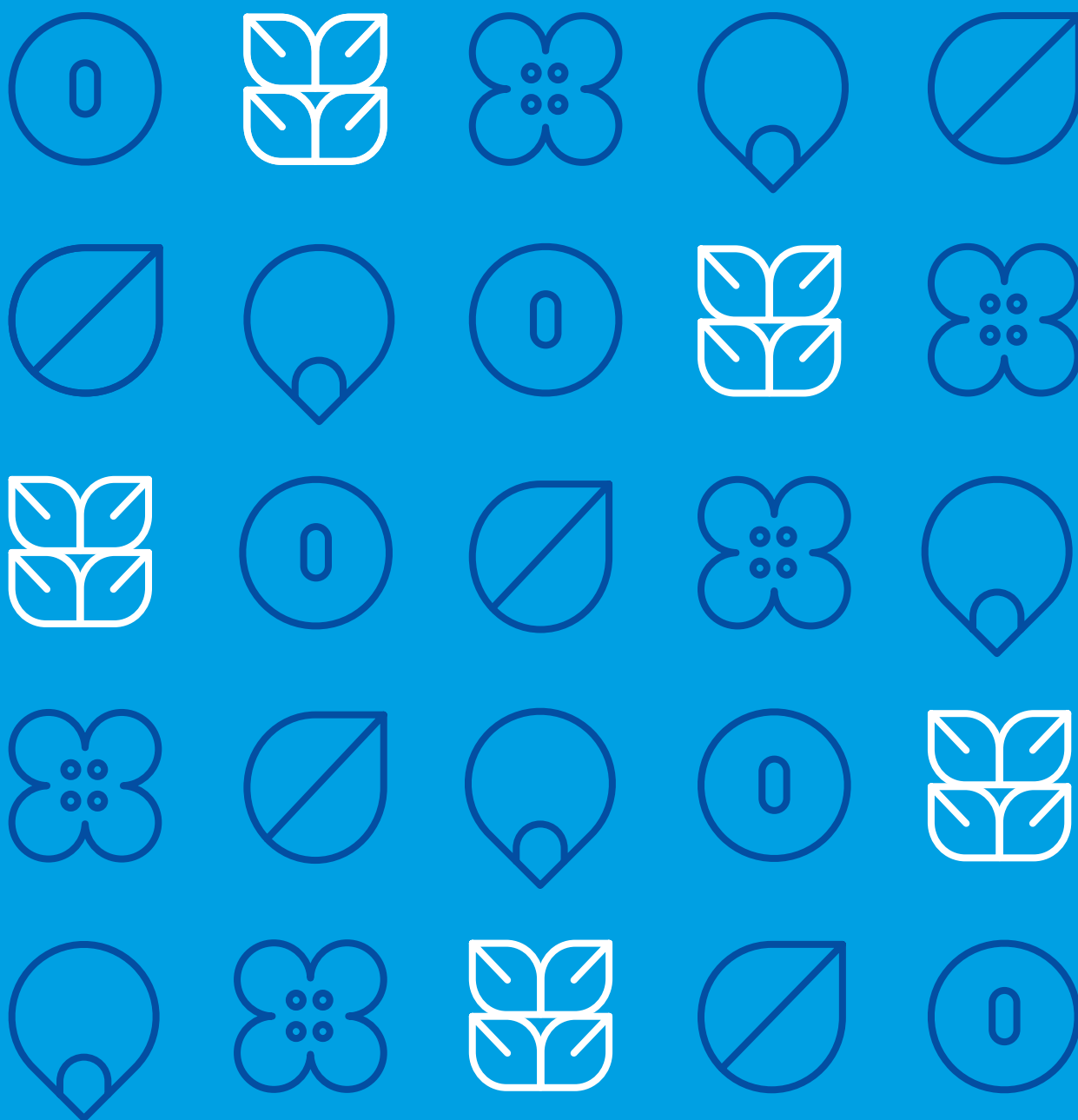




MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS
DE LABORATORIO DE GRANOS

MÓDULO TRIGO



MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS
DE LABORATORIO DE GRANOS
MÓDULO TRIGO

Daniela Córdova, Carina di Candia,
Silvana Pérez, Verónica Skerl, Gabriela Suburú

Laboratorio Tecnológico del Uruguay

Montevideo

Uruguay

2026



Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica; Suburú, Gabriela, 2026. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos. Módulo trigo*. Montevideo: LATU.

ISBN digital: 978-9915-9842-4-7

CALIDAD / GESTIÓN DE PROCESOS / GRANOS / LABORATORIOS DE ANÁLISIS / MÉTODOS ANALÍTICOS

Dewey 664.07

Autoras:

Daniela Córdova, Carina di Candia, Silvana Pérez, Verónica Skerl y Gabriela Suburú

Comité técnico revisor:

Asociación de Comerciantes de Granos: Juan Battó, Matías Cúneo, Dahiana Fraga, Silvina Gallo, Isabel Guigou, Inés Monnet y Victoria Ottasso

Cámara de Surveyors del Uruguay: Alfonso Nopitsch

Mesa Tecnológica de Oleaginosos del Uruguay: Inés Carrocio, Silvina Ferrari, Jélica Ferreira, Marcela Saibene y Daniel Vázquez

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca: Florencia Aizcorbe, César Durán y Patricia Fagúndez

Comité de dirección:

Asociación de Comerciantes de Granos: Victoria Carballo, Néstor Figueiras, Santiago Morelli, Nicolás Pera, Ignacio Pérez y Claudio Princisgh

Laboratorio Tecnológico del Uruguay: Mariela De Giuda, Carina di Candia y Gabriela Suburú

Mesa Tecnológica de Oleaginosos del Uruguay: Roberto Verdera

Revisión de formato y elaboración de página de legales: Lorena Fiori

Corrección de estilo: Leticia Ogues Carusso

Diseño editorial: Nicolás Capricho Marocci

Laboratorio Tecnológico del Uruguay

Montevideo, 2026

Algunos derechos reservados. Se permite descargar, compartir, remezclar, retocar y crear a partir de esta obra siempre que se cite la fuente y la información no se utilice con fines comerciales. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



Tabla de contenido

1. Generalidades	5
2. Elementos a considerar	6
2.1 Métodos analíticos	6
2.2 Conocimiento de los ítems de ensayo	6
2.3 Competencias técnicas	6
2.4 Representatividad de la muestra de ensayo	6
2.5 Confirmación metrológica del equipamiento	6
2.6 Estudios de confiabilidad del resultado analítico	7
2.7 Emisión de resultados	8
3. Procedimientos de análisis	8
3.1 Determinación de humedad en trigo por método gravimétrico (método de referencia GAFTA)	9
3.2 Determinación del contenido de proteína en trigo por Kjeldahl (método de referencia GAFTA)	15
3.3 Determinación de peso hectolítrico en trigo	22
3.4 Determinación de calidad física en trigo (Decreto 25/998, Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998)	26
3.5 Determinación de calidad física en trigo (Norma XX Trigo Pan, Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004)	32
Referencias bibliográficas	38



1. Generalidades

Esta publicación forma parte de una serie de manuales de buenas prácticas de laboratorio de granos, que hasta el momento incluye una publicación general, un módulo de soja, un módulo de colza y este módulo de trigo. La colección puede consultarse en el catálogo de la biblioteca del Centro de Información Técnica del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU).

El objetivo de estos documentos es proporcionar herramientas para asegurar la confiabilidad de los resultados analíticos generados por los laboratorios de la cadena agroindustrial. Dado que la calidad y las características de los granos determinan su valor comercial, es necesario acordar entre las partes la metodología a utilizar en los ensayos, ya que los resultados dependen del método analítico que se utilice.

Para el caso del trigo, las transacciones comerciales en Uruguay se realizan según el Decreto 25/998: *Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan*, del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998).

Existen diferentes normas para la determinación de humedad y proteína en trigo. En este módulo se hace referencia a las establecidas por la Grain and Feed Trade Association (GAFTA), una asociación comercial internacional que regula el comercio de cereales a escala mundial. Actúa en nombre de sus miembros, ofreciendo contratos estándar reconocidos internacionalmente y servicios de apoyo que constituyen la base para un comercio global eficiente, justo y transparente. Además, certifica laboratorios y empresas como *approved analysts* y *approved superintendents*, asegurando la competencia técnica y la fiabilidad de los servicios vinculados al comercio internacional.

