INFORME DE CALIDAD E INOCUIDAD DE TRIGO URUGUAYO



ZAFRA 2023/2024

Informe de calidad e inocuidad de trigo uruguayo

Zafra 2023/2024

CARACTERIZACION EN CALIDAD DE LA ZAFRA DE TRIGO 2023/2024

Patricia Fagundez[1], Nicolás Rovetta[1], Jorge Avellaneda[1], Damián Ayrala[1], César Durán[1], Carolina Koster[1], Fernando Massa[2], Gabriela Suburú [3], Daniela Córdova[3], Nadia Martinez[3], Marcela Godiño [4] Daniel Vázquez [5].

[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 2023-2024, 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 2023” (1) elaborada por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del MGAP (DIEA), la superficie sembrada con trigo fue estimada en 266.791 hectáreas, lo que equivale a un 11,6 % menos que la siembra del año anterior. La producción total de trigo fue estimada en 1.343.772 toneladas y el rendimiento medio a nivel nacional fue de 5.037 kg/ha, resultando en el máximo histórico del cultivo relevado por la DIEA.

Al comienzo de la zafra, después de un período muy seco, se había pronosticado un evento El Niño, que se vio demorado respecto a los pronósticos iniciales, al menos en la región tradicionalmente triguera del país. En los meses de abril y mayo el porcentaje de agua disponible en los suelos de la región suroeste y parte del norte eran inferiores a los esperado para esos meses del año. Las precipitaciones acumuladas, también registraban valores inferiores a los esperables. En los meses de junio, julio y agosto continuaron registrándose valores inferiores a los esperables para la zona sur y sureste, y un área puntal en el norte. En agosto y setiembre el panorama de precipitaciones en el país comenzó a mejorar, aunque siguieron registrándose valores de precipitación inferiores a los esperables en la zona sur y sureste. En el mes de octubre que es crítico para los cultivos de invierno, las precipitaciones fueron menores a las esperadas, pero posteriormente los meses de noviembre y diciembre tuvieron precipitaciones por encima de lo normal (2).

Si bien el cultivo estuvo afectado por un importante déficit hídrico, con lluvias escasas y heterogéneas entre las distintas regiones de la zona agrícola, las condiciones de

radiación, luminosidad y bajas temperaturas registradas durante el período crítico fueron excepcionales, permitiendo alcanzar un resultado de productividad mejor al esperado. El evento El Niño, esperado a inicios de la zafra para el período crítico, se retrasó en la zona litoral y litoral sur del país y el cultivo presentó excelentes condiciones sanitarias, sin afectación por Fusarium (4). Solo se registraron algunos problemas puntuales de heladas tardías que pudieron determinar daño, especialmente en las zonas bajas de las chacras en la zona suroeste. El llenado de grano se dio en muy buenas condiciones. Cuando finalmente llegaron las lluvias ya cercano a la cosecha, se produjeron problemas puntuales de calidad asociados al exceso de humedad por bajo Falling Number, que en algunos casos no llegaron al brotado visible, pero si mostraron la movilización de enzimas en el grano con diferente intensidad. Esto se dio sobre todo en chacaras del litoral norte donde las precipitaciones fueron mayores (7). La incidencia de las lluvias determinó una cosecha complicada desde el punto de vista operativo, que en algunos casos determinó interrupciones y demoras. No obstante, en general, los rendimientos de la zafra fueron excepcionalmente buenos y los expertos lo atribuyen a varios factores: 1) un suelo en excelentes condiciones, dado el fracaso de los cultivos de verano precedentes que determinaron buen descanso, buen aporte de nitrógeno y adecuada preparación, 2) buen manejo de nutrientes por parte de los productores y técnicos, con un monitoreo permanente de las necesidades y sin agregado innecesario de fertilizantes, 3) condiciones climáticas que permitieron buena sanidad, 4) ubicación de las chacras de trigo en suelos adecuados, lo que determinó que hubiera pocas chacras con baja productividad (5, 6).

