LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH

Evaluación de la evolución de las características del grano de trigo en los últimos 166 años mediante muestras de archivo - Revisión de las pruebas

D.ssa M. Mondini[1]

1 Bióloga, Italy

1. ABSTRACT

El estudio analizado comparó muestras de trigo conservadas entre 1850 y 2016, procedentes tanto del experimento agrícola histórico de Broadbalk, en el Reino Unido, como de archivos botánicos de dieciséis países. Los autores observaron un aumento de los carbohidratos no estructurales, es decir, almidón y azúcares solubles, acompañado de una reducción de la concentración de proteínas y de numerosos minerales en el grano. En Broadbalk, el contenido proteico disminuyó un 26% entre 1850 y 2016. El resultado es pertinente al pasaje de "La elección de Vivir en la Salud o en la Enfermedad" del Dr. A. Colonnese y R. Panzironi, que describe una disminución de la calidad nutricional del trigo a lo largo del tiempo.Sin embargo, la publicación no puede atribuir todo el cambio a un solo factor. En el mismo periodo han cambiado la concentración atmosférica de dióxido de carbono, la temperatura, las prácticas agrícolas y las variedades cultivadas, incluidas las de tamaño reducido seleccionadas por su alto rendimiento. Los metaanálisis y las experimentaciones independientes confirman que un nivel elevado de CO2 tiende a reducir la concentración de proteínas, zinc y hierro en el trigo. Otros estudios indican que el resultado depende también de la variedad, de la disponibilidad de nitrógeno y de las condiciones del suelo. Por tanto, la narrativa del libro está moderadamente respaldada: documenta una tendencia real, pero no una causa única ni inevitable para cada tipo de trigo.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 9, 2026
Updated: November 11, 2026

DOI 10.68559/lsh.2026.253.es

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science nace con el objetivo de hacer accesible el saber científico sin renunciar al rigor metodológico, a la calidad de las fuentes y a la autoridad de los contenidos. La revista promueve la difusión del conocimiento en las ciencias de la salud, de la nutrición, de la medicina y de la longevidad, creando un puente entre el mundo de la investigación y la sociedad.

A través de artículos, revisiones, análisis en profundidad y aportaciones de expertos, el Journal pone en valor la medicina y la ciencia basadas en la evidencia, favoreciendo una correcta interpretación de los datos científicos y combatiendo la desinformación. Cada contenido se desarrolla con el objetivo de traducir la complejidad de la investigación en información comprensible, útil y aplicable, manteniendo intactos los principios de exactitud, transparencia e independencia científica.

Libre de condicionamientos políticos, industriales y comerciales, la revista se propone como un espacio editorial autorizado e independiente, dedicado a la promoción de la cultura científica, de la actualización profesional y del crecimiento de la conciencia sanitaria en la población.

2. ESTUDIO ANALIZADO

La pregunta de investigación era si la composición nutricional del grano de trigo ha cambiado a lo largo de 166 años y si dichos cambios están asociados a las variaciones ambientales y agronómicas ocurridas en el mismo periodo. La hipótesis era que el aumento del dióxido de carbono atmosférico, de la temperatura y de la productividad agrícola había favorecido la acumulación de carbohidratos, reduciendo proporcionalmente las proteínas y los minerales.El motivo de la cita en el párrafo 1.2.3 del libro es muy específico. "La elección de Vivir en la Salud o en la Enfermedad" del Dr. A. Colonnese y R. Panzironi hace referencia a esta investigación por el dato observado en Broadbalk: una reducción del 26 % del contenido proteico del trigo desde 1850 hasta 2016, en un contexto en el que, desde los años sesenta, se introdujeron variedades de paja corta y alto rendimiento.El estudio puede documentar una variación histórica en la concentración de los nutrientes y mostrar asociaciones estadísticas con el CO2, la temperatura, el rendimiento y el periodo de cultivo. Sin embargo, no puede demostrar por sí solo que el aumento del CO2, o las variedades enanas, sean la única causa de la reducción proteica y mineral: estos factores cambiaron simultáneamente y no fueron aislados mediante un experimento controlado a lo largo de 166 años.

