

# ACUMULACION DE NITROGENO Y DETERMINACION DE LA CALIDAD PANADERA EN TRIGOS DE ALTO RENDIMIENTO

Berger, A.G.<sup>1\*</sup>; Vazquez, D.<sup>1</sup>, Calistro, R.<sup>1</sup>, Morales, X.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela, R. 50 Km 11, CP 7000, Colonia. Uruguay.

\*[aberger@inia.org.uy](mailto:aberger@inia.org.uy)

**PALABRAS CLAVE:** Trigo; calidad panadera; absorción de nitrógeno; rendimiento potencial.

## INTRODUCCION

La calidad panadera así como el rendimiento son determinantes fundamentales de la rentabilidad del cultivo de trigo. Las exigencias de calidad y uniformidad en calidad son cada vez mayores, y lograrlos en un contexto de altos rendimientos y márgenes económicos ajustados es un desafío. La calidad panadera depende fundamentalmente de las condiciones ambientales (temperatura, ocurrencia de estrés abiótico), de la genética y de la disponibilidad de nitrógeno que tuvo el cultivo durante su desarrollo (Triboi et al., 2006). El avance en la mejora genética en conjunto con cambios en manejo ha producido aumentos en los rendimientos de los cultivos acompañados en algunos casos de reducciones en calidad panadera del grano producido. Esta relación negativa entre rendimiento y contenido de proteína, que se observa tanto a nivel productivo como experimental (Vázquez et al., 2012) es el resultado del desfase entre la asimilación de carbono (C), nitrógeno (N) y removilización de reservas de ambos durante el llenado de grano (Gaju et al., 2014; Triboi et al., 2006). Entre un 5 y un 50 por ciento del N acumulado en grano proviene de la removilización de N desde otras partes de la planta, fundamentalmente desde hojas y en menor medida desde tallos, por lo que la acumulación de materia seca y N previo a antesis determina el stock de N disponible durante el llenado de grano (Gaju et al., 2014; Martre et al., 2003). En el mismo sentido la removilización de N desde hojas afecta la capacidad fotosintética y la senescencia foliar durante el llenado de grano comprometiendo la capacidad de asimilación de C. De este modo el rendimiento y la concentración de N en grano resultan de un fino balance entre removilización de N vs. asimilación de C, que puede ser modificado por la adquisición y asimilación de N desde el suelo durante el llenado de grano (Bogard et al., 2010; Vilmus et al., 2014). Estos elementos son más evidentes cuando se alcanzan altos niveles de rendimiento que requieren tasas de llenado altas y a su vez cantidades de N en grano acumuladas por unidad de superficie elevadas (Gaju et al., 2014). Mientras que existen evidencias claras de que el rendimiento en grano en general está limitado por la cantidad de fosa para los asimilados (determinado principalmente por el número de granos por unidad de superficie) (Pask et al., 2012), el contenido de nitrógeno en grano estaría limitado por las fuentes de N (fundamentalmente N removilizado y N adquirido desde el suelo) (Gaju et al., 2014). Son pocos los trabajos que evalúan estos aspectos determinantes del contenido de proteína en grano y calidad panadera del grano a nivel local, en las condiciones de Uruguay.

Los objetivos del presente trabajo fueron, i) estudiar el efecto del cultivar y de la acumulación de N sobre la calidad en términos generales y específicamente sobre la relación contenido de proteína-fuerza panadera (PC-W), y ii) estudiar la absorción de nitrógeno post-antesis, sus efectos en rendimiento y en calidad industrial.

## **MATERIALES Y METODOS**

Durante las zafras 2012 y 2013 se instalaron experimentos parcelarios en INIA La Estanzuela que incluyeron un rango amplio de cultivares y tratamientos contrastantes de manejo de N. Los experimentos se instalaron en parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela menor fueron cultivares (11 y 15 respectivamente en 2012 y 2013) seleccionados por una de las siguientes características: 1) alto potencial de rendimiento, 2) calidad inferior, 3) calidad superior. La parcela mayor fue tres manejos de la disponibilidad de nitrógeno contrastantes: (N\_Alto) N no limitante durante todo el ciclo del cultivo con aplicaciones a siembra, Z22, Z30, floración y floración+7días; (N\_Bajo) Testigo sin agregado de N; y (N\_Bajo-N\_Alto) N no limitante durante llenado de grano, con aplicaciones en floración y floración+7días de dosis no limitantes de N. Las dosis aplicadas totales de N fueron, en 2012, 168, 14, 100 y en 2013, 267, 0, 100  $\text{KgNHa}^{-1}$  para Nalto, Nbajo-Nbajo y Nbajo-Nalto respectivamente. En 2012 se decidió aplicar 14  $\text{kgNHa}^{-1}$  a Nbajo-Nbajo en Zadoks 30 para que el tratamiento no fuera extremadamente bajo en disponibilidad de N y el desarrollo del cultivo se comprometiera de manera severa.