En la región tradicionalmente triguera del país, el evento El Niño, se vio demorado respecto a los pronósticos iniciales, lo que permitió que la zafra se desarrollara sin excesos de humedad. Esto, sumado a temperaturas favorables y buenas condiciones ambientales en general, determinaron un buen desarrollo del cultivo, buenas condiciones sanitarias y un adecuado llenado de granos. Los potenciales de rendimiento se expresaron de forma muy favorable consiguiendo un nuevo récord de productividad.

Descripción de las actividades y metodologías aplicadas:

En 2023, el grupo técnico responsable de la elaboración de la caracterización anual de calidad de trigo realizó una revisión general de los aspectos estadísticos del muestreo. Se determinó nuevamente, el número de muestras por encima del cuál no hay aporte significativo a la representatividad, por parámetro analizado, teniendo en cuenta la variabilidad registrada en todos los años desde el 2012 al 2022. De esta forma, se logró ajustar el número de muestras a analizar, sin descuidar la calidad y rigurosidad de los resultados del trabajo.

El resto del trabajo 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 314.044 toneladas. Según la información de declaraciones juradas del REOPINAGRA – MGAP al 1 de enero de 2024, el volumen almacenado en acopios era de 1.380.715 ton y el volumen correspondiente a remanentes de la zafra anterior (tomado al 1 de noviembre de 2023) era de 161.545 ton. En base a esto se estimó que el volumen de la zafra almacenada en acopios fue de 1.219.170 ton.

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

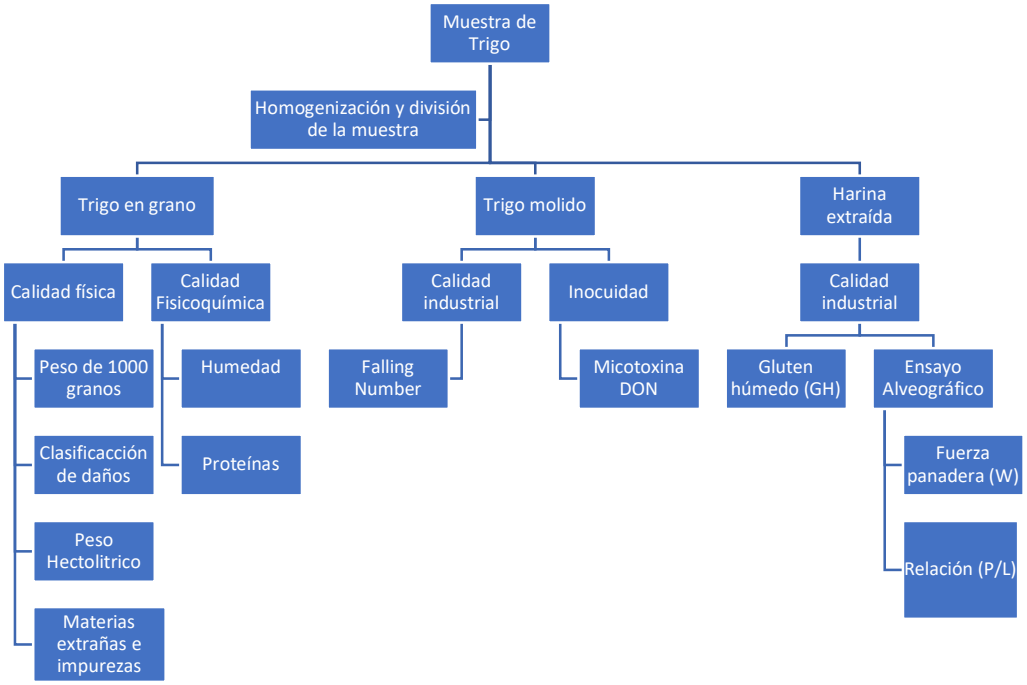


Diagrama 1: Diagrama de flujo, del tratamiento de una muestra y sus determinaciones analíticas.

