisoles, del subgrupo taxonómico *Rhodic Kandiodox*⁽⁵⁾. Las características



químicas del suelo donde fue instalado el experimento fueron las siguientes; pH (CaCl₂) = 5,5; Materia Orgánica = 3,1%; Fósforo (P) (Mehlich I) = 6,3 ppm; Potasio (K⁺) = 1,14 cmol_c dm⁻³; Calcio (Ca⁺⁺) = 4,70 cmol_c dm⁻³; Magnesio (Mg⁺⁺) = 1,60 cmol_c dm⁻³; Saturación de Bases (V) = 58,17%, datos obtenidos mediante 10 sub muestras de suelo del área destinada al experimento, previo a la siembra.

Figura 1. Datos de la temperatura máxima y mínima (°C) y precipitaciones (mm), registradas durante el periodo experimental. Datos de la estación meteorológica del ITPA Yhovy.

El experimento contó con 10 tratamientos y tres repeticiones, dispuestas en un diseño de parcelas en bloques completos al azar, con arreglo bifactorial de tratamientos 2 x 5; el Factor A fue el vigor de las semillas de trigo (Alto

y Bajo Vigor), determinados con 15 días de anticipación mediante pruebas de envejecimiento acelerado y germinación, clasificándose así los lotes, de 90% como de Alto Vigor y lotes con 70% como de Bajo Vigor. La tasa de germinación de los mismos fue similar y superiores a 80%. El Factor B corresponden a las dosis de N (0, 50, 75, 100 y 125 kg ha⁻¹) aplicados a los 30 días después de la emergencia del cultivo, al voleo, utilizando Urea como fuente.

El material genético utilizado fue la variedad Canindé 31, variedad de trigo registrada y protegida por el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), siendo una variedad de ciclo intermedio, con buena tolerancia a condiciones de estrés hídrico y térmico, recomendado para la zona Norte de producción en Paraguay.

La siembra se realizó de forma mecanizada, utilizándose 350 plantas m², a 18 cm entre hileras, conjuntamente con fertilización básica, en base a la interpretación del análisis de suelo, mediante la aplicación de 200 kg ha⁻¹ de fertilizante a base de N-P₂O₅ y K₂O, en una relación de 10-20-10. Durante el ciclo productivo, el experimento recibió un manejo estándar para cultivo de trigo en la región, siguiendo las recomendaciones técnicas y manteniéndolo libre de ataques de plagas y enfermedades, en base a las recomendaciones de Kohli et al. ⁽⁶⁾.

Para la evaluación del nivel de la cobertura inicial (CAI), se procedió a la toma de fotografías de un área de 1 m² de cada tratamiento y repetición a los 40 días después de la emergencia (DDE) del cultivo, tomadas a 60 cm de distancia del dosel del cultivo. Las fotografías fueron analizadas con la plataforma Canopeo®, desarrollada en University of Oklahoma, el cual analiza el contraste del área del dosel del cultivo, calculando la cobertura verde del dosel en porcentaje, es una herramienta que permite el análisis de píxeles utilizando el sistema Red-Green-Blue (RGB)⁽⁷⁾. Para la determinación de la cantidad de macollos por planta (CMP), se realizó el conteo dentro de un área de 1 m², a los 40 días DDE, y el resultado se expresó en macollos por planta. Para la cantidad de espigas (CEA), se procedió a contabilizar en un área de 1 m², en pre cosecha. El parámetro de granos por espiga (CGE) se promedió de un total de 20 espigas de cada unidad experimental. El peso de mil semillas (PMS) se determinó con ayuda de un contador manual de granos, utilizando la media de 10 lotes de 100 semillas. El rendimiento de granos (RG) se calculó en base a la muestra obtenida de un área de 2,8 m² (4 hileras centrales de 4 m de largo) de cada unidad experimental, la cual fue corregida a una humedad de 14%. Los datos fueron sometidos a la prueba de normalidad por el método Shapiro-Wilk y al análisis de varianza, las variables que mostraron diferencias significativas fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presenta el resumen del ANAVA, para la CAI, se verifica diferencias estadísticas significativas por efecto del vigor de la semilla. En el caso de CMP y la CGE no fueron afectadas por ninguno de los dos factores en estudio. Para la CEA se verificó diferencias estadísticas significativas por efecto del Vigor de Semillas y las dosis de N. Para el RG se evidenció diferencias estadísticas para la interacción de los factores Vigor de semilla y dosis de nitrógeno, mientras que en el PMS solo influyó el nivel de nitrógeno.