Las normas de referencia citadas en este módulo para realizar los ensayos de humedad, proteína, peso hectolítrico y calidad física en trigo son:

- *ISO 712-1: Cereals and cereals products. Determination of moisture content. Reference method* (International Organization for Standardization, 2024) (método GAFTA para determinar el contenido de humedad).
- *ISO 20483: Cereals and pulses. Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content. Kjeldahl method* (International Organization for Standardization, 2013) (método GAFTA para determinar el contenido de proteína).
- *ISO 7971-3: Cereals - Determination of bulk density, called mass per hectolitre* (International Organization for Standardization, 2019) y Decreto 25/998: *Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan o trigo para panificación* (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998), para determinar el peso hectolítrico.
- *Decreto 25/998: Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan* (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998) y *Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan. Norma XX Trigo Pan* (Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004), para determinar la calidad física.

2. Elementos a considerar

2.1 Métodos analíticos

Definir previamente las metodologías a utilizar.

2.2 Conocimiento de los ítems de ensayo

Conocimiento de los ítems de ensayo que describen la calidad fisicoquímica de trigo, vinculados al conocimiento de la matriz, los procesos y las definiciones de cada uno de ellos.

2.3 Competencias técnicas

El laboratorio debe asegurarse de que el personal tiene las competencias para realizar las determinaciones y evaluar la importancia de las desviaciones obtenidas, así como también realizar el seguimiento de sus competencias.

Para ampliar información sobre este tema, remitimos al capítulo 3, “Requisitos relativos al personal”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* (Córdova et al., 2025).

2.4 Representatividad de la muestra ensayo

Al momento de llevar adelante una medición analítica, una etapa crítica es asegurar la representatividad de la muestra de ensayo. Una muestra es representativa del lote cuando los análisis de calidad brindan resultados equivalentes a la calidad del lote del cual ha sido tomada.

La extracción de muestras representativas en las operaciones de recibo o en cualquiera de las etapas de comercialización presenta particular importancia, por cuanto los resultados de los análisis de calidad y la posterior liquidación del lote entregado dependen necesariamente de la forma en que las muestras sean obtenidas.

Independientemente del cuidado que se tenga al efectuar el análisis de la muestra, este no reflejará la calidad del lote entregado si la muestra no ha sido extraída en la forma apropiada. Por ello se deben aplicar los procedimientos operativos establecidos en la normativa vigente. Se detallan a continuación los documentos aprobados por la resolución del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) 388/024 (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, 2024), que proporcionan instrucciones específicas para este proceso:

- Procedimiento operativo para la extracción de la muestra representativa de las partidas de granos (anexo I).
- Instructivo para el uso y control de los divisores de muestra (anexo II).
- Instructivo para la obtención de muestras de arbitraje (anexo III).
- Instructivo de obligaciones de los acopios y transportistas ante la toma de muestras (anexo IV).



2.5 Confirmación metrológica del equipamiento

Otro aspecto fundamental al momento de lograr mediciones confiables y comparables entre diferentes laboratorios es contar con equipamiento e instrumentos calificados, calibrados o verificados periódicamente, de manera de demostrar que pueden ser utilizados para el fin previsto. Para ello los principales controles a realizar en los diferentes equipos son:

- **Balanza:** Disponer de balanza analítica con calibración vigente y con verificación de sensibilidad antes del ensayo.
- **Estufa:** Disponer de una estufa con calificación de desempeño que asegure el cumplimiento de los requisitos técnicos de los métodos.
- **Medidores rápidos:** Disponer de equipos de medición rápida con curvas de calibración verificadas y controles rutinarios según las recomendaciones del fabricante.
- **Balanza Schopper para peso hectolítrico:** verificación del volumen del cilindro contenedor de muestra.

Para ampliar información sobre este tema, remitimos al capítulo 4, “Requisitos relativos al equipamiento”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* (Córdova et al., 2025).

2.6 Estudios de confiabilidad del resultado analítico

Es necesario someter el método a estudios de manera de demostrar su confiabilidad en emitir resultados exactos y reproducibles. Estos estudios se conocen como validación/confirmación del método analítico.

Un parámetro crítico a verificar es la exactitud del método, determinada por una combinación de estudios de precisión y veracidad y su concordancia con los valores típicos indicados en la norma de ensayo. Este parámetro de validación indica de forma cualitativa una medida de los errores aleatorios y sistemáticos del método de ensayo específicos del laboratorio que los está realizando.

Una vez validado/confirmado el método de ensayo se recomienda implementar y mantener un sistema de control de calidad interno y externo bajo control coherente con el fin previsto.

Para ampliar información sobre este tema, remitimos al capítulo 8, “Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* (Córdova et al., 2025).

2.7 Emisión de resultados

Los resultados se expresan en porcentaje (g/100g) y deben ser asentados en los certificados correspondientes al décimo.

Para ampliar información sobre este tema, remitimos al capítulo 6, “Métodos analíticos”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* (Córdova et al., 2025).

3. Procedimiento de análisis

A continuación, se describen los métodos analíticos de los ensayos a implementar por los laboratorios de granos que realicen análisis de trigo, según los siguientes métodos de referencia:

Métodos de referencia GAFTA:

- **Humedad:** *ISO 712-1. Cereals and cereals products. Determination of moisture content.* Este es un método gravimétrico, más comúnmente conocido como “método por estufa”, y en el que el principio consiste en deshidratar una porción de muestra a una temperatura de (130-133) °C durante 120 minutos (International Organization for Standardization, 2024).
- **Proteína:** *ISO 20483. Cereals and pulses - Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content. Kjeldahl method.* Este es un método que se basa en la digestión de una porción de muestra con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. Los productos de la reacción se llevan a medio básico y se destilan. El amoníaco liberado se recoge en una disolución de ácido bórico, que se valora con una solución de ácido sulfúrico para determinar el contenido de nitrógeno y calcular el contenido de proteína cruda (International Organization for Standardization, 2013).

Otros métodos:

- **Peso hectolítrico:** *ISO 7971-3. Cereals - Determination of bulk density, called mass per hectolitre* (International Organization for Standardization, 2019) y *Decreto 25/998. Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan o trigo para panificación* (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998). Este es un método en el cual se determina la relación entre la masa de granos de una muestra y el volumen de un hectolitro.
- **Calidad física:**
 - *Decreto 25/998. Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan* (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998).
 - *Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan. Norma XX Trigo Pan* (Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004).



Estos métodos se basan en la identificación, la clasificación y la cuantificación de granos con daños o defectos y de materias extrañas e impurezas presentes en la muestra de trigo.

Sugerimos verificar periódicamente la actualización de estas normas para asegurarse de utilizar la última versión disponible.

La aplicación de estos métodos permitirá asegurar, unificar y estandarizar una sistemática en la operativa de los laboratorios de la cadena de trigo.

- Acceder al [Decreto 25/998](#) (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998).
- Acceder a la [Norma XX Trigo Pan](#) (Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004).

3.1 Determinación de humedad en trigo por método gravimétrico (método de referencia FOSFA)

Índice

1. Objetivo o campo de aplicación
2. Principio
3. Referencias
4. Definiciones
5. Materiales y equipos
6. Preparación y acondicionamiento de la muestra
7. Toma de ensayo
8. Procedimiento
9. Emisión de resultados
 - 9.1 Método y formula de calculo
 - 9.2 Incertidumbre
 - 9.3 Expresión del resultado

1. Objetivo o campo de aplicación

Este procedimiento especifica un método de referencia para la determinación del contenido de humedad en trigo.

2. Principio

Método gravimétrico, con deshidratación en estufa de una toma de ensayo, en las condiciones especificadas en este documento.

3. Referencias

- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [en línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 06 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904
- International Organization for Standardization, 2024. *ISO 712-1: Cereals and cereals products - Determination of moisture content*. Ginebra: ISO.

4. Definiciones

El contenido de humedad se define como la pérdida de masa que sufre una muestra de la matriz mencionada en el campo de aplicación, en las condiciones especificadas en este procedimiento.