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 2023-24

DETERMINACIÓN		MEDIA	INTERVALO DE CONFIANZA [1]	
			LI (95%)	LS (95%)
Peso Hectolítrico (Kg/hL)[2]		79,2	78,7	79,8
Materias extrañas e impurezas (%)[2]		0,3	0,3	0,4
Dañados por manipulación (%)[2]		0,0	0,0	0,0
Total Dañados (%)[2]		0,7	0,5	0,8
	Calcinados (%) (en este tipo de daño se incluyen los granos con Fusarium sp.)	0,2	0,1	0,3
	Verdes, brotados, helados y roídos (%)	0,5	0,4	0,6
Quebrados (%)[2]		0,2	0,2	0,2
Picados (%)[2]		0,0	0,0	0,1
DON (ppm)[2]		0,3	0,1	0,4
Falling Number (seg)[2]		305	233	376
Proteína (base 13,5%)[2]		10,5	10,3	10,6
Proteína (bs)[2]		12,2	12,0	12,4
Peso 1000 granos(g)[2]		36,4	35,0	37,8
Glúten húmedo (base 14%)[3]		24,6	24,0	25,2
Alveograma	W (x 10-4) J [3]	226	216	237
	P/L [3]	1,1	1,0	1,2

[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

Luego de la revisión periódica del trabajo, se entendió necesario introducir modificaciones en el cálculo del Intervalo de Confianza (IC) de los parámetros de calidad industrial (GH y W), que consideren el IC analítico además del de muestreo (3)

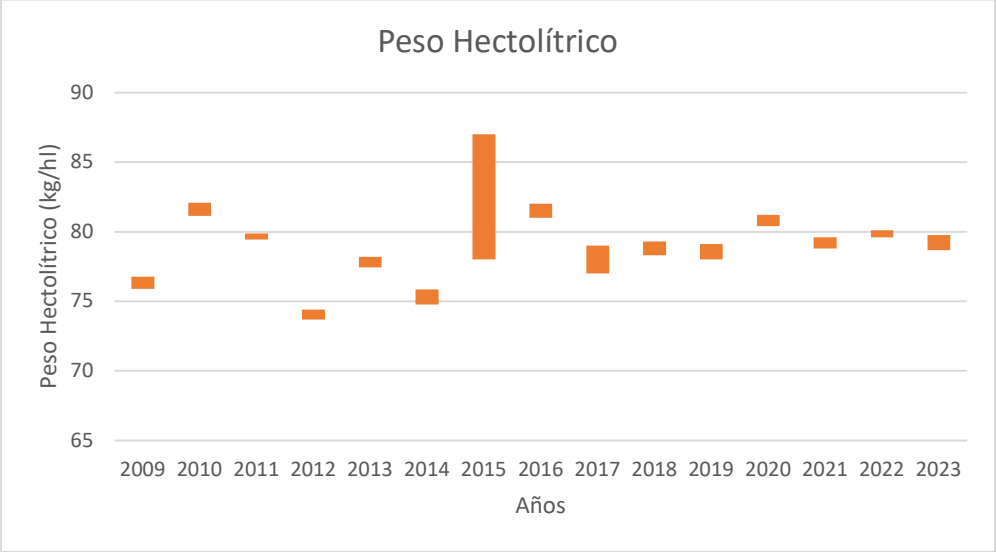
*Ver definiciones de los ítems de ensayo en ANEXO II: "PARAMETROS Y REFERENCIAS ANALÍTICAS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO" del presente informe.

