

INFORME DE CALIDAD E INOCUIDAD DE TRIGO URUGUAYO

ZAFRA 2024/2025

Informe de calidad e inocuidad de trigo uruguayo

Zafra 2024/2025

CARACTERIZACION EN CALIDAD DE LA ZAFRA DE TRIGO 2023/2024

Patricia Fagundez¹, Nicolás Rovetta¹, Jorge Avellaneda¹, Damián Ayrala¹, César Durán¹, Carolina Koster¹, Fernando Massa², Gabriela Suburú³, Daniela Córdova³, Nadia Martínez³, Marcela Godiño⁴ Daniel Vázquez⁵.

¹ Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. ² Facultad de Ciencias Económicas y de Administración – UDELAR. ³ Laboratorio Tecnológico del Uruguay. ⁴ Mesa Nacional de Trigo. ⁵ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Objetivo:

El objetivo de este trabajo es caracterizar anualmente la zafra de trigo y generar datos históricos, para:

- conocer qué trigos producimos,
- identificar tendencias de cambio en nuestra producción a través del tiempo,
- tener información confiable y de mayor calidad al momento de tomar decisiones: agrícolas, operativas y/o comerciales.

En esta publicación se presentan los datos de caracterización de la zafra de trigo 2024-2025, iniciativa de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), que cuenta con la colaboración de la Mesa Nacional de Trigo.

Introducción

De acuerdo a la Encuesta Agrícola “Primavera 2024” (1) elaborada por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del MGAP (DIEA), la superficie sembrada con trigo fue estimada en 355.734 hectáreas, lo que equivale a un 33 % más que la siembra del año anterior. La producción total de trigo fue estimada en 1.464.302 toneladas y el rendimiento medio a nivel nacional fue de 4.116 kg/ha.

La zafra comenzó retrasada por los excesos de humedad en los suelos que demoraron la cosecha de verano y atrasaron la siembra de invierno. En la zona sur en marzo se registraban más de 300 mm acumulados y en abril se registraron volúmenes bien altos con más de 150 mm. No obstante, los cultivos se pudieron establecer correctamente. El período vegetativo transcurrió con ambiente frío y seco, lo que llevó a una escasa acumulación de materia seca. El período crítico fue bastante seco principalmente en el sur y litoral con un coeficiente fototermal muy bajo. Luego el llenado de grano se vio comprometido dado que la falta de agua continuó y el coeficiente fototermal continuó siendo bastante bajo, a lo cual también se le sumó estrés térmico con temperaturas pico mayores de 32 gr en el litoral norte (2,3).

El rendimiento del cultivo se vio influenciado principalmente por la fecha de siembra, por lo ya mencionado de que las condiciones climáticas no permitieron siembras tempranas y el grueso de la zafra se sembró tarde. También incidió en el rendimiento la disponibilidad de agua en agosto que coincidió con el período en que el cultivo tiene los mayores requerimientos de agua, determinando techos de producción más bajos por debajo de los 60 mm de lluvia (5).

Los rendimientos generales de la zafra fueron aceptables, aunque se registraron problemas en la zona centro donde se produjeron las siembras más tardías y en zonas del litoral puntuales como Risso donde se presentaron menores rendimientos y algunos problemas de calidad por altas temperaturas durante el llenado de grano (6).

La zafra 2024-2025 fue positiva en términos de producción y expansión del área sembrada, aunque los rendimientos promedio disminuyeron respecto a la campaña anterior.

Descripción de las actividades y metodologías aplicadas:

En 2023, el grupo técnico encargado de la caracterización anual de la calidad del trigo llevó a cabo una revisión integral de los aspectos estadísticos del muestreo. Como resultado, se redefinió el número óptimo de muestras necesarias para cada parámetro analizado, considerando la variabilidad observada entre los años 2012 y 2022. Este ajuste permitió optimizar la cantidad de muestras a analizar, manteniendo la representatividad de los datos y asegurando la calidad y rigurosidad de los resultados.

El trabajo de campo se realizó de la forma habitual. Se entregó un instructivo a cada empresa y se realizaron entrevistas con los encargados de algunos recibos para unificar criterios en el muestreo, ya que es un paso crítico del trabajo que determina la validez de los resultados.

Se tomaron en los acopios muestras de recibo de chacra, de los lotes que conformaban el stock total almacenado. Se solicitó especificar claramente las toneladas de trigo que representaba la muestra y el departamento de procedencia.

Con las muestras que cumplían con todas las condiciones necesarias, se realizó un muestreo aleatorio que permitió trabajar con un total de 60 muestras (número determinado en el trabajo estadístico antes mencionado), que representaban 289.429 toneladas. Según la información de declaraciones juradas del REOPINAGRA – MGAP al 1 de enero de 2024, el volumen almacenado en acopios era de 1.200.487 ton y el volumen correspondiente a remanentes de la zafra anterior (tomado al 1 de noviembre de 2023) era de 107.768 ton. En base a esto se estimó que el volumen de la zafra almacenada en acopios fue de 1.092.719 ton.

