

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA
IBMETRO



INFORME FINAL
ENSAYO DE APTITUD


EQ-0143

**ANÁLISIS DE SALES DE POTASIO Y
CARBONATO DE LITIO**

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC


Año 2023

| | | | |
|----------------|--------------------------------|--------|------------|
| Elaborado por: | Julian Ernesto Morales Alarcon | Fecha: | 2023-09-22 |
| Revisado por: | Jose Luis Gonzales Quino | Fecha: | 2023-09-22 |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 2 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2. | OBJETIVOS..... | 3 |
| 3. | ORGANIZACIÓN | 3 |
| 4. | UNIDAD DE COORDINACIÓN | 4 |
| 5. | MATERIALES DE REFERENCIA - ITEMS DE ENSAYO | 4 |
| 6. | VALORES DE REFERENCIA | 5 |
| 7. | CONFIDENCIALIDAD | 6 |
| 8. | EVALUACION DE DESEMPEÑO..... | 6 |
| 9. | RESULTADOS | 6 |
| 9.1. | Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-1..... | 6 |
| 9.2. | Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-1 | 8 |
| 9.3. | Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-2..... | 10 |
| 9.4. | Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-2 | 11 |
| 9.5. | Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-3..... | 13 |
| 9.6. | Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-3 | 14 |
| 9.7. | Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-1 | 16 |
| 9.8. | Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-2 | 17 |
| 9.9. | Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-3 | 19 |
| 9.10. | Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-1..... | 20 |
| 9.11. | Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-1 | 22 |
| 9.12. | Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-1..... | 23 |
| 9.13. | Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-2 | 25 |
| 9.14. | Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-3 | 26 |
| 9.15. | Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-3 | 28 |
| 10 | LABORATORIOS PARTICIPANTES | 29 |
| 11 | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 30 |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 3 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Boliviano de Metrología a través de la Unidad de Metrología Química viene organizando rondas de Ensayo de Aptitud dirigida a apoyar a los laboratorios que realizan ensayos en el área, para mejorar las capacidades analíticas y de gestión en laboratorios bolivianos.

Cabe resaltar que para que un laboratorio se ha considerado 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 los laboratorios 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. OBJETIVOS

- Determinar el desempeño de los laboratorios que realizan ensayos en la determinación de parámetros como Potasio, Sulfatos y Cloruros en sales de Cloruro de Potasio además de Carbonatos y Litio en Carbonato de Litio mediante métodos apropiados con la finalidad de mejorar la confiabilidad de sus resultados y contar con criterios objetivos para evaluar su capacidad técnica.
- Promover el uso regular de los ensayos de aptitud como una herramienta para el aseguramiento interno de la calidad en los laboratorios.
- Otorgar criterios objetivos para identificar problemas (por ejemplo, con el desempeño del personal o la calibración del instrumental) e iniciar acciones correctivas.
- Establecer el nivel de exactitud y el grado de comparación en métodos de ensayo y en forma similar, hacer seguimiento a métodos establecidos y proveer confianza adicional a los clientes de los laboratorios.

3. ORGANIZACIÓN



Unidad de Metrología Química - UMQ


Dirección de Metrología Industrial y Científica - IBMETRO

La Paz, Av. Camacho casi esq. Bueno N° 1488

Tel/Fax (591-2) 2147945 – 2372046 int. 340

Celular corp. (+591) 72015382

Web: www.ibmetro.gob.bo

| | | |
|----------------------------|---|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 4 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

4. UNIDAD DE COORDINACIÓN

COMITÉ CIENTIFICO - TÉCNICO

Lic. Julian Morales – Coordinador Técnico y Responsable estadístico del ensayo de aptitud

Lic. Jose Luis Gonzales – Supervisor de Metrología Química

Ing. Henry Paco Mariño – Director de Metrologia Industrial y Científica

PERSONAL DE APOYO

Ing. Yamil Acho – Colaborador Técnico

Lic. Jimena Torrez – Colaborador Técnico

Lic. Gilda Cruz – Colaborador Técnico


Ing. Maria Gamboa – Colaborador Técnico

5. MATERIALES DE REFERENCIA - ITEMS DE ENSAYO

Cada participante recibió el ítem de ensayo con las siguientes características descritos en la siguiente tabla:

| Matriz | Cantidad de muestra | Parámetros |
|-----------------------------------|----------------------------|--|
| Sal de Cloruro de Potasio (KCP-1) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Potasio y Cloruros |
| Sal de Cloruro de Potasio (KCP-2) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Potasio y Cloruros |
| Sal de Cloruro de Potasio (KCP-3) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Potasio y Cloruros |
| Sal de Cloruro de Potasio (KSO-1) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 1 Parámetros Sulfatos |
| Sal de Cloruro de Potasio (KSO-2) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 1 Parámetros Sulfatos |
| Sal de Cloruro de Potasio (KSO-3) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 1 Parámetros Sulfatos |
| Sal de Carbonato de Litio (LCO-1) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Litio y Carbonatos |
| Sal de Carbonato de Litio (LCO-2) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Litio y Carbonatos |
| Sal de Carbonato de Litio (LCO-3) | Sobre de aprox. 30 g | TOTAL: 2 Parámetros Litio y Carbonatos |

Tabla 1. Descripciones del ítem de los ítems del Ensayo de Aptitud EQ-143/2023

| | | |
|---------------------|------------------------------------|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 5 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

6. VALORES DE REFERENCIA

Los valores de referencia y sus incertidumbres para los parámetros respectivos en cada matriz fueron tomados en cuenta como referencia por parte del Laboratorio de Química de IBMETRO.