1.1 Comparación interanual

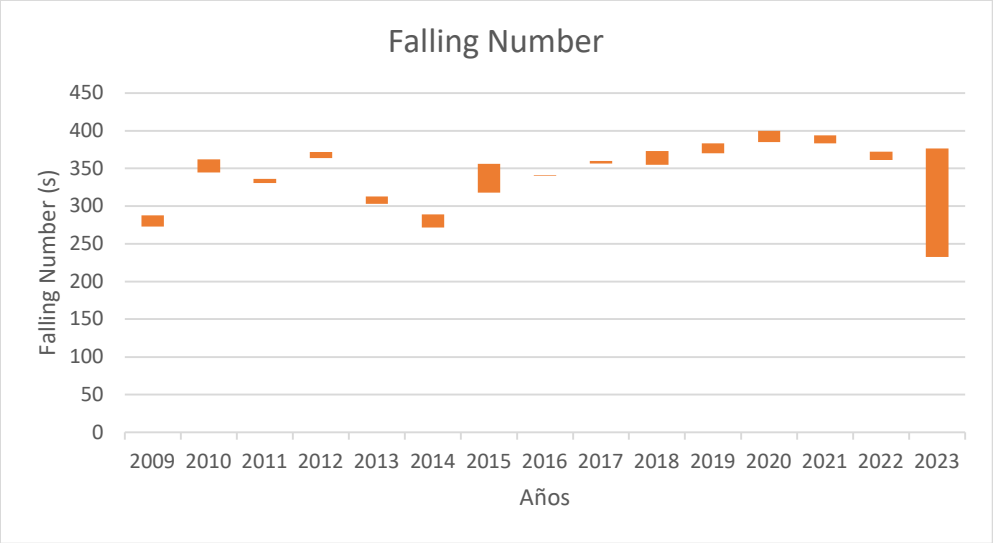
Cuadro 2. Valores promedio de los principales parámetros indicadores de calidad física, industrial e inocuidad.

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

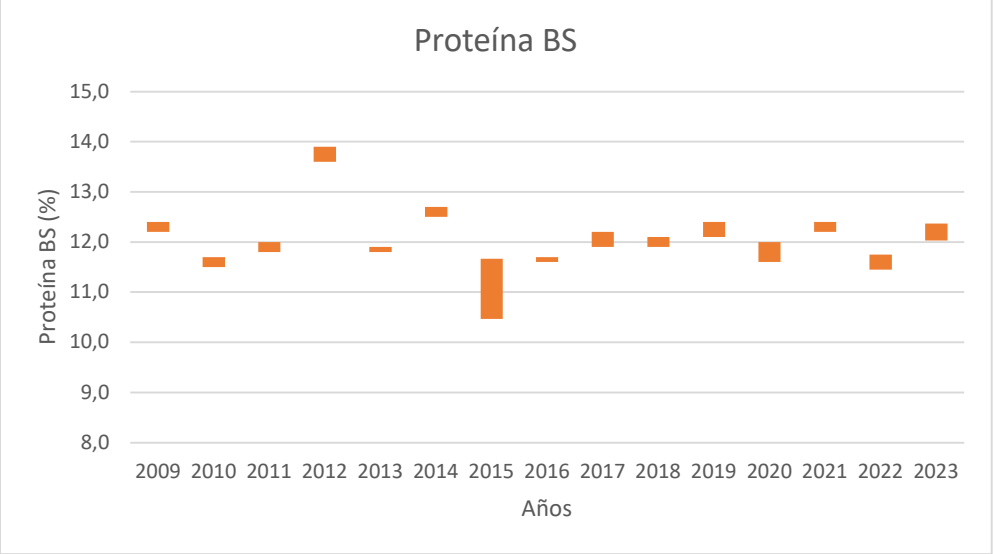
Gráfica 1. Comparación interanual 2009 - 2023 de intervalos de confianza de Peso Hectolítrico (kg/hl).



