

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA  
IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

**Código: EQ-0176/2024 - 02**

**“DETERMINACIÓN DE MACRO Y  
MICRONUTRIENTES EN HARINA DE QUINUA”  
MATRIZ: HARINA DE QUINUA**

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2024-12-30

Elaborado por:	Yamil Acho Sarzuri	Fecha:	2024-11-21
Revisado y aprobado por:	Jose Luis Gonzales Quino	Fecha:	2024-11-22

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 2 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

*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. 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](http://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.*

*ACTUALIZACION DEL INFORME DE ENSAYO DE APTITUD*

*Este informe con código **EQ-0176/2024 – 02** reemplaza al informe con código **EQ-0176/2024 – 01** en su totalidad, quedando **ANULADO** el informe con código **EQ-0176/2024 – 01**. Los cambios realizados son los siguientes:*

- *Las unidades del Resultado reportado en las Tablas 13 y 15 han sido cambiadas de g/100 g a mg/kg.*
- *En la Tabla 16 los nombres de los laboratorios ahora se muestran en orden alfabético.*

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 3 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

## Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	ORGANIZACIÓN .....	4
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	4
4.	OBJETIVOS .....	5
5.	ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS .....	5
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO .....	5
7.	HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO .....	5
8.	VALORES DE REFERENCIA .....	6
9.	CONFIDENCIALIDAD .....	8
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO .....	8
11.	RESULTADOS.....	9
11.1.	Humedad en Harina de Quinoa .....	9
11.2.	Cenizas en Harina de Quinoa.....	11
11.3.	Proteínas en Harina de Quinoa.....	12
11.4.	Grasas totales en Harina de Quinoa .....	14
11.5.	Fibra Cruda en Harina de Quinoa.....	15
11.6.	Hierro en Harina de Quinoa .....	17
11.7.	Calcio en Harina de Quinoa.....	18
12.	LABORATORIOS PARTICIPANTES.....	20
13.	OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS..	20
14.	CONCLUSIONES .....	21
15.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	21

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 4 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

IBMETRO viene organizando rondas de Ensayo de Aptitud dirigido a apoyar a los laboratorios u organismos de inspección que realizan ensayos en la matriz de Harina de Quinoa 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](http://www.ibmetro.gob.bo)

## 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

### COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Ing. Yamil Acho Sarzuri – 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

Lic. María Eugenia Marcelo Choqueticlla - Colaborador Técnico

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 5 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

#### 4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EQ-0176 "DETERMINACIÓN DE MACRO Y MICRONUTRIENTES EN HARINA DE QUINUA" que contempla el parámetro de cobre 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 SUBCONTRATADAS

Ninguna de las actividades necesarias para el desarrollo del presente Ensayo de Aptitud fue subcontratada por el proveedor.

#### 6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

<b>Identificación</b>	<b>Matriz</b>	<b>Cantidad de Muestra</b>	<b>Parámetros</b>
EQ-0176	Harina de Quinua	Aprox. 70 g	Humedad Cenizas Proteínas Grasas Totales Fibra cruda Hierro Calcio

**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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 6 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

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  $\sigma_{pt}$ .

Cuando la desviación estándar para la evaluación de aptitud  $\sigma_{pt}$  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

Para los parámetros de Calcio y Hierro al tratarse de un ensayo de aptitud con un número reducido de participantes el valor asignado  $x_{pt}$  fue proporcionado por el Laboratorio de Química Inorgánica de IBMETRO. Para los parámetros: Humedad, Cenizas, Proteínas, Grasas Totales y Fibra cruda 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:

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

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

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 7 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

$$x_i = \frac{Valor_1 + Valor_2}{2} \quad (3)$$

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

Para los parámetros: Humedad, Cenizas, Proteínas, Grasas Totales y Fibra cruda la desviación estándar para la evaluación de aptitud se calculó como la Mediana de la Dispersión Absoluta (MADe), calculada de la siguiente manera:

$$\sigma_{pt} = MADe = 1,4826 * Me | x_i - Me_{x_i} | \quad (4)$$

Dónde:

$Me$  = valor de la mediana

$x_i$  = resultados de cada Laboratorio

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

Para los parámetros de Calcio y Hierro al tratarse de un ensayo de aptitud con un número reducido de participantes, el estimador de dispersión se obtuvo del modelo general de Horwitz el cual es independiente del número de participantes.

$$\sigma_{pt} = \begin{cases} 0,22c & \text{cuando } c < 1,2 * 10^{-7} \\ 0,02c^{0,8495} & \text{cuando } 1,2 * 10^{-7} \leq c \leq 0,138 \\ 0,01c^{0,5} & \text{cuando } c > 0,138 \end{cases} \quad (5)$$

Dónde:

$c$  = Fracción en masa

La incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * s^*}{\sqrt{p}} \quad (6)$$

Siendo

$s^*$  = desviación estándar robusta (MADe)

$p$  = Número de Laboratorios participantes en el parámetro

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 8 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024

## 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.

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad (6)$$

Dónde:

$x_{pt}$  = Valor asignado

$x_i$  = Resultado del participante "i"

$\sigma_{pt}$  = 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 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:

$$u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt} \quad (7)$$

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 9 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

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

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (8)$$

Dónde:

$x_{pt}$  = Valor asignado

$x_i$  = Resultado del participante "i"

$\sigma_{pt}$  = 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  $k=2$ .

$$U(x_{pt}) = k * u(x_{pt}) \quad (9)$$

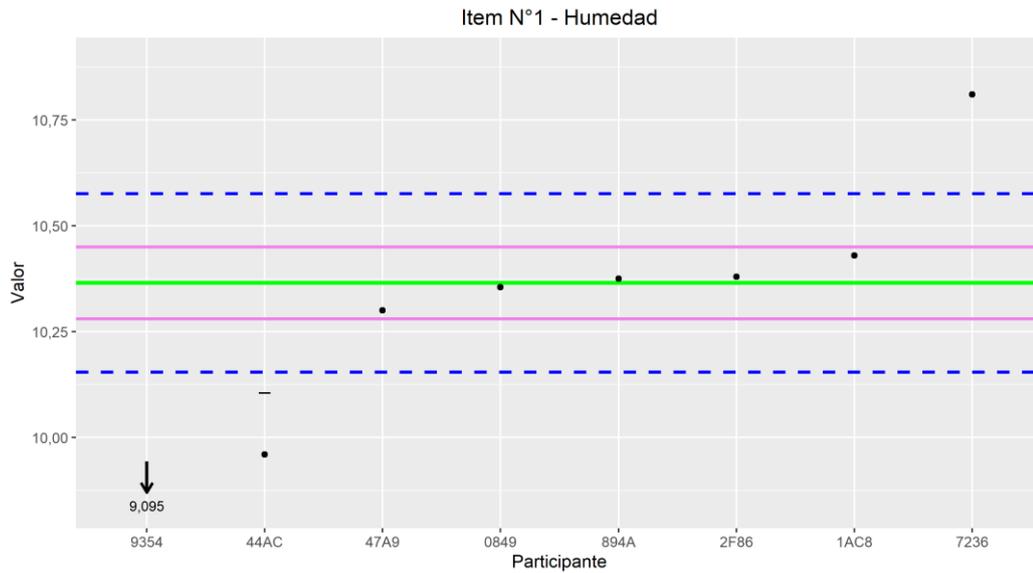
## 11. RESULTADOS

### 11.1. Humedad en Harina de Quinua

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Humedad	10,36	0,096	0,09

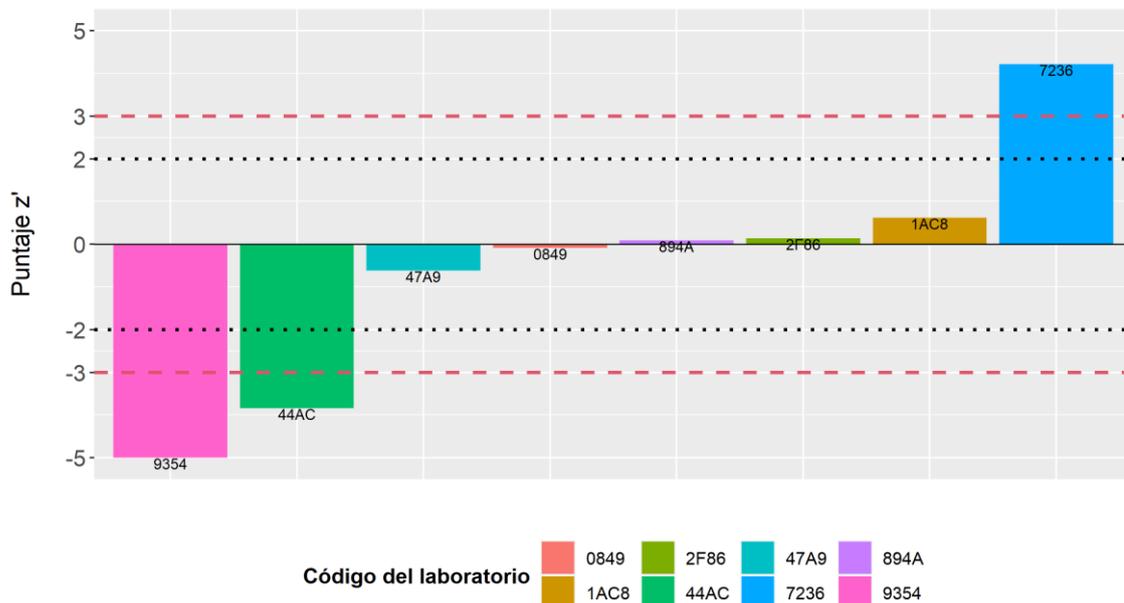
Tabla 2. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 017/2024



**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.



**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.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 11 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 017/2024

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
9354	9,095	-12,05	Insatisfactorio
44AC	9,960	-3,84	Insatisfactorio
47A9	10,300	-0,62	Satisfactorio
0849	10,355	-0,09	Satisfactorio
894A	10,375	0,09	Satisfactorio
2F86	10,380	0,14	Satisfactorio
1AC8	10,430	0,62	Satisfactorio
7236	10,810	4,22	Insatisfactorio

