



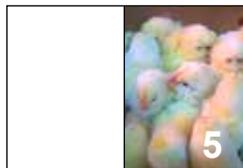
Publicación del Departamento de  
Agronomía de la Universidad Nacional del Sur

# agro UNSA

- ▶ **La miel como complemento nutricional en alimentación aviar**
- ▶ **Influencia de las leñosas en la producción forrajera de gramíneas nativas en el Caldenal**
- ▶ **Nueva variante del gen Zds en trigo candeal**
- ▶ **Rendimiento y calidad en trigo: Un simple cálculo para dosis de nitrógeno**



# índice



## **La miel como complemento nutricional en alimentación aviar.**

*Victoria Fernández Etchegaray, Soledad C. Villamil, Hebe T. Fernández, Liliana M. Gallez y Hugo Arelovich.*



## **Influencia de las leñosas en la producción forrajera de gramíneas nativas en el Caldenal.**

*Francisco R. Blazquez, Daniel V. Peláez, Romina J. Andrioli y Sofía E. Vivas.*



## **Nueva variante del gen Zds en trigo candeal.**

*María Cielo Pasten, Pablo Federico Roncallo, Emily Yineth Camargo Acosta, Viviana Echenique e Ingrid Garbus.*



## **Rendimiento y calidad en trigo: Un simple cálculo para dosis de nitrógeno.**

*María de las Mercedes Ron, Juan Manuel Martínez y Roberto Jürgen Kiessling.*



## **Agenda y noticias**

*Las opiniones vertidas en los artículos publicados en "AgroUNS" son de exclusiva responsabilidad de los autores.*

*Se permite la reproducción total o parcial del material, siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor.*

Publicación del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur.  
Contacto: [agrouns@uns.edu.ar](mailto:agrouns@uns.edu.ar)  
Link al sitio web: <http://www.uns.edu.ar/deptos/agronomia/1/284>

#### **Autoridades del Departamento de Agronomía**

##### **Director Decano**

Ing. Agr. Dr. Roberto A. Rodríguez

##### **Vicedecana**

Ing. Agr. Dra. Lilian Descamps

##### **Secretario Académico**

Ing. Agr. Mag. Miguel A. Aduriz

##### **Secretaría de Extensión**

Ing. Agr. Mag. Luis A. Caro

##### **Secretario de Establecimientos Rurales**

Ing. Agr. Mag. Rodrigo Bravo

#### **Revista AgroUNS**

##### **Editor**

Ing. Agr. Dr. Juan C. Lobartini

##### **Secretaría**

Lic. Mag. María C. Franchini

##### **Gestión de archivos**

Ing. Agr. Dr. Matías Duval

##### **Corrección de Estilo**

Lic. Mag. Andrea C. Flemmer

##### **Comité Editor**

Ing. Agr. Dr. Roberto A. Rodríguez  
Ing. Agr. Mag. María de las Mercedes Ron  
Lic. Mag. Ana M. Migliarina  
Ing. Agr. Dr. Matías Duval  
Ing. Agr. Dr. Juan Manuel Martínez

##### **Comité Editor externo:**

Dr. Norberto Gariglio (Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Litoral)  
Dra. Susana Hang (Universidad Nacional de Córdoba).

##### **Gestión de vinculación**

Ing. Agr. Mag. Luis A. Caro

##### **Actuaron como revisores en este número:**

Ing. Agr. Dra. Leticia Ithurrt  
Ing. Agr. Dr. Matías Duval  
Ing. Agr. Dra. Marta Teresa Miravalles  
Lic. Mag. María C. Franchini  
Ing. Agr. Dra. Susana Hang  
Ing. Agr. Dr. Carlos Lobartini  
Ing. Agr. Mag. Carmen Salerno  
Ing. Agr. Mag. María de las Mercedes Ron

##### **Imagen de portada**

Pollo parrillero.

