

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA
IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

Código: EQO-005/2025 - 02

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS
PROXIMALES EN HARINA DE TRIGO”
MATRIZ: HARINA DE TRIGO**

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2026-01-29

Elaborado por:	Yamil Acho Sarzuri	Fecha:	2025-10-20
Revisado y aprobado por:	Jose Luis Gonzales Quino	Fecha:	2025-10-20
Informacion actualizada en:			2026-01-29

El presente documento ha sido elaborado en la Dirección de Metrología
Industrial y Científica del Instituto Boliviano de Metrología

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 2 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

POLÍTICA DEL IBMETRO PARA EL USO DE INFORMES DE ENSAYO DE APTITUD

La política del Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) como proveedor de Ensayos de Aptitud que cumple con los requisitos de la norma ISO 17043:2023 se centra en asegurar que los informes finales de resultados de Ensayos de Aptitud se utilicen como una herramienta confiable para evaluar y mejorar la competencia técnica de los laboratorios participantes. El IBMETRO se compromete a proporcionar informes claros, imparciales y basados en evidencia, que incluyan los datos necesarios para la toma de decisiones internas de calidad, preservando la confidencialidad y la integridad de la información individual de cada participante.

Los informes finales en su versión preliminar se constituyen en versiones previas cuyo objetivo es que los participantes verifiquen la información contenida y realizar cambios en los mismos según sea necesario. Algunos cambios pueden afectar a las evaluaciones de desempeño de los participantes, por esta razón los informes finales en su versión preliminar no sustituyen al Informe Final.

Un Informe Final, una vez publicado en nuestra página web, no podrá ser cambiado ni se aceptarán observaciones sobre el contenido, salvo que el Sistema de Gestión de Calidad del IBMETRO así lo requiera.

El informe final del Ensayo de Aptitud será enviado a cada participante vía correo electrónico y será publicado en la página web del IBMETRO (www.ibmetro.gob.bo).

Los participantes y partes interesadas pueden solicitar una impresión oficial del Ensayo de Aptitud, el mismo tendrá un costo adicional.

El IBMETRO se reserva el derecho de utilizar la información del presente informe de Ensayo de Aptitud como fuente para publicaciones o labores didácticas, siempre que se respete el anonimato de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 3 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

ACTUALIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO DE APTITUD

*Este informe con código **EQO-005/2025 - 02** reemplaza al informe con código **EQO-005/2025 - 01** en su totalidad, quedando **ANULADO** el informe con código **EQO-005/2025 - 01**. Los cambios realizados son los siguientes:*

Código de informe	Fecha emisión	Modificación realizada
EQI-005/2025 - 02	2026-01-29	- En las páginas 16 y 17 se corrigió el valor reportado por un participante y se actualiza los valores de referencia para el parámetro de Grasas Totales en Harina de Trigo. Esta modificación no modifica el resultado de la evaluación del resto de participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 4 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ORGANIZACIÓN	5
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	5
4.	OBJETIVOS	6
5.	ACTIVIDADES DE PROVEEDORES EXTERNOS	6
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO	6
7.	HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO	6
8.	VALORES DE REFERENCIA	7
9.	CONFIDENCIALIDAD	9
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	9
11.	RESULTADOS.....	11
11.1.	Acidez como H ₂ SO ₄ en Harina de Trigo.....	11
11.2.	Cenizas en Harina de Trigo	12
11.3.	Fibra Cruda en Harina de Trigo	14
11.4.	Gluten Húmedo en Harina de Trigo	14
11.5.	Grasas Totales en Harina de Trigo.....	16
11.6.	Hierro en Harina de Trigo.....	17
11.7.	Humedad en Harina de Trigo.....	19
11.8.	Proteína en Harina de Trigo	21
12.	LABORATORIOS PARTICIPANTES.....	22
13.	OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS..	23
14.	APELACIONES.....	23
15.	CONCLUSIONES	23
16.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	24

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 5 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

1. INTRODUCCIÓN

IBMETRO viene organizando rondas de Ensayo de Aptitud dirigido a apoyar a los laboratorios u organismos de inspección que realizan ensayos en las matrices de Harina de Trigo con la finalidad de mejorar las capacidades analíticas y la gestión en organismos de inspección y laboratorios bolivianos.

Para que un laboratorio u organismo de inspección sea considerado competente es necesario que asegure la confiabilidad de sus resultados. La participación regular en programas de ensayos de aptitud es uno de los medios disponibles para que demuestren su desempeño.

La participación en estos programas es un requisito establecido en las normas de competencia técnica para laboratorios de ensayo. También es un requisito exigido por la Dirección Técnica de Acreditación en Bolivia (DTA-CRI-015) y en algunos casos puede ser un requerimiento establecido en la legislación vigente.

2. ORGANIZACIÓN



Dirección de Metrología Industrial y Científica
 Instituto Boliviano de Metrología – IBMETRO
 Unidad de Metrología Química
 La Paz, Municipio de Achocalla, Av. Illimani, Z. Valle Hermoso
 (+591) 72015382; (+591) 71543136
www.ibmetro.gob.bo

3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Ing. Yamil Acho – Coordinador y Responsable Técnico del ensayo de aptitud
 Lic. Julian Morales – Responsable estadístico del ensayo de aptitud
 Lic. Jose Luis Gonzales – Supervisor de la Unidad de Metrología Química
 Ing. Henry Paco Marino – Director de Metrología Industrial y Científica

PERSONAL DE APOYO

Lic. Jimena Torrez – Colaborador técnico
 Lic. Gilda Cruz Ochoa - Colaborador Técnico

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 6 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EQO-005-2025 "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PROXIMALES EN HARINA DE TRIGO" que contempla los parámetros de: Humedad, Cenizas, Proteínas, Grasas Totales, Gluten húmedo, Acidez como H_2SO_4 , Fibra cruda, Hierro siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma ISO/IEC 17043:2023.
- Proveer una herramienta objetiva para que los laboratorios participantes demuestren su competencia técnica ante entes acreditadores y demás partes interesadas.
- Promocionar a los Ensayos de Aptitud que organiza el IBMETRO como herramientas para el aseguramiento interno de la calidad de los organismos de evaluación de la conformidad nacionales.
- Fortalecer la infraestructura nacional de la calidad y la confianza de los usuarios de esta infraestructura.