Tabla 3. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

### 11.2. Cenizas en Harina de Quinua

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Cenizas	2,20	0,126	0,12

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

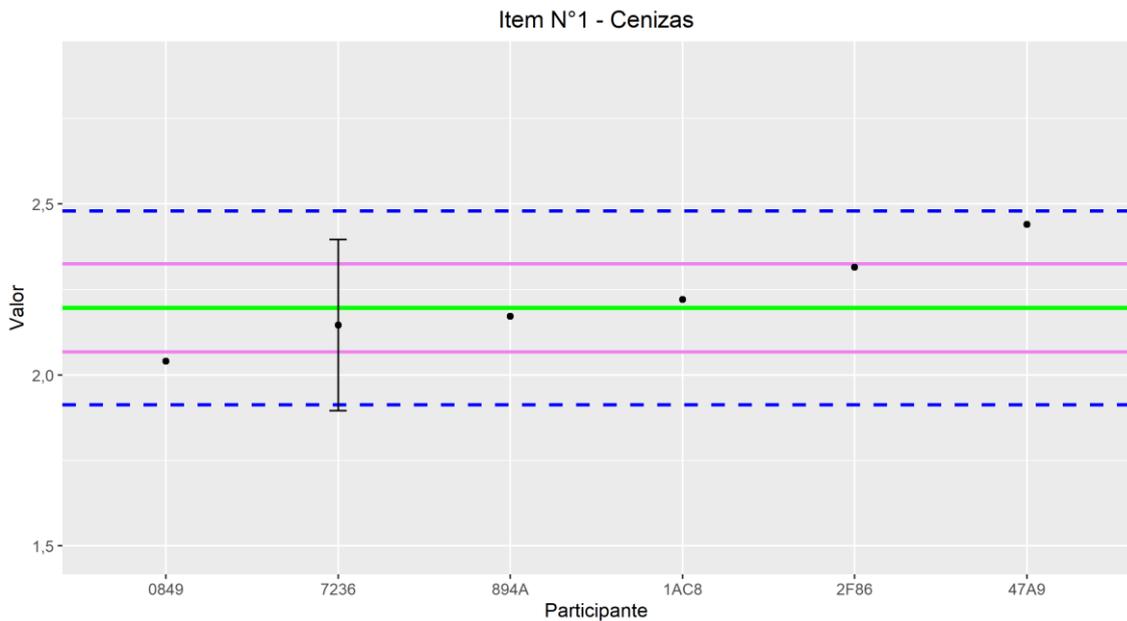


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 12 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024

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

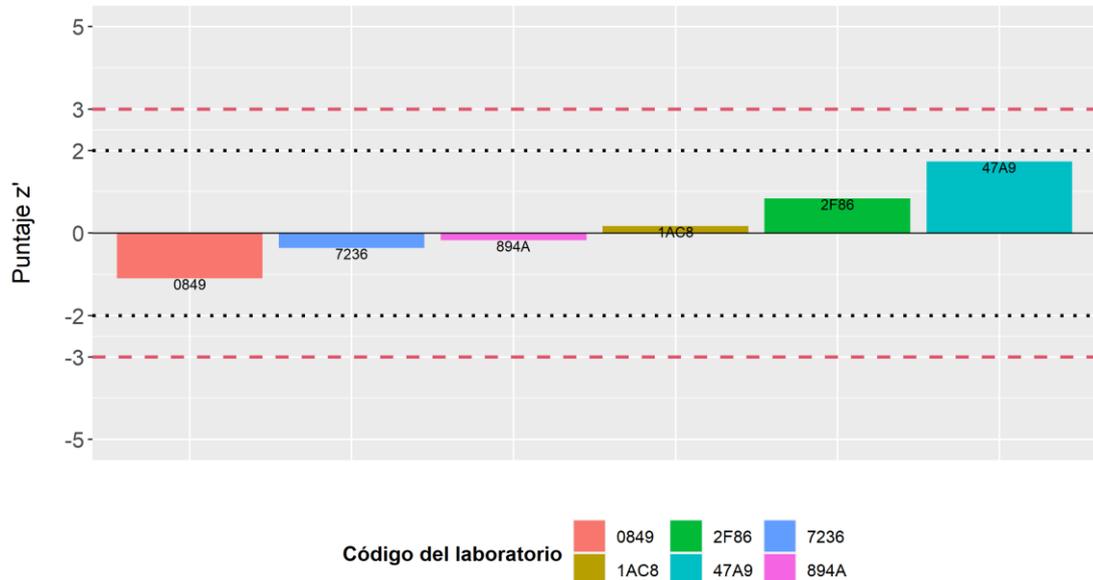


Gráfico 4. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
0849	2,040	-1,10	Satisfactorio
7236	2,145	-0,36	Satisfactorio
894A	2,172	-0,17	Satisfactorio
1AC8	2,220	0,17	Satisfactorio
2F86	2,315	0,84	Satisfactorio
47A9	2,440	1,73	Satisfactorio