Foto de: Victoria Fernández Etchegaray

##### **Edición**

Editorial de la Universidad del Sur

## PROFUNDOS CAMBIOS AFRONTARÁN NUESTROS ALUMNOS Y EGRESADOS

Desde mi ingreso a esta Universidad como alumna, y más tarde como docente, he sido parte de cambios y reacomodación en el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Este año 2021, estamos en las vísperas de un nuevo desafío con una reestructuración del actual plan de estudio, vigente desde 1998. Es un momento de análisis e introspección en el cual los docentes nos planteamos los contenidos y las habilidades que deben abordarse en base al perfil de un futuro Ingeniero Agrónomo.



Ing. Agr. Dra. Lilian Descamps

El año 2020 dejó y dejará en nuestras vidas un punto de inflexión marcado por la globalización de la pandemia del COVID19. A nivel mundial, nunca antes una situación nos había afectado de manera tan significativa y masiva en el mismo momento. Tan solo pensar que la pandemia produjo en el año 2020 una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero de un 5 %, el menor desde la segunda Guerra Mundial, nos da una idea de la magnitud de los hechos que se produjeron a nivel global. Los avances tecnológicos se plasmaron de manera inmediata e impredecible. Fuimos testigos de profundos cambios en lo laboral, en el sistema productivo, en el ámbito comercial, en el comportamiento social y en el sistema educativo.

La educación Universitaria reaccionó de manera firme y continua, plasmando el desarrollo de clases, exámenes y cursos de manera virtual y adaptando diferentes medios didácticos a los contenidos curriculares. Los cambios que se proyectaban en el mundo se aceleraron vertiginosamente. Se prevé que para el año 2035 la inteligencia artificial alcanzará el nivel de la conciencia humana y que un 40 % de los trabajos realizados por el hombre serán realizados por robots. También la ciencia ha avanzado a pasos agigantados en la ingeniería genética y en el ámbito productivo a partir de las células madres. La nanotecnología hará posible la producción en masa de cualquier tipo de alimento artificial lo que provocaría un salto desde el punto de vista productivo. Se estima que en un futuro gran parte de las hamburguesas, medallones de carne, pollo y mariscos serán producidos a partir de células madres. En este contexto no puede dejar de mencionarse el agigantado avance en la generación de sistemas de energía alternativos que ya habían experimentado importantes pasos antes de la pandemia. Todo indica que vamos hacia un mundo con profundos cambios en la actividad productiva que, seguramente, serán abordados por los futuros egresados con las armas que la formación profesional le brinde para la resolución de problemas.

De manera independiente del plan de estudio vigente, los futuros egresados contarán con las armas necesarias para afrontar estos nuevos desafíos representando con orgullo, en cada acción que realicen, a nuestro Departamento de Agronomía.

María Cielo Pasten<sup>1</sup>  
Pablo Federico Roncallo<sup>1,2</sup>  
Emily Y. Camargo Acosta<sup>1</sup>  
Viviana Echenique<sup>1,2</sup>  
Ingrid Garbus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Bahía Blanca, Argentina. <sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. <sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.  
Contacto: [igarbus@criba.edu.ar](mailto:igarbus@criba.edu.ar)

## Nueva variante del gen Zds en trigo candeal

**El trigo candeal es utilizado principalmente para la producción de pastas secas. Se logró asociar una variante del gen ζ-Caroteno Desaturasa (Zds) con un mayor grado de color amarillo en el grano, un atributo de calidad muy importante debido a las preferencias de los consumidores.**

El trigo es considerado uno de los cultivos más importantes globalmente, y constituye una de las principales fuentes de carbohidratos en la alimentación humana. Existen diversas especies de trigo, siendo las más difundidas el trigo pan (*Triticum aestivum* L.), y el trigo candeal (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). El trigo candeal es tetraploide (cuatro juegos de cromosomas), y su genoma se designa con las letras AABB en función de su origen evolutivo a partir de genomas de trigos diploides, que teóricamente ocurrió hace 500.000 años. Por otra parte, el genoma del trigo pan es hexaploide y su genoma se designa con las letras AABBDD, generado hace aproximadamente 8.000 años.