5. ACTIVIDADES DE PROVEEDORES EXTERNOS

El Laboratorio de Química Orgánica del IBMETRO preparó los ítems de ensayo para este ensayo de aptitud.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Identificación	Matriz	Cantidad de Muestra	Parámetros
EQO-005-2025	Harina de Trigo	Aprox. 70 g	Humedad (10 g/100g – 15 g/100g) Cenizas (0,5 g/100g – 1 g/100g) Proteínas (10 g/100g – 15 g/100g) Grasas Totales (0,5g/100g – 2 g/100g) Gluten Húmedo (25 g/100g – 40 g/100g) Acidez como H_2SO_4 (0,05 g/100g – 0,3 g/100g) Fibra cruda (0,1 g/100g - 0,5 g/100g) Hierro (35 mg/kg – 50 mg/kg)

Tabla 1. Descripción de los ítems de ensayo

7. HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

La homogeneidad y la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud fueron evaluadas siguiendo los lineamientos de la norma ISO 17043:2023 e ISO

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 7 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

13528:2022 para garantizar que no tengan influencia en la evaluación de la aptitud de los participantes.

Para evaluar la homogeneidad en los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la desviación estándar de debido a la inhomogeneidad (s_s) cumpla el siguiente criterio:

$$s_s \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (1)$$

Para evaluar la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la incertidumbre debido a la inestabilidad (u_{stab}) cumpla el siguiente criterio:

$$u_{stab} \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (2)$$

Cuando no se cumpla (1) y/o (2) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de aptitud σ_{pt} .

Cuando la desviación estándar para la evaluación de aptitud σ_{pt} es calculada como la desviación estándar de los resultados de los participantes, los componentes de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad están en gran parte reflejados en la variabilidad de los participantes.

8. VALORES DE REFERENCIA

El valor asignado x_{pt} para cada uno de los parámetros se obtuvo a partir de la mediana de los resultados, calculada según la siguiente ecuación:

$$Mediana = X_{\frac{n+1}{2}} \quad \text{Si "n" es impar} \quad (3)$$

$$Mediana = \frac{X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n+1}{2}}}{2} \quad \text{Si "n" es par} \quad (4)$$

Siendo x_i el promedio individual de las mediciones de cada muestra (A y B), el cual fue calculado según la siguiente ecuación:

$$x_i = \frac{Valor_1 + Valor_2}{2} \quad (5)$$

Siendo Valor 1 y Valor 2 los resultados reportados por los laboratorios (para la muestra A y B).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 8 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

Para estimar la incertidumbre del valor asignado de los ítems de ensayo en los parámetros a evaluar, se considera los siguientes aportes:

$$u(x_{pt}) = \sqrt{u_{char}^2 + u_{hom}^2 + u_{trans}^2 + u_{stab}^2} \quad (6)$$

Dónde:

$u(x_{pt})$ es la incertidumbre estándar del valor asignado.

u_{char} es la incertidumbre estándar de la caracterización.

u_{hom} es la incertidumbre estándar debido a las diferencias entre ítems de ensayo de aptitud ("inhomogeneidad").

u_{trans} es la incertidumbre estándar debido a la inestabilidad causada por el transporte de los ítems de ensayo de aptitud.

u_{stab} es la incertidumbre estándar de la inestabilidad durante el periodo del ensayo de aptitud.

Cuando el valor asignado ha sido calculado por consenso de los datos de participantes, la incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * s^*}{\sqrt{p}} \quad (7)$$

Siendo

s^* = desviación estándar robusta

p = Número de Laboratorios participantes en el parámetro.

Cuando el valor asignado y la desviación estándar robusta en (7) son determinados con los datos de los participantes la incertidumbre del valor asignado puede asumirse que incluye los efectos de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad.

La incertidumbre del valor asignado debe cumplir que:

$$u(x_{pt}) \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (8)$$

Cuando no se cumpla (8) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 9 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

aptitud (σ_{pt}).

Para cada parámetro la desviación estándar para la evaluación de aptitud se calculó como la Mediana de la Dispersión Absoluta (MADe), calculada de la siguiente manera:

$$\sigma_{pt} = MADe = 1,4826 * Me | x_i - Me_{x_i} | \quad (9)$$

Dónde:

Me =valor de la mediana

x_i =resultados de cada Laboratorio

Me_{x_i} =mediana de los resultados de cada Laboratorio

9. CONFIDENCIALIDAD

Los resultados del Ensayo de Aptitud han sido tratados con absoluta confidencialidad, cada participante fue identificado por un código individual, que solo es conocido por el laboratorio participante y por la Unidad de Coordinación del ensayo.

10. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

El tratamiento de los datos para la evaluación del desempeño estará basado en la Norma ISO 13528:2022, "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons". El desempeño de cada laboratorio participante en el Ensayo de Aptitud será evaluado mediante el z-score.

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad (10)$$

Dónde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

σ_{pt} = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud

Se determinó el valor de z-score para cada laboratorio participante. El desempeño ha sido clasificado como *satisfactorio*, *cuestionable*, *insatisfactorio*, a partir de la

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

interpretación de este parámetro. A menor valor absoluto de "z" mejor es el desempeño del laboratorio.

- Satisfactorios: |z| menor o igual a 2
- Cuestionables: |z| mayor a 2 y menor a 3
- Insatisfactorios: |z| mayor o igual a 3

Cuanto menor sea el valor absoluto de "z", mejor será el desempeño del laboratorio.