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

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

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

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

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

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

Para cada parámetro la dispersión asignada se obtuvo del modelo general de Horwitz como calculando de la siguiente manera:

$$\sigma_{pt} = \begin{cases} 0,22c & \text{cuando } c < 1,2 * 10^{-7} \\ 0,02c^{0,8495} & \text{cuando } 1,2 * 10^{-7} \leq c \leq 0,138 \\ 0,01c^{0,5} & \text{cuando } c > 0,138 \end{cases} \quad (4)$$

Dónde:


c = concentración masica del analíto en interés

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

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * \sigma^*}{\sqrt{p}} \quad (5)$$

Siendo

σ^* = desviación estandar robusta obtenida mediante la ecuación 4

| | | |
|---------------------|------------------------------------|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 6 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

p = Número de Laboratorios participantes en el parámetro

7. 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.

8. EVALUACION DE DESEMPEÑO

El tratamiento de los datos para la evaluación del desempeño estará basado en la Norma ISO 13528:2015, "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.

$$Z_i = \frac{y_i - y_{ref}}{\sigma_{pt}}$$

Donde:

y_{ref} = Valor de referencia

y_i = Resultado del laboratorio

σ_{pt} = Estimador de la dispersión de los laboratorios

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.

9. RESULTADOS

9.1. Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-1

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Potasio | 49,97 | 0,7 | 1,75 |