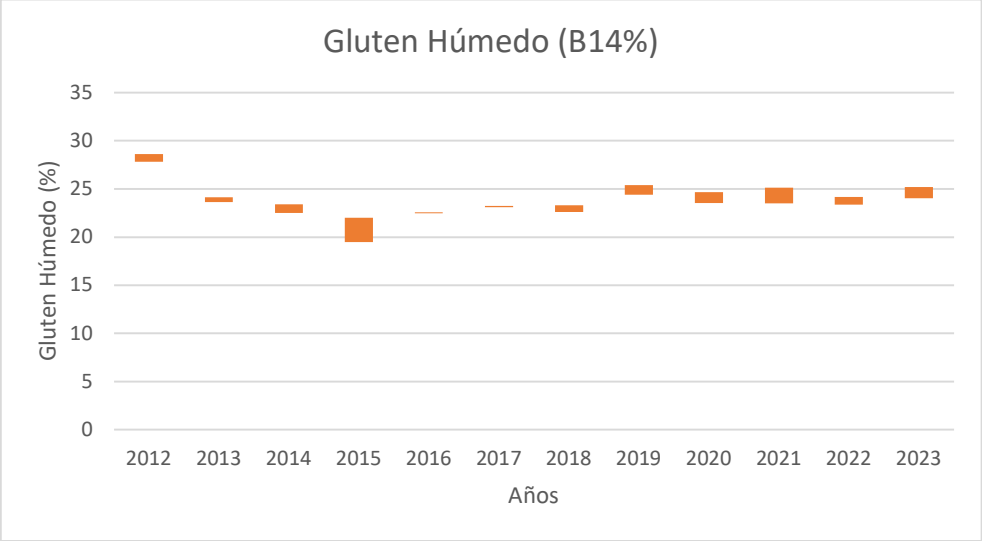
Gráfica 2. Comparación interanual 2009 - 2023 de intervalos de confianza de Falling Number (s)



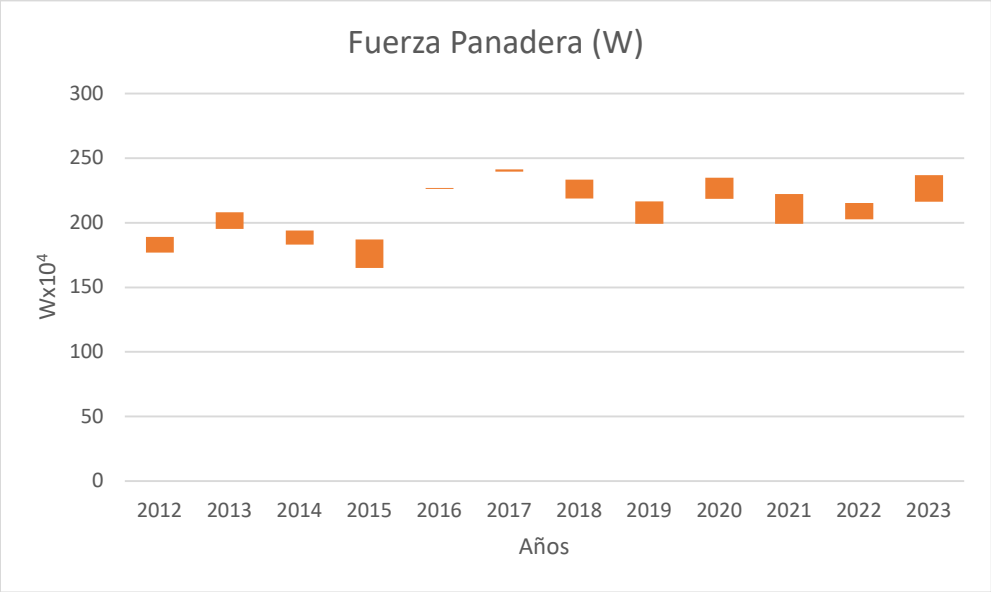
Gráfica 3. Comparación interanual 2009 - 2023 de intervalos de confianza de Proteínas en base seca (%)