Los cultivares utilizados fueron en 2012) Baguette 11, Baguette 601, INIA Churrinche, DM 456, Klein Proteo, Genesis 2354, LE 2366, LE 2375, LE 2382, LE 2386, Nogal ; y en 2013) Baguette 11, Baguette 601, INIA Churrinche, DM 456, Algarrobo (FD09132), Klein Proteo, Genesis 2354, LE 2366, LE 2375, LE 2377, LE 2382, LE 2386, LE 2387, LE 2410, NOGAL, SYN300.

Durante todo el desarrollo del cultivo hasta antes de la cosecha se realizaron seis muestreos destructivos (1m lineal) de materia seca para determinar la acumulación de N en planta. A la cosecha se determinó el contenido de N del rastrojo y el número de espigas por metro lineal (corte de 1 m lineal), y se determinó el rendimiento en un área mayor a 4m<sup>2</sup>. Se colectaron además muestras de grano para obtener el peso de semilla y analizar la calidad de la harina producida. La absorción de N pre-antes de la cosecha fue estimada como la cantidad de N acumulada en partes aéreas de la planta en el momento de antes de la cosecha, mientras que la absorción de N post-antes de la cosecha fue estimada como la diferencia entre el N acumulado en partes aéreas de la planta más grano, menos el N acumulado pre-antes de la cosecha.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

En ambos años se logró obtener rendimientos altos, superiores a los 5000  $\text{KgHa}^{-1}$  en el promedio del mejor tratamiento, y al mismo tiempo se observaron rangos de variación amplios causados por los tratamientos de N, tanto para rendimiento como para proteína en grano (Figura 1). A pesar de que en el año 2012 existieron infecciones importantes de fusariosis de la espiga, en este experimento el nivel de infección fue muy bajo, posiblemente causado por la aplicación preventiva de fungicida en floración, excepto en el cultivar DM456, que presentó infección en niveles importantes.

Dentro de cada tratamiento y año se observó una tendencia lineal entre proteína en grano y rendimiento, tal como está ampliamente reportado, resultantes del balance diferencial entre acumulación de proteína y rendimiento entre diferentes cultivares (Triboi, et al. 2006). El aumento de disponibilidad de N en post-antes de la cosecha promovió aumentos en el contenido de proteína en grano, en mayor medida, y en menor medida, en algunos cultivares, aumentos en rendimiento en grano debido al retraso de la senescencia foliar en los tratamientos Nbajo-Nalto y Nalto (datos no presentados).

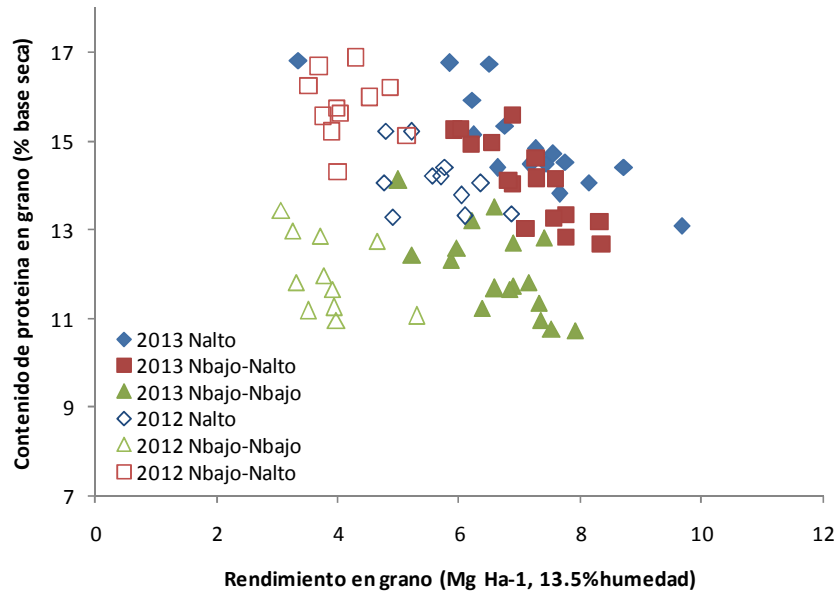


Figura 1. Rendimiento promedio para los cultivares evaluados en el experimento y su relación con el contenido de proteína en grano (base seca).