A estas muestras se les determinó: calidad física, calidad fisicoquímica, calidad industrial e inocuidad, según el siguiente diagrama:

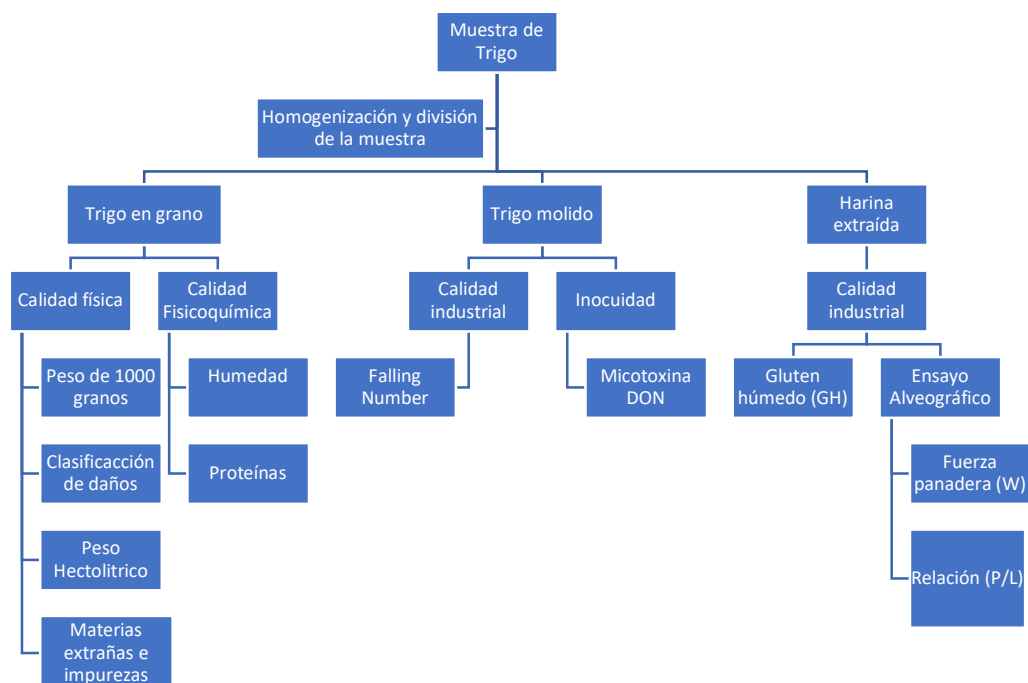


Diagrama 1: Diagrama de flujo, del tratamiento de una muestra y sus determinaciones analíticas.

En el Anexo II: “PARAMETROS Y REFERENCIAS ANALÍTICAS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO” se describen, las metodologías de toma y tratamiento de las muestras y las metodologías de análisis.

Resultados

1. Calidad física, fisicoquímica, industrial e inocuidad

Cuadro 1. Calidad física, fisicoquímica, industrial e inocuidad de la zafra 2024-25

DETERMINACIÓN		MEDIA	INTERVALO DE CONFIANZA ¹	
			LI (95%)	LS (95%)
Peso Hectolítrico (Kg/hL) ²		77,7	77,2	78,2
Materias extrañas e impurezas (%) ²		0,60	0,5	0,7
Dañados por manipulación (%) ²		0,0	0,0	0,0
Total Dañados (%) ²		1,1	0,9	1,3
	Calcinados (%) (en este tipo de daño se incluyen los granos con Fusarium sp.)	1,0	0,8	1,2
	Verdes, brotados, helados y roídos (%)	0,1	0,1	0,1
Quebrados (%) ²		0,29	0,24	0,33
Picados (%) ²		0,0	0,0	0,0
DON (ppm) ²		0,9	0,7	1,1
Falling Number (seg) ²		368	361	376
Proteína (base 13,5%) ²		11,3	11,2	11,4
Proteína (bs) ²		13,0	12,9	13,1
Peso 1000 granos(g) ²		31,9	31,3	32,6
Glúten húmedo (base 14%) ³		24,5	23,3	25,8
Alveograma	W (x 10-4) J ³	221	208	234
	P/L ³	0,8	0,7	0,9

¹ Rango de valores en el cual se encuentra el verdadero valor del parámetro (media), con un nivel de confianza de 95%.