Tabla 1. Resumen del ANAVA de la respuesta del trigo al vigor de la semilla y diferentes dosis de nitrógeno, para las variables Cobertura aérea inicial (CAI), Cantidad de macollos por planta (CMP), Cantidad de espigas por área (CEA), Cantidad de granos por espiga (CGE), el Peso de mil semillas (PMS) y el Rendimiento de granos (RG).

| Fuente de Variación | GL | Cuadrados Medios | | |
|--------------------------|----|------------------|------|------------|
| | | CAI | CMP | CEA |
| Vigor de la semilla (VS) | 1 | 2180,1 ** | 0,0 | 43624,5 ** |
| Nivel de Nitrógeno (N) | 4 | 28,7 | 0,3 | 8387,5 * |
| Bloque | 2 | 3,2 | 0,6 | 217,9 |
| Interacción VSxN | 4 | 9,6 | 0,1 | 961,2 |
| Error | 18 | 18,8 | 0,3 | 2349,9 |
| CV% | | 11,4 | 27,5 | 24,5 |

| Fuente de Variación | GL | Cuadrados Medios | | |
|--------------------------|----|------------------|--------|--------------|
| | | CGE | PMS | RG |
| Vigor de la semilla (VS) | 1 | 45,6 | 0,5 | 2899142,5 ** |
| Nivel de Nitrógeno (N) | 4 | 34,3 | 32,5 * | 545634,1 ** |
| Bloque | 2 | 190,2 | 46,9 | 97025,9 |
| Interacción VSxN | 4 | 6,1 | 9,7 | 64181,4 * |
| Error | 18 | 27,8 | 8,4 | 23484,9 |
| CV% | | 13,6 | 7,6 | 8,2 |

** , * significativo a 1 y 5% por el test F

Se obtuvo un mejor desempeño de la cobertura aérea inicial del cultivo provenientes de semillas con Alto Vigor, con una diferencia de 17% en comparación con las parcelas provenientes de semillas de Bajo Vigor, sin inferir en ello la aplicación o no de N en cobertura (Tabla 2).

Un rápido establecimiento y un mayor crecimiento inicial proporciona al cultivo ventajas para el aprovechamiento de recursos, que repercuten en el rendimiento final, es así que, Pang et al. ⁽⁸⁾, afirma en su estudio que los genotipos con alto vigor inicial, potencian el crecimiento debido al mayor aprovechamiento de recursos, entre ellos el N, en el periodo inicial del cultivo.

En este estudio se demuestra este hecho, ya que el alto vigor de semillas posibilitó al cultivo un mayor aprovechamiento de los nutrientes aplicados en la fertilización de base en el momento de la siembra, repercutiendo positivamente en su desarrollo inicial.

Tabla 2. Comparación de medias del porcentaje de la cobertura aérea inicial (40 después de la emergencia) del trigo, en función al vigor de semillas y las dosis de nitrógeno (N) en cobertura.

| Vigor de semillas | Cobertura aérea (%) | Dosis de N (kg ha ⁻¹) | Cobertura aérea (%) |
|-------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | | 0 | 39,2 ^{ns} |
| Alto | 46,5 A | 50 | 36,3 |
| | | 75 | 36,2 |
| Bajo | 29,4 B | 100 | 41,2 |

| | | | |
|------|------|-----|------|
| | | 125 | 36,9 |
| DMS* | 3,32 | | 7,57 |

DMS=Diferencia media significativa. ns= no significativo. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por el test de Tukey 5%.

La cantidad de macollos emitidos por planta y la cantidad de granos por espiga no fueron afectados por los tratamientos aplicados (Tabla 1).

Este resultado puede deberse a que la emisión de macollos y la cantidad de granos por espigas son características mayormente promovidas por el genotipo utilizado, que, en el caso del primero, determina el número de espigas del cultivo y la cantidad de granos está en función del tamaño de espigas, establecido por la genética en cuestión. En este sentido, existen cultivares con diferente capacidad potencial de macollar⁽⁹⁾.

Por otro lado, está fuertemente influenciado por la proximidad de plantas, es decir la densidad de siembra utilizada, de este modo, en la medida que la densidad de siembra aumenta y/o disminuyen los recursos por planta, el macollaje se reduce⁽¹⁰⁾.

