

# INFORME DE CALIDAD E INOCUIDAD DE TRIGO URUGUAYO

- INFORME DE CALIDAD E INOCUIDAD DE TRIGO URUGUAYO - ZAFRA 2019/2020

ZAFRA 2019/2020



---

# Informe de calidad e inocuidad de Trigo Uruguayo

ZAFRA 2019/2020

---

## CARACTERIZACION EN CALIDAD DE LA ZAFRA DE TRIGO 2019/2020

Avellaneda Jorge (MGAP), Ayrala Damián (MGAP), Cadenazzi Mónica (FAGRO), Cea Jacqueline (LATU), Fagundez Patricia (MGAP), Godiño Marcela (Mesa Nacional de Trigo), Moriyama Chiemi (LATU), Rovetta Nicolás (MGAP), Suburú Gabriela (LATU), Tresso Giancarla (LATU), Cordova Daniela (LATU), Tihista Hugo (CIPU), de Aurrecochea Inés (MGAP), Vázquez Daniel (INIA).

### Introducción

El siguiente trabajo es una caracterización de la zafra de trigo 2019-2020, iniciativa del MGAP-DGSA que cuenta con la colaboración de la Mesa Nacional de Trigo. La intención es caracterizar anualmente la zafra de trigo y generar datos históricos, para conocer qué trigos producimos e identificar tendencias de cambio en nuestra producción a través del tiempo.

Según la Encuesta Agrícola “Primavera 2019” elaborada por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del MGAP (DIEA), la superficie sembrada con trigo fue estimada en 237 mil hectáreas, casi un 20 % más que la siembra del año anterior. La producción total de trigo fue estimada en 776 mil toneladas (un 6,9 % más que en 2018) y el rendimiento medio a nivel nacional fue de 3.269 kg/ha sembrada (10,9 % inferior a la zafra anterior).

El año se caracterizó por condiciones climáticas con precipitaciones igual o por debajo del promedio histórico, exceptuando los meses de junio y octubre donde las precipitaciones superaron el promedio histórico. La abundancia de precipitaciones retrasó las siembras tempranas. Recién se empezó a sembrar a fines de mayo principio de junio. En la mitad del mes de junio, cuando se llevaba sembrado aproximadamente un 50% del área, volvieron a prevalecer abundantes precipitaciones que obligaron a los productores a suspender las actividades de siembra. Estas lluvias fueron particularmente copiosas en el norte del país. Prácticamente un 50% del área fue sembrada de forma tardía. A pesar de estas precipitaciones los trigos plantados más temprano lograron buen desarrollo y poblaciones adecuadas. Durante el período vegetativo se dio falta de agua al sur del río Negro y excesos al norte, lo que favoreció la ocurrencia de algunos episodios sanitarios (especialmente roya estriada, roya de la hoja y algunas bacteriosis), no obstante, las aplicaciones se fueron realizando y los cultivos venían en buenas condiciones. En los primeros días de octubre las lluvias se volvieron a presentar en todo el país. Las condiciones predisponentes a la Fusariosis de la espiga durante floración-llenado de grano favorecieron la infección y posterior desarrollo de la enfermedad, en algunas zonas y estuvieron asociados a ventanas específicas de condiciones favorables durante octubre y noviembre. Los eventos acompañaron principalmente infecciones tardías (durante llenado de grano, en diferentes etapas) y fueron variables según las localidades y estados fenológicos de los cultivos. En general, se registraron mayores incidencias y severidades en las siembras más tempranas al norte del Río Negro. La cosecha se dio con buenas condiciones climáticas, pero con alta disparidad en los resultados. En general, las chacras más al sur del país lograron buenos rendimientos y calidad aceptable y en las chacras al norte la disparidad de resultados fue muy alta, encontrándose chacras desde 2000 kg/ha

hasta 4800 kg/ha y entre 70 y 80 de peso hectolítrico. Afortunadamente en los últimos años se ha producido una maduración del sistema de acopio que permitió segregar el trigo afectado y darle uso forrajero a una buena parte del trigo afectado.