Para los parámetros en los que la incertidumbre sea significativa respecto al estimador de la dispersión de los laboratorios y se cumpla que:

$$u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt} \quad (11)$$

Se considerará la incertidumbre para expandir el denominador del estadístico de desempeño. Este estadístico se llama z' y se calcula de la siguiente manera:

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (12)$$

Dónde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

σ_{pt} = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud

$u(x_{pt})$ = Incertidumbre estándar del valor asignado

Para el cálculo de la incertidumbre expandida se considera un factor de cobertura k=2.

$$U(x_{pt}) = k * u(x_{pt}) \quad (13)$$

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 11 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 05/2025

11. RESULTADOS

11.1. Acidez como H₂SO₄ en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Acidez como H ₂ SO ₄	0,19	0,014	0,02	0,018

Tabla 2. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

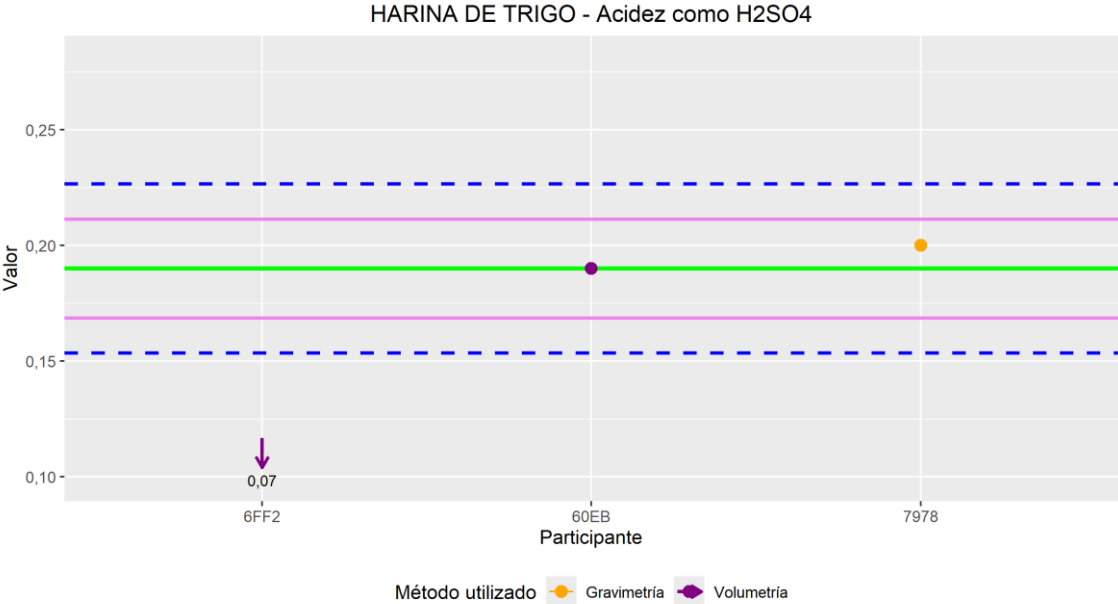


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 12 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

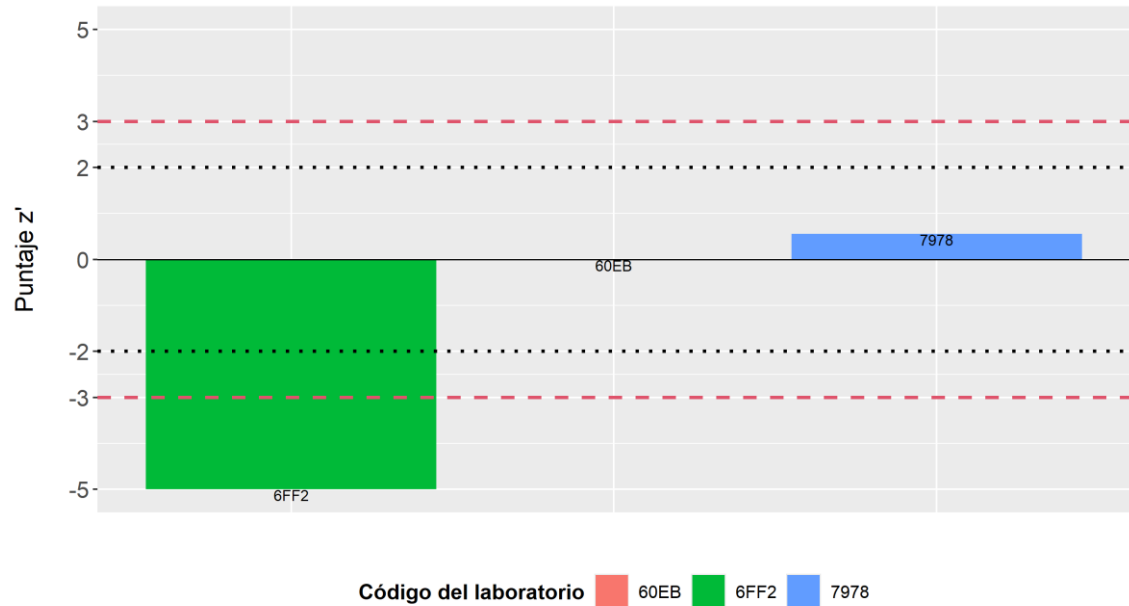


Gráfico 2. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado (g/100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
6FF2	0,07	NA	-6,56	Insatisfactorio
60EB	0,19	NA	0,00	Satisfactorio
7978	0,20	NA	0,55	Satisfactorio

Tabla 3. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

11.2. Cenizas en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Cenizas	0,645	0,0370	0,038	0,0416

Tabla 4. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 13 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 05/2025