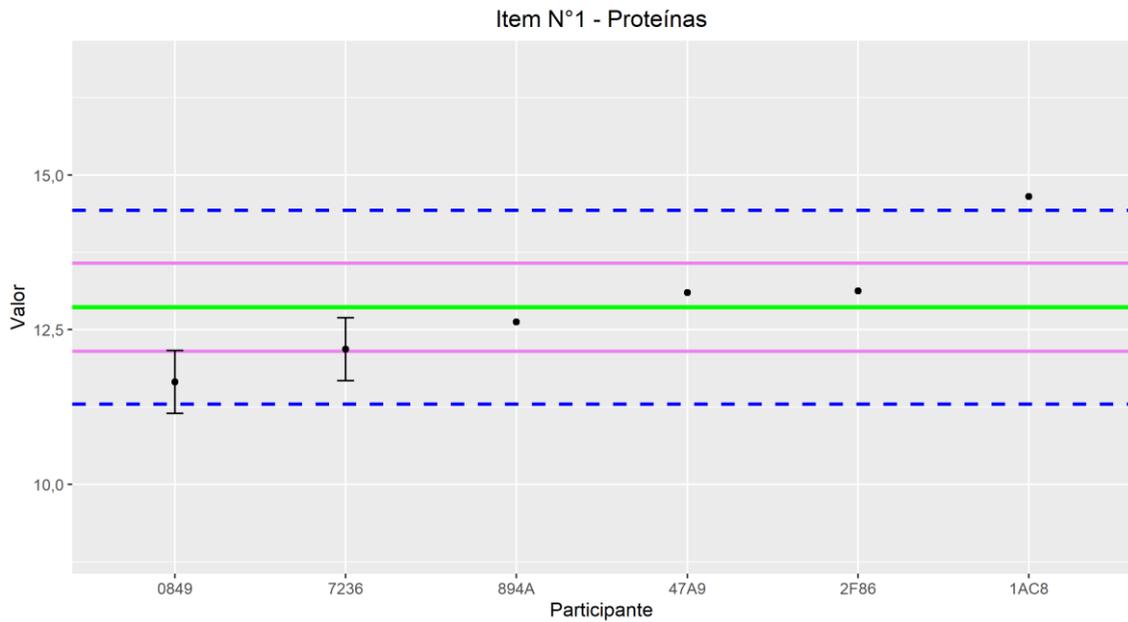
Tabla 5. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

### 11.3. Proteínas en Harina de Quinua

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Proteínas	12,86	0,696	0,71

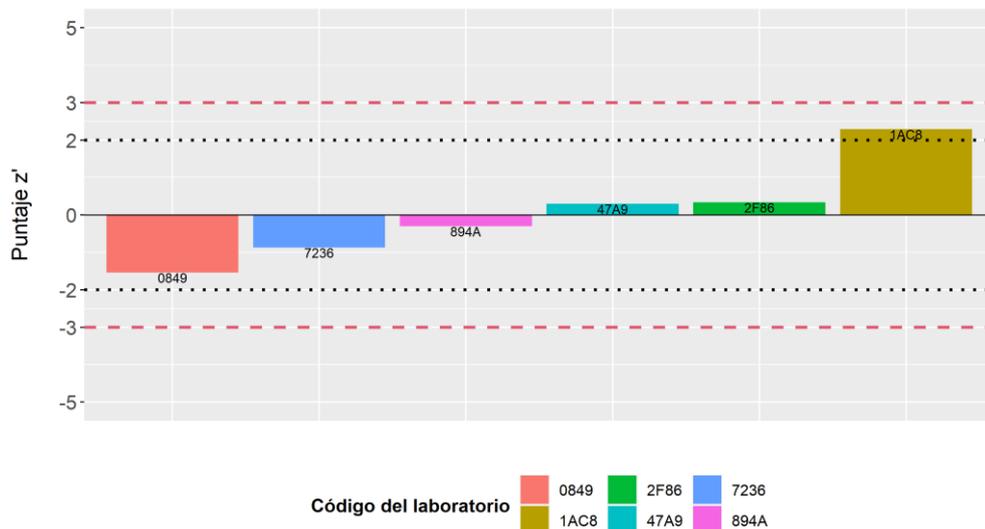
Tabla 6. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 13 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>



**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 14 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 017/2024

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
0849	11,655	-1,54	Satisfactorio
7236	12,185	-0,87	Satisfactorio
894A	12,625	-0,30	Satisfactorio
47A9	13,100	0,30	Satisfactorio
2F86	13,125	0,34	Satisfactorio
1AC8	14,654	2,29	Cuestionable

Tabla 7. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

#### 11.4. Grasas totales en Harina de Quinoa

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Grasas totales	5,48	0,343	0,35