### **Metodología**

Tomando en cuenta las zafas anteriores, se realizó un análisis estadístico que permitió conocer cuál es el número de muestras por encima del cuál no hay aporte significativo a la representatividad, por parámetro analizado. Así se determinó el número de muestras que permite realizar estimaciones confiables de la calidad de la zafra.

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, representativas cada 5.000 toneladas, 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.

Luego de seleccionar las muestras que cumplieran con todas las condiciones necesarias se trabajó con un total de 91 que representaban 424.552 toneladas. Según la información de Declaraciones juradas del REOPINAGRA – MGAP al 1 de enero de 2020, el volumen almacenado en acopios era de 621.814 ton y el volumen correspondiente a remanentes de la zafra anterior (tomado al 1 de noviembre de 2019) era de 78.738 ton. En base a esto se estimó que el volumen de la zafra almacenada en acopios fue de 543.076 ton.

A estas muestras se les determinó: calidad física y comercial, calidad industrial y panadera e inocuidad.

Para determinar calidad física se realizaron las determinaciones analíticas según la Norma Nacional de Trigo Decreto 25/998 y se determinó peso de 1000 granos y porcentaje de granos dañados por *Fusarium*.

Con datos de zafas anteriores se ponderó por departamento de acopio y se seleccionaron al azar los acopios a los que se solicitaron las muestras representativas.

En base a esto se definieron tres zonas a nivel país que son:

Zona 1: Salto, Paysandú, Tacuarembó, Durazno, Flores.

Zona 2: Colonia, Soriano, Rio Negro.

Zona 3: Canelones, Montevideo, San José, Rocha.

Para la determinación de calidad industrial se analizó el 100 por ciento de las muestras tomadas en acopio.

Para determinar calidad industrial se analizó en grano:

- Falling Number
- Proteínas
- Cenizas

En harina obtenida de esos trigos se analizó:

- Gluten húmedo
- Alveograma
  - o Fuerza panadera (W)
  - o Equilibrio tenacidad-extensibilidad (P/L)
- Farinograma
  - o Absorción
  - o Estabilidad
- Color (Minolta Lab)
  - L\*

Para determinar inocuidad se analizó en el grano:

- Micotoxina DON por método de ELISA.

**Resultados**

**1) Calidad física e industrial**

**Cuadro 1.** Calidad física e industrial de la zafra 2019-20

Variable	MEDIA	INTERVALO DE CONFIANZA*	
		LI(95%)	LS(95%)
Peso Hectolítrico (kg/hL)	78,6	78,0	79,1
Materia Extraña (%)	0,65	0,58	0,72
Dañados (%)	0,15	0,12	0,19
Fusarium (%)	1,24	1,06	1,41
DON (ppm)	2,34	1,98	2,69
Quebrados (%)	0,62	0,56	0,69
Picados (%)	0,02	0,00	0,06
Falling Number (seg)	377	370	383
Proteína en base a humedad de 13,5 % (%)	10,8	10,7	10,9
Proteína en base seca (%)	12,3	12,1	12,4
Peso 1000 granos (g)	30,8	30,3	31,3
Gluten Húmedo en base 14% (%)	24,9	24,4	25,4
Alveograma - P/L	0,70	0,66	0,75
Alveograma -W x10 <sup>-4</sup> J	207	199	217

\*Rango de valores en el cual se encuentra el verdadero valor del parámetro (media), con un nivel de confianza de 95%. Intervalos de confianza por bootstrap b= 500