Para la característica de la cantidad de espigas, se registraron diferencias significativas tanto por efecto del Vigor de la semilla y las dosis de N, sin haber interacción entre los mismos (Tabla 1). Es así que se obtuvo una diferencia de 47% con el uso de semillas de Alto Vigor, en la emisión de espigas en el cultivo de trigo. Este hecho demuestra que el uso de semillas de Alto Vigor, no solo influye en el buen establecimiento del cultivo, sino

también en etapas más avanzadas, en el cual se siguen formando algunos de los componentes de rendimiento.

Resultados similares se observó en el trabajo de Abati et al.⁽¹¹⁾. Los mismos afirman que se obtiene un mejor desempeño del cultivo provenientes de semillas de alto vigor, al final del ciclo, relacionando este hecho con el mejor y más rápido establecimiento de plántulas, el crecimiento y el desarrollo en las primeras etapas fenológicas.

Por otro lado, al realizar un análisis de regresión entre la cantidad de espigas y las dosis de N, se observa un ajuste cuadrático ($R^2=0,94$), en el cual se verifica un aumento de la emisión de las espigas, con la aplicación de N en cobertura, en comparación con el testigo sin aplicación, observándose una diferencia de 33% entre ambas. A partir de la dosis de 50 kg ha⁻¹, no se observa respuesta en la cantidad de espigas al aumento de las dosis de N, obteniéndose medias estadísticamente iguales entre las dosis de N, hasta la dosis de 120 kg ha⁻¹ (Figura 2).

Este efecto es explicado desde el punto de vista fisiológico, dado que el N absorbido durante la fase vegetativa se transloca continuamente entre las diferentes partes de la planta, lo cual, después de la floración se orienta a la espiga, fundamentalmente por la removilización del N acumulado en las partes vegetativas, hecho que permite una mayor actividad fisiológica, repercutiendo en el rendimiento final⁽¹²⁾.

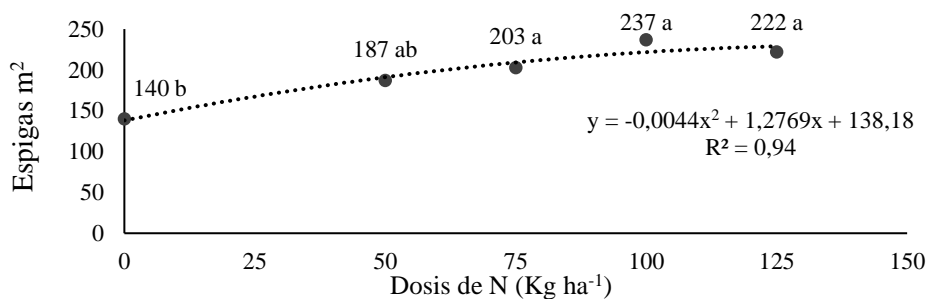


Figura 2. Comparación de medias de la cantidad de espigas por m², en función a las dosis de N en cobertura. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por el test de Tukey 5%.

El vigor de la semilla no tuvo efecto sobre el peso de mil semillas, sin embargo, se verificó, un aumento del peso de mil semillas en función al aumento de las dosis de aplicación de N en cobertura hasta un nivel de 120 kg ha⁻¹, verificándose una tendencia lineal positiva en función a las dosis de N aplicado en cobertura (Figura 3). Este resultado es similar a los reportados por Loste et al.⁽¹³⁾, quienes afirman que el tanto el peso de granos y el peso hectolítrico mejoran con la fertilización nitrogenada, debido principalmente al aumento del contenido de proteína en el grano.

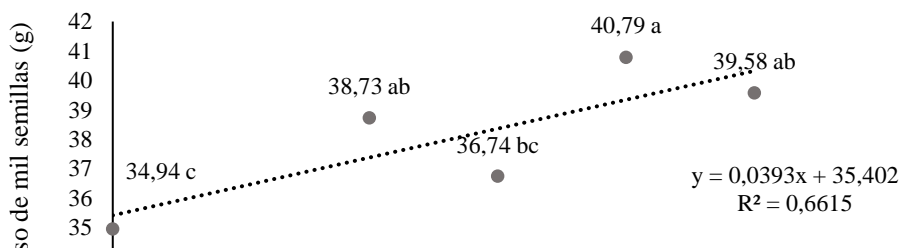


Figura 3. Comparación de medias de la cantidad de espigas por m², en función a las dosis de N en cobertura. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por el test de Tukey 5%.