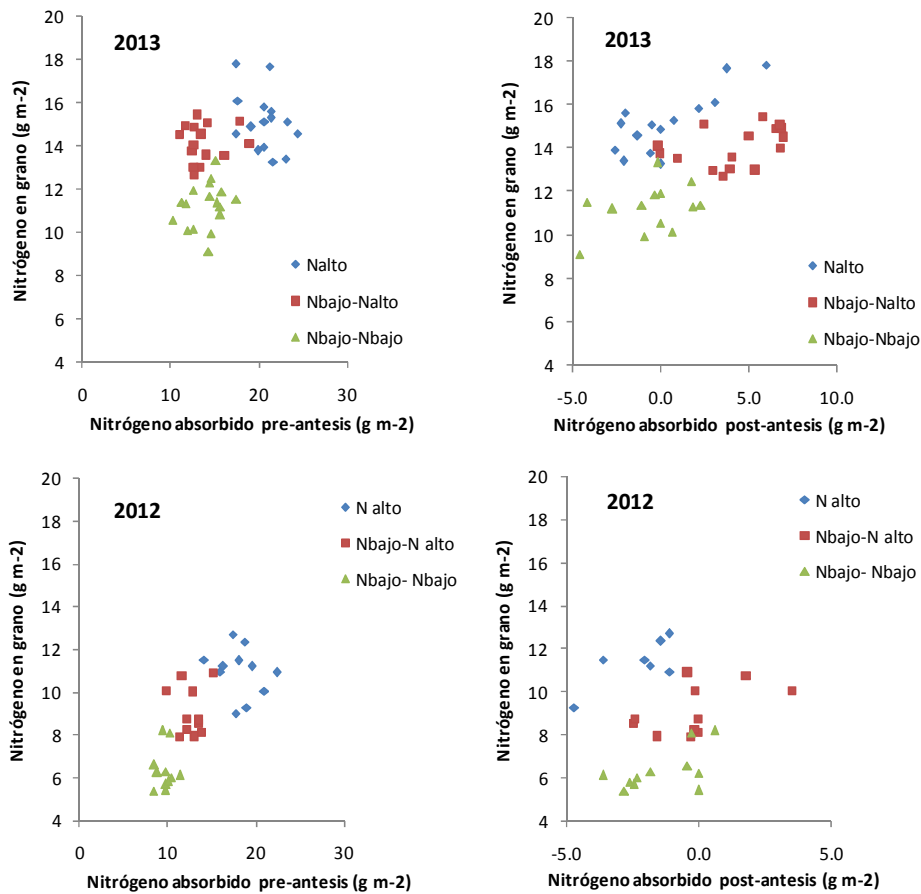


Figura 2. Absorción de N pre y post-antesis y su impacto en rendimiento de N en grano.

Los altos rendimientos en grano así como el contenido de N en grano por unidad de superficie (rendimiento de N) estuvieron fuertemente asociados a la adquisición de N pre-antesis (Figura 2). La mayor acumulación de N post-antesis contribuyó al aumento del rendimiento de N cuando se comparan los tratamientos Nbajo-Nalto con Nbajo-Nbajo. Es interesante notar además que la eficiencia de uso en términos de rendimiento de N, del N absorbido post-antesis fue similar a la del N absorbido pre-antesis.

En ambos años se lograron obtener muestras que para cada cultivar cubrieron un rango amplio de valores de PC (9-18%) y W ( $100-600 \text{ J} \times 10^{-4}$ ) y confirmaron la existencia de una relación lineal entre PC y W característica del cultivar (Figura 3).