3. MATERIALES Y MÉTODOS DEL ESTUDIO ORIGINAL

La investigación analizó granos de trigo blando y duro recolectados entre 1850 y 2016. Una parte procedía del Broadbalk Continuous Wheat Experiment de Rothamsted, en el Reino Unido, un experimento de campo iniciado en 1843. Otra parte provenía de herbarios y colecciones botánicas de dieciséis países. Las muestras estaban intactas y sin signos visibles de degradación.Para cada año de recolección se realizaron generalmente tres réplicas; en las muestras globales el número varió de 3 a 18. Los autores midieron almidón, glucosa, fructosa, sacarosa, proteínas, carbono, nitrógeno y minerales, incluidos hierro, zinc, magnesio, manganeso, cobre, potasio, fósforo y calcio. Los minerales se cuantificaron mediante espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente, una técnica que mide los elementos químicos presentes en la muestra.Para Broadbalk también estaban disponibles los datos de rendimiento desde 1850 hasta 2016 y el peso de mil granos desde 1974 hasta 2016. Los autores compararon principalmente dos periodos, 1850-1955 y 1965-2016, y analizaron las correlaciones entre la composición del trigo, el CO2, la temperatura y las precipitaciones. Dado que las muestras históricas provenían de lugares, años y variedades diferentes, el efecto del genotipo no se separó estadísticamente del efecto del año. Los criterios de inclusión y exclusión detallados para cada muestra no se incluyen en el material disponible.

4. RESULTADOS

El resultado más relevante para el libro se refiere al contenido proteico. En las muestras de Broadbalk, el contenido total de proteínas disminuyó un 26 % entre 1850 y 2016. Los autores detectaron una correlación negativa entre el CO2 atmosférico y las proteínas: a medida que aumentaba el CO2, la concentración proteica en el grano tendía a disminuir. La temperatura también mostró una correlación negativa con las proteínas, pero en el análisis multifactorial el efecto estadísticamente significativo se atribuyó al CO2 y no a la temperatura.En el grupo internacional, al comparar el periodo 1850-1955 con el de 1965-2016, la concentración proteica pasó del 16,96 % al 13,07 %, una reducción del 23 %, con un valor P de 0,049. El valor P indica la compatibilidad del resultado con la hipótesis de que no existe ninguna diferencia: convencionalmente, los valores inferiores a 0,05 se consideran estadísticamente significativos. En la misma comparación, la relación carbono/nitrógeno aumentó un 20 %, de forma coherente con una mayor proporción relativa de compuestos ricos en carbono frente a los ricos en nitrógeno, como las proteínas.Los carbohidratos mostraron una tendencia opuesta. En las muestras globales, la glucosa aumentó significativamente, de 1,01 a 1,89 micromoles por gramo de materia seca, con un valor P de 0,027. El almidón aumentó un 7 %, pero esta diferencia entre los dos periodos no fue estadísticamente significativa. En Broadbalk, el contenido de almidón alcanzó su valor más alto en 2016 y el rendimiento del trigo aumentó sobre todo después de los años sesenta.En cuanto a los minerales, los autores observaron una tendencia general a la disminución con el aumento del

CO_2. Las asociaciones negativas fueron estadísticamente significativas para el potasio, el magnesio, el zinc, el hierro y el manganeso en las muestras globales. En Broadbalk, las concentraciones minerales se vieron afectadas negativamente sobre todo por el CO_2, con la excepción del potasio, que aumentó con el tiempo. Estos datos describen concentraciones en el grano: no indican necesariamente que la cantidad total de nutrientes producida por hectárea haya disminuido, ya que el rendimiento global ha crecido.

