50 AÑOS PENSANDO EL FUTURO
XIII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN ISOHÍBRIDOS DE MAÍZ CON DIFERENTE ALTURA DE PLANTA

Villavicencio, J.C[1,2]*; Cagnola, J.I.[1,2]; Uribelarrea, M.[3]; Roig, J.[3]; Maddonni, G.A.[2,4]

[1] Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cultivos Industriales, Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires, Argentina.

[2] Facultad de Agronomía, IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Buenos Aires, Argentina.

[3] Bayer Crop Science, Argentina.

[4] Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura, Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires, Argentina.

* jvillavicencio@agro.uba.ar

NITROGEN UTILIZATION EFFICIENCY IN MAIZE ISOHYBRIDS WITH DIFFERENT PLANT HEIGHT

Abstract: Maize hybrids carrying the *BRACHYTIC2* (*br2*) mutation exhibit reduced plant height and lower susceptibility to lodging and stalk breakage. However, total aboveground biomass (TAB) reduction associated with this mutation could alter nitrogen (N) uptake and utilization. This study evaluated the effect of the *br2* gene on total N uptake, nutrient utilization efficiency for TAB (NUE_{TAB}) and grain yield production (GY; NUE_{GY}), and nitrogen harvest index (NHI). Two field experiments were conducted using two pairs of isohybrids differing only at the *br2* gene under two N availability conditions: an unfertilized control and 250 kg N ha^{-1}. The *br2* mutation reduced TAB by 9% and 15% in the first and second isohybrid pairs, respectively. In both pairs, the biomass harvest index increased by 4%; however, this increment compensated for the TAB reduction in only one *br2* hybrid, resulting in a GY comparable to its conventional isohybrid. Total N uptake decreased by 12% in one *br2* hybrid but was unaffected in the other. Although *br2* consistently reduced NUE_{TAB}, it did not affect NUE_{GY} and NHI. Overall, the *br2* gene reduced N use efficiency for biomass production but did not alter the N requirement per unit of grain produced (i.e., the inverse of NUE_{GY}).

Palabras Clave: *BRACHYTIC2;* Absorción de nutrientes; Fertilización nitrogenada

Keywords: *BRACHYTIC2;* Nutrient uptake; Nitrogen fertilization.

1. Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) enfrenta el desafío de aumentar la producción por unidad de superficie para satisfacer la creciente demanda de alimentos sin expandir el área agrícola sobre ecosistemas naturales (Andrade, 2016). En este contexto, los híbridos de menor estatura constituyen una alternativa para reducir las pérdidas de rendimiento asociadas al vuelco y al quiebre del tallo, ya que pueden disminuir su incidencia hasta en un 50% (Barten et al., 2022). Una de las tecnologías disponibles para reducir la altura de las plantas de maíz es la selección de mutantes nativos del gen *BRACHYTIC2* (*br2*), que acortan los entrenudos mediante alteraciones en el transporte polar de auxinas, sin afectar otros órganos de la planta (Multani et al., 2003).

La reducción de la altura de planta en híbridos *br2* reduce la captura de radiación y su posterior conversión en biomasa aérea respecto de sus isohíbridos convencionales con igual fondo genético, excepto la mutación en dicho gen (Villavicencio et al., 2025). Esto resulta en una menor producción de biomasa total a madurez fisiológica. Sin embargo, los híbridos *br2* pueden alcanzar rendimientos similares a los convencionales si logran compensar la menor producción de biomasa con un mayor índice de cosecha (IC: rendimiento/biomasa producida) (Villavicencio et al 2025).

La menor producción de biomasa de los híbridos *br2* podría afectar la absorción de nitrógeno, ya que la misma está estrechamente asociada al crecimiento del cultivo (Gastal & Lemaire, 2002). Por otro lado, los híbridos *br2* podrían aumentar el índice de cosecha de nitrógeno (ICN; nitrógeno en grano/nitrógeno absorbido), dado que este se encuentra correlacionado con el IC (Ciampitti y Vyn, 2012).