5. Materiales y equipos

5.1 Balanza analítica, precisión 0,001 g.

5.2 Cápsula metálica, no corrosiva en las condiciones de ensayo, con tapa y con una superficie efectiva que permita distribuir la porción de ensayo, para obtener una masa por unidad de área no superior a 0,3 g/cm².

5.3 Estufa eléctrica, de circulación de aire forzado, capaz de mantener la temperatura entre 130 °C y 133 °C.

5.4 Desecador de vidrio que contenga un desecante efectivo, como sílica gel.

5.5 Divisor de muestras.

5.6 Molino que permita que la molienda se lleve a cabo de forma rápida y uniforme, sin un aumento apreciable de la temperatura (diferencia de temperaturas antes y después de la molienda menor o igual a 5 °C), y que el 100 % de la molienda obtenida tenga un tamaño de partícula menor o igual a 1,7 mm, que el 10 % o menos sea mayor de 1 mm y que el 50 % o más sea menor que 0,5 mm.

6. Preparación y acondicionamiento de la muestra

Realizar las actividades de preparación y acondicionamiento de las muestras según lo establecido en el capítulo 5, "Gestión de muestras", punto 5.4, del *Manual de buenas de prácticas de laboratorio de granos*.

El análisis debe realizarse sobre muestra homogénea, limpia y molida en molino que cumpla las características descritas en el punto 5.6.



7. Toma de ensayo

Pesar con una precisión de 0,001 g (lo más próximo posible luego de la molienda), una masa de (5 ± 1) gramos de la muestra de trigo obtenida en el punto 6.

8. Procedimiento

Utilizar guantes o pinza para el manejo de las cápsulas en la estufa.

8.1 Procedimiento en dos etapas (humedad del trigo mayor a 15 %)

Si el trigo tiene una humedad mayor a 15 %, realizar la determinación en dos etapas (con presecado), como se describe a continuación:

8.1.1 Realizar el ajuste de sensibilidad de la balanza según el capítulo 4, “Requisitos relativos al equipamiento”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

8.1.2 Pesar en cápsula metálica una cantidad suficiente de muestra (trigo grano entero), por ejemplo, de 20 gramos, para obtener luego de la molienda una porción de ensayo superior a 5 gramos. Registrar peso de la cápsula (P_3) y el peso de la cápsula más la muestra (P_4).

8.1.3 Colocar la cápsula metálica que contiene el trigo entre 7 y 10 minutos en estufa a $(130-133)^\circ\text{C}$.

8.1.4 Retirar de la estufa y dejar enfriar la cápsula con la muestra a temperatura ambiente, destapada y sin desecador, durante al menos 2 horas.

8.1.5 Pesar la cápsula luego del presecado y registrar (P_5).

8.1.6 Continuar con el procedimiento a partir del punto 8.2.1.

8.2 Procedimiento en una etapa (humedad del trigo menor a 15 %)

Si el trigo tiene una **humedad menor a 15 %**, realizar la determinación en **una etapa (sin presecado)**, como se describe a continuación:

8.2.1 Moler en molino (5.6) una cantidad suficiente de trigo para obtener una porción de ensayo superior a 5 gramos. Si se realiza el ensayo por duplicado, tener en cuenta al momento de moler.

8.2.2 Encender la estufa (5.3) y esperar a que alcance la temperatura de $(130-133)^\circ\text{C}$.

8.2.3 Colocar las cápsulas metálicas limpias (5.2) y sus tapas (destapadas) en la estufa durante al menos 30 minutos.

8.2.4 Retirar las cápsulas y sus tapas de la estufa y colocarlas en el desecador hasta que alcancen temperatura ambiente.

8.2.5 Realizar el ajuste de sensibilidad de la balanza según el capítulo 4, “Requisitos relativos al equipamiento”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

8.2.6 Identificar y pesar la cápsula vacía con su tapa. Registrar (P_0).

8.2.7 Pesar en la cápsula aproximadamente (5 ± 1) g del trigo molido. Registrar (P_1).

8.2.8 Una vez alcanzada la temperatura de $(130-133) ^\circ\text{C}$, colocar las cápsulas en el interior de la estufa con las correspondientes tapas ubicadas debajo (las cápsulas deben permanecer destapadas en la estufa). Cerrar la estufa. La operación de introducir las cápsulas en la estufa debe realizarse lo más rápidamente posible, con el fin de disminuir al máximo el enfriamiento de la estufa mientras permanece abierta.

8.2.9 Esperar a que la estufa alcance los $(130-133) ^\circ\text{C}$. En ese momento comenzar a contar las 2 horas que deben permanecer las cápsulas en la estufa, que no se puede abrir durante este período de tiempo.

8.2.10 Luego de las 2 horas en la estufa, retirar las cápsulas con sus correspondientes tapas y colocarlas en el desecador (las cápsulas deben permanecer tapadas en el desecador). Dejarlas en el desecador por lo menos 45 minutos, hasta que alcancen temperatura ambiente. Es necesario tener en cuenta que no se debe colocar una cápsula encima de la otra; si es necesario, usar varios desecadores.

8.2.11 Pesar las cápsulas con sus correspondientes tapas y anotar los pesos (P_2).

Nota: Si luego de los 45 minutos en desecador las cápsulas no están a temperatura ambiente, dejarlas termostatar unos minutos más antes de pesarlas, hasta asegurarse de que estén frías.

Control de calidad

Evaluar los resultados de control de calidad:

- **Precisión:** duplicados de análisis (repetibilidad).
- **Veracidad:** muestra de control o muestra de valor conocido.

Establecer la frecuencia de análisis para cada uno y actuar de acuerdo con lo establecido en el capítulo 8, “Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

Precisión: La norma ISO 712-1 establece que en el 95 % de los casos la diferencia entre los valores obtenidos de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente o en rápida sucesión, por el mismo analista (repetibilidad), no debe ser mayor a $0,12 \text{ g}/100 \text{ g}$ (International Organization for Standardization, 2024).



Veracidad: En el caso de contar con una muestra de control interno, los resultados deberán cumplir con los límites establecidos en el gráfico de valor medio vigente y no deberán diferir en más del límite de control superior del gráfico de rangos vigente.

Si se detectan no conformidades, informar al responsable del laboratorio y actuar según el capítulo 7, "Tratamiento de no conformidades y quejas", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

9. Emisión de resultados

9.1 Método y fórmula de cálculo

9.1.1 Humedad en una etapa

Con los valores registrados, calcular el contenido de humedad expresado como porcentaje en masa (g/100 g), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_0)} \times 100$$

Donde:

P₀: peso de la cápsula vacía y su tapa (g).

P₁: peso de la cápsula y tapa más la muestra (g).

P₂: peso de la cápsula y tapa más la muestra luego del secado (g).

9.1.2 Humedad en dos etapas

$$\text{Humedad} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = A + \frac{(100 - A) \times B}{100}$$

Donde:

$$A = \frac{(P_4 - P_5)}{(P_4 - P_3)} \times 100$$

$$B = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_0)} \times 100$$

Donde:

P₃: peso de la cápsula vacía para el presecado (g).

P₄: peso de la cápsula vacía más muestra antes del presecado (g).

P₅: peso de la cápsula vacía más muestra luego del presecado (g).

9.2 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre de esta determinación se detalla en el informe de validación o en la documentación asociada al ensayo de cada laboratorio (ver capítulo 8, “Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*).

La norma ISO 712-1:2024 establece que U del método debe ser $\leq 0,30 \text{ g/100g}$, donde U es la incertidumbre expandida con un factor de cobertura $k=2$ (International Organization for Standardization, 2024).

9.3 Expresión del resultado

El resultado de un ensayo o el promedio de resultados deberá expresarse con una cifra decimal (al $0,1 \text{ g/100g}$).