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

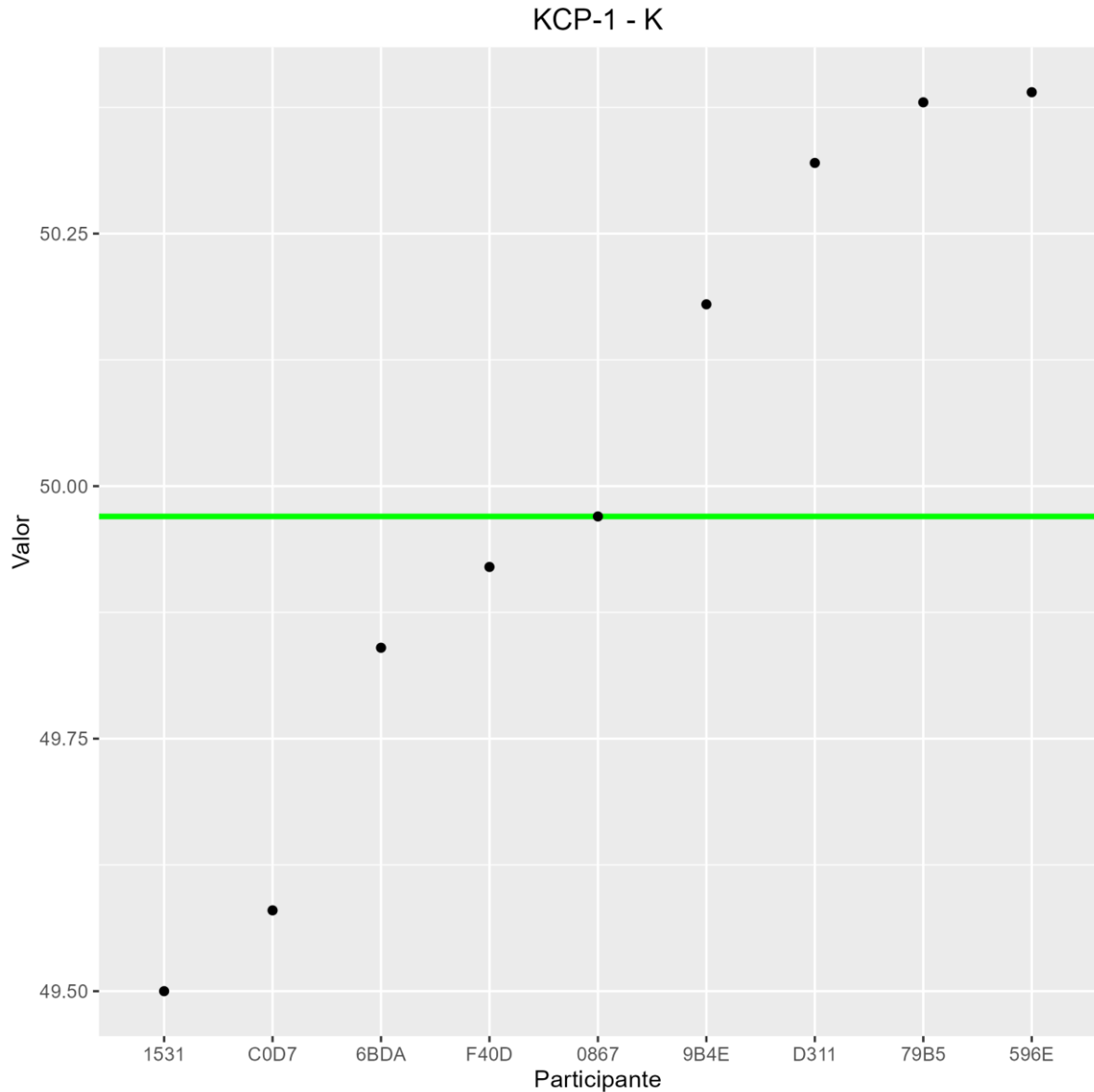


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

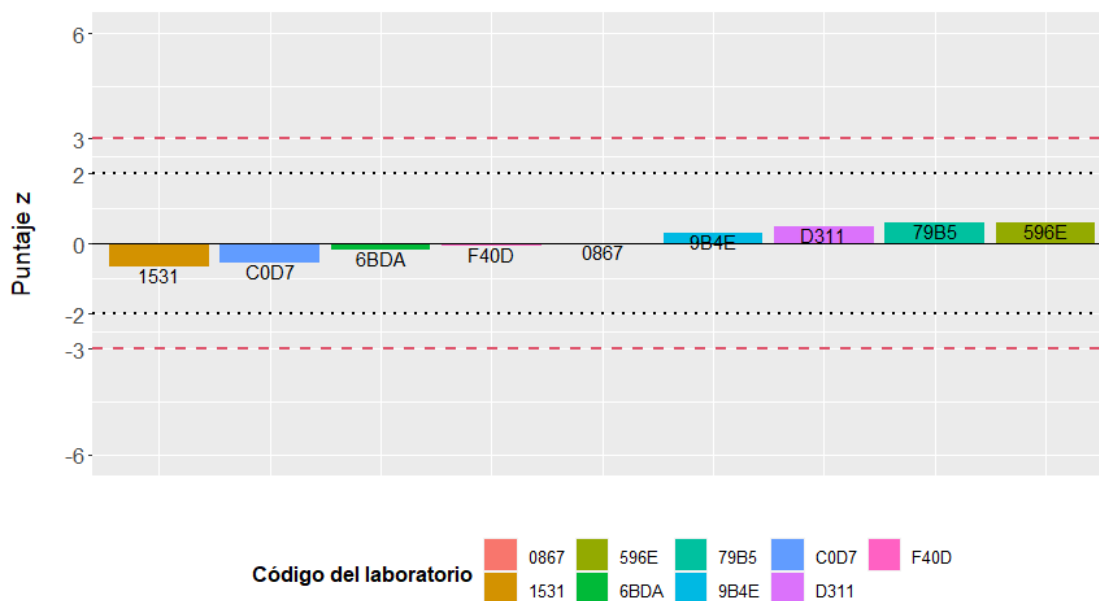


Gráfico 2. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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


| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 1531 | 49,50 | -0,67 | Satisfactorio |
| C0D7 | 49,58 | -0,56 | Satisfactorio |
| 6BDA | 49,84 | -0,19 | Satisfactorio |
| F40D | 49,92 | -0,07 | Satisfactorio |
| 0867 | 49,97 | 0,00 | Satisfactorio |
| 9B4E | 50,18 | 0,30 | Satisfactorio |
| D311 | 50,32 | 0,50 | Satisfactorio |
| 79B5 | 50,38 | 0,59 | Satisfactorio |
| 596E | 50,39 | 0,60 | Satisfactorio |

Tabla 3. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.2. Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-1

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| | Valor (g/100 g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100 g) |
| Cloruros | 38,63 | 0,62 | 1,55 |

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

| | | |
|----------------------------|---|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 9 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