A diferencia del trigo pan, utilizado primariamente para la producción de panificados, el trigo candeal se cultiva esencialmente para la elaboración de pastas secas. Esto se debe a que las proteínas de su grano, que forman el gluten, presentan propiedades viscoelásticas que dan como resultado una mejor calidad de pasta luego de la cocción. Por otra parte, el trigo candeal presenta un color amarillo más intenso, atributo preferido internacionalmente por los consumidores.

### El color amarillo del grano en el trigo candeal

El color de las frutas y vegetales está dado principalmente por tres familias de pigmentos: las clorofilas, los carotenoides y las antocianinas, responsables de la coloración verde, roja-amarilla y azul-violeta, respectivamente. Los pigmentos carotenoides presentes en el trigo son la luteína y el α y β-caroteno, y son los responsables del color amarillo del grano de trigo y sus productos de molienda. El contenido de carotenoides en el trigo pan es significativamente menor que en el trigo candeal.

El color amarillo se evalúa principalmente a través del Valor b\*, un índice relacionado con el contenido de pigmento amarillo (YPC, por sus siglas en inglés), medida que se encuentra asociada esencialmente con la acumulación de pigmentos carotenoides y su degradación enzimática durante el procesamiento del grano.

La principal vía de síntesis de la mayoría de los carotenoides involucra más de diez etapas, y se han caracterizado la mayor parte de los genes que codifican para las enzimas involucradas en este pro-

<https://doi.org/10.52292/j.agrouns.2021.35.0003>



ceso. Entre ellas, la enzima ζCaroteno Desaturasa (ZDS, por sus siglas en inglés), constituye un paso muy importante en la vía de biosíntesis de carotenoides, y el gen que codifica para esta proteína ha sido mapeado y mayormente investigado en trigo pan.

### La enzima ζCaroteno Desaturasa de trigo candeal

El objetivo de este estudio fue la identificación de variantes genéticas del gen que codifica para la enzima ZDS en trigo candeal, a fin de poder analizar su asociación con diferencias en el contenido de pigmento amarillo. Para ello se diseñaron cebadores (específicos y basados en bibliografía previa) para la amplificación de la secuencia completa del gen *Zds* y de las regiones polimórficas de interés, mediante reacciones de PCR realizadas a partir de ADN extraído de hojas. Finalmente, todos los fragmentos obtenidos fueron purificados, clonados y secuenciados.

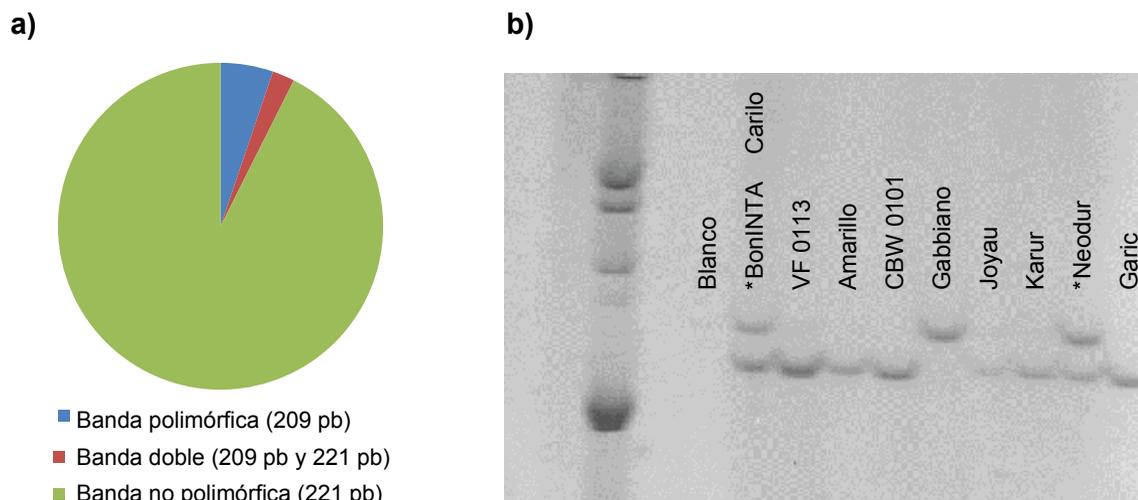
La identificación de variantes en el gen se realizó en variedades contrastantes para el contenido de pigmentos carotenoides (YPC). Clasificamos, entonces, ocho genotipos según sus valores de YPC (**Alto**: Amarillo, Buck Topacio y Kofa; **Medio**: UC1113, Portorico y VF042; y **Bajo**: BonINTA Cumenay y Polesine).