10. Anexo I. Resumen de condiciones de secado

Dos etapas	Una etapa (grano molido)	Toma de muestra	Condiciones de estufa	Tiempo en estufa
Humedad $\geq 15 \%$	-	Aproximadamente 20 g de trigo grano entero	(130-133) °C	(7-10) minutos en estufa. 2 horas de reposo al aire, destapado.
-	Humedad $< 15 \%$	(5 $\pm$ 1) g trigo molido	(130-133) °C	2 horas



3.2 Determinación del contenido de proteína en trigo por Kjeldahl (método de referencia GAFTA)

Índice

1. Objetivo o campo de aplicación
2. Principio
3. Referencias
4. Definición
5. Materiales y equipos
6. Preparación y acondicionamiento de la muestra
7. Toma de ensayo
8. Procedimiento
9. Emisión de resultados
 - 9.1 Método y fórmula de cálculo
 - 9.2 Incertidumbre
 - 9.3 Expresión del resultado

1. Objetivo o campo de aplicación

Este protocolo describe un método para la determinación del contenido de nitrógeno y el cálculo de proteína cruda en trigo de acuerdo con el método Kjeldahl.

2. Principio

La determinación consta de tres etapas: digestión, destilación y valoración.

Se digiere una porción de muestra para análisis con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. Los productos de la reacción se llevan a medio básico y se destilan. El amoníaco liberado se recoge en una disolución de ácido bórico, que se valora con una solución de ácido sulfúrico, para determinar el contenido de nitrógeno y calcular el contenido de proteína cruda.

El resultado se puede expresar como contenido de nitrógeno, calculándolo a partir de la cantidad de amoníaco producido o como proteína cruda, multiplicando dicho contenido de nitrógeno por un factor adecuado según el tipo de producto analizado.

3. Referencias

- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [en línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 06 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904
- International Organization for Standardization (ISO). 2013. ISO 20483: *Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content. Kjeldahl method*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). 2024. ISO 712-1: *Determination of moisture content reference method*. Ginebra: ISO.

4. Definiciones

4.1 Nitrógeno: Cantidad de nitrógeno determinada tras la aplicación de este procedimiento.

4.2 Proteína cruda: Cantidad de proteína cruda obtenida con base en el contenido de nitrógeno, determinada tras la aplicación de este procedimiento y calculada mediante la multiplicación de dicho contenido por el factor 5,7.

5. Materiales y equipos

5.1 Equipos y aparatos

5.1.1 Balanza analítica, capaz de pesar con una precisión de 0,001 g.

5.1.2 Molino capaz de obtener una muestra con una granulometría tal que atraviese completamente un tamiz de 0,8 mm.

5.1.3 Equipos de digestión, destilación y valoración:

- Debe asegurarse la homogeneidad de la distribución de la temperatura en el equipo de digestión, realizando un análisis completo con uno de los materiales de referencia indicados en 5.2.3 y considerando los porcentajes de recuperación obtenidos.
- El equipo de destilación también debe verificarse mediante la destilación de una cantidad conocida de sal de amonio (5.2.8) y comprobando que el porcentaje de recuperación sea igual o mayor a 99,8 %.

5.2 Reactivos

Nota 1: Los reactivos ácido sulfúrico, hidróxido de sodio y pentóxido difosfato deben manipularse con precaución (usar guantes y lentes de seguridad).

Nota 2: Utilizar exclusivamente reactivos libres de nitrógeno de grado analítico reconocido.



5.2.1 Tabletas Kjeldahl con la siguiente composición: sulfato de cobre (II) pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 2,8 %, óxido de titanio (TiO_2) = 2,8 % y sulfato de potasio (K_2SO_4) = 94,3 %. Como alternativa se pueden mezclar estos reactivos, en las proporciones correspondientes.

5.2.2 Ácido sulfúrico (H_2SO_4), concentración = 18 mol/l, densidad a 20 °C = 1,84 g/ml.

5.2.3 Acetanilida ($\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}$) o triptófano ($\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$), como mínimo 99 % (fracción en masa).

5.2.4 Ácido bórico (H_3BO_3), solución acuosa con concentración de 40 g/l u otra recomendada según el equipo que se esté utilizando.

5.2.5 Indicador de color, utilizar el recomendado para el equipo o una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo, mezclando 5 volúmenes de solución A y 1 volumen de solución B.

- **5.2.5.1** Solución A:
 - Verde de bromocresol: 200 mg.
 - Etanol 95 %: cantidad suficiente para completar 100 ml.
- **5.2.5.2** Solución B:
 - Rojo de metilo: 200 mg.
 - Etanol 95 %: cantidad suficiente para completar 100 ml.

5.2.6 Hidróxido de sodio, solución acuosa de (33-40) % (m/m), contenido de nitrógeno menor o igual a 0,001 %.

5.2.7 Solución valorada de ácido sulfúrico, concentración de 0,05 mol/l.

5.2.8 Solución valorada de sulfato de amonio, concentración de 0,05 mol/l. Alternativamente se puede utilizar una sal del tipo $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

5.2.9 Pentóxido difósforo (P_2O_5).

6. Preparación y acondicionamiento de la muestra

Moler el trigo hasta conseguir que la muestra obtenida atraviese completamente un tamiz de 0,8 mm de abertura. Moler una cantidad suficiente de muestra que sea representativa del lote. Homogeneizar adecuadamente.

Si se desea expresar el contenido de proteína en base seca, determinar el contenido de humedad de la muestra según lo descrito en el punto 3.1 de este manual (Determinación de humedad en trigo por método gravimétrico).

7. Toma de ensayo

Pesar con una precisión de 0,001 g una masa de muestra obtenida en el punto 6, en función del contenido esperado de nitrógeno, de forma que la porción para análisis contenga entre 0,005 g y 0,2 g de nitrógeno y, preferiblemente, más de 0,02 g.

8. Procedimiento

Utilizar guantes y lentes de seguridad.

Este método consta de tres etapas: digestión, destilación y valoración.

8.1 Digestión

Destrucción de la muestra en un bloque de digestión con ácido sulfúrico en presencia de la mezcla catalizadora, para, de esta forma, convertir el nitrógeno orgánico presente en sulfato de amonio.

8.1.1 Se transfiere la toma de ensayo (6) al matraz de digestión. A continuación, se añade el número de tabletas catalizadoras necesario (5.2.1) para contener 10 g de sulfato de potasio, 0,13 g de sulfato de cobre (II) pentahidratado y 0,30 g de óxido de titanio. Al final se agregan 20 ml de ácido sulfúrico (5.2.2) de forma de asegurar que la muestra quede humedecida completamente. La cantidad de ácido puede ajustarse en función del equipo, pero solo una vez que se haya asegurado que esta medida conduce realmente a un porcentaje de recuperación del 99,5 % para la acetanilida y del 99 % para el triptófano.

8.1.2 Introducir los matraces en el equipo de digestión previamente calentado a $(420 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

8.1.3 Después de un tiempo de digestión de, como mínimo, 2 horas, contadas a partir del momento en que la temperatura del equipo de digestión vuelve a alcanzar los $(420 \pm 10) ^\circ\text{C}$, dejar enfriar.

Es aconsejable añadir algún regulador de ebullición o un agente antiespumante.

Para evitar proyecciones del contenido del matraz de digestión por un aumento abrupto de la temperatura, es aconsejable ir subiendo la temperatura de a poco hasta alcanzar los $(420 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

El tiempo mínimo de digestión debe comprobarse en aquel material de referencia para el que sea más difícil alcanzar el porcentaje de recuperación.

Se seca el material de referencia utilizado (5.2.3) a una temperatura de entre $(60-80) ^\circ\text{C}$, a vacío, en presencia de pentóxido de fósforo (5.2.9).

Se realiza un análisis recuperación sobre una toma de muestra de, como mínimo, 0,15 g, determinando el contenido de nitrógeno del triptófano o la acetanilida.



El porcentaje de recuperación de nitrógeno a partir de la acetanilida debe ser, como mínimo, del 99,5 % y para el triptófano, como mínimo, del 99 %.

8.2 Destilación: Adición de exceso de hidróxido de sodio al digesto frío, llevando los productos de reacción a medio básico, para liberar amoníaco. Consiste en una destilación por arrastre con vapor del amoníaco.

8.2.1 Agregar cuidadosamente 50 ml de agua destilada al matraz de digestión ya enfriado.

8.2.2 Agregar 50 ml de ácido bórico (5.2.4) en un matraz colector y, en caso de que se emplee colorimetría visual o una sonda óptica, se añaden, como mínimo, 10 gotas del indicador de color (5.2.5).