Tabla 8. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

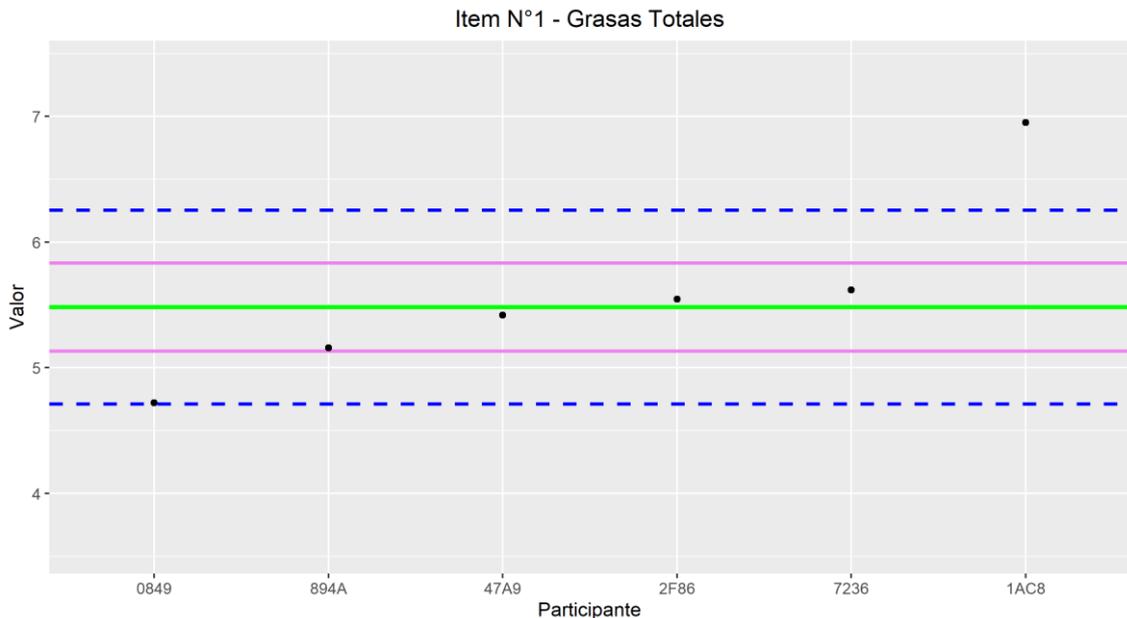
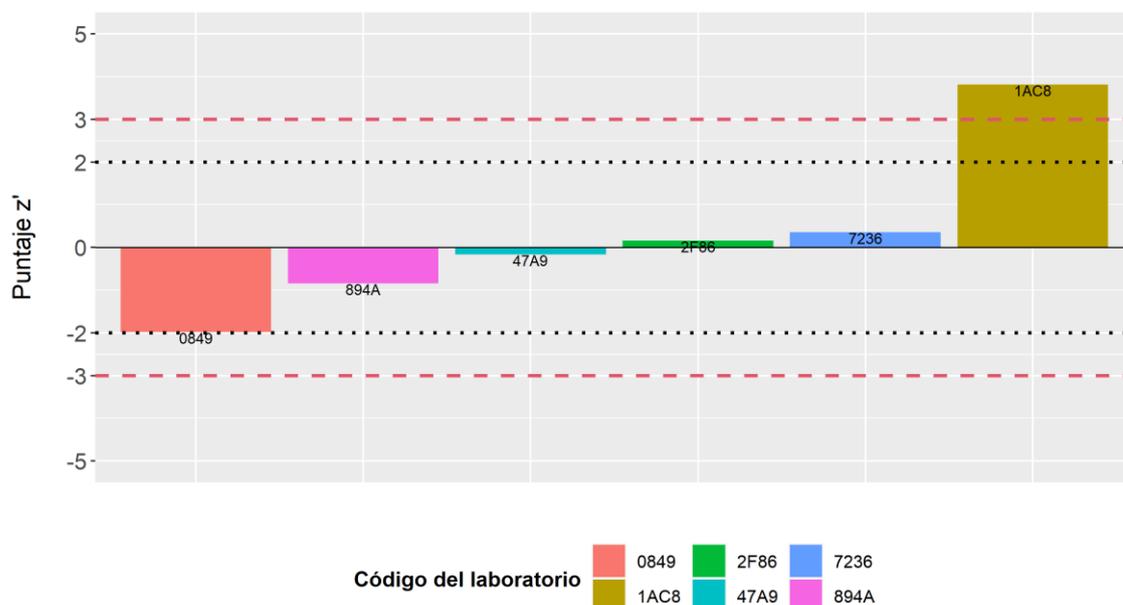


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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 15 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024



**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/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
0849	4,720	-1,98	Satisfactorio
894A	5,157	-0,84	Satisfactorio
47A9	5,420	-0,16	Satisfactorio
2F86	5,545	0,16	Satisfactorio
7236	5,620	0,36	Satisfactorio
1AC8	6,950	3,81	Insatisfactorio