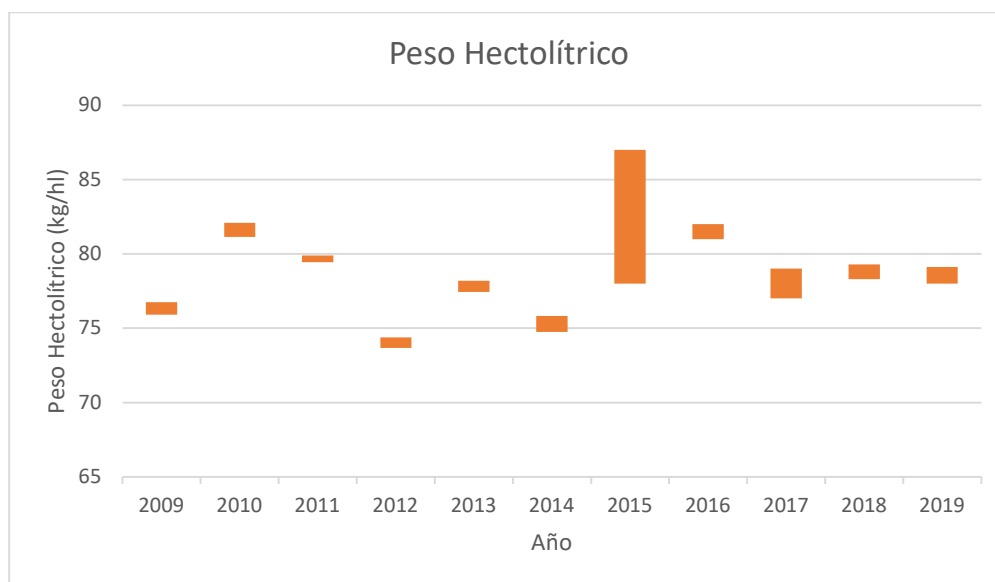
**Comparación interanual**

Dados los diez años consecutivos de realización del trabajo podemos ver valores interanuales comparativos.

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

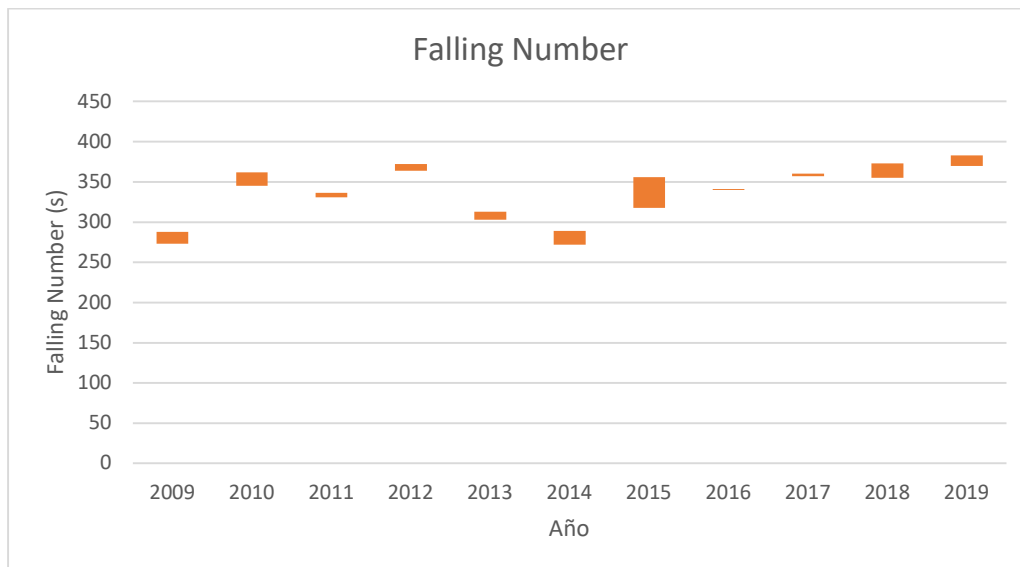
Año	PH	FN	P BS	GH	W	P/L	Fusarium	DON
2009	76,4	279	12,3				1,33	1,34
2010	81,5	353	11,6				0,19	0,12
2011	79,7	334	11,9				0,43	0,34
2012	74,1	368	13,8	28,2	183	0,8	4,79	6,2
2013	77,8	308	11,9	23,9	201	1,3	1,52	2,28
2014	75,3	281	12,6	22,9	188	1,2	1,89	2,29
2015	82,0	338	11,0	20,7	176	1,7	0,25	0,26
2016	82,0	341	11,7	22,5	227	1,3	0,21	0,27
2017	78,0	358	12	23,2	240	1,2	0,42	0,58
2018	78,8	364	12	22,9	226	1,2	0,69	0,4
2019	78,6	377	12,3	24,9	207	0,7	1,24	2,34