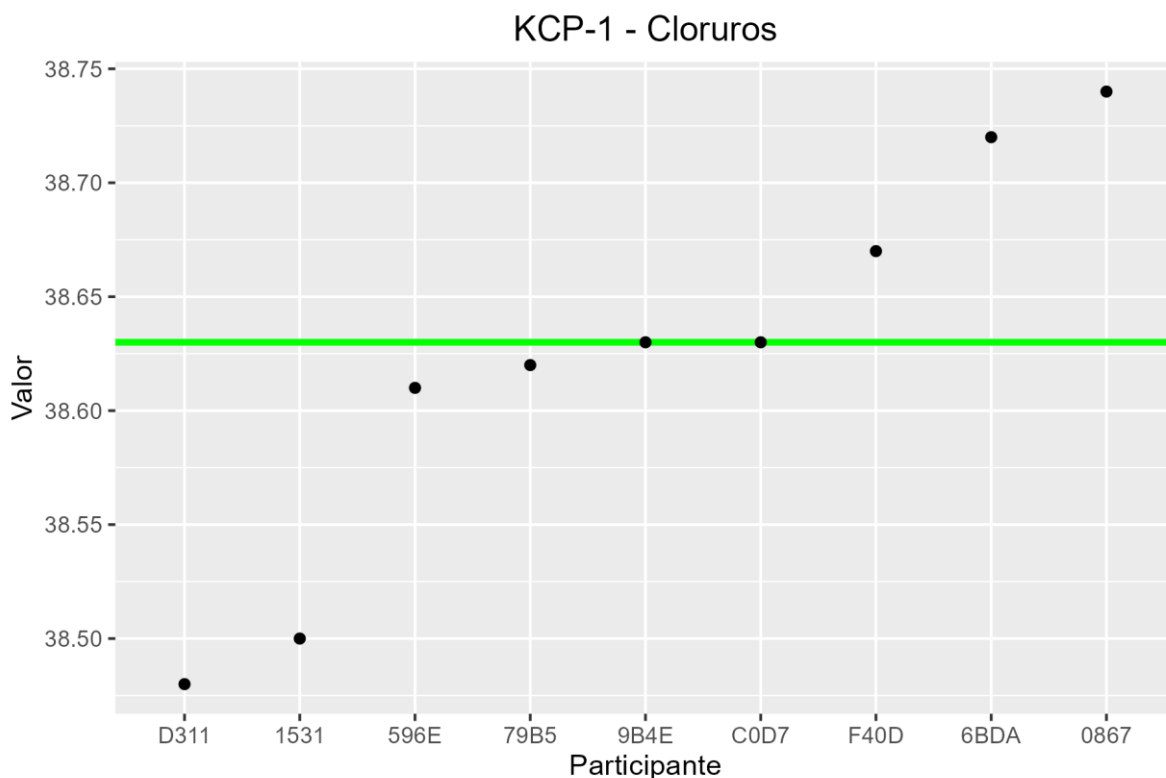


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

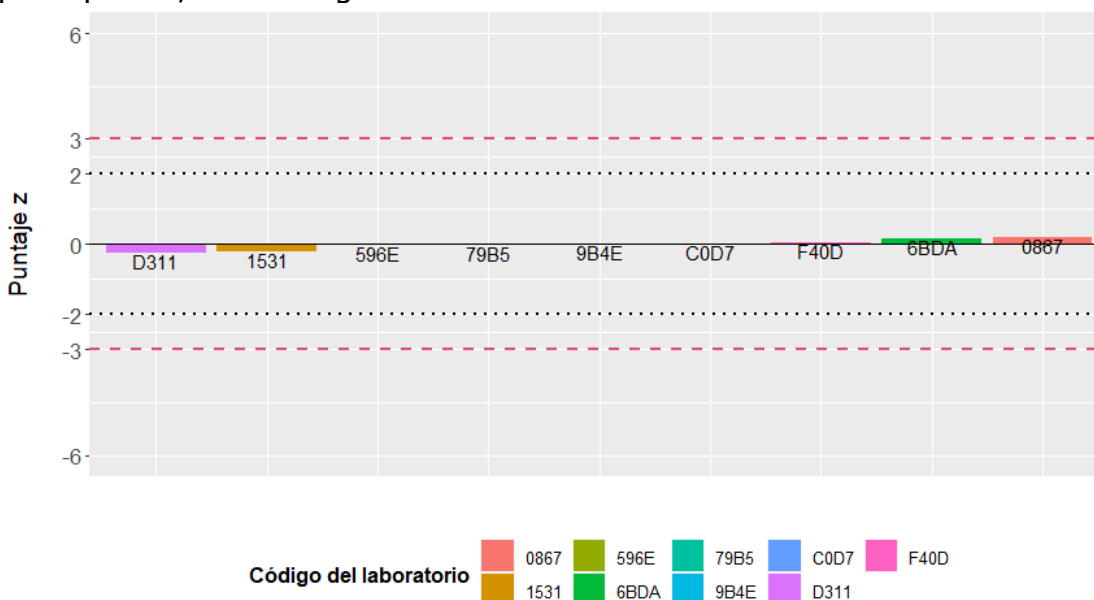


Gráfico 4. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| D311 | 38,48 | -0,24 | Satisfactorio |
| 1531 | 38,50 | -0,21 | Satisfactorio |
| 596E | 38,61 | -0,03 | Satisfactorio |
| 79B5 | 38,62 | -0,02 | Satisfactorio |
| 9B4E | 38,63 | 0,00 | Satisfactorio |
| C0D7 | 38,63 | 0,00 | Satisfactorio |
| F40D | 38,67 | 0,06 | Satisfactorio |
| 6BDA | 38,72 | 0,15 | Satisfactorio |
| 0867 | 38,74 | 0,18 | Satisfactorio |

Tabla 5. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.3. Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-2

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Potasio | 47,51 | 0,69 | 1,72 |