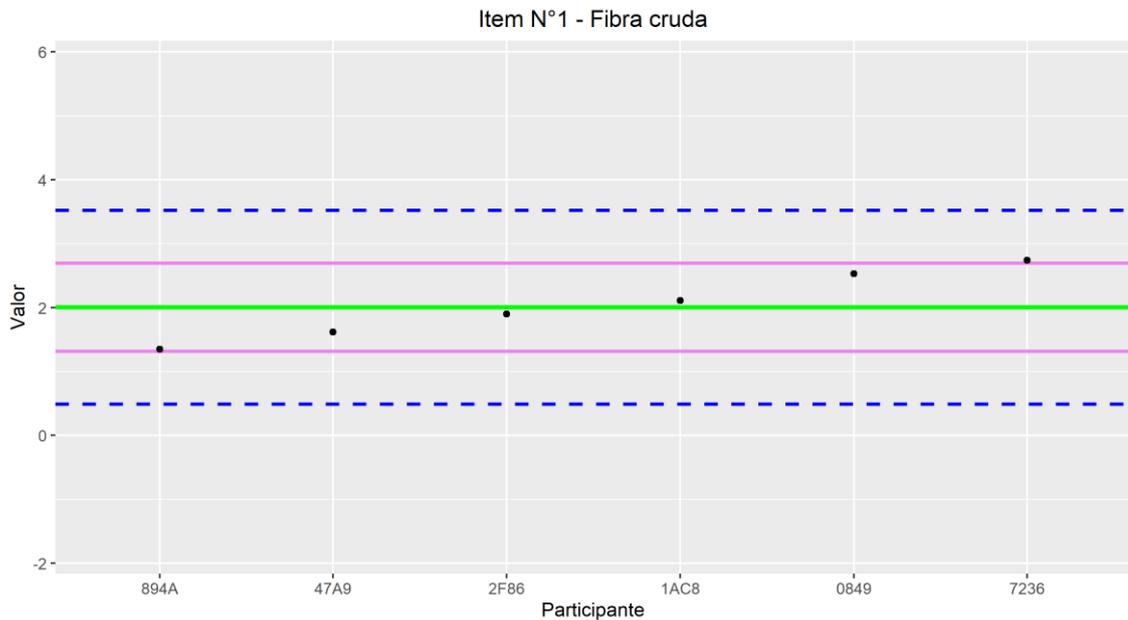
**Tabla 9. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.**

### 11.5. Fibra Cruda en Harina de Quinoa

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Fibra Cruda	2,01	0,674	0,69

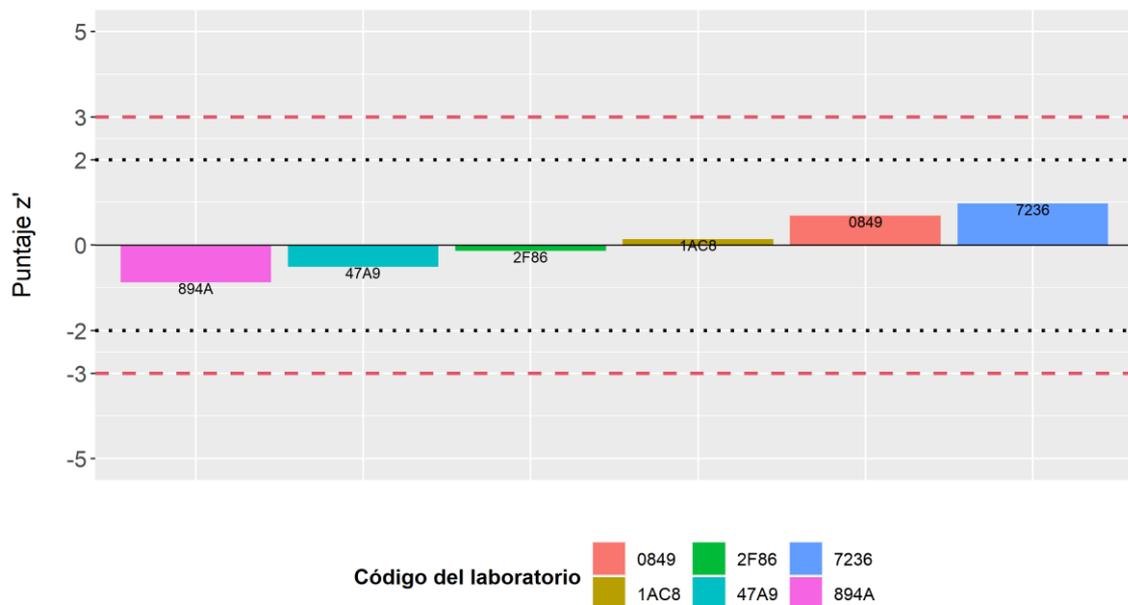
**Tabla 10. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.**

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 16 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024



**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 17 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
894A	1,347	-0,87	Satisfactorio
47A9	1,620	-0,51	Satisfactorio
2F86	1,900	-0,14	Satisfactorio
1AC8	2,110	0,14	Satisfactorio
0849	2,530	0,69	Satisfactorio
7236	2,740	0,97	Satisfactorio

Tabla 11. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

### 11.6. Hierro en Harina de Quinua

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (mg/kg)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (mg/kg)
Hierro	45,2	4,07	7,1