8.2.3 Agregar un exceso de 5 ml solución de hidróxido de sodio (5.2.6), empleada para neutralizar el ácido sulfúrico del matraz de digestión.

8.2.4 Realizar la destilación.

En función del equipo utilizado, los tiempos de destilación y las cantidades de los reactivos pueden variar.

8.3 Valoración: Recolección del amoníaco destilado en solución de ácido bórico en exceso y titulación con solución valorada de ácido sulfúrico.

8.3.1 Valorar el destilado con la solución de ácido sulfúrico (5.2.7) hasta alcanzar el punto final.

La determinación del punto final se realiza mediante colorimetría visual, utilizando una sonda óptica o mediante análisis potenciométrico con un sistema de medición de pH.

8.4 Análisis de muestra blanco

Se realiza un análisis en blanco empleando los reactivos del punto 8.1, pero omitiendo la muestra de análisis.

8.5 Control de calidad

Evaluar los resultados de control de calidad:

- **Precisión:** duplicados de análisis (repetibilidad).
- **Veracidad:** muestra de control o muestra de valor conocido.

Establecer la frecuencia de análisis para cada uno y actuar de acuerdo con lo establecido en el capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

Precisión: La norma ISO 20483:2013 (International Organization for Standardization, 2013) establece que en el 95 % de los casos la diferencia entre los valores obtenidos de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente o en rápida sucesión, por el mismo analista (repetibilidad), no debe ser mayor al límite de repetibilidad (r) calculado con la siguiente fórmula:

$$r = (0,0063 \times P) \times 2,8$$

Donde P es el promedio del contenido de proteína de la muestra expresado en g/100 g.

Veracidad: En el caso de contar con una muestra de control interno, los resultados deberán cumplir con los límites del gráfico de valor medio vigente y no pueden diferir en más del límite de control superior del gráfico de rangos vigente.

Si se detectan no conformidades, informar al responsable del laboratorio y actuar según el capítulo 7, "Tratamiento de no conformidades y quejas", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

9. Expresión de resultados

9.1 Método y fórmula de cálculo

El resultado se puede expresar como contenido de nitrógeno, calculándolo a partir de la cantidad de amoníaco producido o como proteína cruda, multiplicando dicho contenido de nitrógeno por un factor adecuado según el tipo de producto analizado.

$$\text{Nitrógeno (g/100g)} = \frac{(V_1 - V_0) \times C \times 0,014 \times 100}{m}$$

Donde:

V0 = volumen en ml de solución de ácido sulfúrico (5.2.7) gastado para valorar el blanco.

V1 = volumen en ml de solución de ácido sulfúrico (5.2.7) gastado para valorar la muestra de análisis.

C = es la normalidad de la solución de ácido sulfúrico (5.2.7).

m = masa en gramos de la toma de muestra.

0,0014 = valor en gramos, de la cantidad de nitrógeno equivalente al uso de 1 ml de solución de 0,5 mol/l de ácido sulfúrico (5.2.7).



$$\text{Proteína BH (g/100g)} = N \text{ (g/100g)} \times F$$

Donde:

F = factor de conversión de nitrógeno a proteína. Para el trigo este factor es 5,7.

En caso de que se quiera expresar el resultado de proteína en base seca:

$$\text{Proteína BS (g/100g)} = \text{Proteína BH (g/100g)} \times \frac{100}{100 - h}$$

Donde:

h = humedad de la muestra.

9.2 Expresión de resultados

El resultado de un ensayo o el promedio de resultados deberá expresarse con una cifra decimal (al 0,1 g/100g).

9.3 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre de esta determinación se detalla en el informe de validación o en la documentación asociada al ensayo de cada laboratorio (ver capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*).

Las recomendaciones generales de las normas ISO para todos los métodos de ensayo es que la U sea menor o igual a $2S_R$, donde U es la incertidumbre expandida con un factor de cobertura $k=2$ y S_R es la desviación estándar de reproducibilidad de la norma en cuestión (S_R norma ISO 20483 = 0,28). Entonces, en este caso, la U del método debe ser $\leq 0,56$ g/100g (International Organization for Standardization, 2013).

3.3 Determinación de peso hectolítrico en trigo

Índice

1. Objetivo o campo de aplicación
2. Principio
3. Referencias
4. Definiciones
5. Materiales y equipos
6. Preparación y acondicionamiento de la muestra
7. Toma de ensayo
8. Procedimiento
9. Emisión de resultados
 - 9.1 Método y formula de calculo
 - 9.2 Incertidumbre
 - 9.3 Expresión del resultado

1. Objetivo o campo de aplicación

Este protocolo describe un método de rutina para la determinación del peso hectolítrico en trigo.

2. Principio

El peso hectolítrico se obtiene a partir de la masa de un volumen de muestra determinado en condiciones controladas de llenado y flujo de muestra.

El peso hectolítrico puede verse afectado por:

- El espacio entre los granos, que depende del tamaño y la forma del grano.
- La densidad de los granos.

3. Referencias

- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [En línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904



- International Organization for Standardization, 2019. ISO 7971-3: Cereals - Determination of bulk density, called mass per hectolitre. Ginebra: ISO.
- Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998. Decreto 25/998. *Diario Oficial* [En línea], 4 de febrero. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/25-1998>
- Uruguay. Poder Ejecutivo, 1978. Decreto 708/978. *Diario Oficial* [En línea], 21 de diciembre. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/708-1978>

4. Definiciones

Se denomina peso hectolítrico a la relación entre la masa de una muestra de trigo y el volumen que ocupa después de ser vertida en un recipiente, en las condiciones definidas por el fabricante, y se expresa en kilogramos por hectolitro.

5. Materiales y equipos

5.1 Balanza división 0,01 g.

5.2 Tolvas de descarga semiautomáticas (una para granos de tamaño pequeño y otra para granos de tamaño grande).

5.3 Celda de carga.

5.4 Tubo intermediario.

5.5 Contrapeso.

5.6 Cuchilla.

5.7 Soporte de celda de carga.

5.8 Cuarteador de granos.

6. Preparación y acondicionamiento de la muestra

Realizar las actividades de preparación y acondicionamiento de las muestras según lo establecido en el capítulo 5, "Gestión de muestras", punto 5.4, del *Manual de buenas de prácticas de laboratorio de granos*.

El análisis debe realizarse sobre muestra debidamente homogeneizada, cuarteada y limpia.

7. Toma de ensayo

Contar con, por lo menos, 1 kg de muestra.

8. Procedimiento

El procedimiento descrito a continuación corresponde a la utilización de una balanza Schopper de 1 kg de capacidad. En los casos en los que se disponga de otro equipamiento, proceder de acuerdo con las indicaciones proporcionadas por el fabricante en su manual de instrucciones.

8.1. Registrar en una planilla de datos los datos identificatorios de la muestra y todas las medidas (en las unidades que proporciona el equipo de medida), datos y resultados indicados en ella.

Indicar en la planilla de datos las características relevantes en cuanto a aspecto de la muestra o las muestras, acondicionamiento a la llegada al laboratorio u otras que puedan influir en el resultado del ensayo.

Realizar todas las anotaciones con tinta y, en caso de error, tachar con una línea de modo que se lea lo que está escrito debajo y rubricar.

8.2 Realizar el ajuste de sensibilidad de la balanza 5.1 según el capítulo 4, "Requisitos relativos al equipamiento", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

8.3 Colocar la celda de carga (5.3) en su soporte (5.7).

8.4 Colocar la cuchilla (5.6) en el orificio correspondiente de la celda de carga (5.3).

8.5 Colocar el contrapeso (5.5) sobre la cuchilla (5.6).

8.6 Retirar la cuchilla (5.6) (el contrapeso cae al fondo de la celda de carga).

8.7 Colocar la celda de carga (5.3) con el contrapeso (5.5) sobre la balanza (5.1) y tarar el peso en la balanza.

8.8 Retirar la celda de carga con el contrapeso de la balanza y repetir los pasos 8.3, 8.4 y 8.5.

8.9 Seleccionar la tolva (5.2) según el tamaño del grano a analizar.

8.10 Cargar la tolva (5.2) hasta la parte superior con la muestra a analizar.

8.11 Colocar el tubo intermediario (5.4) sobre la celda de carga con la cuchilla y el contrapeso (punto 8.8).

8.12 Colocar sobre el tubo intermediario (5.4) la tolva de descarga previamente cargada con la muestra en el paso 8.10.

8.13 Abrir la tolva de descarga hasta vaciar su contenido.

8.14 Una vez descargada toda la muestra, retirar la tolva (5.2).

8.15 Retirar la cuchilla (5.6), esperar que la muestra caiga junto con el contrapeso y volver a colocar la cuchilla en el orificio correspondiente.