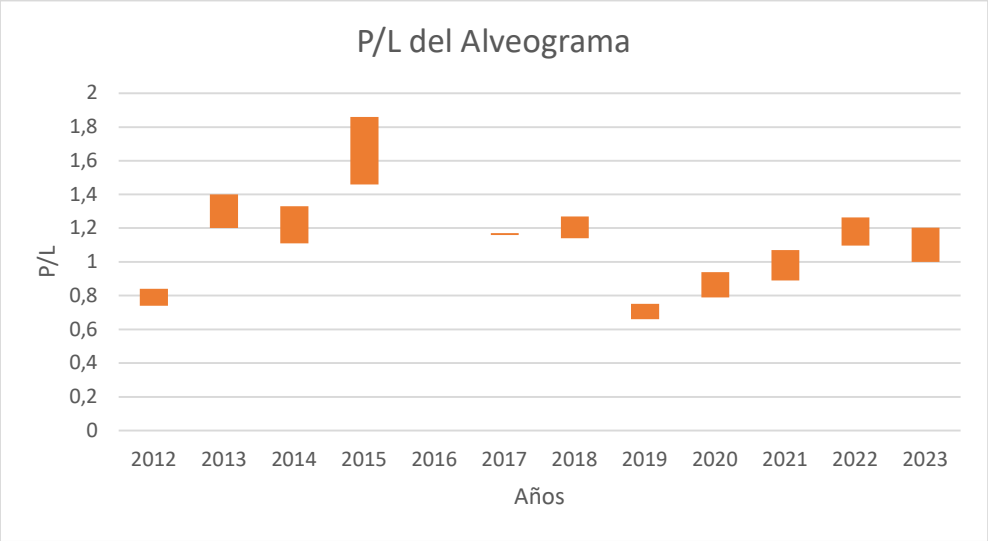
Gráfica 4. Comparación interanual 2012 - 2023 de intervalos de confianza de Gluten húmedo en base 14%



Gráfica 5. Comparación interanual 2012 - 2023 de intervalos de confianza de fuerza panadera (W)



Gráfica 6. Comparación interanual 2012 - 2023 intervalos de confianza de P/L del Alveograma.



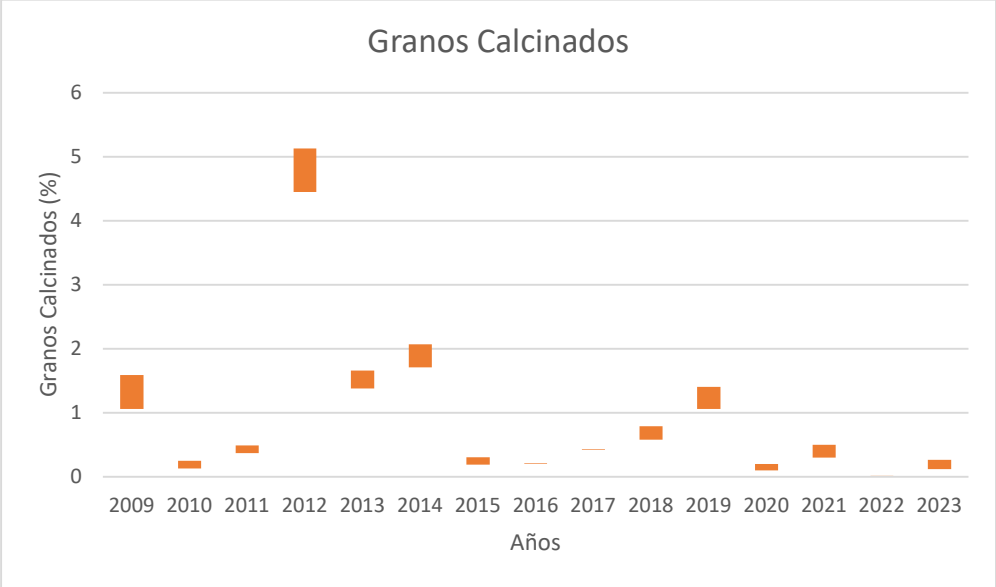
2) Inocuidad

Cuadro 3. Porcentaje de granos Calcinados (incluye los granos con *Fusarium spp*) y DON zafra 2023-2024.

