



EL COLOR DORADO DEL TRIGO Y LOS PIGMENTOS CAROTENOIDES

María Dolores Requena Ramírez¹, Cristina Rodríguez Suárez¹, Sergio G. Atienza¹, Dámaso Hornero Méndez²

¹Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC), Córdoba

²Instituto de la Grasa (IG-CSIC), Sevilla.

El trigo es uno de los cereales más importantes del mundo y constituye un pilar de la alimentación humana, ya que aporta cerca del 20 % de las calorías y proteínas consumidas a escala global y, junto con el arroz y el maíz, sustentan la base de la alimentación mundial. Su producción supera los 770 Mt anuales y, en España, alcanza unas 6–7 Mt, lo que lo sitúa entre los cultivos herbáceos más relevantes del país. A nivel agronómico y alimentario destacan dos especies: el trigo blando o harinero (*Triticum aestivum* L.), que representa alrededor del 95 % de la producción mundial, y el trigo duro (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), con el 5 % restante. Ambas se originaron en el Creciente Fértil durante el Neolítico (10.000–8.000 a.C.), a partir de la domesticación de especies silvestres inicialmente seleccionadas por caracteres agronómicos básicos como la productividad, el raquis no quebradizo o la resistencia a enfermedades y, posteriormente, por criterios de calidad tecnológica y comercial. En la actualidad, la calidad del trigo se evalúa mediante diversos parámetros como el contenido en proteína, la vitrosidad, el peso específico, el índice de gluten y el índice amarillo o contenido en pigmento amarillo (YPC), directamente relacionado con el contenido en carotenoides.

El trigo harinero se cultiva ampliamente en todo el mundo gracias a su elevada capacidad de adaptación, y se caracteriza por tener un gluten con propiedades idóneas para la panificación y un endospermo de color claro que permite obtener harinas blancas para pan, bollería y otros productos horneados. En contraposición, el trigo duro es una especie adaptada a climas áridos y semiáridos, especialmente en la cuenca mediterránea, cuya producción se destina casi exclusivamente a la obtención de sémola para elaborar pasta y cuscús; sus granos son duros y vítreos, con un endospermo amarillo intenso que constituye un rasgo de calidad altamente valorado los consumidores y por la industria alimentaria.

El color del grano de trigo se debe en gran medida a la presencia de pigmentos carotenoides. En el trigo harinero, la selección y la mejora genética han favorecido históricamente niveles bajos de estos pigmentos (0,7–2 µg/g) para obtener de manera natural harinas blancas que eviten el coste adicional asociado al uso de procesos industriales de blanqueamiento. Por el contrario, en el trigo duro se ha promovido una selección que ha favorecido la acumulación de carotenoides (2–6 µg/g), ya que el color amarillo intenso es un rasgo de calidad muy apreciado en la pasta. En ambas especies el carotenoide predominante es luteína, seguida de otros carotenoides minoritarios como zeaxantina y β-caroteno. El tritórdeo (*×Tritordeum martinii* A. Pujadas), cereal derivado del cruzamiento entre trigo duro y la cebada silvestre *Hordeum chilense*, destaca por presentar niveles de carotenoides aún más elevados (7–10 µg/g), lo que confiere un característico color dorado a sus productos derivados. En tritórdeo una fracción importante de estos pigmentos, fundamentalmente luteína, se encuentra esterificada con ácidos grasos (mayoritariamente ácido linoleico y palmítico) formando monoésteres y diésteres. La esterificación incrementa notablemente la estabilidad de los carotenoides frente a la oxidación, reduce su degradación durante el procesado y el almacenamiento, y favorece la retención del color amarillo en los productos finales.

Desde el punto de vista nutricional, luteína y zeaxantina son carotenoides especialmente relevantes, ya que se acumulan en la mácula del ojo humano, donde actúan como un filtro natural frente a la luz azul y ayudan a proteger la retina del daño oxidativo, contribuyendo a reducir el riesgo de



degeneración macular asociada a la edad. Además, su acción antioxidante se asocia al mantenimiento de la salud cardiovascular, cognitiva y de la piel. Aunque el trigo contiene cantidades moderadas de estos compuestos, su consumo diario como alimento básico garantiza un aporte continuo que permite aprovechar sus beneficios a largo plazo.

La creciente importancia del color como rasgo de calidad, junto con el valor nutricional de los carotenoides, ha impulsado la exploración de la diversidad genética en colecciones de trigos locales y variedades tradicionales que conservan alelos relacionados con el contenido carotenóide que se han perdido durante la domesticación y la mejora moderna. La caracterización reciente de estos materiales ha permitido identificar, por primera vez, líneas de trigo duro con carotenoides esterificados, en contraposición a la idea previa de que esta especie carecía de capacidad para producir ésteres de carotenoides. Este hallazgo sitúa al trigo como una planta modelo de gran interés para el estudio y la caracterización de los mecanismos de esterificación, y abre nuevas oportunidades para mejorar la acumulación y la estabilidad de los carotenoides a lo largo de la cadena alimentaria.

Finalmente, el color amarillo del trigo puede perderse durante el almacenamiento y el procesado industrial debido a la degradación oxidativa de los carotenoides, ya sea por la acción de la luz y el calor o por enzimas, especialmente las lipoxigenasas, claves en la pérdida de pigmento durante la elaboración de la pasta. El estudio de estos procesos de degradación, junto con los mecanismos de esterificación, resulta esencial para preservar la calidad visual y el valor nutricional de harinas y sémolas, ya que el color dorado del trigo refleja la presencia y estabilidad de compuestos bioactivos con un impacto positivo y sostenido en la salud humana.