Con los datos de la secuenciación se llevó a cabo un estudio bioinformático, utilizando el programa BLAST

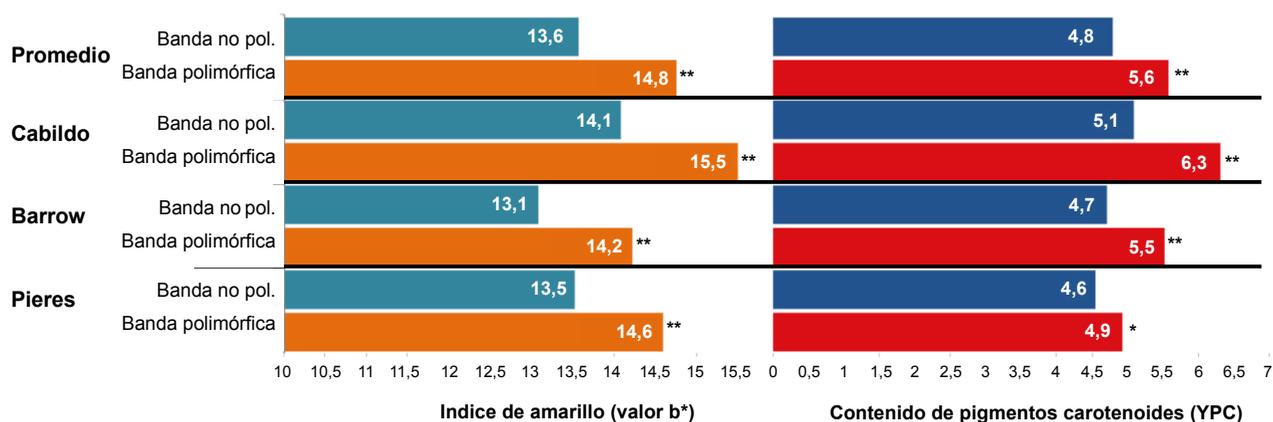
**La reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), se realiza con el fin de obtener grandes cantidades de ADN de una región de interés, delimitada por cebadores. La secuenciación permite determinar el orden de los nucleótidos (A, C, G y T) de un fragmento de ADN.**

desde el servidor del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI) de Estados Unidos. Este análisis permitió comparar las secuencias obtenidas en el laboratorio con secuencias de las especies de trigo disponibles almacenadas en bases de datos como GenBank y GrainGene. Se determinó que el gen *Zds* presenta 14 exones y 13 intrones, identificándose una variante génica que no había sido reportada hasta el momento. Esta variante, a la que denominamos banda polimórfica del gel, se asoció al genoma A, y consistió en una secuencia que porta una delección (eliminación) de 12 pares de bases (pb) (AGGA-AGGCGTGG), hallada sólo en la variedad Amarillo que, notablemente, presenta el mayor valor de YPC de todos los genotipos ensayados.

Para conocer la frecuencia de esta nueva variante en trigo candeal, se analizaron 133 variedades disponi-



**Figura 1. a)** Porcentaje (%) de aparición de los tres tipos de amplificaciones obtenidas para el gen *Zds*. Análisis realizado en 133 variedades de trigo candeal. pb=pares de bases. **b)** Amplificación de la variante genética hallada. Se muestra, a manera ilustrativa, un fragmento de un gel de acrilamida al 6%, en el que se pueden observar los tres tipos de amplificaciones obtenidas, correspondientes a una banda baja (209 pb), una banda alta (221 pb) y ambas bandas a la vez (banda doble, indicadas con \*).