5. INTERPRETACIÓN

En términos sencillos, el estudio sugiere que el trigo producido en las últimas décadas puede contener una proporción relativamente mayor de carbohidratos y una menor de proteínas y diversos minerales. Una explicación plausible es el efecto de dilución: si el grano acumula más almidón y su producción aumenta, las proteínas y los minerales pueden representar un porcentaje menor del peso final.Sin embargo, el mecanismo no se puede reducir únicamente a la dilución. El aumento del CO_2 puede incrementar la fotosíntesis de las plantas C3, grupo al que pertenece el trigo, y reducir la apertura de los estomas, los pequeños orificios de las hojas que regulan el intercambio gaseoso y la pérdida de agua. Una menor transpiración puede modificar el transporte de nitrógeno y minerales del suelo a la planta. Asimismo, la selección de variedades de tallo corto puede haber favorecido un mayor rendimiento mediante un aumento en el número de granos, sin que cada grano se volviera más rico en proteínas o micronutrientes.El segmento documentado directamente por la publicación objeto de la Revisión de las pruebas es, por tanto, el siguiente: en el trigo almacenado en Broadbalk, durante el periodo en el que aumentaron el CO_2 y el rendimiento y se introdujeron variedades semienanas, la concentración proteica disminuyó un 26% y las concentraciones de diversos minerales descendieron. La interpretación causal que atribuye este fenómeno a una combinación de CO_2, rendimiento y mejora genética es razonable, pero sigue siendo parcial porque el estudio es observacional y no separa completamente los factores.

6. EVIDENCIAS INDEPENDIENTES DE CONFIRMACIÓN

Un metaanálisis específico sobre el trigo reunió experimentos realizados en condiciones de campo realistas, excluyendo invernaderos y cámaras de crecimiento cerradas. Se detectó que el aumento de CO_2 reducía en promedio un 8,4% la concentración de nitrógeno en el grano, una medida estrechamente vinculada a las proteínas. Dado que, al mismo tiempo, aumentaba el rendimiento y también el contenido total de nitrógeno por superficie cultivada, el resultado confirma que la concentración nutricional y la producción total son dos aspectos distintos. El mismo metaanálisis observó reducciones de muchos minerales, entre ellos hierro, zinc, magnesio y manganeso, y concluyó que la sola dilución debida a un mayor rendimiento no explica toda la variación [1].Una investigación multicéntrica en sistemas FACE, es decir, cultivos a campo abierto enriquecidos con CO_2 sin encerrar las plantas en una cámara, confirmó la dirección del efecto en el trigo. Con respecto al CO_2 ambiental, el CO_2 elevado se asoció con una reducción del 6,3% de las proteínas, del 9,3% del zinc y del 5,1% del hierro en el grano. Este estudio refuerza sobre todo el argumento de que un CO_2 más elevado puede reducir la densidad de algunos nutrientes en el trigo, aunque no reconstruye toda la historia agrícola desde 1850 [2].Una comparación independiente entre 63 cultivares históricos y modernos de trigo de primavera mostró que, con el aumento de los rendimientos a lo largo del tiempo, las concentraciones de todos los minerales evaluados, excepto el calcio, disminuían. El resultado era particularmente evidente en el grupo comercial del trigo blanco blando; en el trigo rojo duro, en cambio, las concentraciones minerales permanecían sustancialmente constantes. Esta diferencia es importante porque confirma que la selección varietal puede contribuir a la calidad mineral del grano, pero también muestra que el declive no es igual en cada grupo genético [3].En conjunto, las evidencias independientes respaldan dos puntos de la frase del libro: el aumento del CO_2 puede estar asociado a una reducción de la concentración de proteínas y minerales; la selección varietal y el aumento del rendimiento pueden modificar aún más el contenido mineral. La prueba es más sólida para la dirección media del efecto del CO_2 y menos sólida para cuantificar cuánto pesaron las variedades de paja

corta en el experimento específico de Broadbalk.

7. EVIDENCIAS DISCORDANTES

Un experimento FACE de dos años, realizado con dos niveles de CO_2 y tres niveles de fertilización nitrogenada, encontró un efecto más limitado en comparación con el observado en otras investigaciones. El CO_2 elevado redujo ligeramente las albúminas/globulinas y el gluten total, pero no modificó las concentraciones de hierro, zinc y azufre ni el volumen del pan. El nitrógeno y el año de cultivo tuvieron efectos más marcados que el CO_2 sobre muchas características de la calidad del trigo [4].Este resultado no anula la asociación observada en el estudio original. Indica, en cambio, que la respuesta del trigo depende del contexto experimental, del cultivar, de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de la magnitud del aumento de la producción. En particular, no es correcto afirmar que un CO_2 más elevado reduzca necesariamente todos los minerales en cada variedad y en cada entorno. Las evidencias discordantes hacen que sea más prudente atribuir una reducción proteica y mineral exclusivamente a las variedades de paja corta o exclusivamente al CO_2.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

La tabla distingue el dato histórico observado en el estudio original de las evidencias independientes que confirman o delimitan la narración del párrafo del libro.