Estudios recientes abordaron el efecto de la reducción de la altura de planta sobre la absorción de nitrógeno, mostrando que los híbridos de menor estatura pueden alcanzar rendimientos similares a los convencionales sin modificar la absorción total de nitrógeno (Kosola et al., 2023; Ordóñez et al., 2024). Sin embargo, estos trabajos compararon híbridos de baja estatura con híbridos altos de distinto fondo genético, sin aislar el efecto directo de *br2*. Por otro lado, Bosche et al., (2026) demostraron que los híbridos *br2* de maíz no modifican la relación entre el % de nitrógeno y la biomasa de acuerdo con la curva crítica propuesta por Plénet y Lemaire (1999). Sin embargo, no documentan el efecto directo de la introducción de *br2* sobre la absorción total de nitrógeno y la eficiencia fisiológica del nitrógeno para producir biomasa y rendimiento. El objetivo de este trabajo es analizar (i) la absorción total de nitrógeno, y (ii) comparar las eficiencias en el uso de nitrógeno para la producción de biomasa y de rendimiento (Moll et al., 1982), y el ICN en isohíbridos con y sin el gen *br2*.

2. Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos durante las campañas 2023-2024 y 2024-2025 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (34°35’ S, 58°29’ O). Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. En las parcelas principales se establecieron dos tratamientos de fertilización nitrogenada: i) aplicación de 250 kg N ha^{-1} en forma de urea granulada y ii) un tratamiento sin fertilización nitrogenada. En las subparcelas se sembraron, a una densidad de 8 plantas m^{-2}, dos pares de isohíbridos con igual constitución genética (IH1 e IH2), diferenciados únicamente por la presencia de la mutación del gen *BRACHYTIC2* (*br2*). Cada par estuvo conformado por un híbrido portador de la mutación en dicho gen (*Short*: S1 y S2), y un híbrido de estatura convencional (Tall: T1 y T2), sin dicha mutación. Los híbridos son genotipos experimentales de ciclo intermedio-largo, caracterizados por no presentar mecanismos de plasticidad vegetativa y/o reproductiva, como la producción de macollos y/o espigas subapicales. Los híbridos *br2* se ubicaron en el sector norte de cada parcela con el fin de evitar el sombreado ejercido por los híbridos altos. Durante ambos experimentos, el suministro de agua se aseguró mediante un sistema de riego por goteo. Asimismo, las adversidades bióticas se mantuvieron bajo control mediante prácticas de manejo agronómico y la aplicación de productos fitosanitarios cuando fue necesario.

2.1 Mediciones

En madurez fisiológica (R6; Ritchie et al., 1982) se cosecharon 8 plantas por parcela que se separaron en diferentes órganos (granos y resto de cosecha). Cada fracción se secó en estufa a 60 °C hasta peso constante y posteriormente se pesó en una balanza de precisión. La biomasa promedio por planta de cada fracción se multiplicó por la densidad de plantas para estimar la biomasa total por unidad de superficie. El rendimiento de grano se estimó como el producto entre el peso promedio de los granos por planta y la densidad de plantas. El índice de cosecha (IC) se calculó como la relación entre el rendimiento de grano y la biomasa aérea total.

Para determinar la concentración de nitrógeno (%N), las muestras de cada fracción, previamente secadas y pesadas, se molieron en un molino Wiley (< 1 mm de malla). A partir de cada muestra se obtuvo una alícuota de aproximadamente 100 mg, la cual se secó nuevamente hasta alcanzar peso constante para la determinación del contenido de nitrógeno mediante el método micro-Kjeldahl (Nelson & Sommers, 1973). Mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) se determinó el contenido de proteína del grano. El porcentaje de nitrógeno del grano se estimó dividiendo el contenido de proteína por el factor de conversión 6,25 (Jones, 1931). La absorción de nitrógeno del cultivo (Nabs) se calculó como la suma del contenido de nitrógeno de cada fracción vegetal, obtenido como el producto entre la concentración de nitrógeno y la biomasa total por unidad de superficie de dicha fracción. La eficiencia de utilización del nitrógeno para la producción de biomasa (EUNb) y de rendimiento (EUNg) se calculó como:

EUNb = Biomasa / Nitrógeno absorbido (Ec. 1)

EUNg = Rendimiento / Nitrógeno absorbido (Ec. 2)

Además, se evaluó mediante las relaciones entre la biomasa aérea o el rendimiento de grano y el nitrógeno absorbido a madurez fisiológica. El índice de cosecha de nitrógeno (ICN) se evaluó como la relación entre el nitrógeno acumulado en los granos y el nitrógeno total absorbido por el cultivo a madurez fisiológica.