² Determinados sobre matriz trigo

³ Determinados sobre matriz harina

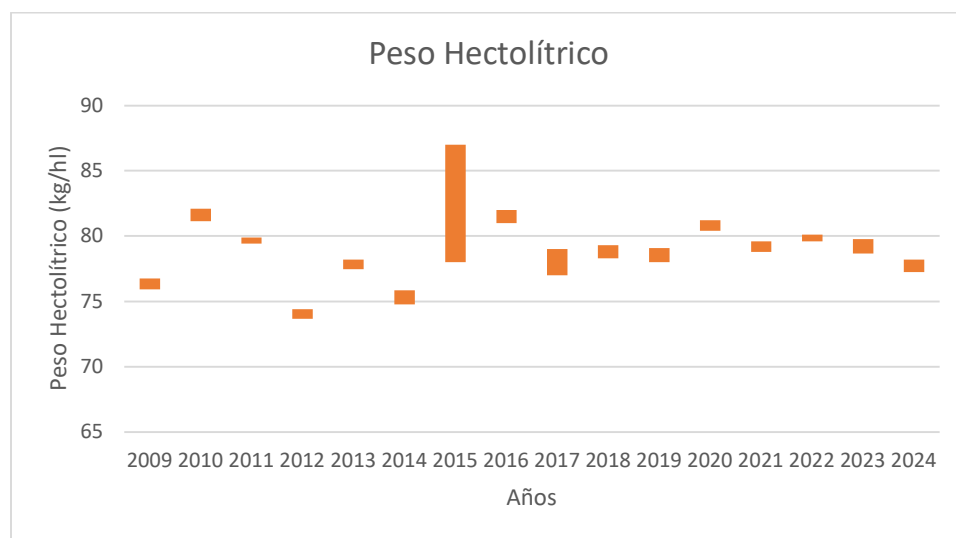
*Ver definiciones de los ítems de ensayo en ANEXO II: "PARAMETROS Y REFERENCIAS ANALÍTICAS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO" del presente informe.

1.1 Comparación interanual

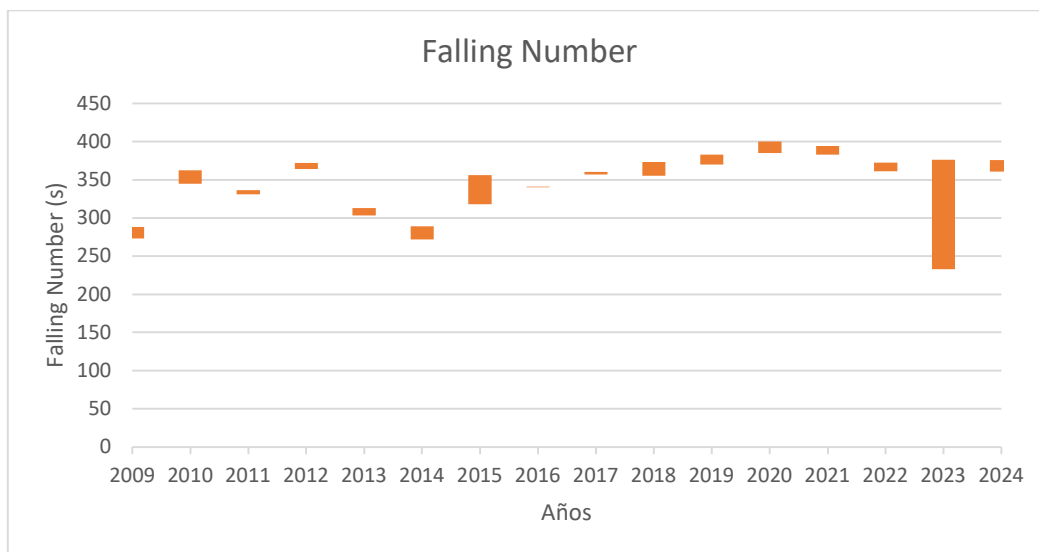
Cuadro 2. Valores promedio de los principales parámetros indicadores de calidad física, industrial e inocuidad.

Año	PH	FN	P BS	GH	W	P/L	Fusarium	DON
2009	76,4	279	12,3				1,33	1,3
2010	81,5	353	11,6				0,19	0,1
2011	79,7	334	11,9				0,43	0,3
2012	74,1	368	13,8	28,2	183	0,8	4,79	6,2
2013	77,8	308	11,9	23,9	201	1,3	1,52	2,3
2014	75,3	281	12,6	22,9	188	1,2	1,89	2,3
2015	82,0	338	11,0	20,7	176	1,7	0,25	0,3
2016	82,0	341	11,7	22,5	227	1,3	0,21	0,3
2017	78,0	358	12,0	23,2	240	1,2	0,42	0,6
2018	78,8	364	12,0	22,9	226	1,2	0,69	0,4
2019	78,6	377	12,3	24,9	207	0,7	1,24	2,3
2020	80,8	390	11,8	24	226	0,9	0,1	0,1
2021	79,2	388	12,3	24,3	210	1,0	0,4	0,2
2022	79,8	367	11,6	23,8	209	1,2	0,01	0,0
2023	79,2	305	12,2	24,6	226	1,1	0,19	0,3
2024	77,7	368	13,0	24,5	221	0,8	0,98	0,9
Promedio	78,8	345	12,1	23,9	211	1,1	0,92	1,12