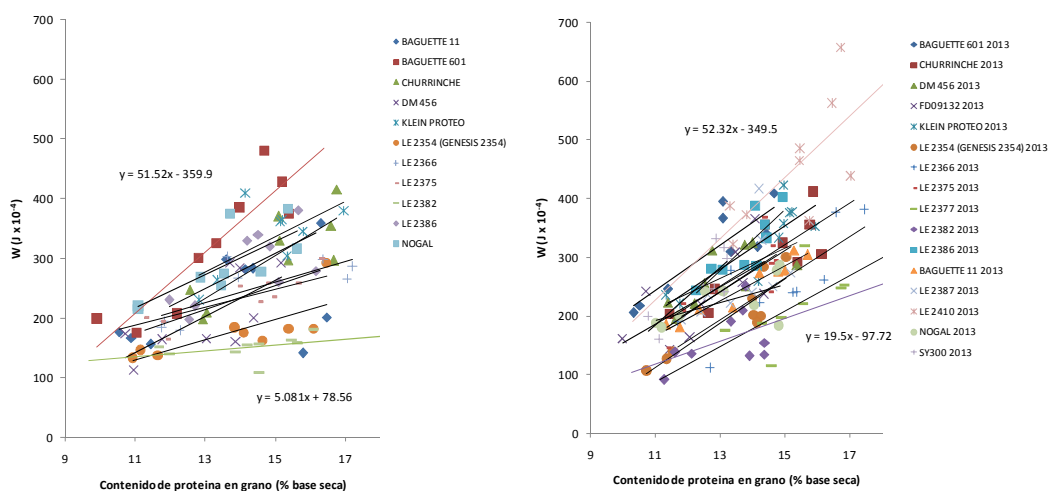


Figura 3. Relación entre contenido de proteína en grano (PC) y fuerza panadera (W) observada en 2012 y 2013. Las líneas de regresión lineal que marcan la frontera máxima y mínima para las cuales se presenta la ecuación de ajuste, se corresponden con los cultivares Baguete 601 y LE2382 en 2012 y LE2410 y LE2382 en 2013.

## CONCLUSIN

La curva de absorción de nitrógeno y el balance de nitrógeno del cultivo, confirman la estrecha relación entre absorción de nitrógeno pre-antesis (disponible para ser removilizado durante el llenado de grano), el rendimiento en grano, y rendimiento de N. La absorción de N post-antesis contribuyo fundamentalmente a aumentos en PC del grano, aunque también en menor medida (en algunos cultivares de reciente introducción) al aumento de rendimiento de grano debido al retraso de la senescencia foliar.

La existencia de una relación lineal entre PC y W implica por un lado, que las comparaciones en términos de calidad panadera (W) entre cultivares deben considerar el contenido de PC del grano. Por otro lado implican que conociendo el cultivar y su comportamiento, es posible en función de su contenido de PC estimar W, lo cual puede ser de gran utilidad práctica tanto para la industria como para el productor ya que la determinación de PC puede ser realizada en forma rápida y no destructiva, por ejemplo mediante NIRS (Near-Infrared Spectroscopy).

El presente trabajo contribuye a la exploración del rendimiento potencial del cultivo de trigo, a la generación de estrategias de manejo de N que maximicen el rendimiento manteniendo la calidad industrial y al conocimiento de las características básicas de los cultivares que determinan su respuesta en calidad industrial ante cambios en disponibilidad de N.

## BIBLIOGRAFIA

- Bogard, M. b, Allard, V. b, Brancourt-Hulmel, M., Heumez, E., MacHet, J.-M., Jeuffroy, M.-H., Gate, P., Martre, P. b, Le Gouis, J. b, 2010. Deviation from the grain protein concentration-grain yield negative relationship is highly correlated to post-anthesis N uptake in winter wheat. *J. Exp. Bot.* 61, 4303–4312.
- Gaju, O., Allard, V. c, Martre, P. c, Le Gouis, J. c, Moreau, D. c, Bogard, M. c, Hubbart, S., Foulkes, M.J., 2014. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. *F. Crop. Res.* 155, 213–223.
- Martre, P., Porter, J.R., Jamieson, P.D., 2003. Modeling Grain Nitrogen Accumulation and Protein Composition to Understand the Sink/Source Regulations of Nitrogen Remobilization for Wheat 133, 1959–1967. doi:10.1104/pp.103.030585. Therefore
- Pask, A.J.D. d, Sylvester-Bradley, R., Jamieson, P.D., Foulkes, M.J., 2012. Quantifying how winter wheat crops accumulate and use nitrogen reserves during growth. *F. Crop. Res.* 126, 104–118.
- Triboi, E., Martre, P., Girousse, C., Ravel, C., Triboi-Blondel, A.-M., 2006. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *Eur. J. Agron.* 25, 108–118. doi:10.1016/j.eja.2006.04.004
- Vázquez, D., Berger, A.G., Cuniberti, M., Bainotti, C., de Miranda, M.Z., Scheeren, P.L., Jobet, C., Zúñiga, J., Cabrera, G., Verges, R., Peña, R.J., 2012. Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. *J. Cereal Sci.* 56, 196–203.
- Vilmus, I., Ecarnot, M., Verzelen, N., Roumet, P., 2014. Monitoring Nitrogen Leaf Resorption Kinetics by Near-Infrared Spectroscopy during Grain Filling in Durum Wheat in Different Nitrogen Availability Conditions. *Crop Sci.* 54, 284. doi:10.2135/cropsci2013.02.0099