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

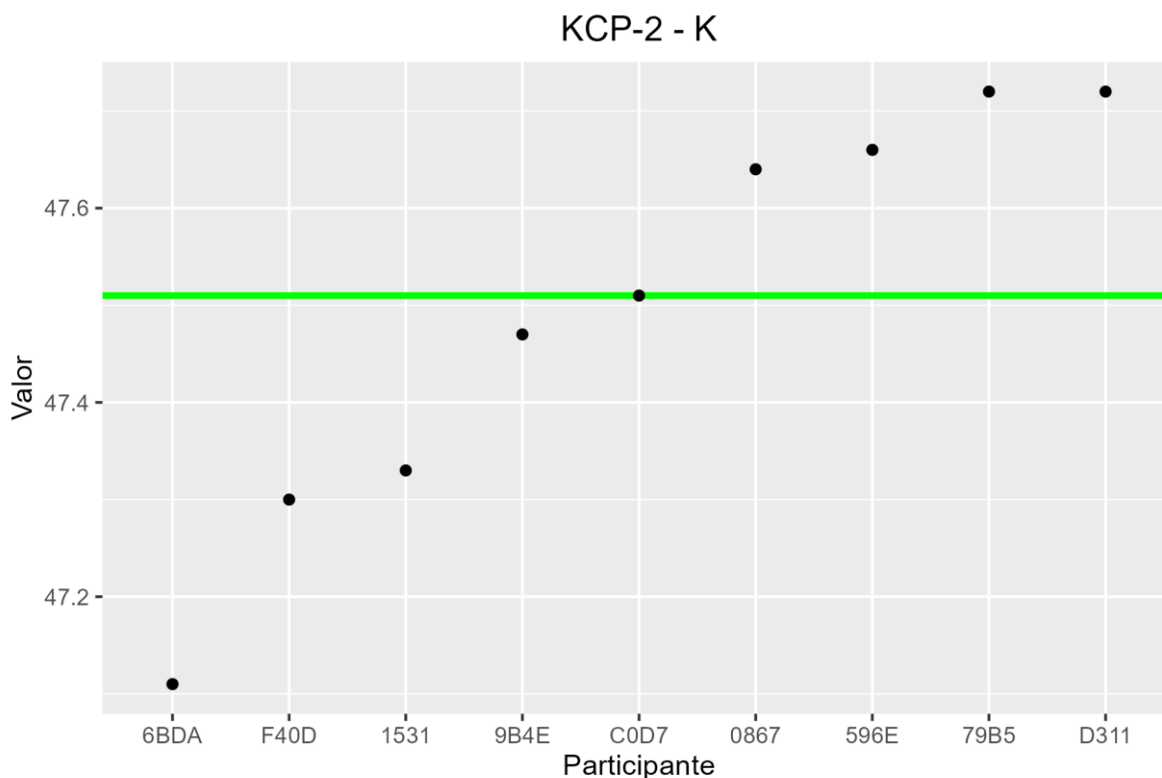


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

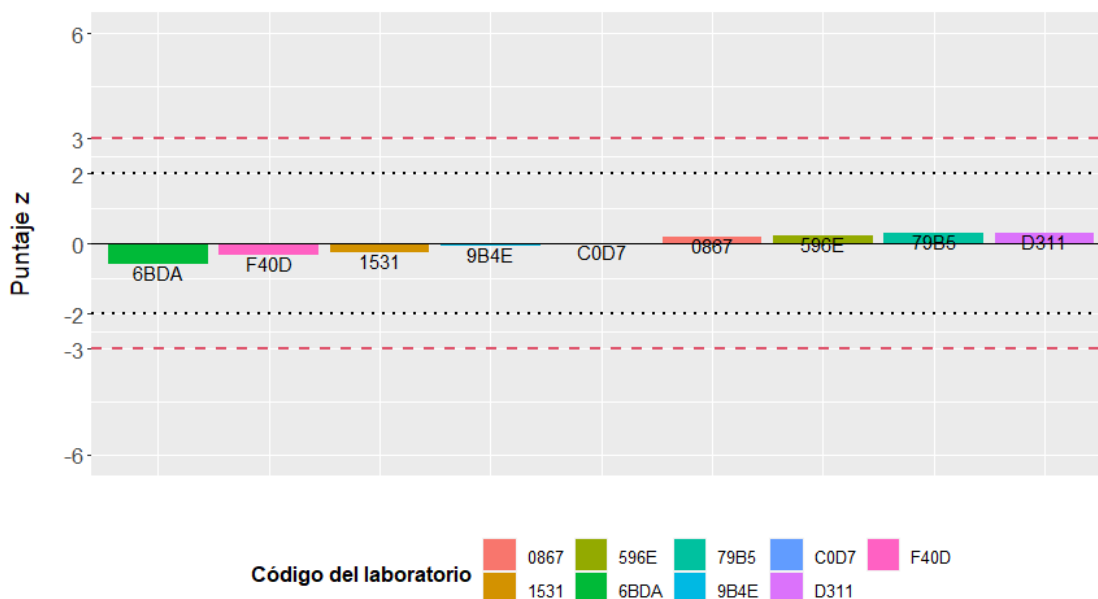


Gráfico 6. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 6BDA | 47,11 | -0,58 | Satisfactorio |
| F40D | 47,30 | -0,30 | Satisfactorio |
| 1531 | 47,33 | -0,26 | Satisfactorio |
| 9B4E | 47,47 | -0,06 | Satisfactorio |
| C0D7 | 47,51 | 0,00 | Satisfactorio |
| 0867 | 47,64 | 0,19 | Satisfactorio |
| 596E | 47,66 | 0,22 | Satisfactorio |
| 79B5 | 47,72 | 0,30 | Satisfactorio |
| D311 | 47,72 | 0,30 | Satisfactorio |