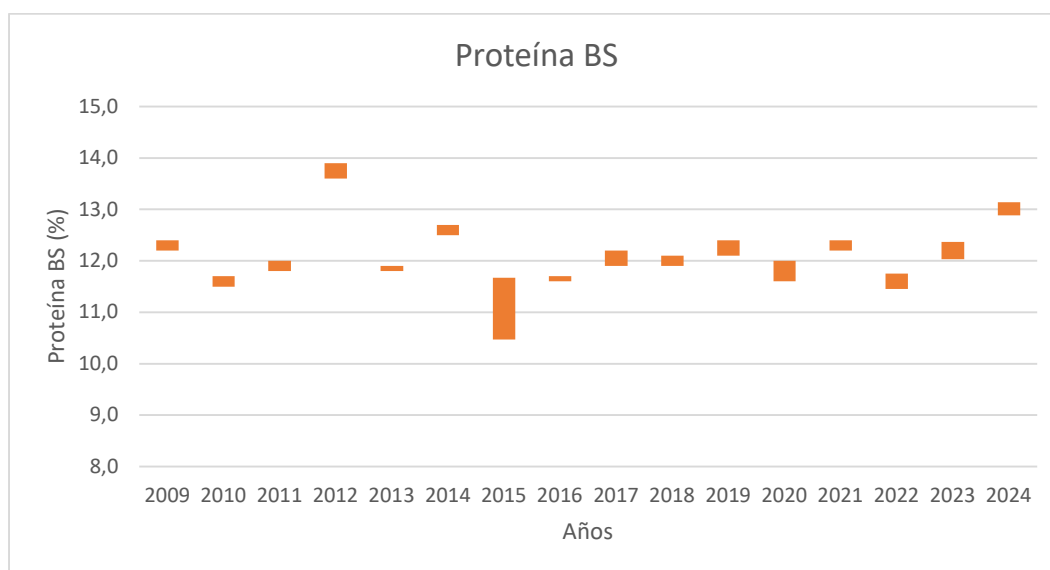
Gráfica 1. Comparación interanual 2009 - 2024 de intervalos de confianza de Peso Hectolítrico (kg/hl).



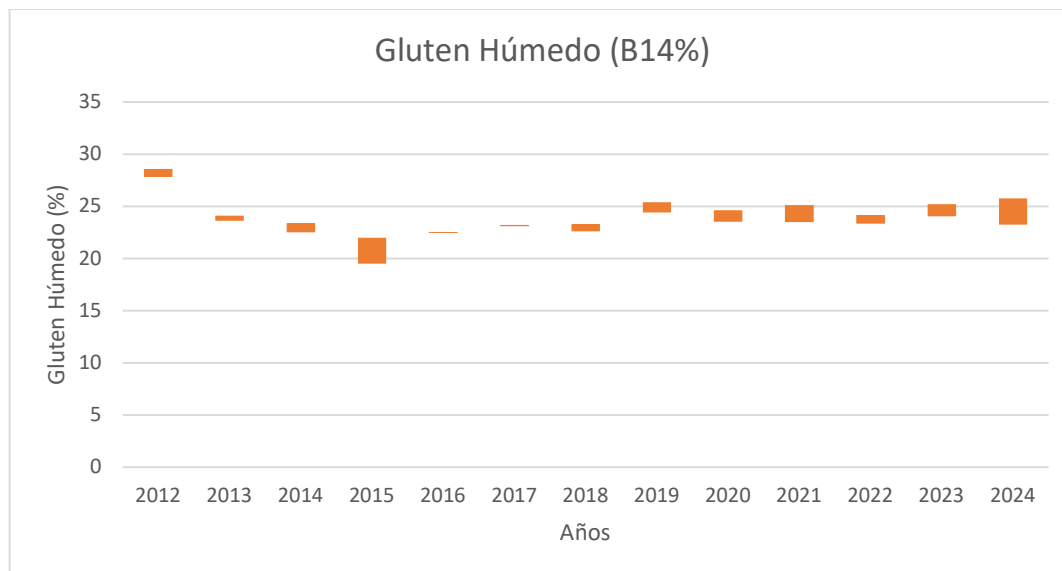
Gráfica 2. Comparación interanual 2009 - 2024 de intervalos de confianza de Falling Number (s)



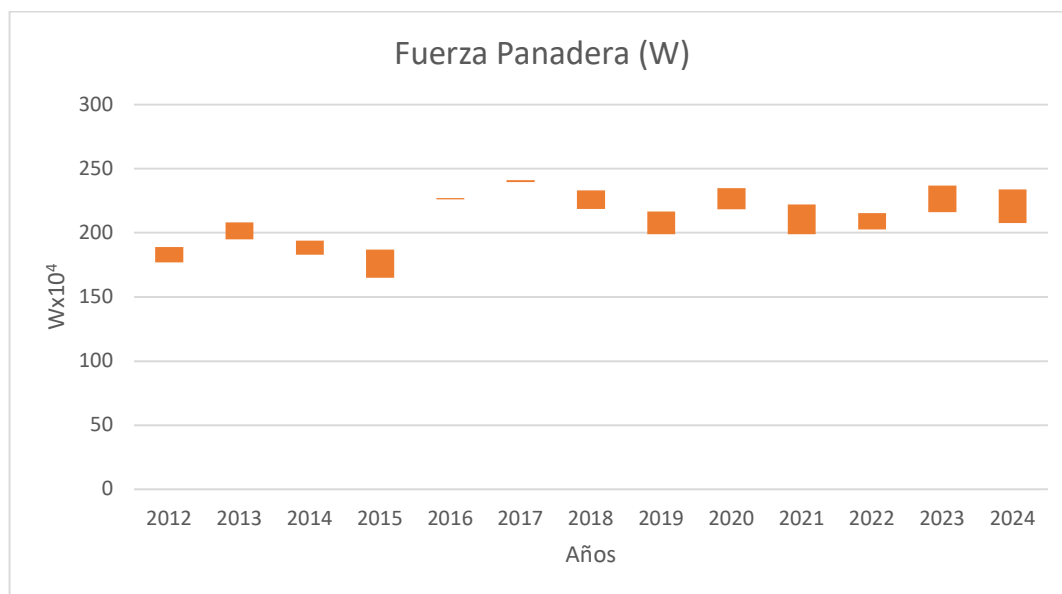
Gráfica 3. Comparación interanual 2009 - 2024 de intervalos de confianza de Proteínas en base seca (%)