8.16 Retirar el tubo intermediario.

8.17 Descartar la muestra sobrante que queda sobre la cuchilla.

8.18 Retirar la cuchilla.

8.19 Pesar la celda de carga (con el contrapeso y la muestra) en la balanza (5.1) previamente tarada (punto 8.7).

8.20 Retirar la muestra y el contrapeso de la celda de carga.

8.21 Registrar los resultados en la planilla de datos.

Control de calidad

Evaluar los resultados de control de calidad:

- **Precisión:** duplicados de análisis (repetibilidad).
- **Veracidad:** muestra de control o muestra de valor conocido.

Establecer la frecuencia de análisis para cada uno y actuar según lo establecido en el capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

Precisión: La norma ISO 7971-3 establece que en el 95 % de los casos la diferencia entre los valores obtenidos de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente o en rápida sucesión, por el mismo analista (repetibilidad), no debe ser mayor a 0,4 kg/hl (International Organization for Standardization, 2019).

Veracidad: En el caso de contar con una muestra de control interno, los resultados deberán cumplir con los límites establecidos en el **gráfico de valor medio** vigente y deberán cumplir con los límites de control del gráfico de rangos vigente.

Si se detectan no conformidades, informar al responsable del laboratorio y actuar según el capítulo 7, "Tratamiento de no conformidades y quejas", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

9. Emisión de resultados

9.1 Método y fórmula de cálculo

Con los valores registrados en la planilla de datos, calcular el contenido de peso hectolítrico expresado como kg/hl, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso hectolítrico(kg/hl)} = \frac{\text{masa obtenida en punto 8.19(kg)}}{\text{Volumen del cilindro(hl)}}$$

9.2 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre de esta determinación se detalla en el informe de validación o en la documentación asociada al ensayo de cada laboratorio (ver capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*).

9.3 Expresión del resultado

El resultado de un ensayo o el promedio de resultados de varios ensayos realizados deberá indicarse al 0,1 kg/hl.

Se informará el promedio de los duplicados siempre y cuando cumpla con los requisitos de repetibilidad, en caso contrario, repetir el ensayo.

3.4 Determinación de calidad física en trigo (Decreto 25/998, Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998)

Índice

1. Objetivo o campo de aplicación
2. Principio
3. Referencias
4. Definiciones
5. Materiales y equipos
6. Preparación y acondicionamiento de la muestra
7. Toma de ensayo
8. Procedimiento
9. Emisión de resultados
 - 9.1 Método y fórmula de cálculo
 - 9.2 Incertidumbre
 - 9.3 Expresión del resultado

1. Objetivo o campo de aplicación

Este procedimiento describe un método de rutina para la determinación de la calidad física de trigo de acuerdo con el Decreto 25/998: Reglamento técnico de identidad y calidad para trigo pan o trigo para panificación de Uruguay (Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998).



2. Principio

No corresponde.

3. Referencias

- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [En línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 06 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904
- Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998. Decreto 25/998. *Diario Oficial* [En línea], 4 de febrero. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/25-1998>

4. Definiciones

4.1 Materias extrañas e impurezas

Materiales orgánicos o inorgánicos que no son granos o fragmentos de granos de trigo, ni esclerotos del hongo *Claviceps purpurea*, ni semillas de trébol de olor, que acompañan la muestra.

4.1.1 Materias extrañas

Todo material que no pertenezca a la planta de trigo pan, como fragmentos vegetales, semillas de otras especies, insectos y ácaros muertos, materiales inorgánicos, etcétera.

4.1.2 Impurezas

Cualquier parte de la planta de trigo pan que no sea grano o fragmento de grano.

4.2 Granos dañados por manipulación

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

4.3 Otros granos dañados (verdes, helados, brotados, calcinados o roídos)

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

4.3.1 Granos verdes

Son los granos que presentan una manifiesta coloración verdosa debido a una inmadurez fisiológica.

4.3.2 Granos helados

Son los que presentan concavidades pronunciadas en sus caras laterales, por haberse interrumpido el proceso de llenado en la planta por razones de bajas temperaturas.

4.3.3 Granos brotados

Son aquellos en los que se ha iniciado el proceso de germinación, manifestándose por la ruptura de la cubierta del germen, a través de la cual asoma el brote.

4.3.4 Granos calcinados

Son granos que presentan una coloración blanquecina y aspecto yesoso, y que se desmenuzan cuando se hace una leve presión sobre ellos. En este tipo de granos se incluyen los granos con *Fusarium* sp.

4.3.5 Granos roídos

Son aquellos que están carcomidos por larvas de insectos y cuya parte afectada se presenta negruzca o sucia.

4.3.6 Granos roídos en su germen

Son aquellos cuyo germen ha sido destruido o roído por acción de larvas de insectos.

4.4 Granos con carbón

Son aquellos transformados en una masa pulverulenta de color negro a causa del ataque del hongo *Tilletia* sp. Su aspecto exterior es redondeado y de color grisáceo.

4.5 Granos quebrados o chuzos

Son los granos o fragmentos de granos (no dañados) de trigo pan que pasan por la zaranda (5.6).

Es importante recordar que los granos quebrados o chuzos se seleccionan después de que los granos con defectos han sido removidos de la muestra para su cuantificación, es decir, sobre los granos “sanos” de la muestra.

4.6 Granos picados

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

4.7 Insectos o ácaros vivos

Son exclusivamente aquellos que atacan a los granos almacenados (gorgojos, carcomas, etc.).



4.8 Trébol de olor

Las semillas de *Melilotus indicus*.

4.9 Cornezuelo

Escleroto del hongo *Claviceps purpurea*.

5. Materiales y equipos

5.1 Balanza analítica, como mínimo con división 0,01 g.

5.2 Pinzas.

5.3 Tabla para análisis.

5.4 Recipiente para contener los defectos encontrados.

5.5 Cuarteador.

5.6 Zaranda de chapa de duro aluminio ($0,8 \pm 0,013$) mm de espesor, 9,5 mm largo, 30 cm de diámetro útil, 4 cm de alto, 279 orificios por dm^2 y fondo de duro aluminio de 1 mm de espesor, 33 cm de diámetro y 5 cm de alto.

5.7 Bisturí o trincheta para cortar granos.

6. Preparación y acondicionamiento de la muestra

Realizar las actividades de preparación y acondicionamiento de las muestras según lo establecido en el capítulo 5, "Gestión de muestras", punto 5.4, del *Manual de buenas de prácticas de laboratorio de granos*.

El análisis debe realizarse sobre muestra debidamente homogeneizada y cuarteada.

7. Toma de ensayo

Se parte de una porción de 100 g de muestra.

8. Procedimiento

8.1. Registrar en una planilla de datos los datos identificatorios de la muestra y todas las medidas (en las unidades que proporciona el equipo de medida), datos y resultados indicados en ella.

Indicar en la planilla de datos las características relevantes en cuanto a aspecto de la muestra o las muestras, acondicionamiento a la llegada al laboratorio u otras que puedan influir en el resultado del ensayo.

Realizar todas las anotaciones con tinta y, en caso de error, tachar con una línea de modo que se lea lo que está escrito debajo y rubricar.

8.2 Realizar el ajuste de sensibilidad de la balanza (5.1) según el capítulo 4, “Requisitos relativos al equipamiento”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

8.3 Realizar la toma de ensayo según el punto 7.

8.4 Colocar la toma de muestra en la tabla de análisis (5.3) para su mejor observación y trabajar con la pinza (5.2) para ir separando, a medida que se va pasando la muestra, las materias extrañas e impurezas y los granos con defectos (punto 4), excepto quebrados o chuzos.