2.2 Análisis de datos

Se realizaron comparaciones dentro de cada par de isohíbrido (T1 vs. S1 y T2 vs. S2) para evaluar el efecto de *br2* en los componentes del balance de carbono (biomasa total, IC y rendimiento de grano) y del nitrógeno (nitrógeno absorbido, EUNb, EUNg e ICN), utilizando un modelo lineal de efectos mixtos (Ec. 1).

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \omega_{l(k)} + \epsilon_{ijkl}, \quad \text{(Ec.1)}$$

$$\gamma_k \sim N\left(0, \sigma_\gamma^2\right),$$

$$\omega_{l(k)} \sim N(0, \sigma_\omega^2),$$

$$\epsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2).$$

donde μ es la media general, α_i es el efecto fijo del i-ésimo genotipo, β_j es el efecto fijo de la j-ésima condición de nitrógeno, $(\alpha\beta)_{ij}$ representa su interacción, γ_k es el efecto aleatorio del k-ésimo año, $\omega_{l(k)}$ es el efecto aleatorio del l-ésimo bloque anidado dentro del año, y ε_{ijkl} es el error residual. El genotipo y la condición de nitrógeno se consideraron efectos fijos, mientras que el año y el bloque se incluyeron como efectos aleatorios. Los componentes de varianza σ_γ^2 y σ_ω^2 representan la variabilidad entre años y entre bloques, respectivamente.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, y las comparaciones de medias se realizaron utilizando la prueba de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis se llevaron a cabo en R versión 4.5.0 y las figuras en GraphPad Prism versión 8.0.0.

3. Resultados y discusión

Los híbridos *br2* redujeron la producción de biomasa aérea, con disminuciones del 9% y 15% en IH1 y IH2, respectivamente ($P < 0,05$; Tabla 1). Sin embargo, su efecto sobre el rendimiento de grano no fue consistente entre ambos fondos genéticos. En ambas parejas de isohíbridos, los híbridos *br2* presentaron un mayor índice de cosecha (IC; $P < 0,05$) (ca. 4%; Tabla 1). No obstante, en la IH2, la reducción de biomasa no fue compensada por el incremento en el IC, lo que resultó en una disminución del rendimiento de grano del 11% ($P < 0,05$) (Tabla 1). En contraste, en la IH1, el aumento del IC compensó la menor producción de biomasa, permitiendo que el híbrido *br2* alcanzara un rendimiento similar a su isohíbrido de altura convencional ($P > 0,05$) (Tabla 1). Al igual que lo reportado por Villavicencio et al., (2025), el incremento del IC constituye un mecanismo clave para compensar la menor producción de biomasa en los híbridos *br2*; sin embargo, dicha compensación depende de la magnitud de la reducción de biomasa y puede ser insuficiente cuando ésta es demasiado pronunciada (Tabla 1). La limitación de nitrógeno redujo la producción de biomasa y el rendimiento en ambas parejas de isohíbridos ($P < 0,001$) (Tabla 1). Sin embargo, no se observó una interacción significativa entre oferta de nitrógeno y el genotipo ($P > 0,05$), lo que indica que el efecto de *br2* sobre estas variables fue consistente independientemente de la oferta de nitrógeno (Tabla 1).