**Figura 1.** Comparación interanual 2009 - 2019 de intervalos de confianza de Peso Hectolítrico (kg/hL).

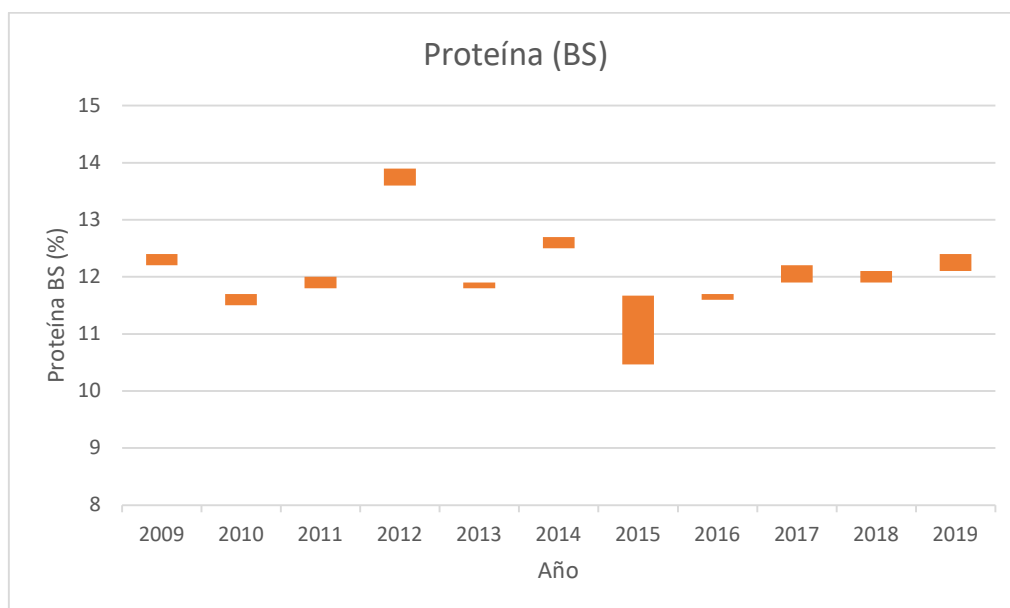




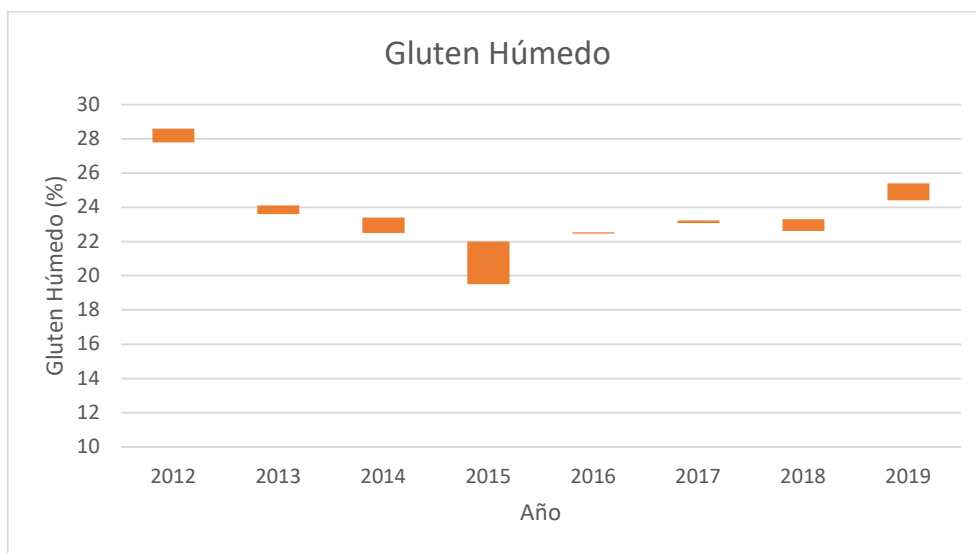
**Figura 2.** Comparación interanual 2009 - 2019 de intervalos de confianza de Falling Number (s)