Trabajar en un lugar bien iluminado.

8.5 Pesar individualmente los granos separados con defectos y las materias extrañas e impurezas. Registrar.

8.6 Para la determinación de granos quebrados o chuzos, colocar el remanente de la separación efectuada en el punto 8.4 (granos sanos) en la zaranda (5.6) y proceder a moverla durante aproximadamente **1 minuto**, realizando en ese tiempo entre **40 y 50 movimientos** de vaivén sobre una superficie lisa y firme, con la amplitud que el brazo del analista permita.

Pesar el material depositado en el fondo de la zaranda como granos quebrados o chuzos y registrar los resultados.

Control de calidad

Evaluar los resultados de control de calidad:

- **Precisión:** duplicados de análisis (repetibilidad).
- **Veracidad:** muestra de control o muestra de valor conocido.

Establecer la frecuencia de análisis para cada uno y actuar según lo establecido en el capítulo 8, “Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

Precisión: Los duplicados no deberán diferir en más del límite de control superior del gráfico de rangos vigente.

Veracidad: En el caso de contar con una muestra de control interno, los resultados deberán cumplir con los límites establecidos en el gráfico de valor medio vigente y deberán cumplir con los límites de control del gráfico de rangos vigente.

Si se detectan no conformidades, informar al responsable del laboratorio y actuar según el capítulo 7, “Tratamiento de no conformidades y quejas”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.



9. Emisión de resultados

9.1 Método y fórmula de cálculo

Con los valores registrados en la planilla de datos, calcular el porcentaje en masa de materias extrañas e impurezas o del defecto correspondiente, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{Materias extrañas e impurezas} = \frac{A \times 100}{B}$$

Donde:

A: es la masa en gramos de las materias extrañas o impurezas.

B: es la masa en gramos de la toma de ensayo.

$$\% \text{Defecto} = \frac{A \times 100}{B}$$

Donde:

A: es la masa en gramos del defecto correspondiente.

B: es la masa en gramos de la toma de ensayo.

9.2 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre de esta determinación se detalla en el informe de validación o en la documentación asociada al ensayo de cada laboratorio (ver capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*).

9.3 Expresión del resultado

Los resultados se expresarán al centésimo en forma porcentual (al 0,01 %), relacionando el peso del rubro separado con el de la porción analizada.

Se informará el promedio de los duplicados siempre y cuando cumpla con los requisitos de repetibilidad, en caso contrario, repetir el ensayo.

3.5 Determinación de calidad física en trigo (Norma XX Trigo Pan, Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004)

Índice

1. Objetivo o campo de aplicación
2. Principio
3. Referencias
4. Definiciones
5. Materiales y equipos
6. Preparación y acondicionamiento de la muestra
7. Toma de ensayo
8. Procedimiento
9. Emisión de resultados
 - 9.1 Método y fórmula de cálculo
 - 9.2 Incertidumbre
 - 9.3 Expresión del resultado

1. Objetivo o campo de aplicación

Este procedimiento describe un método de rutina para la determinación de la calidad física de trigo de acuerdo con la Norma XX Trigo Pan (Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004).

2. Principio

No corresponde.

3. Referencias

- Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004. *Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan. Norma XX Trigo Pan* [En línea]. Buenos Aires: SAGyP. [Consulta: 27 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-03/norma_xx_-_trigo_pan.pdf
- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [En línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 06 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904



4. Definiciones

4.1 Materias extrañas

Son aquellos granos o pedazos de granos que no son de trigo pan, y toda otra materia inerte.

4.2 Granos dañados

Son aquellos granos o pedazos de granos que presentan una alteración sustancial en su constitución. Se consideran como tales los ardidados o dañados por calor, los verdes, los helados, los brotados, los calcinados, los roídos por isoca y los roídos en su germen.

4.2.1 Granos ardidados o dañados por calor

Son aquellos granos o pedazos de granos que presentan un oscurecimiento en su tonalidad natural, debido a un proceso fermentativo o a la acción de elevadas temperaturas.

4.2.2 Granos verdes

Son aquellos que presentan una manifiesta coloración verdosa debida a inmadurez fisiológica.

4.2.3 Granos helados

Son aquellos que presentan concavidades pronunciadas en sus caras laterales.

4.2.4 Granos brotados

Son aquellos en los que se ha iniciado el proceso de germinación. Tal hecho se manifiesta por una ruptura de la cubierta del germen, a través de la cual asoma el brote.

4.2.5 Granos calcinados

Son los que presentan una coloración blanquecina, a veces con zonas de color rosado, cuyos endospermas presentan aspecto yesoso y que pueden desmenuzarse cuando se ejerce una leve presión sobre ellos.

4.2.6 Granos roídos por isoca

Son aquellos carcomidos por larvas de insectos que atacan al cereal en planta y cuya parte afectada se presenta negruzca o sucia.

4.2.7 Granos roídos en su germen

Son aquellos cuyo germen ha sido destruido o roído manifiestamente por acción de larvas.

4.3 Granos con carbón

Son aquellos transformados en una masa pulverulenta de color negro a causa del ataque del hongo *Tilletia* spp. Su aspecto exterior es redondeado y de un color grisáceo.

4.4 Granos quebrados o chuzos

Son aquellos granos o pedazos de granos (no dañados) de trigo pan que pasan por una zaranda como la descrita en el numeral 5.6.

4.5 Granos panza blanca

Son aquellos que se caracterizan por una textura almidonosa en una mitad o más del grano, que se aprecia por una coloración externa amarillenta definida.

4.6 Granos picados

Son aquellos que presentan perforaciones causadas por el ataque de insectos.

5. Materiales y equipos

5.1 Balanza analítica, como mínimo con división 0,01 g.

5.2 Pinzas.

5.3 Tabla para análisis.

5.4 Recipiente para contener los defectos encontrados.

5.5 Cuarteador.

5.6 Zaranda de chapa de duro aluminio ($0,80 \pm 0,01$) mm de espesor, con agujeros acanalados de ($1,600 \pm 0,013$) mm, 9,5 mm de largo, 30 cm de diámetro útil, 4 cm de alto y fondo de chapa de aluminio de 1 mm de espesor, con 33 cm de diámetro y 5 cm de alto.

5.7 Bisturí o trincheta para cortar granos.

6. Preparación y acondicionamiento de la muestra

Realizar las actividades de preparación y acondicionamiento de las muestras según lo establecido en el capítulo 5, "Gestión de muestras", punto 5.4, del *Manual de buenas de prácticas de laboratorio de granos*.

El análisis debe realizarse sobre muestra debidamente homogeneizada y cuarteada.

7. Toma de ensayo

Se parte de una porción de **50 g** de la muestra.



8. Procedimiento

8.1 Registrar en una planilla de datos los datos identificatorios de la muestra y todas las medidas (en las unidades que proporciona el equipo de medida), datos y resultados indicados en ella.

Indicar en la planilla de datos las características relevantes en cuanto a aspecto de la muestra o las muestras, acondicionamiento a la llegada al laboratorio u otras que puedan influir en el resultado del ensayo.

Realizar todas las anotaciones con tinta y, en caso de error, tachar con una línea de modo que se lea lo que está escrito debajo y rubricar.

8.2 Realizar el ajuste de sensibilidad de la balanza (5.1) según el capítulo 4, “Requisitos relativos al equipamiento”, del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

8.3 Realizar la toma de ensayo según el punto 7.

8.4 En un ambiente bien iluminado, colocar la toma de muestra en la tabla de análisis (5.3) para su mejor observación, trabajar con la pinza (5.2) y proceder a efectuar, en forma correlativa, las determinaciones indicadas a continuación:

8.4.1 Materias extrañas: separar manualmente las materias extrañas.

8.4.2 Granos dañados: realizar la separación manual de los granos ardidados o dañados por calor y el resto de dañados presentes. Cada grupo se pesará separadamente.