El rendimiento de granos fue afectado tanto por el Vigor de semillas, como las dosis de N en cobertura, verificándose interacción entre los mismos (Tabla 1). Dentro de cada una de las dosis de N aplicados al cultivo, se verifica medias superiores en el rendimiento con el uso de semillas de Alto Vigor. Por otro lado, analizando desde el punto de vista de las dosis de N, se observa un comportamiento diferenciado en función al vigor de semillas (Figura 4).

Es así que, la respuesta del cultivo proveniente de semillas de Alto Vigor, a las dosis de N, fue positiva y ascendente hasta la dosis de 100 kg ha⁻¹, obteniéndose la media más alta del rendimiento de granos (2.748 kg ha⁻¹), verificándose así un 66% de aumento en la media del rendimiento, en comparación con el testigo sin aplicación. Con la dosis de 125 kg ha⁻¹ se verifica un decrecimiento en la media del rendimiento (2.264 kg ha⁻¹),

concordando así, por lo expuesto por Garcia F.O y Reussi Calvo⁽¹²⁾ quienes afirman que dosis excesivas de N pueden afectar el rendimiento de trigo por vuelco y mayor susceptibilidad a patógenos.

En el caso de las semillas de Bajo Vigor, se verifica que el rendimiento de granos aumenta con la aplicación de N en cobertura en un 37%, con la aplicación de 75 kg ha⁻¹ de N, en comparación con el testigo sin aplicación, a partir del cual la media del rendimiento ya no es influenciada por el aumento de las dosis de aplicación del N, hasta los 125 kg ha⁻¹, obteniéndose medias estadísticamente iguales, indicando una respuesta menor del cultivo provenientes de semillas de bajo vigor en el aprovechamiento del N aplicado en cobertura.

Aunque existen evidencias, como lo expuesto por Bohn⁽¹⁴⁾, que las aplicaciones de N pueden compensar en gran medida el desarrollo de plantas provenientes de semillas de Bajo Vigor, los resultados de este trabajo demuestran que las plantas originadas por semillas de Alto Vigor logran un mayor aprovechamiento del N, traduciéndose en mayores rindes. Se evidencia que, con el solo uso de semillas de Alto Vigor se logra un rendimiento superior al del cultivo proveniente de semillas de Bajo Vigor, verificándose una diferencia de 35% en el promedio de rendimiento entre ellas (Figura 4).

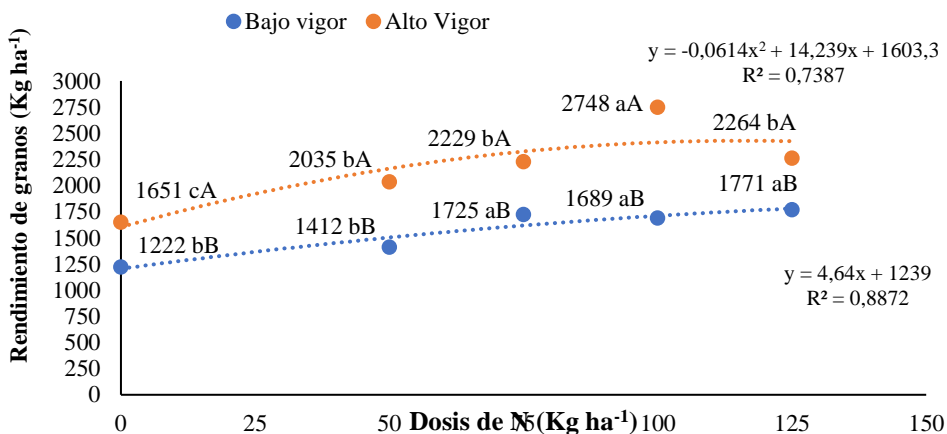


Figura 4. Comparación de medias del rendimiento de granos (kg ha⁻¹), en función a las dosis de N y el Vigor de semillas. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey al 5%, mayúsculas comparan medias provenientes de semillas de Alto y Bajo Vigor; las minúsculas comparan las medias con diferentes dosis de N.