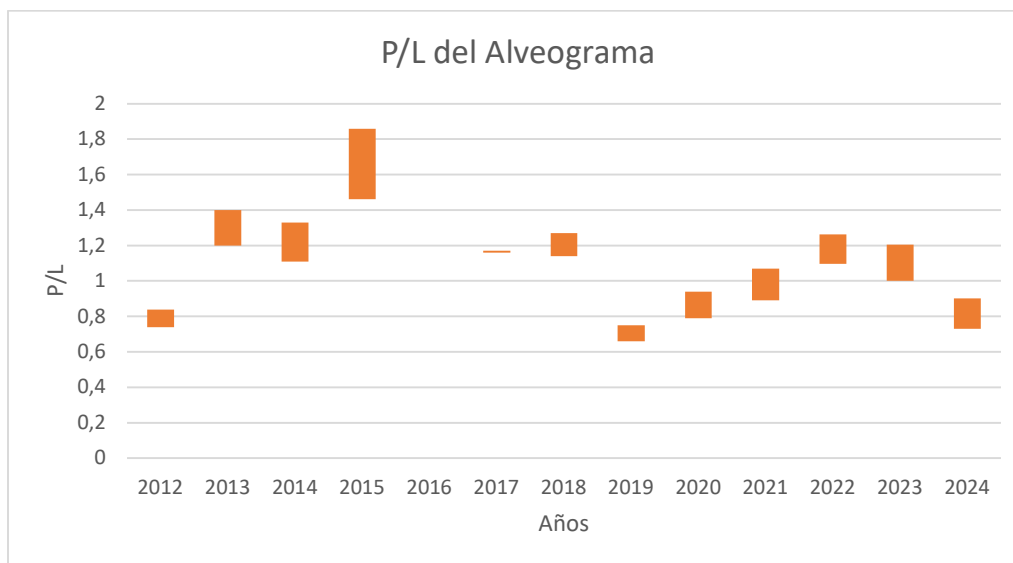
Gráfica 4. Comparación interanual 2012 - 2024 de intervalos de confianza de Gluten húmedo en base 14%



Gráfica 5. Comparación interanual 2012 - 2024 de intervalos de confianza de fuerza panadera (W)



Gráfica 6. Comparación interanual 2012 - 2024 intervalos de confianza de P/L del Alveograma.



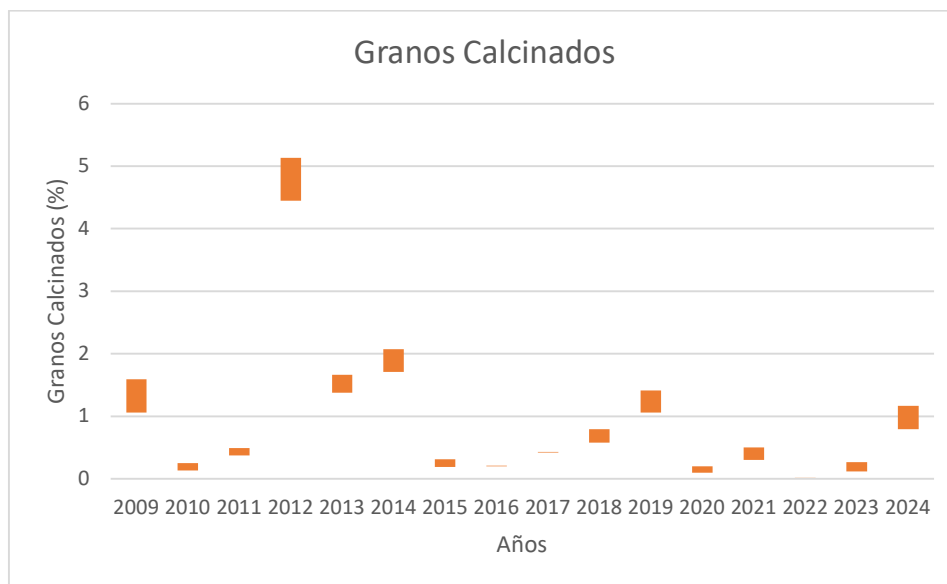
2) Inocuidad

Cuadro 3. Porcentaje de granos Calcinados (incluye los granos con *Fusarium spp*) y DON zafra 2024-2025.