8.4.3 Granos con carbón: proceder a separar manualmente los granos o pedazos de granos afectados.

8.5 Pesar individualmente los granos separados con defectos y las materias extrañas e impurezas y registrar.

8.6 Para la determinación de granos quebrados o chuzos, colocar el remanente de la separación efectuada anteriormente (punto 8.5) sobre la zaranda (5.6) y proceder a realizar 15 movimientos de vaivén sobre una superficie lisa y firme, con la amplitud que el brazo permita. Pesar el material depositado en el fondo de la zaranda como granos quebrados o chuzos y registrar los resultados.

8.7 Granos panza blanca: sobre el material remanente de la separación anterior, apartar manualmente y a vista los granos panza blanca. Si en la muestra hubiere granos lavados no se tendrán en consideración para la determinación de granos panza blanca. A tal efecto, deberán considerarse granos lavados aquellos que han sido decolorados u opacados por acción ambiental (generalmente por lluvias en precosecha).

Control de calidad

Evaluar los resultados de control de calidad:

- **Precisión:** duplicados de análisis (repetibilidad).
- **Veracidad:** muestra de control o muestra de valor conocido.

Establecer la frecuencia de análisis para cada uno y actuar en acuerdo a lo establecido en el capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

Precisión: Los duplicados no deberán diferir en más del límite de control superior del gráfico de rangos vigente.

Veracidad: En el caso de contar con una muestra de control interno, los resultados deberán cumplir con los límites establecidos en el gráfico de valor medio vigente y deberán cumplir con los límites de control del gráfico de rangos vigente.

Si se detectan no conformidades, informar al responsable del laboratorio y actuar según el capítulo 7, "Tratamiento de no conformidades y quejas", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*.

9. Emisión de resultados

9.1 Método y fórmula de cálculo

Con los valores registrados en la planilla de datos, calcular el porcentaje en masa de materias extrañas e impurezas o del defecto correspondiente, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{Materias extrañas e impurezas} = \frac{A \times 100}{B}$$

Donde:

A: es la masa en gramos de las materias extrañas o impurezas.

B: es la masa en gramos de la toma de ensayo.

$$\% \text{Defecto} = \frac{A \times 100}{B}$$

Donde:

A: es la masa en gramos del defecto correspondiente.

B: es la masa en gramos de la toma de ensayo.



9.2 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre de esta determinación se detalla en el informe de validación o en la documentación asociada al ensayo de cada laboratorio (ver capítulo 8, "Aseguramiento y control de la calidad de los ensayos", del *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos*).

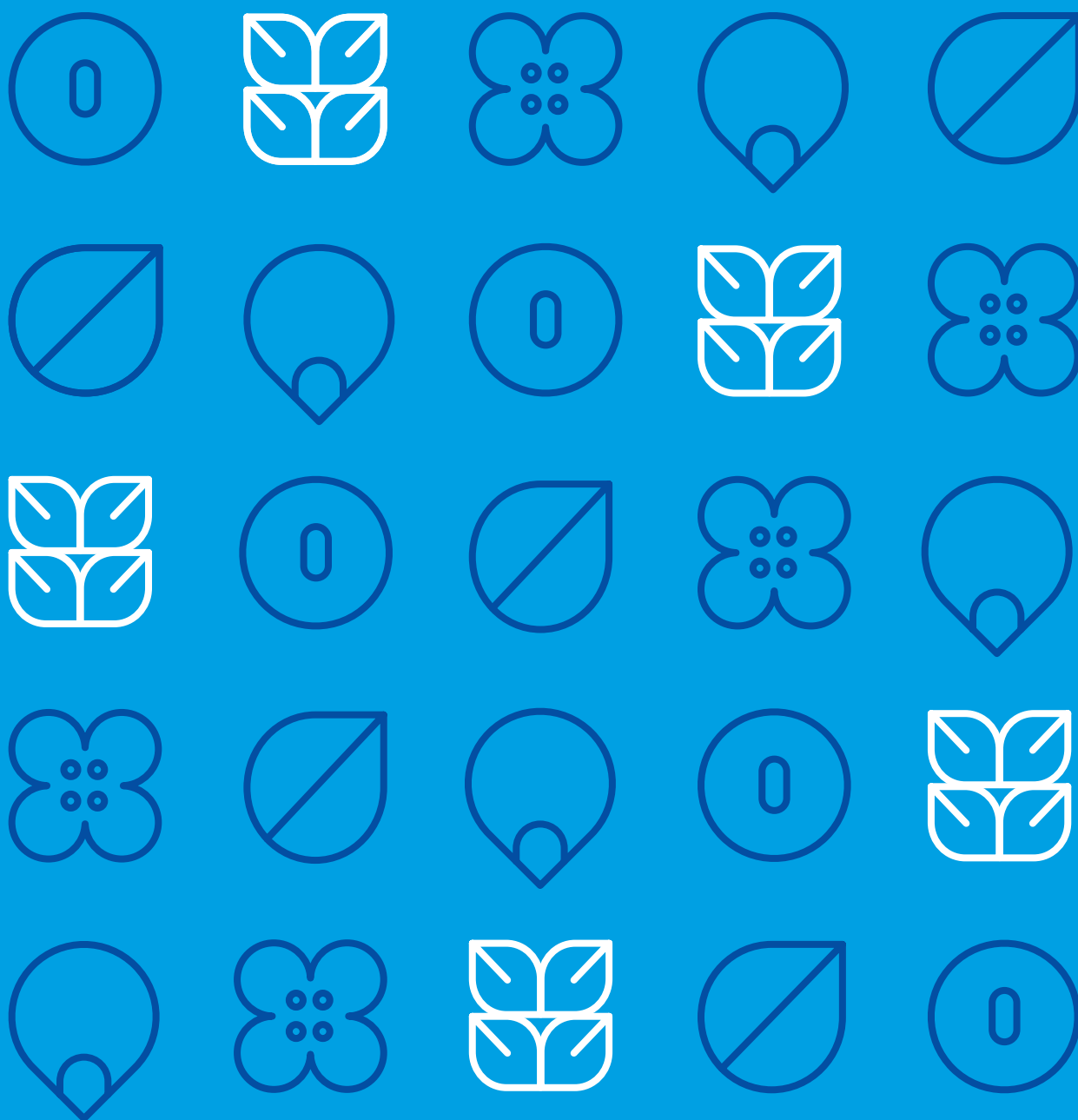
9.3 Expresión del resultado

Los resultados se expresarán al centésimo en forma porcentual (al 0,01 %), relacionando el peso del rubro separado con el de la porción analizada.

Se informará el promedio de los duplicados siempre y cuando cumpla con los requisitos de repetibilidad, en caso contrario, repetir el ensayo.

Referencias bibliográficas

- Argentina. Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004. *Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan. Norma XX Trigo Pan* [En línea]. Buenos Aires: SAGyP. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-03/norma_xx_-_trigo_pan.pdf
- Córdova, Daniela; di Candia, Carina; Pérez, Silvana; Skerl, Verónica, y Suburú, Gabriela, 2025. *Manual de buenas prácticas de laboratorio de granos* [En línea]. 2.a ed. Montevideo: LATU. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=32904
- International Organization for Standardization, 2024. Norma ISO 712-1: *Cereals and cereals products. Determination of moisture content. Reference method*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization, 2019. ISO 7971-3: *Cereals - Determination of bulk density, called mass per hectolitre*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization, 2013. ISO 20483: *Cereals and pulses. Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content. Kjeldahl Method*. Ginebra: ISO.
- Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, 2024. *Resolución 388/024: Aprobación de los siguientes procedimientos operativos e instructivos* [En línea]. Montevideo: MGAP. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-388024-aprobacion-siguientes-procedimientos-operativos>
- Uruguay. Poder Ejecutivo, 1998. Decreto 25/998. *Diario Oficial* [En línea], 4 de febrero. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/25-1998>
- Uruguay. Poder Ejecutivo, 1978. Decreto 708/978. *Diario Oficial* [En línea], 21 de diciembre. [Consulta: 05 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/708-1978>



Laboratorio Tecnológico del Uruguay
Avda. Italia 6201

Montevideo-Uruguay

www.latu.org.uy X in 



ISBN: 978-9915-9842-4-7



9 789915 984247