La introducción del gen *br2* no modificó la absorción total de nitrógeno a madurez fisiológica en IH1 ($P > 0,05$; Tabla 2), en concordancia con lo reportado por Kosola et al. (2023) y Ordoñez et al. (2024) en híbridos de maíz de baja estatura y convencionales con diferentes fondos genéticos. Sin embargo, en IH2 la absorción de nitrógeno se redujo un 11% para el hibrido *br2* respecto al convencional ($P < 0,01$; Tabla 2). Independientemente del genotipo, la menor oferta nitrógeno disminuyo la absorción total de nitrógeno ($P < 0,01$; Tabla 2). Asimismo, no se observó una interacción significativa entre la condición de nitrógeno y el genotipo para las variables analizadas ($P > 0,05$; Tabla 2), indicando que el efecto de la disponibilidad de nitrógeno sobre la absorción fue similar en ambas parejas de isohíbridos (Tabla 2).

La relación entre la biomasa aérea total y la absorción de nitrógeno se describió mediante modelos lineales (Figura 1). En ambas parejas de isohíbridos, las funciones de los híbridos *br2* se ubicaron por debajo de las de sus isohíbridos de estatura convencional, indicando que, para una misma cantidad de nitrógeno absorbido, los híbridos *br2* produjeron menor biomasa aérea (Figura 1A, B). Los valores absolutos de eficiencia de uso del nitrógeno para la producción de biomasa (EUNb) de los híbridos *br2* disminuyeron entre un 4 y un 6% en IH1 e IH2, respectivamente.

Cuando la absorción de nitrógeno se relacionó con el rendimiento de grano, no se detectaron diferencias entre las funciones ajustadas para los híbridos *br2* y sus respectivos isohíbridos de estatura convencional (Figura 1C, D). Esto indica que, para un mismo nivel de absorción de nitrógeno, tanto el hibrido *br2* como el convencional alcanzan rendimientos similares, evidenciando que la eficiencia en el uso de nitrógeno para granos (EUNg) no fue afectado por *br2* ($P > 0,05$; Tabla 2), en consecuencia, el requerimiento de nitrógeno para producir una unidad de grano (inversa de la EUNg, Moll et al.,1982; Setiyono et al., 2010) no cambia con la disminución de altura causada por la mutación en el *BRACHYTIC2*.

La menor oferta de nitrógeno incrementó la EUNb y la EUNg ($P < 0,001$; Tabla 2). Sin embargo, no se observó una interacción significativa entre la disponibilidad de nitrógeno y el genotipo para ninguna de las dos variables ($P > 0,05$; Tabla 2).

Aunque los híbridos *br2* presentaron un mayor IC (Tabla 1), no se observaron diferencias en el índice de cosecha de nitrógeno (ICN) respecto de los híbridos de estatura convencional en ninguna de las dos parejas de isohíbridos (Figura 1E, F; Tabla 2). Esto difiere de lo reportado por Ordoñez et al. (2024), quienes observaron un mayor ICN en híbridos de baja estatura; sin embargo, ese estudio no evaluó isohíbridos. Adicionalmente, no se observaron efectos significativos de la interacción entre genotipo y disponibilidad de nitrógeno en el ICN ($P > 0,05$; Tabla 2).

Tabla 1. Biomasa producida a R6, Índice de cosecha y rendimiento para dos parejas de isohíbridos (IH1), IH1: Tall 1 (T1) – Short 1 (S1), y IH2: Tall 2 (T2) - Short 2 (S2), creciendo en dos condiciones de fertilización: fertilizado con nitrógeno (N+) y sin fertilizar (N-). Los valores representan el promedio de los dos experimentos. En cada columna, los asteriscos (*) indican las diferencias significativas: $0.01 < p < 0.05$ (*); $0.001 < p < 0.01$ (**); $p < 0.001$ (***); ns indica que no hay diferencias significativas. Las letras indican las diferencias significativas para el tratamiento de fertilización (N), el genotipo (G) y su interacción (GxN) para cada pareja de isohibridos.