4. CONCLUSIÓN

Las semillas de Alto Vigor proporcionan al cultivo de trigo un mejor establecimiento inicial debido al mayor y más rápido desarrollo, brindando al cultivo un mejor aprovechamiento de recursos disponibles desde estadios iniciales, prolongándose hasta estadios más avanzados, ayudando a la buena expresión de uno de los principales componentes de rendimiento (Cantidad de espigas) y el rendimiento final de granos. Este efecto está influenciado, por otro lado, por las aplicaciones de N en cobertura, hasta una dosis límite,

por encima del cual las expresiones agronómicas y de rendimiento se mantienen o decrecen.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Paraguayo de tecnología agraria IPTA por el espacio y la maquinaria utilizada para la instalación del experimento y a la Universidad Nacional de Canindeyú por las gestiones realizadas.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Alcides Rubén Villalba Arriola: trabajo de campo, análisis e interpretación de datos, redacción y edición del documento; **Milda Ayala Mendoza:** trabajo de campo, toma, procesamiento y análisis de datos; **Diosnel Amarilla Mercado:** Análisis de la redacción e interpretación de datos; **Elida Auxiliadora Peralta Paiva:** Corrección del trabajo; **Ever Maidana Chávez:** Corrección del trabajo.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Fuentes de financiación: Ninguna

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peske, S.T.; Barros, A.C.S.A.; Schuch, L.O.B. Produção de sementes In: Peske, S.T; Villela, F.A.; Meneghello, G. E. (Eds). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: EDITORA UNIVERSITÁRIA/UFPel, 2012. p.13-103.
2. Abati, J.; Brzezinski, C.R.; Foloni, J.S.S.; Zucareli, C.; Bassoi, M.C.; Henning, F.A. Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. *Journal of Seed Science*, 2017. v.39, n.1, p.58-65, <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n1171002>
3. Galantini, J. A. (Eds). Dinámica de las fracciones orgánicas y cambios en la disponibilidad de N, P y agua en Suelos bajo Siembra Directa. Técnica Especial —Sistemas Productivos del Sur y Sudoeste Bonaerense. 2013. p.5-8.
4. Dirección de meteorología e hidrología -dirección nacional de aeronáutica civil (DMH-DINAC). Dirección de meteorología e Hidrología. Mapas normales de precipitación mensual y anual (en línea). Asunción, PY. 2020. Consultado el 10 de junio 2022. Disponible en: https://www.meteorologia.gov.py/adm/uploads/Normales_preci_7100.pdf
5. López, O.E.; González, E.; DE Llamas, P.A.; Molinas, A.S.; Franco, E.S.; García, S.; Ríos, E. *Reconocimiento de suelos y capacidad de uso de las tierras: Región Oriental*. Asunción, MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental/Banco Mundial, 1995. 28p.
6. Kohli, M.M., Cubilla, L.E Y Cabrera, G. (Eds). Cuarto Seminario nacional de trigo: del grano al pan. 2013. CAPECO, INBIO. Asunción. Py.125 p.
7. Patrignani, A.; Ochsner, T. E. Canopeo®: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal*, v.107, p.2312–2320, 2015.
8. Pang, J.; Palta, J.A.; Rebetzke, G.J.; Milroy, S.P. 2013. Wheat genotypes with high early vigour accumulate more nitrogen and have higher photosynthetic nitrogen use efficiency during early growth. *Functional Plant Biology*, v.41, n.2, p.215-222, 2013. <https://doi.org/10.1071/FP13143>

9. Miralles DJ, Slafer GA. Yield, biomass and yield components in dwarf, semidwarf and tall isogenic lines of spring wheat under recommended and late sowing dates. *Plant Breeding*, vol.114, p.392-396, 2014.
10. Divito G, García F. (Ed.). Manual de manejo del cultivo de trigo. International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2012. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/52054262ADE34118032581BF008086C1/\\$FILE/Resumen%20Manual%20Trigo.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/52054262ADE34118032581BF008086C1/$FILE/Resumen%20Manual%20Trigo.pdf)
11. Abati, J.; Brzezinski, C.R.; Zucareli, C.; Foloni, J.S.S.; Henning, F.A. 2018. Growth and yield of wheat in response to seed vigor and sowing densities. *Revista Caatinga*. v.31, n.4, p.891-899, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n411rc>
12. Lostea,N.; Langonea, M. A.; Giambastiani, G. Respuesta del cultivo de trigo (*triticum aestivum*) a la fertilización con nitrógeno y azufre en monte maíz, provincia de córdoba. *Rev. Nexo Agropecuario*. vol. 7, n. 1. 2019
13. García, F.O.; y N. I. Reussi Calvo. En: H. E. Echeverría y F. O. García (eds.). Fertilidad de suelos y Fertilización de cultivos. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina. 2014. Trigo. Pp: 401-434
14. Bohn, A.; Bortolin, G.S.; Castellanos, C.I.S.; Reis, B.B.; Suñé, A.S.; Bonow, J.F.L.; Pedroso, C.E.S.; Mittelman, A. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. *Ciência Rural*. v.50, n.6, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190510>