Quadro comparativo

Referencia	Tipo de estudio	Población o modelo	Resultado principal	Dirección de la evidencia	Fuerza de la evidencia
Estudio original	Observacional histórico con muestras de archivo	Trigo 1850-2016; Broadbalk y muestras de 16 países	En Broadbalk, proteínas reducidas en un 26 %; disminución de numerosos minerales y aumento relativo de los carbohidratos.	confirmación directa	moderada
[1]	Metaanálisis	Experimentos de campo con trigo, FACE y cámaras de techo abierto	CO2 elevado asociado a una reducción media del 8,4 % del nitrógeno en el grano y a disminuciones de diversos minerales.	confirmación directa	alta
[2]	Experimentos multicéntricos FACE y metaanálisis	Cultivos C3, incluido el trigo, cultivados en campo abierto	En el trigo: proteínas reducidas en un 6,3 %, zinc en un 9,3 % y hierro en un 5,1 % con CO2 elevado.	confirmación directa	alta
[3]	Observacional comparativo	63 cultivares históricos y modernos de trigo de primavera	Con mayores rendimientos, disminución de casi todos los minerales; respuesta diferente entre clases comerciales.	confirmación indirecta	moderada

[4]	Experimento FACE	Trigo, dos años, CO2 ambiental o elevado y tres niveles de nitrógeno	Reducción leve de algunas proteínas, pero hierro, zinc y azufre invariables.	evidencia discordante	moderada

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

CONCLUSIONES

El estudio analizado documenta una reducción del contenido proteico del trigo en Broadbalk entre 1850 y 2016, acompañada de una disminución de diversos minerales y un aumento relativo de los carbohidratos. Este cambio está bien respaldado como observación histórica. Las evidencias independientes confirman que unos niveles elevados de CO2 pueden reducir la concentración de proteínas, zinc, hierro y otros minerales en el trigo.La parte relativa a las variedades de paja corta requiere mayor prudencia. Es biológica y agronómicamente plausible que la selección para obtener altos rendimientos contribuya a la dilución de algunos nutrientes, pero su peso en comparación con el CO2, la temperatura, el nitrógeno, el suelo y el cultivar no puede definirse con precisión a partir del estudio original. Por lo tanto, la narrativa está moderadamente respaldada y no justifica conclusiones absolutas sobre la composición de todos los cereales modernos.

Aggiornato al 17/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

10. TRANSPARENCIA Y RESPONSABILIDAD CIENTÍFICA

La Inteligencia Artificial se ha empleado exclusivamente como herramienta de apoyo editorial y documental. Todos los contenidos, las interpretaciones, las citas bibliográficas y las conclusiones han sido verificados, revisados y aprobados por el autor, quien asume la plena responsabilidad científica de los mismos.

El manuscrito ha sido además sometido a una revisión por pares (peer review) independiente antes de su publicación.

Para garantizar la máxima transparencia, el historial completo del artículo, incluidas las fechas de envío, revisión, aceptación y publicación, así como la información sobre el proceso de revisión por pares, está disponible en la página dedicada al Historial del artículo.

11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **CO2-Induced Changes in Wheat Grain Composition: Meta-Analysis and Response Functions**
Broberg et al., 2017
Agronomy
DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy7020032

[2] **Increasing CO2 threatens human nutrition**
Myers et al., 2014
Nature
DOI: https://doi.org/10.1038/nature13179

[3] **Relationship between yield and mineral nutrient concentrations in historical and modern spring wheat cultivars**
Murphy et al., 2008
Euphytica
DOI: https://doi.org/10.1007/s10681-008-9681-x

[4] **Elevated Atmospheric CO 2 Concentration Has Limited Effect on Wheat Grain Quality Regardless of Nitrogen Supply**
Dier et al., 2020
Journal of Agricultural and Food Chemistry
DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07817