Isohíbridos	Genotipo	Fertilización	Biomasa (g m^{-2})		Índice de cosecha		Rendimiento (g m^{-2})	
P1	T1		2021	A	0.49	B	990	
	S1		1844	B	0.51	A	936	
	p-value	G	*		*		ns	
		N+	2132	A	0.50		1075	A
		N-	1733	B	0.49		851	B
	p-value	N	***		ns		***	
	T1	N+	2222		0.50		1107	
		N-	1819		0.48		873	
	S1	N+	2043		0.51		1043	
		N-	1646		0.50		829	
	p-value	GxN	ns		ns		ns	
P2	T2		2159	A	0.50	B	1077	A
	S2		1827	B	0.52	A	957	B
	p-value	G	***		***		*	
		N+	2242	A	0.52	A	1160	A
		N-	1744	B	0.50	B	875	B
	p-value	N	***		**		***	
	T2	N+	2451		0.50		1235	
		N-	1868		0.49		920	
	S2	N+	2033		0.53		1084	
		N-	1620		0.51		829	
	p-value	GxN	ns		ns		ns	

Tabla 2. Nitrógeno total absorbido en R6, eficiencia de uso del nitrógeno para producir biomasa (EUNb) y rendimiento (EUNg); e índice de cosecha de nitrógeno (ICN) para dos parejas de isohíbridos (IH1), IH1: Tall 1 (T1) – Short 1 (S1), y IH2: Tall 2 (T2) - Short 2 (S2), creciendo en dos condiciones de fertilización: fertilizado con nitrógeno (N+) y sin fertilizar (N-). Los valores representan el promedio de los dos experimentos. En cada columna, los asteriscos (*) indican las diferencias significativas: 0.01 < p < 0.05 (*); 0.001 < p < 0.01 (**); p < 0.001 (***); ns indica que no hay diferencias significativas. Las letras indican las diferencias significativas para el tratamiento de fertilización (N), el genotipo (G) y su interacción (GxN) para cada pareja de isohibridos.

	Genotipo	Fertilización	N absorbido (g de N m^{-2})	EUNb (g bio g N^{-1})	EUNg (g rto g N^{-1})	ICN
P1	T1		14.9	137 A	67	0.74
	S1		14.6	129 B	66	0.74
	p-value	G	ns	***	ns	ns
		N+	17.0 A	128 B	65 B	0.74
		N-	12.5 B	139 A	68 A	0.74
	p-value	N	***	***	**	ns
	T1	N+	17.0	131	65	0.74
		N-	12.8	143	68	0.73
	S1	N+	17.0	124	64	0.74
		N-	12.1	136	68	0.74
	p-value	GxN	ns	ns	ns	ns
P2	T2		16.0 A	136 A	68	0.74
	S2		14.2 B	130 B	68	0.73
	p-value	G	**	*	ns	ns
		N+	17.7 A	127 B	66 B	0.74 A
		N-	12.5 B	139 A	70 A	0.73 B
	p-value	N	***	***	**	**
	T2	N+	18.8	131	66	0.74
		N-	13.3	141	69	0.73
	S2	N+	16.5	123	66	0.75
		N-	11.8	137	70	0.73
	p-value	GxN	ns	ns	ns	ns