Parámetro	Media	Intervalo de confianza
Granos Calcinados (%) (en este tipo de daño se incluyen los granos con *Fusarium spp.*)	0,2	0,1 - 0,3
DON (ppm)	0,3	0,1 – 0,4

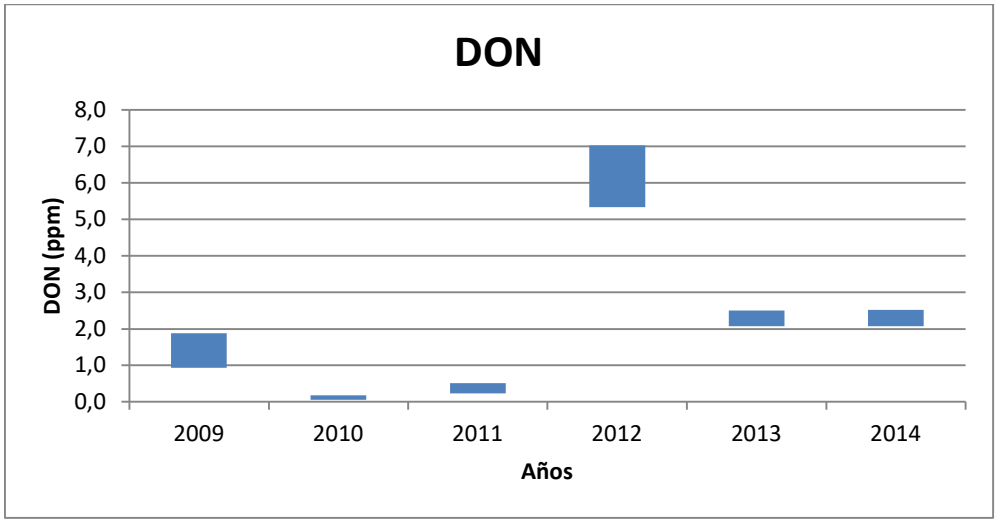
Comparación interanual

Gráfica 8. Comparación interanual 2009 - 2023 de granos calcinados (%) (incluyen granos con *Fusarium spp*).

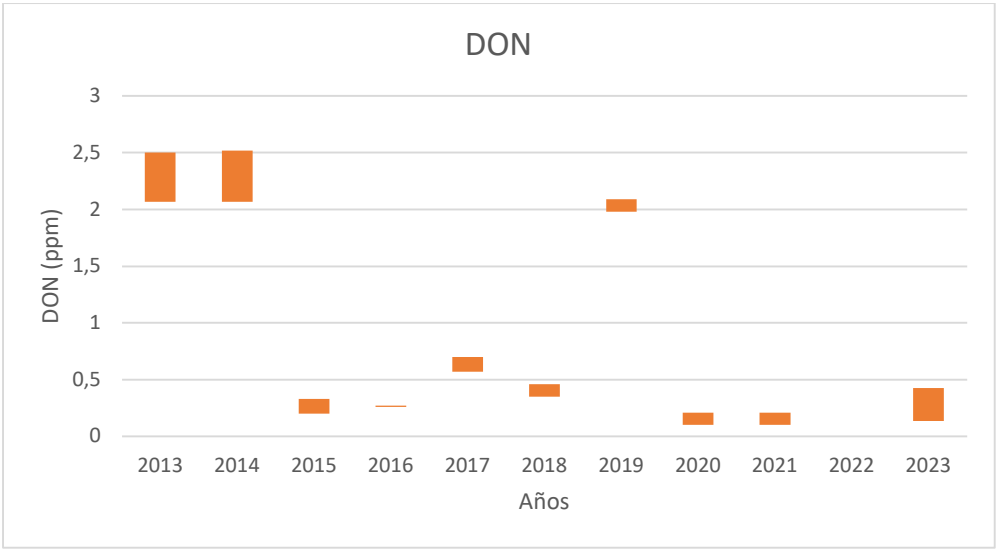


Hasta el año 2013 las determinaciones de DON se realizaban sobre muestras compuestas, con el método de HPLC. En 2013 además, se realizó DON por Elisa en el 100% de las muestras. Se estudió la correlación y se decidió cambiar la metodología, por lo que a partir de ese año se siguió utilizando el método 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 - 2023 de DON (ppm) en 100 % de las muestras analizadas por método ELISA.