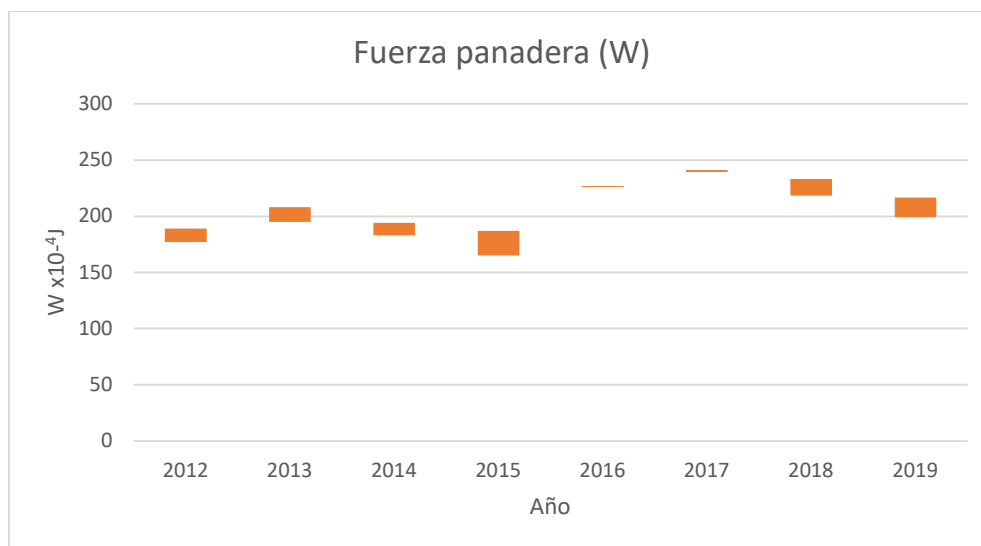
**Figura 3.** Comparación interanual 2009 - 2019 de intervalos de confianza de Proteínas en base seca (%)



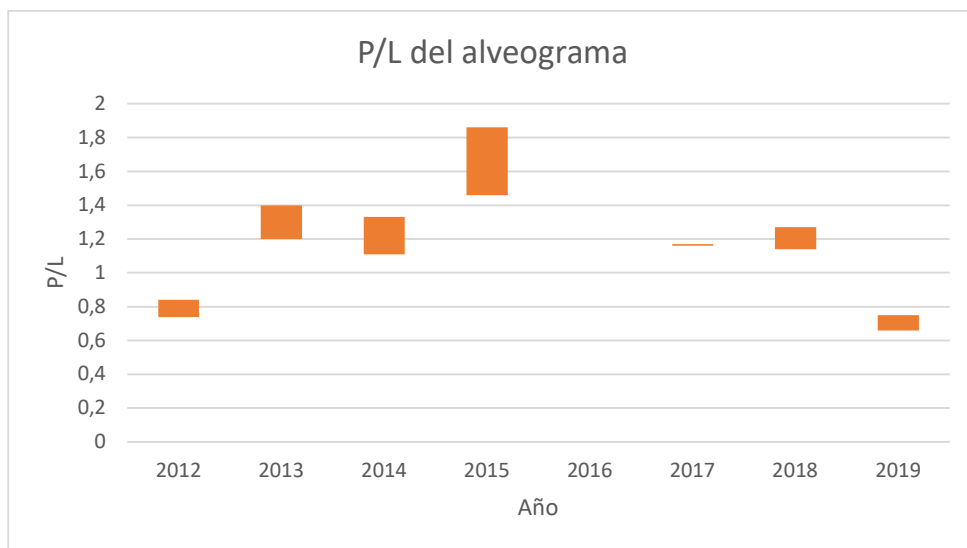
**Figura 4.** Comparación interanual 2012 - 2019 de intervalos de confianza de Gluten húmedo en base 14%