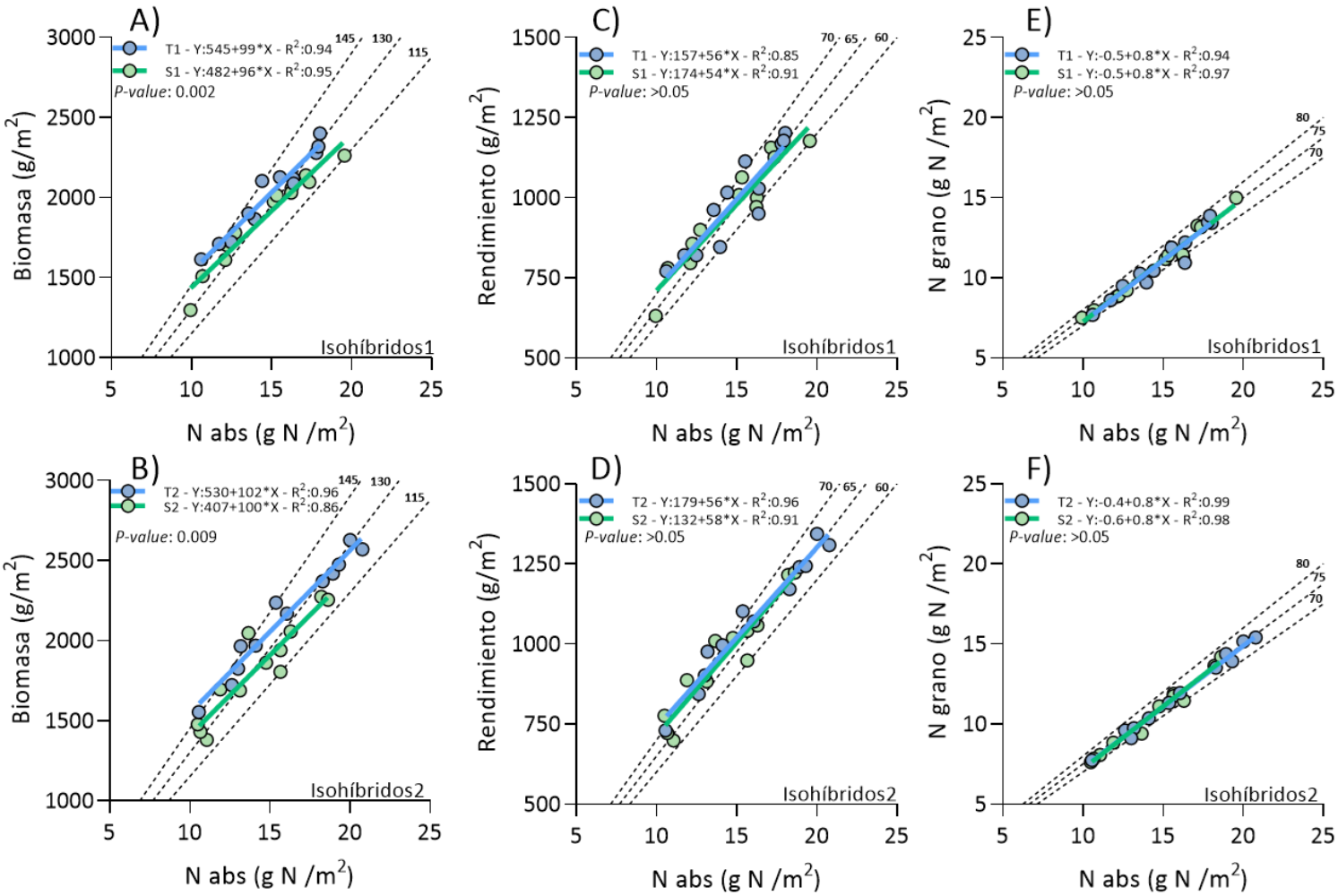

Figura 1. Relación entre el nitrógeno absorbido (N abs) y la biomasa aérea total en R6 (A y B), el rendimiento en grano (C y D) y el nitrógeno acumulado en los granos (E y F). En los paneles A–D, las isolíneas punteadas representan valores constantes de eficiencia de utilización del nitrógeno, mientras que en los paneles E–F representan valores constantes del índice de cosecha de nitrógeno. Los paneles superiores corresponden a la primera pareja de isohíbridos y los inferiores a la segunda. Los círculos verdes representan los híbridos *br2* (S1 y S2) y los azules los isohíbridos de altura convencional (T1 y T2). La ecuación de los modelos ajustado se encuentra arriba a la derecha y el valor de *p* indica una diferencia significativa entre los modelos.

4. Conclusiones

Este trabajo aporta al conocimiento de la absorción de nitrógeno, así como de su eficiencia de utilización de este nutriente para la producción de biomasa (EUNb) y rendimiento (EUNg), en isohíbridos con igual fondo genético que difieren únicamente en el gen *br2*.