Consideraciones finales

Según los resultados de la Encuesta Agrícola “Primavera 2023” de DIEA – MGAP la siembra de Trigo fue de 266.791 hectáreas, lo que equivale a un 11,6 % menos que la siembra del año anterior. Sin embargo, y a pesar de ser un año con períodos secos, la producción total de trigo fue estimada en 1.343.772 toneladas y el rendimiento medio a nivel nacional fue de 5.037 kg/ha, resultando en el máximo histórico del cultivo relevado por la DIEA.

Nuevamente, se observaron buenos valores de peso hectolítrico y peso de 1000 granos, y muy buenos en inocuidad. El valor promedio de peso hectolítrico fue de 79,2 Kg/hL.

La proteína promedio en base seca fue de 12,2 % presentando un valor mayor que el del año pasado. Este aumento es particularmente significativo en el año con mayor rendimiento histórico; el buen valor de proteína se puede deber a que, a la adecuada fertilización se le sume la mayor disponibilidad de nutrientes en los suelos debido a las condiciones de sequía recientes y los bajos rendimientos en cultivos de verano.

El Falling Number, se mantuvo en un promedio de 305 segundos durante esta zafra, lo cual indica baja actividad enzimática. Aunque hubo valores menores en la cosecha, en comparación con años anteriores, se observó que tienen correlación con las lluvias ocurridas en momentos puntuales de la cosecha. Algunos casos particulares mostraron valores de Falling Number por debajo de 220/250 segundos. Es importante considerar que este estudio se centró únicamente en el trigo recibido en los acopios, por lo que puede no incluir el trigo rechazado o almacenado en el campo, debido a bajos valores de Falling Number.

Dentro del análisis físico el daño que se identificó con mayor frecuencia fue “roído por isocas”.

El contenido de calcinados (incluye daño por Fusarium) fue muy bajo y el de Deoxinivalenol (DON) estuvo por debajo del límite de cuantificación de la técnica.

Los resultados promedios de Gluten húmedo fueron mayores al obtenido en la zafra anterior y del orden de las zafras 2019-2021.

La Fuerza panadera (W) también fue mayor a las dos zafras anteriores y la relación entre la tenacidad y elasticidad de la masa (P/L) se mantiene en los últimos 4 años dentro de los valores requeridos por la industria panadera.

En resumen, en el año de mayor rendimiento histórico, se obtuvo una cosecha de buena calidad física y panadera”.

Bibliografía

(1) MGAP – DIEA. Encuesta agrícola ¨Primavera 2023¨ https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/Comunicado_%20Agr_Prim_%202023_.pdf
(2) Boletín agroclimático INIA – GRAS. Año XVIII —Nro. 04 al 12 http://www.inia.uy/GRAS/
(3) Guía de Eurachem, Eurolab, CITAC, Nordtest y el RSC (edición española,2021).
(4) Rava C., 2023. Análisis sectorial y cadenas productivas -Trigo y derivados: situación y perspectivas. In: Anuario OPYPA 2023. MGAP. P 2 – 32.
(5) Hoffman E. Comunicación Personal, ex profesor de Fagro – Udelar y actual Director General de Unicampo Uruguay. 6 de febrero de 2024.
(6) Berger A. 2024, 9 y 10 de abril. Aprendizajes de un año récord y nuevas herramientas de decisión para asegurar el crecimiento [presentación]. Cuarta jornada Nacional de Cultivos de Invierno. https://www.youtube.com/watch?v=w3VrGbRiQLk
(7) Echeverría J. 2024, 9 y 10 de abril. Cultivos de Invierno: ¿estamos en un nuevo escalón productivo? [presentación]. Cuarta jornada Nacional de Cultivos de Invierno. https://www.youtube.com/watch?v=zhlkR_41Z3E

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
AGROACOPIO
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 dm^2, 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 Retsch ZM200 malla 0,5 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.

ANEXO III

Gráfica 11. Rrendimiento de trigo obtenido a partir de datos oficiales de MGAP- DIEA y Proteína (BS) de la presente caracterización de calidad.