**Figura 5.** Comparación interanual 2012 - 2019 de intervalos de confianza de fuerza panadera (W)



**Figura 6.** Comparación interanual 2012 - 2019 intervalos de confianza de P/L del alveograma



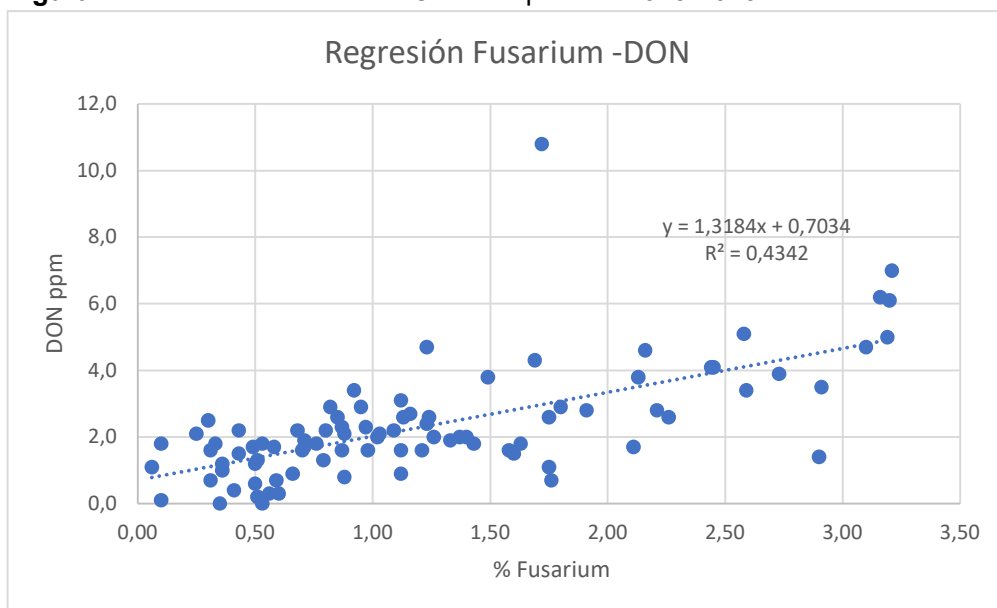
## 2) Inocuidad

**Cuadro 3.** Contenidos de Fusarium y DON

Parámetro	Media	Intervalo de confianza
Fusarium (%)	1,24	1,06 – 1,41
DON (ppm)	2,34	1,98 – 2,69

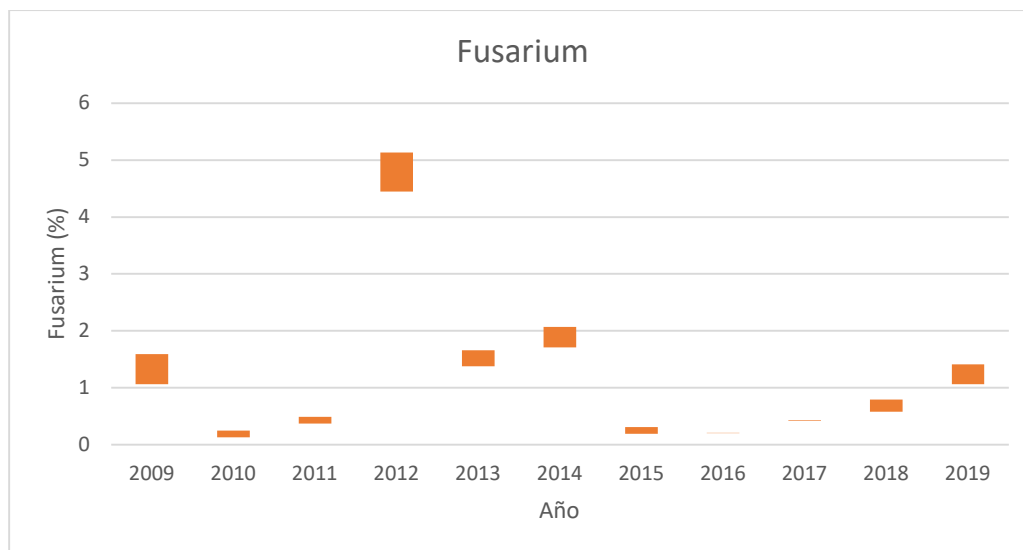
La relación entre Fusarium y DON en la zafra ha sido significativa pero relativamente baja.