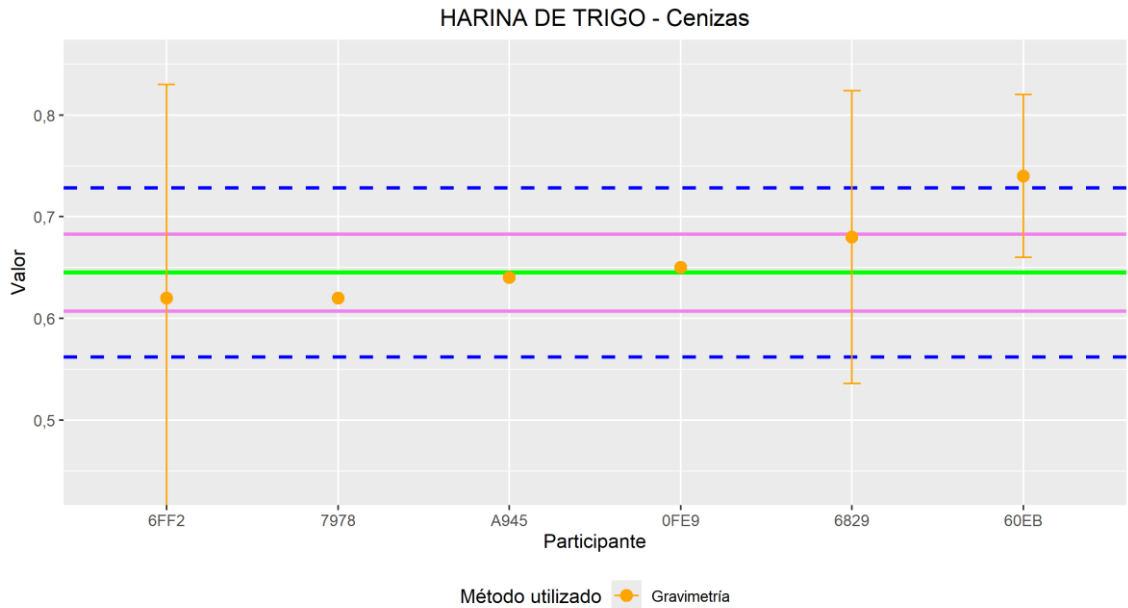


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

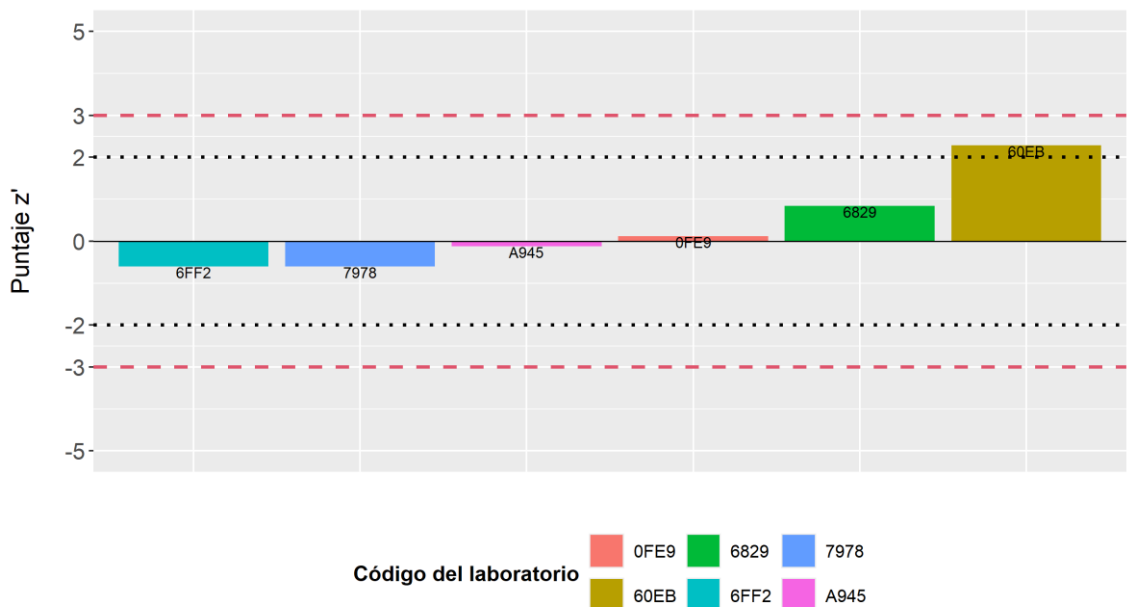


Gráfico 4. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 14 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
7978	0,62	NA	-0,60	Satisfactorio
6FF2	0,62	0,210	-0,60	Satisfactorio
A945	0,64	NA	-0,12	Satisfactorio
0FE9	0,65	NA	0,12	Satisfactorio
6829	0,68	0,144	0,84	Satisfactorio
60EB	0,74	0,080	2,28	Cuestionable

Tabla 5. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño. (NA = No reportó).

11.3. Fibra Cruda en Harina de Trigo

Debido a que la dispersión obtenida mediante consenso con los datos de los participantes es demasiado grande, en este parámetro no es posible realizar una evaluación del desempeño. Sin embargo, en el siguiente cuadro se muestran los resultados reportados por los participantes de manera informativa.

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)
7978	0,00	NA
60EB	0,17	NA
6FF2	0,19	NA
A945	0,60	NA

Tabla 6. Códigos de participantes y resultados reportados.

11.4. Gluten Húmedo en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Gluten Húmedo	31,7	1,69	2,4	2,09

Tabla 7. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 15 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 05/2025

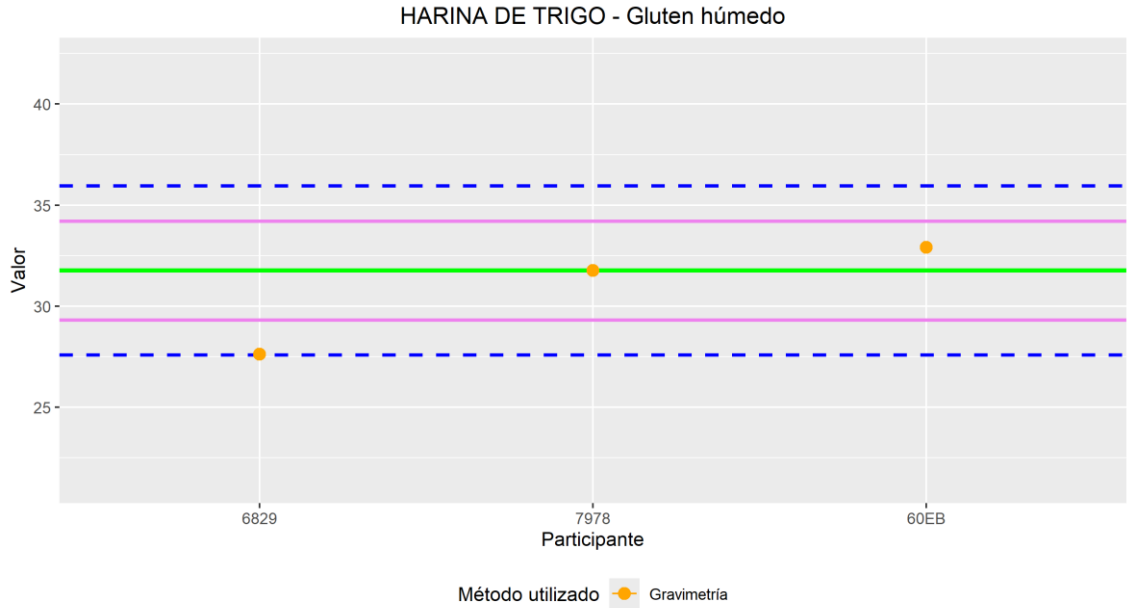


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



Gráfico 6. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 16 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
6829	27,630	NA	-1,97	Satisfactorio
7978	31,760	NA	0,00	Satisfactorio
60EB	32,905	NA	0,55	Satisfactorio