Parámetro	Media	Intervalo de confianza
Granos Calcinados (%) (en este tipo de daño se incluyen los granos con <i>Fusarium spp.</i>)	1,0	0,8 – 1,2
DON (ppm)	0,9	0,7 – 1,1

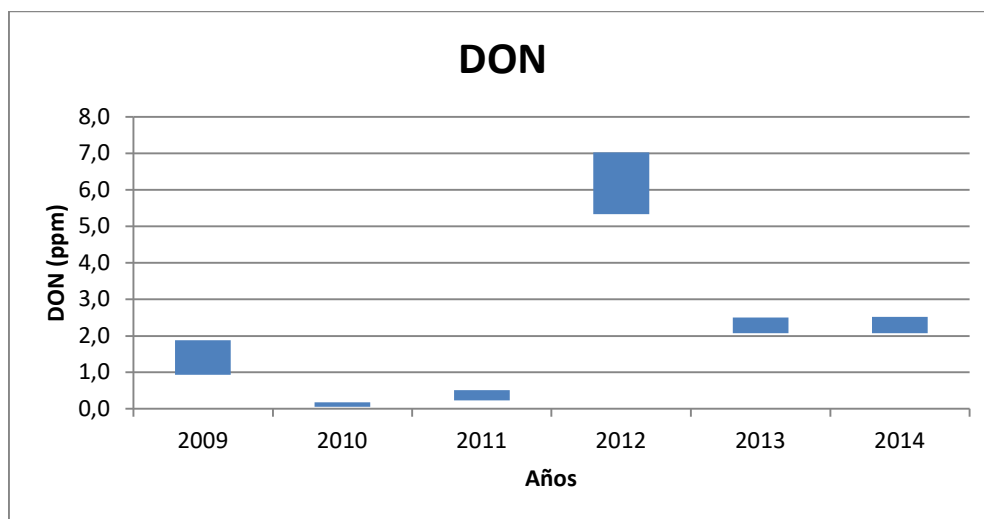
Comparación interanual

Gráfica 8. Comparación interanual 2009 - 2024 de granos calcinados (%) (incluyen granos con *Fusarium spp*).

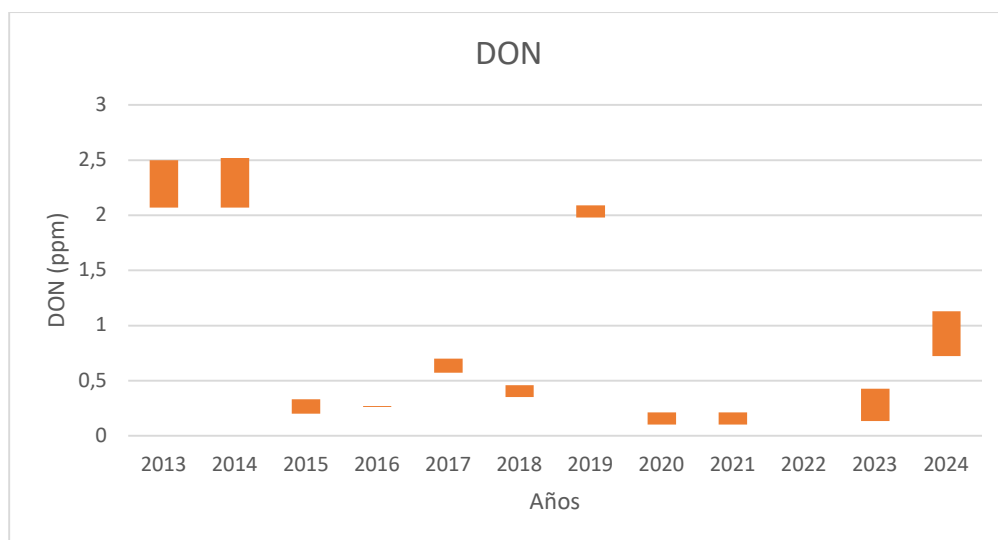


Hasta el año 2013 las determinaciones de DON se realizaban sobre muestras compuestas, con el método de HPLC. En 2013 además, se realizó DON por Elisa en el 100% de las muestras. Se estudió la correlación y se decidió cambiar la metodología, por lo que a partir de ese año se siguió utilizando el método Elisa en el 100% de las muestras.

Gráfica 9. Comparación interanual de DON (ppm) en muestras compuestas analizadas por método HPLC 2009 - 2014.



Gráfica 10. Comparación interanual 2013 - 2024 de DON (ppm) en 100 % de las muestras analizadas por método ELISA.