**Figura 7.** Relación Fusarium – DON en el período 2013-2019.



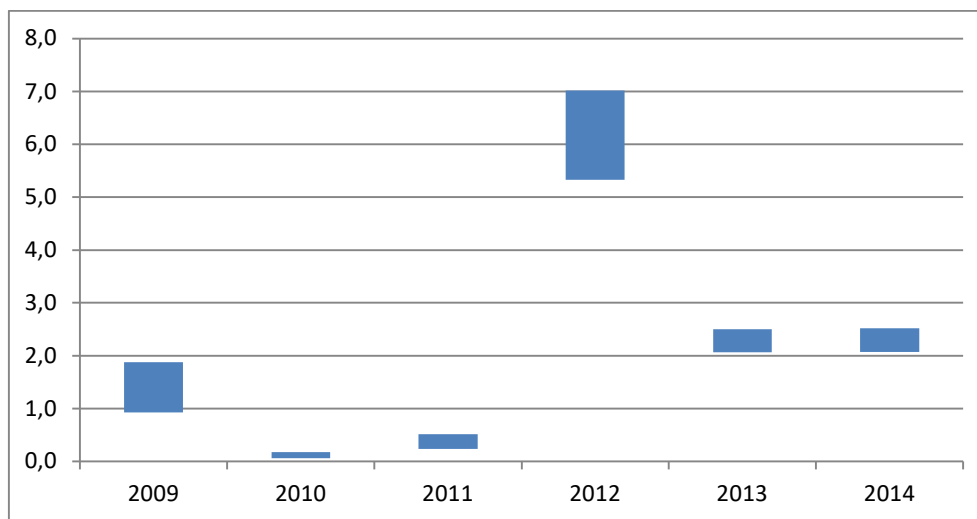
### Comparación interanual

**Figura 8.** Comparación interanual 2009 - 2019 de Fusarium (%).

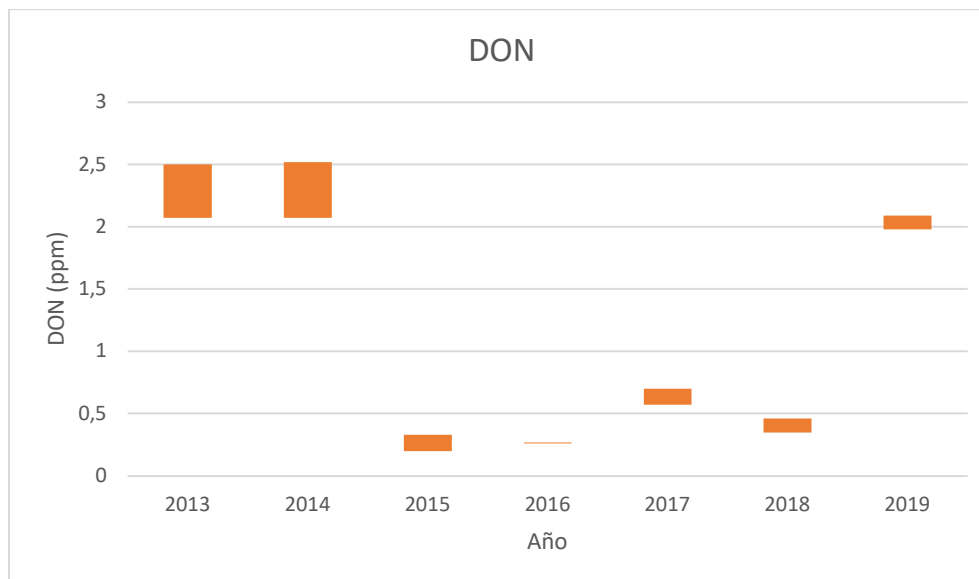


Hasta el año 2013 las determinaciones de DON se realizaban sobre muestras compuestas, con el método de HPLC. En 2013 además, se realizó DON por Elisa en el 100% de las muestras. Se estudió la correlación y se decidió cambiar la metodología, por lo que a partir de ese año se seguirá utilizando el método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

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



**Figura 10.** Comparación interanual 2013 - 2019 de DON (ppm) en 100 % de las muestras analizadas por método ELISA.



### **Consideraciones finales**

La zafra 2019/20 se caracterizó por un rendimiento inferior al de la zafra pasada, con un peso hectolítrico aceptable muy similar a la media de los últimos 10 años.