Tabla 8. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

11.5. Grasas Totales en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Grasas Totales	1,11	0,081	0,10	0,096

Tabla 9. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

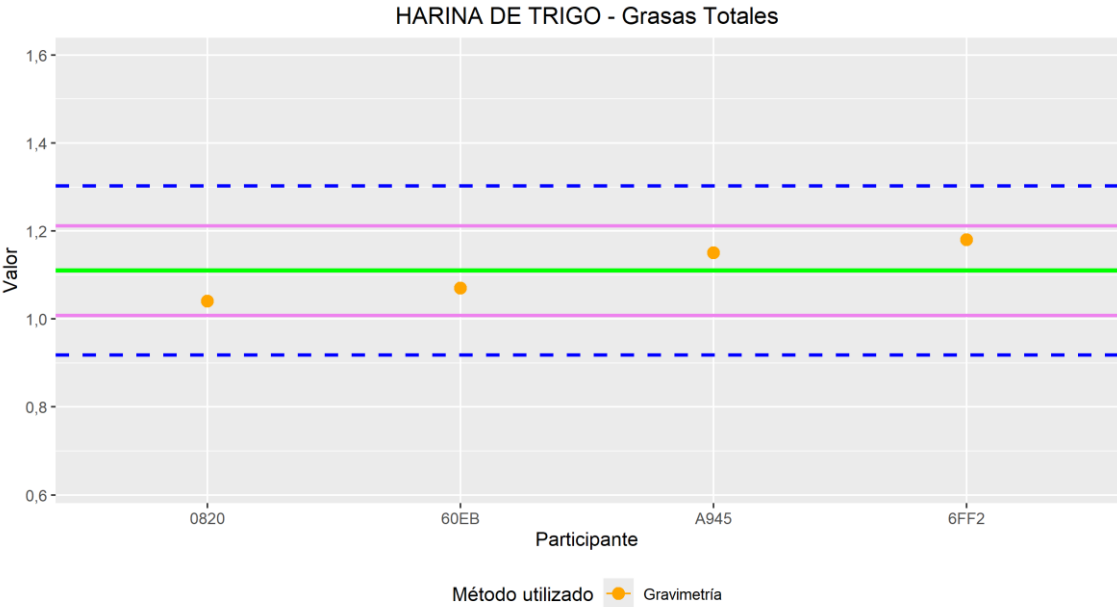


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 17 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

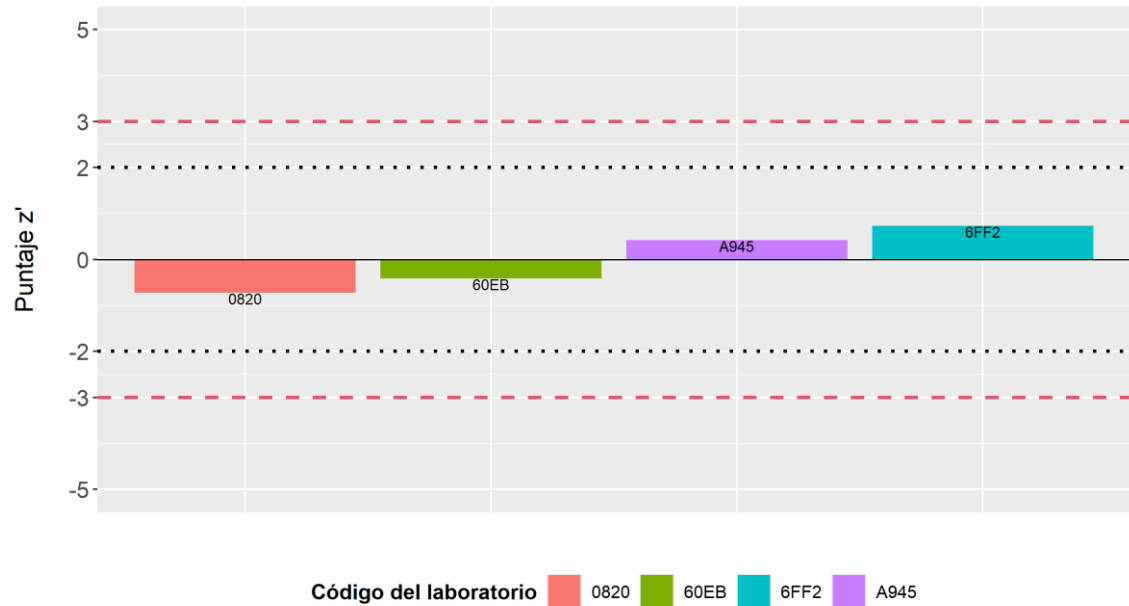


Gráfico 8. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
0820	1,04	NA	-0,73	Satisfactorio
60EB	1,07	NA	-0,42	Satisfactorio
A945	1,15	NA	0,42	Satisfactorio
6FF2	1,18	NA	0,73	Satisfactorio

Tabla 10. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

11.6. Hierro en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (mg/kg)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (mg/kg)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Hierro	42,3	6,11	7,6	7,21

Tabla 11. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 18 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 05/2025