Tabla 7. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.4. Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-2

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Cloruros | 45,2 | 0,67 | 1,67 |

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

KCP-2 - Cloruros

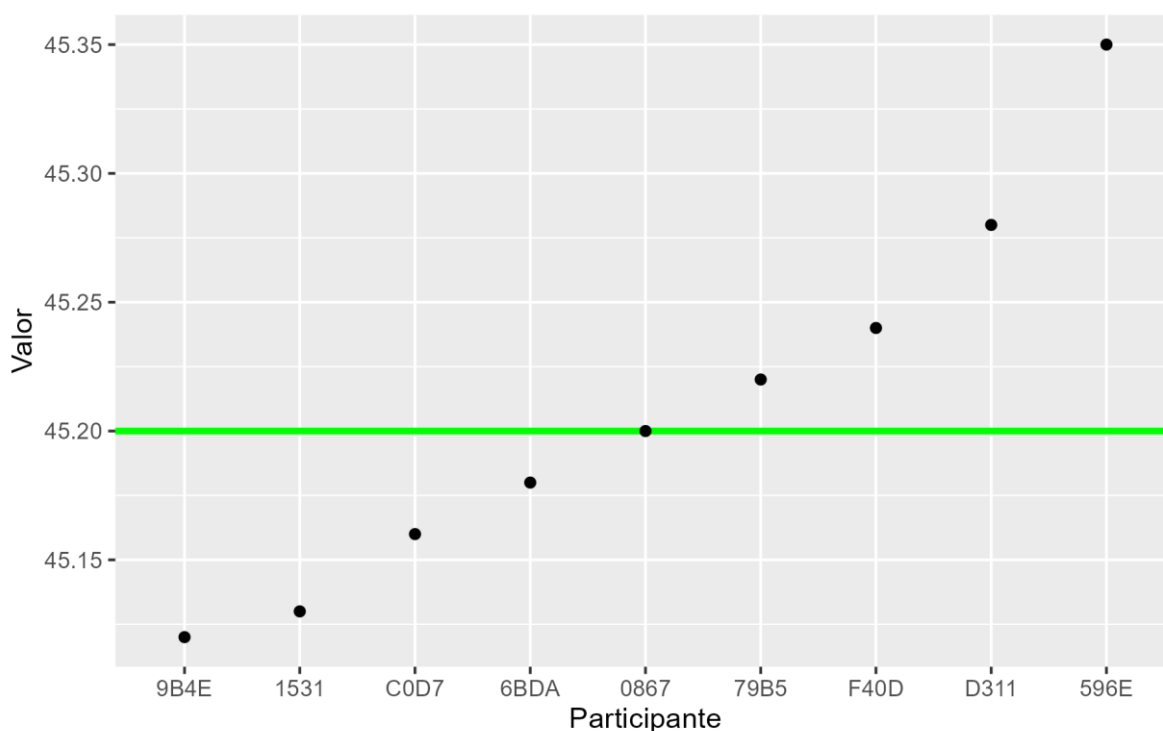
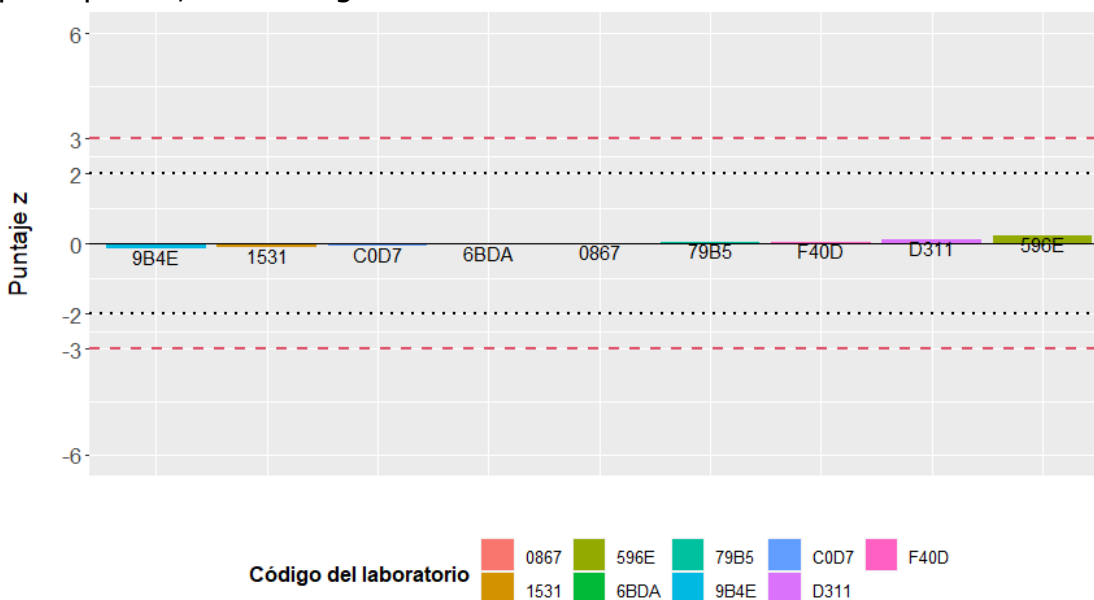