Consideraciones finales

Según los resultados de la Encuesta Agrícola “Primavera 2024” de DIEA – MGAP el rendimiento promedio fue un 18,2% menor que el año anterior, no obstante, el área sembrada con trigo fue 33% mayor lo que permitió un aumento de la producción de 8% totalizando las 1.464.302 toneladas. Este volumen significó un récord de producción en los últimos 10 años.

Los valores de peso hectolítrico y peso de 1000 granos fueron significativamente menores que el año anterior y esto seguramente estuvo influenciado por la falta de agua que sufrió el cultivo durante gran parte de su ciclo y temperaturas altas (golpes de calor) durante el llenado de grano.

La proteína promedio en base seca fue de 13 % presentando un valor mayor que el del año pasado.

El Falling Number, fue mayor que en la zafra anterior, indicando baja actividad enzimática.

Dentro del análisis físico se observó un aumento de la materia extraña y del total de dañados. El contenido de calcinados (incluye daño por Fusarium) fue mayor que en la zafra anterior y estuvo alrededor del 1%. El valor de Deoxinivalenol (DON) promedio fue cercano al 1 %, significativamente mayor que en la zafra anterior.

Los resultados promedios de Gluten húmedo fueron muy similares a los obtenidos en la zafra anterior.

La Fuerza panadera (W) fue del orden a la de la zafra anterior, la diferencia entre los valores es menor a la repetibilidad aceptada por el método.

La relación entre la tenacidad y elasticidad de la masa (P/L), si bien fue más baja que en las zafra anteriores, se mantiene cercano al equilibrio.

En resumen, el volumen de la zafra fue superior al de zafra anteriores, y la calidad general del grano se mantuvo en niveles satisfactorios. Sin embargo, se registraron valores de PH por debajo de lo habitual en algunas zonas, lo cual se atribuye principalmente a las condiciones climáticas secas y a golpes de calor ocurridos durante el llenado de grano, que incidieron negativamente en la formación y peso del grano.

Por otro lado, los resultados de calcinados y DON muestran la posible presencia de Fusarium en ciertas zonas, concretamente en aquellas donde se registraron precipitaciones durante el período crítico, lo que podría haber favorecido el desarrollo del hongo. No obstante, el valor promedio de Deoxinivalenol (DON) se mantuvo cercano a 1 ppm, un nivel considerado manejable, que no representa riesgos para la población ni obstáculos para la comercialización.

Bibliografía

- (1) MGAP – DIEA. Encuesta agrícola “Primavera 2024”
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/diea-presenta-resultados-encuesta-agricola-primavera-verano-202425>
- (2) Boletín agroclimático INIA – GRAS. Año XVIII —Nro. 04 al 12
<http://www.inia.uy/GRAS/>
- (3) Gaso, D. 2025. Avances en herramientas para caracterizar zafras y monitorear cultivos. [presentación]. Cuarta jornada Nacional de Cultivos de Invierno. 9 de abril.
https://www.youtube.com/watch?v=jVmPkc0ojPY&list=PLpViTIWc9MonIGUNCgwPM_HcdpMhqGWmq&index=1
- (4) Guía de Eurachem, Eurolab, CITAC, Nordtest y el RSC (edición española, 2021).
- (5) Invernizzi, G. 2025. Análisis de la Zafra 2024: Factores claves que determinaron los rendimientos. [presentación]. Cuarta jornada Nacional de Cultivos de Invierno. 9 de abril.
https://www.youtube.com/watch?v=nMaJ_ePRoOc&list=PLpViTIWc9MonIGUNCgwPM_HcdpMhqGWmq&index=2
- (6) Rodríguez N., 2025. Márgenes de cultivos 24-25 y proyección 25-26. Impacto en empresas agrícolas ganaderas de FUCREA. [presentación]. Cuarta jornada Nacional de Cultivos de Invierno. 9 de abril. https://www.youtube.com/watch?v=-JeCpCRTog&list=PLpViTIWc9MonIGUNCgwPM_HcdpMhqGWmq&index=3

ANEXO I

Los acopios que participaron en esta zafra:

ADP S.A.
SASUL S.A.
SERGIO PASTORINI
ARTIGAS SILVEIRA
CARGILL URUGUAY
KILAFEN
CARGILL URUGUAY
CALMER
OROBLEN SA
SERRAMAR SA
SOFORUTA
MOLINO SAN JOSE
GRANOSUR -CAMINAGRO
BARRACA YOUNG SRL
CONORIL S.A.
COPAGRAN
PESSI.SA

JUAN B. CANALI S.A.
MIBAMAR
CADOL SA
ISUSA SA
ERRO SA
COAT SA
COFCO INTERNATIONAL
UNION RURAL DE FLORES
ITARPA SA MOLINO CAÑUELAS
COPAGRAN
AGROACOPPIO
MOLINO STA ROSA
LDC URUGUAY S.A.
GRANOSUR VARIOS
PEDRO MACCIO Y CIA S.A.
CASSPE

ANEXO II

PARAMETROS Y REFERENCIAS ANALÍTICAS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO.

TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se realiza de acuerdo con la norma ISO/950-79

PESO HECTOLÍTRICO (Decreto 25/998)

Es la relación entre una masa de una muestra de trigo y el volumen de un hectolitro o el peso de un volumen de 100 L de trigo. Se expresa en kg/hL y se determina con una balanza Schopper en muestra limpia y con humedad de recibo.

MATERIAS EXTRAÑAS E IMPUREZAS (Decreto 25/998)

Son los materiales orgánicos o inorgánicos presentes en la muestra, que no son granos o fragmentos de granos de trigo, ni esclerotos de *Claviceps purpurea*, ni semillas de trébol de olor. Las impurezas son cualquier parte de la planta de trigo pan, que no sea granos o fragmento de granos.

GRANOS DAÑADOS POR MANIPULACIÓN (Decreto 25/998)

Son aquellos granos o fragmentos de granos que han sido total o parcialmente quemados, tostados o cambiados de color, como consecuencia de una aplicación excesiva de temperatura durante el proceso de secado artificial, o por calentamiento de la masa de grano por almacenamiento incorrecto.

OTROS DAÑOS (Decreto 25/998)

Son aquellos granos o fragmentos que presentan una alteración visible y sustancial en su constitución. Se consideran como tales los verdes, helados, brotados, calcinados y los roídos

GRANOS CALCINADOS (Decreto 25/998)

Son aquellos granos que presentan una coloración blanquecina y que se desmenuzan cuando se hace una leve presión sobre el mismo. En este tipo de daño se incluyen los granos con *Fusarium spp.*

GRANOS QUEBRADOS Y/O CHUZOS (Decreto 25/998)

Son aquellos granos o fragmentos de granos (no dañados) que pasan por una zaranda de chapa de aluminio de 0.8 mm de espesor, largo 9.5 mm, diámetro útil 30 cm, alto 4 cm, 279 orificios por dm², fondo de aluminio de 1 mm de espesor, diámetro de 33 cm y alto de 5 cm.

GRANOS PICADOS (Decreto 25/998)

Son los que presentan perforaciones visibles causadas por el ataque de insectos.

HUMEDAD

La determinación de humedad se realiza utilizando la tecnología de infrarrojo cercano (NIT FOSS 1241) verificado con el método de referencia ISO 712.

PESO DE 1000 GRANOS

La determinación se realiza mediante el método de determinación de la masa de 1000 granos (Norma IRAM15853* Cereales). Los granos rotos y materias extrañas son removidos previamente de la muestra.

PROTEINAS

La determinación de proteínas se realiza utilizando tecnología de infrarrojo cercano (NITS 1241) verificado con el método de referencia Kjeldahl. El resultado se expresa como porcentaje de la muestra (%) en base seca y en base de humedad 13.5 %.

Tratamientos de muestras: Procedimientos de molienda

1. **Reducción de tamaño de partículas:** Para la determinación de Falling Number y DON, el trigo fue molido en molino Perten 3100 malla 0,8 mm.
2. **Extracción de la harina (Método AACC 26-50):** Para las determinaciones de Gluten y Alveograma, el trigo fue acondicionado durante 16 horas a una humedad de 15,5% y molido en un molino Brabender Quadrumat Junior, con malla 70GG, equivalente a una apertura de 240 micras.

GLUTEN HÚMEDO (UNIT 944-94)

La determinación del contenido de gluten se realiza con el equipo Glutomatic de Perten en donde se prepara una masa a partir de la harina de trigo y de una solución tamponada de cloruro de sodio. Se separa el gluten húmedo, por lavado de la masa con solución tamponada de cloruro de sodio y se elimina el exceso de solución del gluten por centrifugación. Se pesa el residuo y se obtiene la masa de gluten húmedo. Se expresa el resultado en porcentaje del peso de la muestra (%) y referenciado a Base 14% de humedad

FALLING NUMBER (UNIT 3093)

El Falling Number mide la actividad amilásica. El almidón se gelatiniza produciendo una pasta viscosa. Las enzimas comienzan a actuar licuando el almidón y disminuyendo la viscosidad. Este equipo mide la rapidez del proceso de licuado en segundos.

DON

La micotoxina Deoxinivalenol (DON) se determina por el método de ELISA utilizando kits Veratox® DON 5/5. Test Cuantitativo. USDA-GIPSA 2007-106.

PROPIEDADES REOLOGICAS

Son propiedades que describen cualidades plásticas (viscoelásticas) de una masa.

ALVEOGRAMA (ISO 27971)

El alveograma, permite determinar las características reológicas (comportamiento durante la fermentación) de la masa y conocer el valor panadero de esta.

Los parámetros que se obtienen son:

FUERZA PANADERA (W) Representa el trabajo de deformación de la masa, lo que en términos panaderos se conoce como fuerza de la masa.

TENACIDAD (P) Es la resistencia de la masa al estiramiento o deformación.

EXTENSIBILIDAD (L) Es la capacidad de la masa para ser estirada o deformada.

RELACIÓN DE EQUILIBRIO (P/L) Es la relación entre tenacidad y extensibilidad. Da una idea de si la harina es tenaz, extensible o equilibrada.