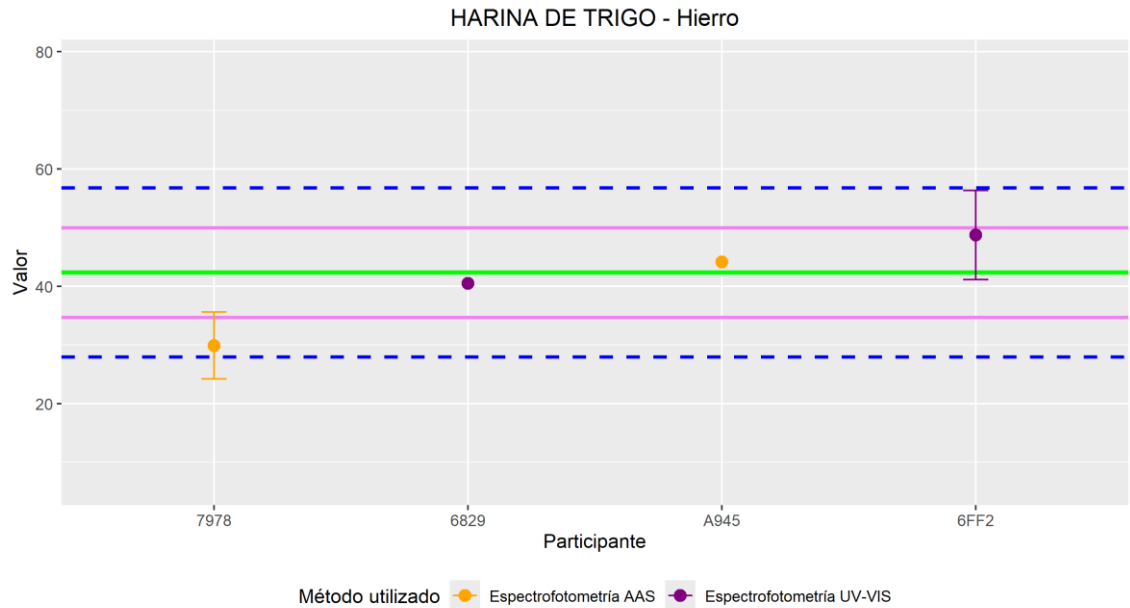


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

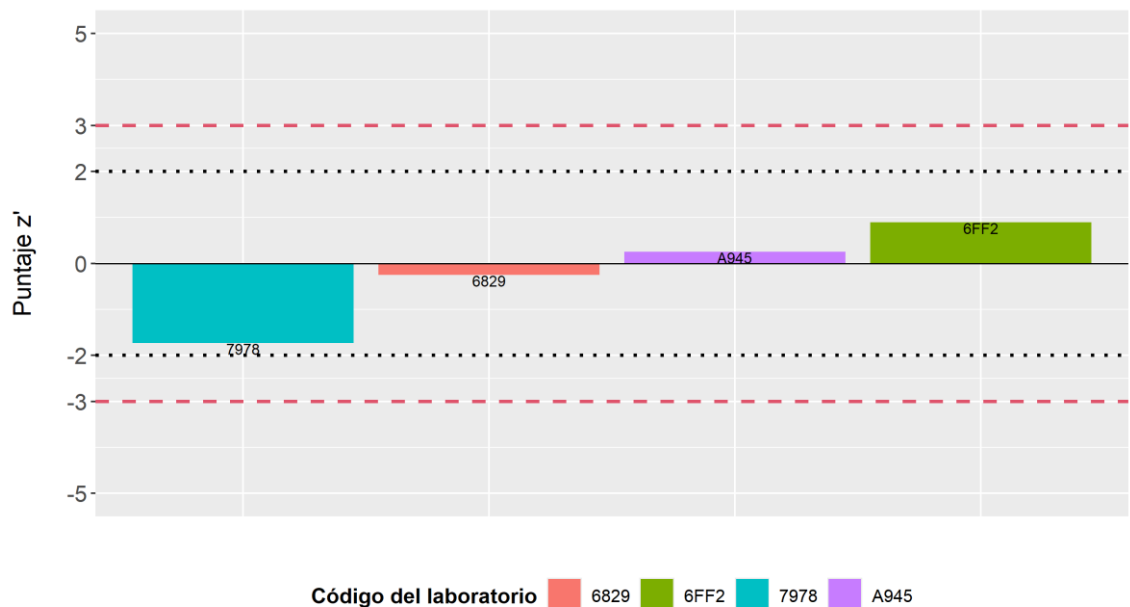


Gráfico 10. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 19 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

Participante	Resultado reportado (mg/kg)	Incertidumbre expandida U (k=2) (mg/kg)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
7978	29,890	5,70	-1,73	Satisfactorio
6829	40,525	NA	-0,25	Satisfactorio
A945	44,160	NA	0,25	Satisfactorio
6FF2	48,780	7,61	0,89	Satisfactorio

Tabla 12. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

11.7. Humedad en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt}')
Humedad	12,43	0,476	0,45	0,527

Tabla 13. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

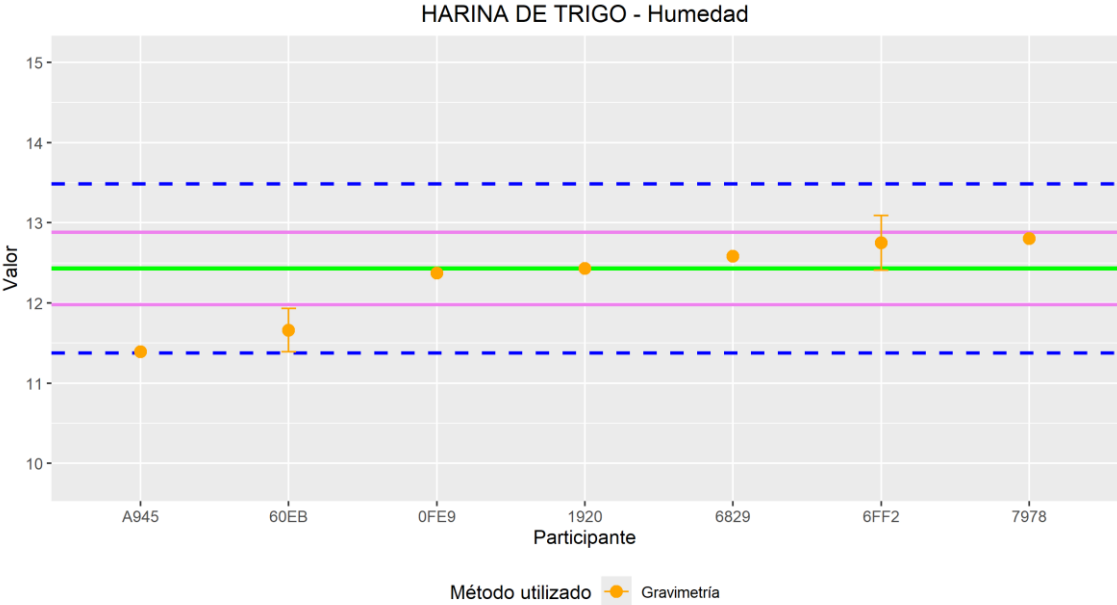


Gráfico 11. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 20 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 05/2025