**Figura 2.** Índice de amarillo (Valor b\*, promedio de tres mediciones) y contenido de pigmentos carotenoides (YPC, partes por millón de  $\beta$ caroteno) asociados a las dos variantes genéticas (Banda polimórfica y no polimórfica) analizadas en trigo candeal, para tres localidades de la provincia de Buenos Aires (\*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.05$ ).

bles en nuestro laboratorio, entre las que se incluyen accesiones de trigo candeal de diversas regiones del mundo. En la amplificación se pudo observar la aparición de la banda polimórfica en nueve variedades, tres de las cuales exhibieron, además, la banda no polimórfica del gen (banda doble) (Figura 1), demostrando la presencia de una duplicación del gen *Zds* en el genoma A.

### Asociación con el color amarillo

Con estas 133 variedades se realizaron ensayos a campo durante el año 2011 en tres localidades de la provincia de Buenos Aires: Cabildo, Barrow y Pieres. Para todas las variedades se tomaron datos fenotípicos en base al análisis de harina integral. A partir de la molienda se determinaron: el índice de color amarillo (Valor b\*, promedio de tres mediciones) utilizando un colorímetro, y el contenido de pigmentos amarillos (YPC, por sus siglas en inglés, expresado en partes por millón de  $\beta$ caroteno) mediante el tratamiento de la molienda con n-butanol-agua y una medición posterior de absorbancia a 448 nm en un espectrofotómetro. Aquellas variedades que presentaron la delección, inicialmente identificada en la variedad Amarillo, fueron contrastadas mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con aquellas que no la presentaron, para determinar si esta nueva variante genética causaba incrementos en los valores de YPC e índice de color amarillo (b\*) obtenidos en los ensayos realizados.

Se observaron diferencias significativas, tanto para el caso del YPC como para el valor b\* (Figura 2) en las 3 localidades ( $p < 0.01$ , en todos los casos, excepto para el valor YPC en Pieres:  $p < 0.05$ ), demostrando que existe una asociación entre la presencia del polimorfismo hallado y valores altos de pigmentación amarilla en trigo candeal.

### Conclusión

En este trabajo se logró caracterizar el gen *Zds* de trigo candeal, que codifica para la enzima  $\zeta$ Caroteno Desaturasa, lo que permitió acrecentar el conocimiento disponible para esta especie, y a su vez posibilitó el descubrimiento de una variante génica en el genoma A, denominada *TdZds-A1.2*, estrechamente relacionada con el atributo color amarillo. Esta variante demostró estar asociada a un incremento del color, y podría ser utilizada como marcador funcional en los programas de mejoramiento utilizando selección asistida por marcadores moleculares (SAM).

En este trabajo se logró caracterizar el gen *Zds* de trigo candeal, que codifica para la enzima  $\zeta$ -Caroteno Desaturasa, lo que permitió acrecentar el conocimiento disponible para esta especie, y a su vez posibilitó el descubrimiento de una variante génica en el genoma A, denominada *TdZds-A1.2*, significativamente relacionada con el atributo color amarillo. Esta variante estaría asociada a un incremento del color, y podría ser utilizada como marcador funcional en los programas de mejoramiento utilizando selección asistida por marcadores moleculares (SAM).

## Bibliografía

AACC International (American Association Cereal Chemists) Approved Methods of the AACC. 11th ed. Method 14-50. (Accessed on March 2021). Available online: <http://methods.aaccnet.org/summaries/14-50-01.aspx>

Commission internationale de l'Eclairage (1978). Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Paris: CIE.

Dong, C. H., Xia, X. C., Zhang, L. P., y He, Z. H. (2012). Allelic variation at the *TaZds-A1* locus on wheat chromosome 2A and development of a functional marker in common wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(7), 1067-1074.

Fares, C., Platani, C., Tamma, G., y Leccese, F. (1991). Microtest per la valutazione del colore in genotipi di frumento duro. *Molini d'Italia*, 42(12), 19-21.

Nesbitt, M., y Samuel, D. (1996). *From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats*. En: Padulosi, S., K. Hammer y J. Heller (eds.). *Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 4. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy* (pp. 40-99). Roma: International Plant Genetic Resources Institute.

Shewry, P. R., y Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947-958.

Troccoli, A., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., y Di Fonzo, N. (2000). Mini review: durum wheat quality: a multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, 32(2), 99-113.