La proteína tuvo un nivel bueno de acuerdo con lo que la industria requiere al igual que los valores de Gluten Húmedo. En el caso del ensayo alveográfico, los valores promedio de W fueron de 207 y el P/L de 0,70. Si bien el W es un valor aceptable, se esperaría un valor mayor para el valor de proteína observado, esta disminución del nivel de W se puede explicar por el daño por *Fusarium*, ya que dicho hongo genera enzimas que dañan la estructura de la masa. En lotes segregados que no tengan alto daño por *Fusarium*, se esperaría que la proteína baje algo, pero que el W aumente significativamente.

La zafra no presentó problemas de Falling Number. El nivel de daño por *Fusarium* muestra valores considerables en algunos lotes; los niveles de deoxinivalenol (DON) estuvieron levemente por encima de lo que se considera aceptable para llegar en molino a una harina que cumpla con las normativas del decreto 533/001, donde se establece como límite máximo para la toxina (DON) 1 mg/kg (1 ppm) en harina, subproductos del trigo y alimentos elaborados en base a trigo. Sin embargo, la logística de las empresas ha mejorado en los últimos años, y se han adquirido test que han permitido segregar de mejor forma y por tanto manejar el trigo para consumo de una forma más eficiente. Por otra parte, una proporción bastante considerable del trigo se ha destinado para consumo animal en los últimos años. Teniendo en cuenta estas consideraciones, los problemas relacionados a este factor deberían ser manejables en esta zafra.

**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 a 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.

#### GANOS DAÑADOS (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 CON FUSARIUM (Decreto 25/998)

Son aquellos granos que presentan una coloración blanquecina y que se desmenuzan cuando se hace una leve presión sobre el mismo.

#### 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<sup>2</sup>, 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** (Decreto 25/998)

Es el contenido de agua expresado en porcentaje al décimo. Se realiza una molienda previa, se seca a una temperatura de 130° +/- 3° C a presión normal, con estufa de circulación forzada de aire durante una hora.

**MOLIENDA** (Método AACC 26-50)

Se acondiciona el grano durante 16 horas a una humedad de 15,5% y se muele en un molino Brabender Quadrumat Junior.

**PESO DE 1000 GRANOS**

La determinación se realiza mediante el conteo de granos, y posterior pesado. 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 o NIRS) calibrado con el método Kjeldahl como método patrón. La proteína se expresa como porcentaje de la muestra (%) en base seca y en base de humedad 13.5 %.

**GLUTEN** (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 taponada de cloruro de sodio. Se separa el gluten húmedo, por lavado de la masa con solución taponada 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 (%).

**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.

### **CENIZAS (AACC 08-01)**

Se determinan por incineración a 600 +/- 25° C, hasta peso constante o sea hasta que toda la materia orgánica (almidón, proteínas, azúcares, etc) se quema y queda un remanente formado por los componentes minerales. Se calcula en % sobre grano base seca.

### **COLOR**

El color se mide con el Colorímetro Minolta que es un método de lectura directa que da el resultado en diversas fajas de colores en el sistema L\*a\*b.

L: luminosidad, mide la intensidad y varía de 0 a 100. Cuanto más próximo el valor a 100, más blanca es la harina.

### **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 la misma. 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.

### **FARINOGRAMA (UNIT 5530)**

El farinógrafo mide las propiedades dinámicas de la masa a través de la resistencia que ésta le opone al amasado mecánico en condiciones controladas. Del farinograma se extrae la siguiente información:

**ABSORCION** – porcentaje de agua que absorbe la harina hasta alcanzar una determinada consistencia (depende de la cantidad y calidad de gluten, del

contenido de pentosanos y la dureza de endospermo, y se relaciona con la cantidad de pan a obtener por kg de harina).

ESTABILIDAD - Tiempo en minutos durante los cuales la masa mantiene la máxima consistencia. Es la tolerancia al amasado.