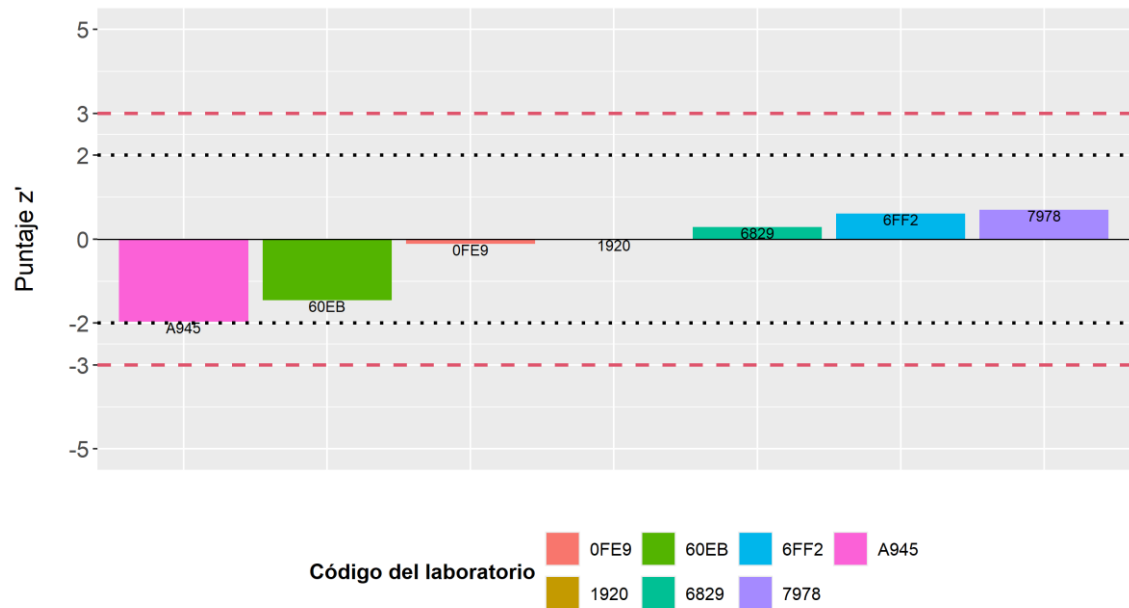


Gráfico 12. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
A945	11,390	NA	-1,97	Satisfactorio
60EB	11,660	0,27	-1,46	Satisfactorio
0FE9	12,370	NA	-0,11	Satisfactorio
1920	12,428	NA	0,00	Satisfactorio
6829	12,580	NA	0,29	Satisfactorio
6FF2	12,750	0,34	0,61	Satisfactorio
7978	12,800	NA	0,70	Satisfactorio

Tabla 14. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 21 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

11.8. Proteína en Harina de Trigo

Parámetro	Valor asignado			
	Valor (g/100 g)	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre Expandida (g/100 g)	Desviación estándar para evaluación de la aptitud (σ_{pt})
Proteína	11,65	0,719	0,73	0,807

Tabla 15. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

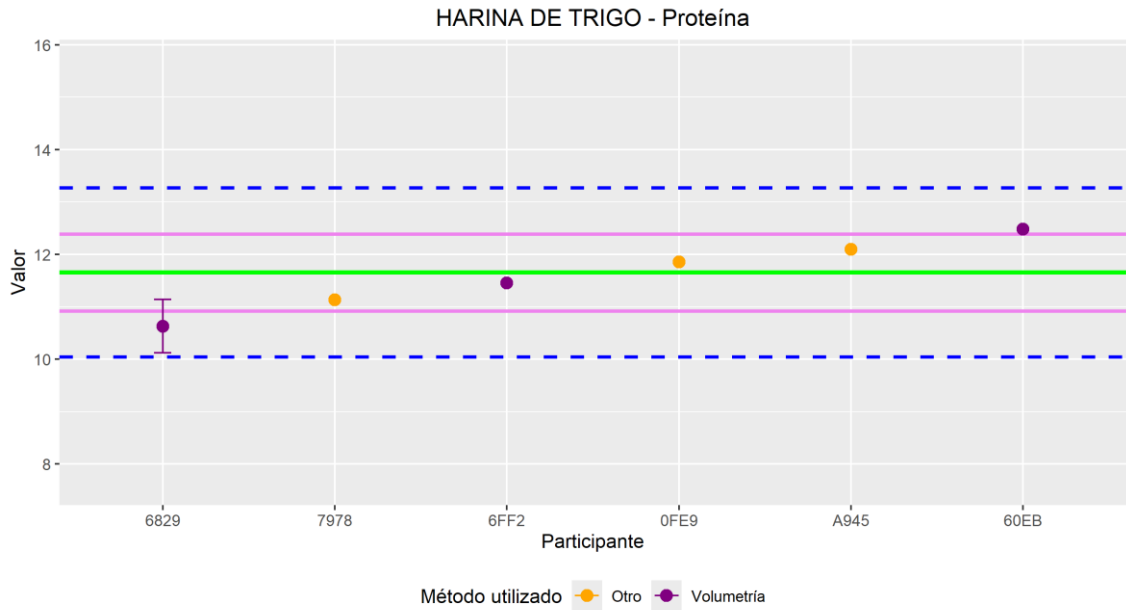


Gráfico 13. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 22 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