Tabla 12. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

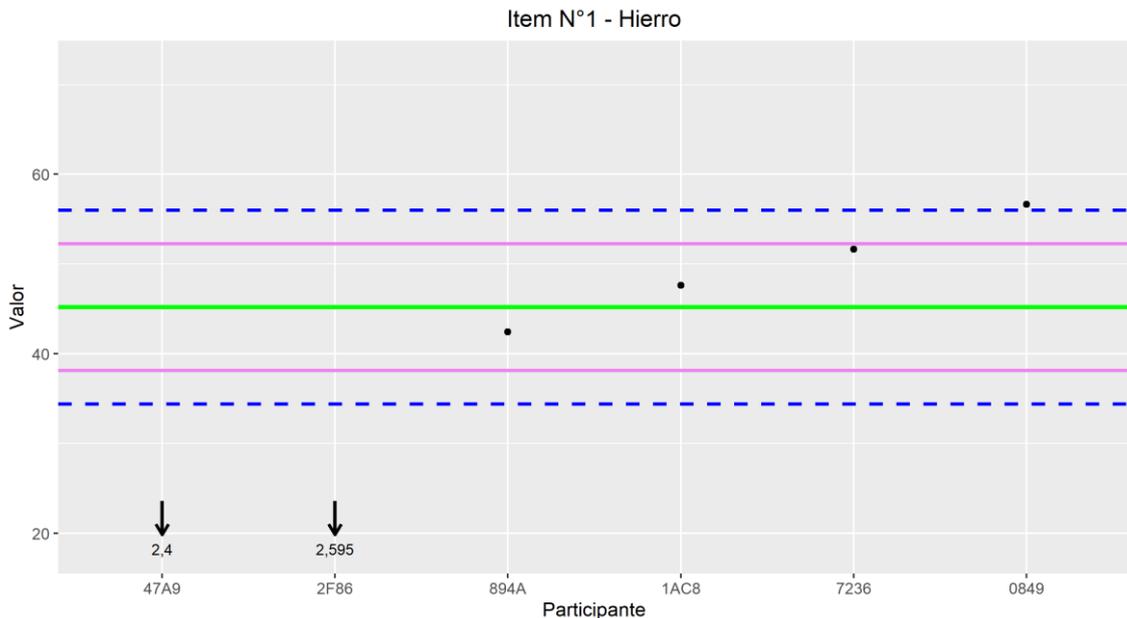


Gráfico 11. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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 18 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 017/2024

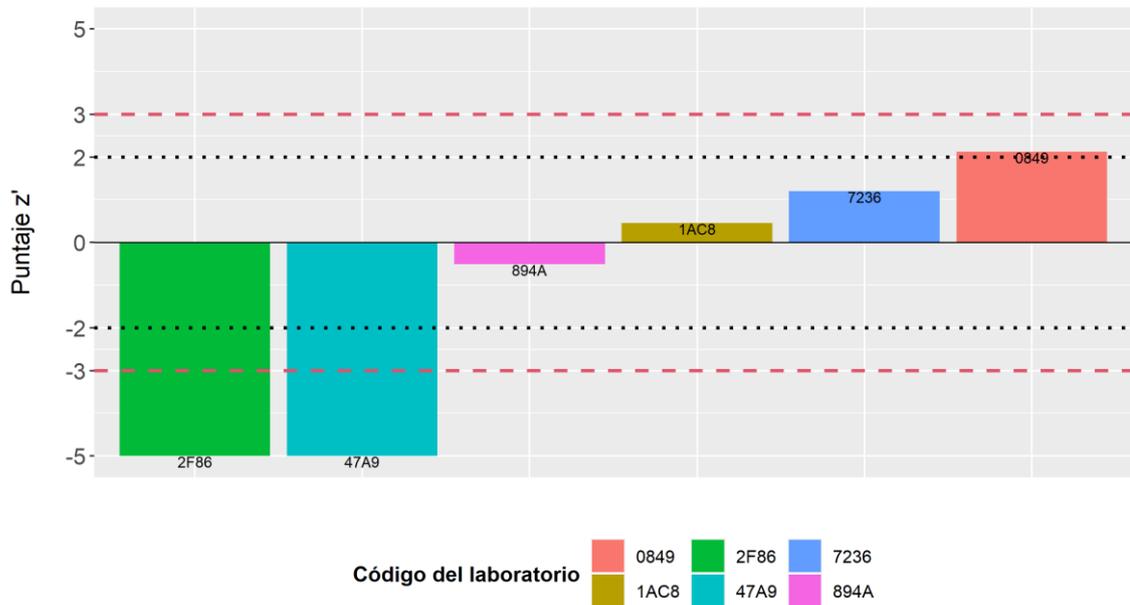


Gráfico 12. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

Participante	Resultado reportado (mg/kg)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
47A9	2,400	-7,93	Insatisfactorio
2F86	2,595	-7,90	Insatisfactorio
894A	42,465	-0,51	Satisfactorio
1AC8	47,611	0,45	Satisfactorio
7236	51,660	1,20	Satisfactorio
0849	56,660	2,12	Cuestionable

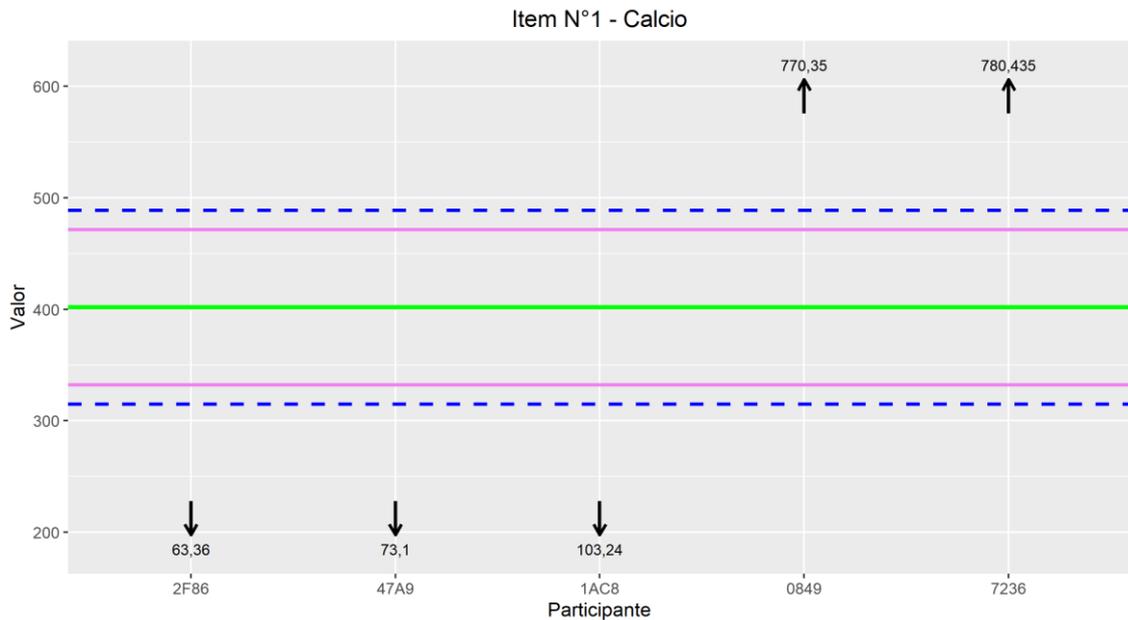
Tabla 13. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