Los híbridos *br2* produjeron menor biomasa aérea a madurez fisiológica. Sin embargo, su efecto sobre la absorción total de nitrógeno dependió del fondo genético, observándose una disminución únicamente en una de las parejas de isohíbridos. En contraste, la EUNb fue menor en ambos híbridos *br2,* mientras que la EUNg no se modificó por la mutación de *br2*. Finalmente, la deficiencia de nitrógeno no generó respuestas diferenciales entre isohíbridos. En conjunto, estos resultados indican que el principal efecto de la mutación en *BRACHYTIC2* sobre la utilización del nitrógeno se manifiesta en la producción de biomasa,

sin alterar la capacidad del cultivo para convertir el nitrógeno absorbido en rendimiento de grano. En consecuencia, la reducción de la altura de planta mediante *br2* no implicaría modificar los requerimientos de nitrógeno para la producción de maíz.

5. Bibliografía

Andrade, F. H., 2016. Los desafíos de la agricultura. Editorial IPNI, La Plata.

Barten, T. J.; Kosola, K. R.; Dohleman, F. G.; Eller, M.; Brzostowski, L.; Mueller, S.; Mioduszewski, J.; Gu, C.; Kashyap, S.; Ralston, L., 2022. Short-stature maize reduced wind damage during the 2020 midwestern derecho, improving yields and greenhouse gas outcomes. Crop Science, 62, 2439–2450.

Bosche, L.; Maddonni, G.; Gomez, F.; Mandrini, G.; Villavicencio, J. C.; Cagnola, J. I.; Munir, A.; Quinn, D.; Vyn, T.; Ciampitti, I., 2026. From past to future: Trends in maize N dilution curve. Plant and Soil. https://doi.org/10.1007/s11104-026-08653-x

Ciampitti, I. A.; Vyn, T. J., 2012. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: A review. Field Crops Research, 133, 48–67.

Gastal, F.; Lemaire, G., 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. Journal of Experimental Botany, 53, 789–799.

Jones, D. B. (1931). Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. USDA Circular No. 183. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Kosola, K. R.; Eller, M. S.; Dohleman, F. G.; Olmedo-Pico, L.; Bernhard, B.; Winans, E.; Barten, T. J.; Brzostowski, L.; Murphy, L. R.; Gu, C.; Ralston, L.; Hall, M.; Gillespie, K. M.; Mack, D.; Below, F. E.; Vyn, T. J., 2023. Short-stature and tall maize hybrids have a similar yield response to split-rate vs. pre-plant N applications but differ in biomass and nitrogen partitioning. Field Crops Research, 295, 108880.

Moll, R. H.; Kamprath, E. J.; Jackson, W. A., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization 1. Agronomy Journal, 74, 562–564.

Multani, D. S.; Briggs, S. P.; Chamberlin, M. A.; Blakeslee, J. J.; Murphy, A. S.; Johal, G. S., 2003. Loss of an MDR transporter in compact stalks of maize br2 and sorghum dw3 mutants. Science, 302, 81–84.

Nelson, D. W.; Sommers, L. E., 1973. Determination of Total Nitrogen in Plant Material. Agronomy Journal, 65, 109–112.

Ordóñez, R. A.; Pico, L. B. O.; Dohleman, F. G.; Fernández-Juricic, E.; Verhagen, G. S.; Vyn, T. J., 2024. Short-statured maize achieved similar growth and nitrogen uptake but greater nitrogen efficiencies than conventional tall maize. Crop Science, 64, 3502–3520.

Plénet, D.; Lemaire, G., 1999. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. Plant and Soil, 216, 65–82.

Ritchie, S. W.; Hanway, J. J.; Benson, G. O., 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, Ames.

Setiyono, T. D.; Walters, D. T.; Cassman, K. G.; Witt, C., & Dobermann, A. 2010. Estimating maize nutrient uptake requirements. *Field Crops Research*, *118*(2), 158-168.

Villavicencio, J.; Cagnola, J.; Rotili, D.; Pluda, P.; Uribelarrea, M.; Röig, J.; Maddonni, G. (2025). Impacto de la disminución en la altura del maíz (*Short corn*) sobre los componentes ecofisiológicos y numéricos del rendimiento. I Reunión Nacional de Ecofisiología y Agroecosistemas. Córdoba, Argentina. Póster.