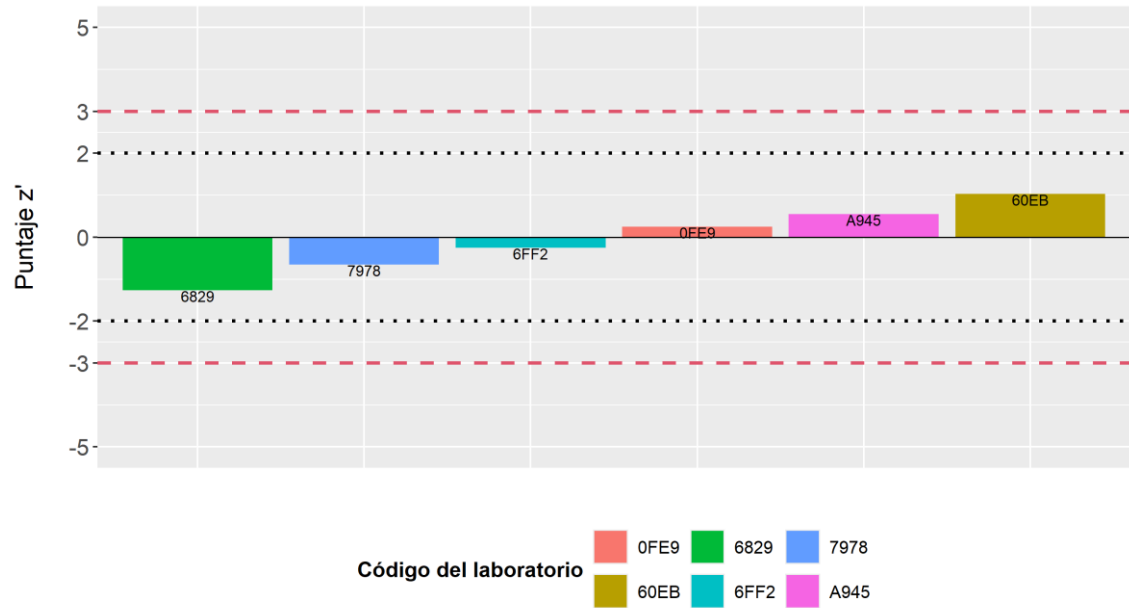


Gráfico 14. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado (g/ 100g)	Incertidumbre expandida U (k=2) (g/100g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
6829	10,630	0,51	-1,27	Satisfactorio
7978	11,130	NA	-0,65	Satisfactorio
6FF2	11,450	NA	-0,25	Satisfactorio
0FE9	11,855	NA	0,25	Satisfactorio
A945	12,100	NA	0,55	Satisfactorio
60EB	12,485	NA	1,03	Satisfactorio

Tabla 16. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (NA = No reportó).

12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 7 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. Es importante resaltar que la numeración de la tabla N° 17 es solamente un indicativo del número de laboratorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 23 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

os participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

Nº	INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
1	CENTRO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS S.R.L.	COCHABAMBA
2	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA AGUAS SEDES-POTOSI	POTOSÍ
3	LABORATORY SERVICES LABSER S.R.L.	LA PAZ
4	LABRAS S.R.L.	SANTA CRUZ
5	MOLINO Y FABRICA DE FIDEOS AURORA SRL	LA PAZ
6	SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y CALIDAD DEL AGUA AQUALAB SRL	COCHABAMBA
7	SERVICIOS INTEGRADOS DE LABORATORIO LABSIC SRL	LA PAZ
8	LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	LA PAZ

Tabla 17. Participantes del Ensayo de Aptitud EQO-005-2025 Determinación de parámetros proximales en Harina de Trigo.

13. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

- Ningún laboratorio participante reportó algún inconveniente con el estado de los ítems de ensayo una vez que llegaron a sus instalaciones.
- Se utilizaron métodos volumétricos, gravimétricos y de espectrofotometría para la medición de los parámetros en Harina de Trigo.
- Se recomienda a los participantes la implementación de la estimación de la incertidumbre de sus mediciones ya que la incertidumbre es un parámetro importante asociado al resultado de una medición, la cual caracteriza la dispersión de los valores que pueden ser razonablemente atribuidos al mensurando. Se recomienda que en caso de ser necesario los participantes soliciten la asesoría del IBMETRO para la estimación de la incertidumbre de sus mediciones.

14. APELACIONES

En caso de desacuerdo con los resultados de la evaluación de desempeño, y siempre que se cuente con evidencia objetiva que lo respalde, el participante podrá presentar una apelación mediante el envío de un correo a calidad@ibmetro.gob.bo

15. CONCLUSIONES

- Se logró brindar a los participantes una herramienta para evaluar su desempeño y demostrar su competencia técnica para realizar los ensayos en la Determinación de Humedad, Cenizas, Proteínas, Grasas Totales, Gluten húmedo, Acidez como H₂SO₄, Fibra cruda y Hierro en Harina de Trigo en el presente ensayo de aptitud.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 24 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 05/2025

- El diseño estadístico y los criterios de evaluación utilizados por el IBMETRO como proveedor fueron adecuados para el propósito del ensayo de aptitud.
- Se recomienda, cuando sea posible, el uso de materiales de referencia certificados, uso de materiales de control de calidad, entre otros, según lo recomendado en la norma ISO/IEC 17025 para el aseguramiento de la calidad de las mediciones.
- Se sugiere en todos los casos, la validación del método de ensayo, la implementación de un procedimiento de control interno de calidad, el control metrológico de los equipos.
- Se recomienda realizar una evaluación del sesgo de las mediciones con el fin de tomar acciones de mejora que puedan ayudar a corregir los errores sistemáticos asociados a una medición.
- Se recomienda la participación rutinaria en Rondas de Ensayos de Aptitud con el fin de demostrar su mejora o para demostrar la permanencia de su buen desempeño. La Unidad de Metrología Química y el Comité Científico Técnico agradecen el interés y la colaboración de los participantes en la realización de este Ensayo de Aptitud.

16. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ISO/IEC 17043:2023. "Conformity assessment – General requirements for the competence of proficiency testing providers".

ISO 13528:2022. "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons"

NB/ISO/IEC 17025:2018. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

Thompson, M., Ellison, S. L., & Wood, R. (2006). The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, 78(1), 145-196

Guía para la expresión de la incertidumbre de medida. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Organización Internacional de Normalización, impresa en Suiza, ISBN 92-67-10188-9, primera edición, 1993. Corregida y reimpressa en 1995.

ISO 33405:2024. Reference materials – Approaches for characterization and assessment of homogeneity and stability.

ISO 16269-4:2010. Statistical interpretation of data Part 4: Detection and treatment of outliers.