### 11.7. Calcio en Harina de Quinua

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (mg/kg)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (mg/kg)
Calcio	402	26,1	69

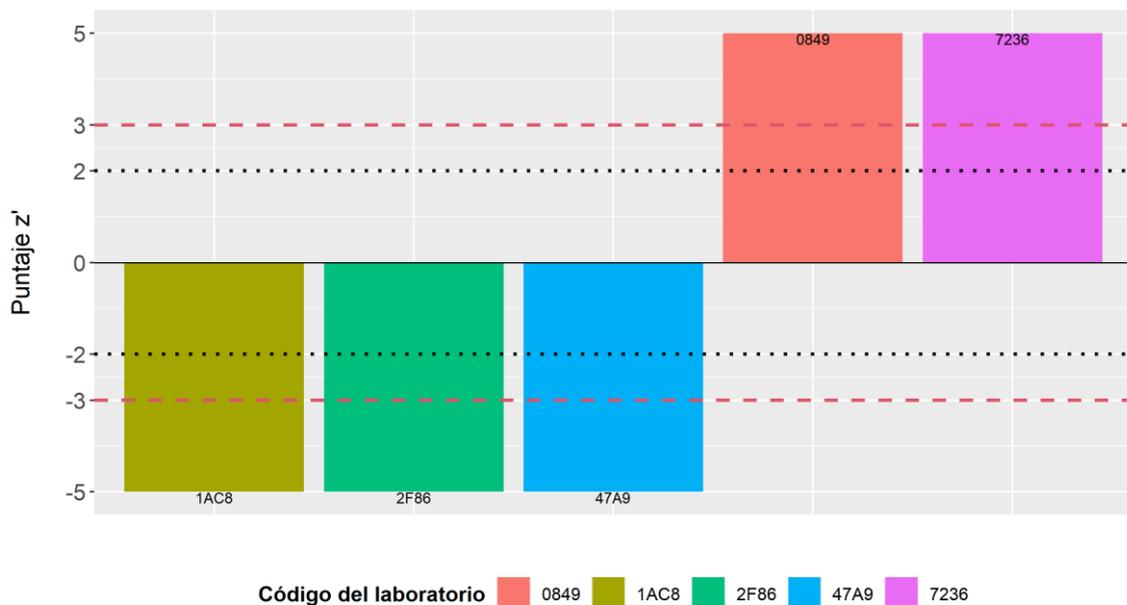
Tabla 14. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 19 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>



**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.



**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.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 20 de 22	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 017/2024

Participante	Resultado reportado (mg/kg)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
2F86	63,360	-7,79	Insatisfactorio
47A9	73,100	-7,57	Insatisfactorio
1AC8	103,240	-6,87	Insatisfactorio
0849	770,350	8,48	Insatisfactorio
7236	780,435	8,71	Insatisfactorio

Tabla 15. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

## 12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 5 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. Es importante resaltar que la numeración de la tabla N° 16 es solamente un indicativo del número de laboratorios participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

Nº	INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
1	CONTROL DE PROCESOS - CONTROL DE CALIDAD JISA	LA PAZ
2	LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA	LA PAZ
3	LABROB	SANTA CRUZ
4	LABSER SRL	LA PAZ
5	SERVICIOS INTEGRADOS DE LABORATORIO LABSIC SRL	LA PAZ

Tabla 16. Participantes del Ensayo de Aptitud EQ-0176 Determinación de macro y micronutrientes en harina de quinua.

## 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 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.
- Ningún laboratorio midió satisfactoriamente el parámetro de calcio en harina de quinua, se recomienda que los laboratorios revisen la validación / verificación de sus métodos de medición. También se recomienda verificar el uso de material de referencia certificado con la trazabilidad correspondiente y el uso de un material de referencia certificado para control de calidad de los resultados.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 21 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

#### **14. 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 parámetros proximales y fortificación de harina de quinua en el presente ensayo de aptitud.
- 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.

#### **15. 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.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.02</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 22 de 22</b>	<b>Vigente desde: 2024-10-15</b>	<b>N° de Registro: 017/2024</b>

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