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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



Código del laboratorio

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| ■ 0867 | ■ 596E | ■ 79B5 | ■ C0D7 | ■ F40D |
| ■ 1531 | ■ 6BDA | ■ 9B4E | ■ D311 | |

Gráfico 8. Puntaje Z 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 | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 45,12 | -0,12 | Satisfactorio |
| 1531 | 45,13 | -0,10 | Satisfactorio |
| C0D7 | 45,16 | -0,06 | Satisfactorio |
| 6BDA | 45,18 | -0,03 | Satisfactorio |
| 0867 | 45,20 | 0,00 | Satisfactorio |
| 79B5 | 45,22 | 0,03 | Satisfactorio |
| F40D | 45,24 | 0,06 | Satisfactorio |
| D311 | 45,28 | 0,12 | Satisfactorio |
| 596E | 45,35 | 0,22 | Satisfactorio |

Tabla 9. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.5. Potasio en Sal de Cloruro de Potasio KCP-3

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Potasio | 51,71 | 0,72 | 1,8 |

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

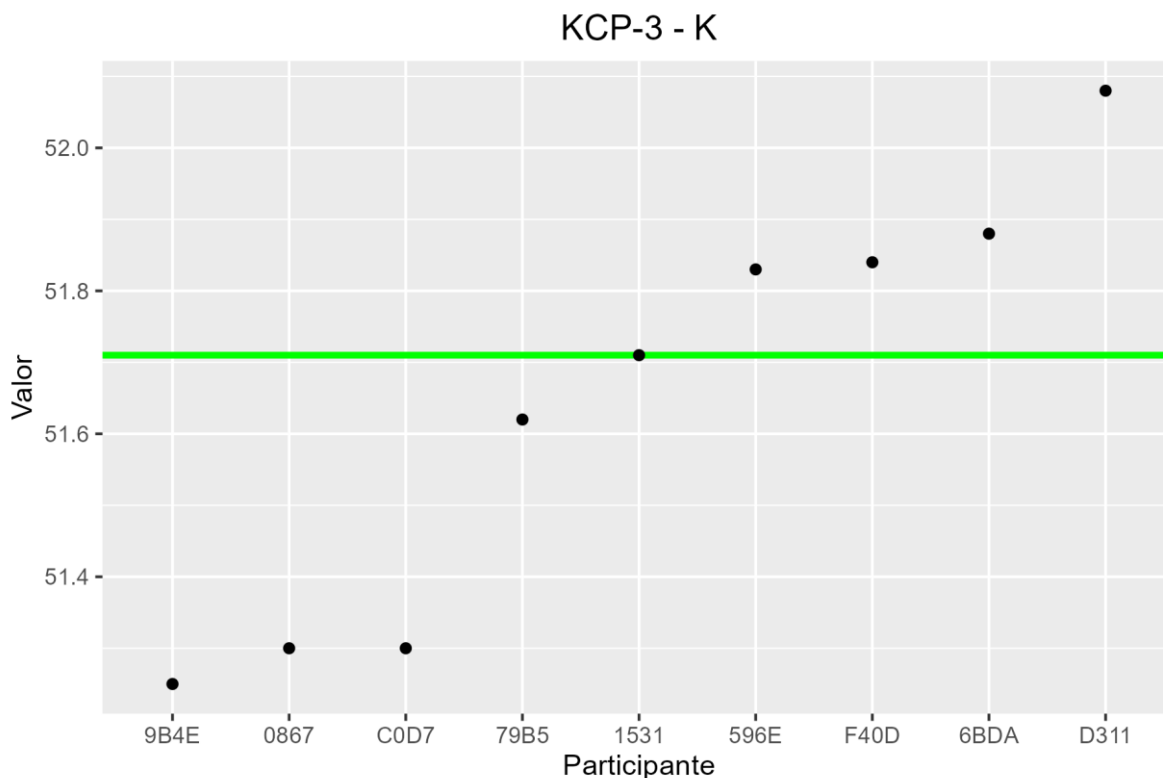


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

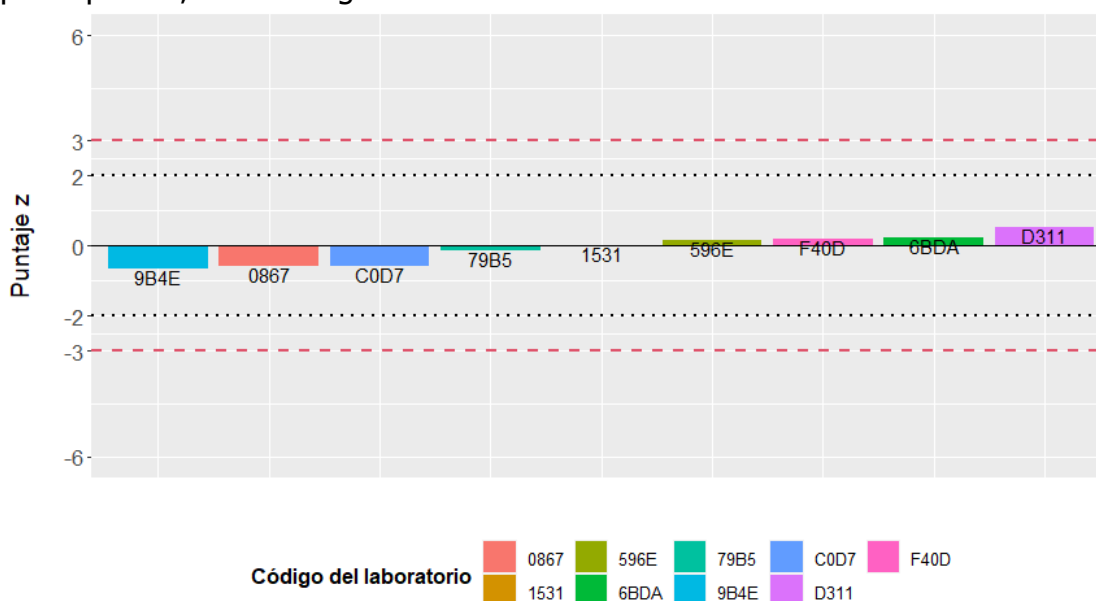


Gráfico 10. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 51,25 | -0,64 | Satisfactorio |
| C0D7 | 51,30 | -0,57 | Satisfactorio |
| 0867 | 51,30 | -0,57 | Satisfactorio |
| 79B5 | 51,62 | -0,13 | Satisfactorio |
| 1531 | 51,71 | 0,00 | Satisfactorio |
| 596E | 51,83 | 0,17 | Satisfactorio |
| F40D | 51,84 | 0,18 | Satisfactorio |
| 6BDA | 51,88 | 0,24 | Satisfactorio |
| D311 | 52,08 | 0,51 | Satisfactorio |

Tabla 11. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.6. Cloruros en Sal de Cloruro de Potasio KCP-3

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| | Valor (g/100 g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100 g) |
| Cloruros | 47,18 | 0,69 | 1,72 |

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

KCP-3 - Cloruros

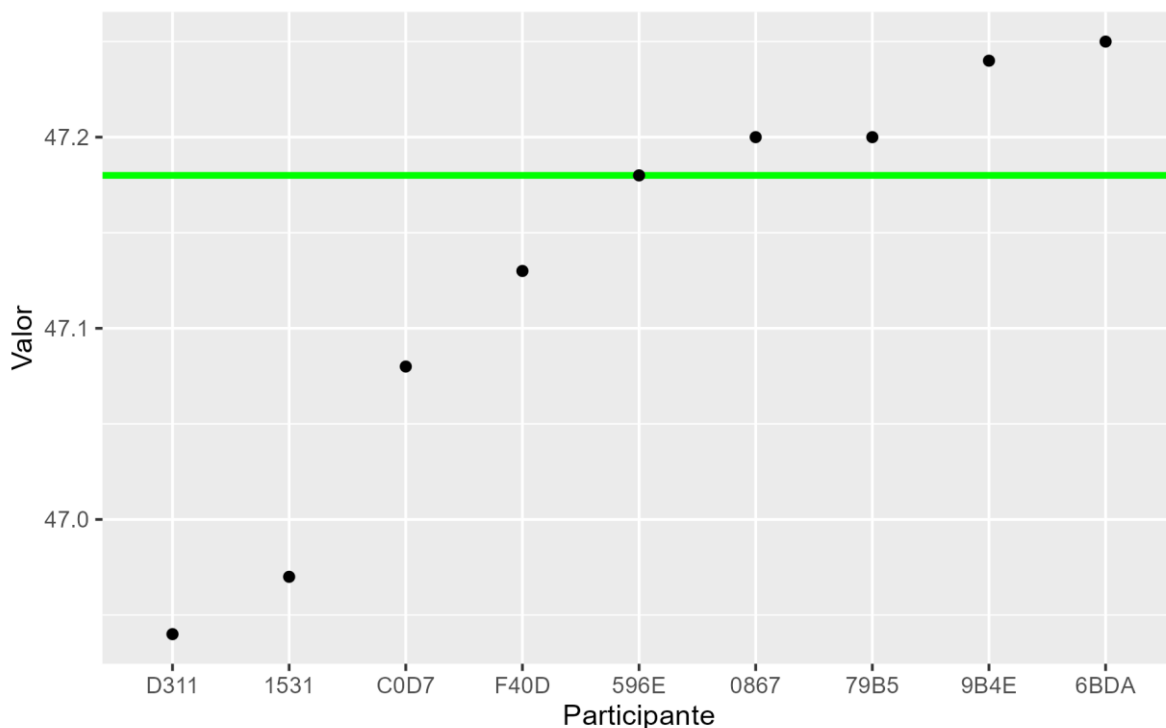


Gráfico 11. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

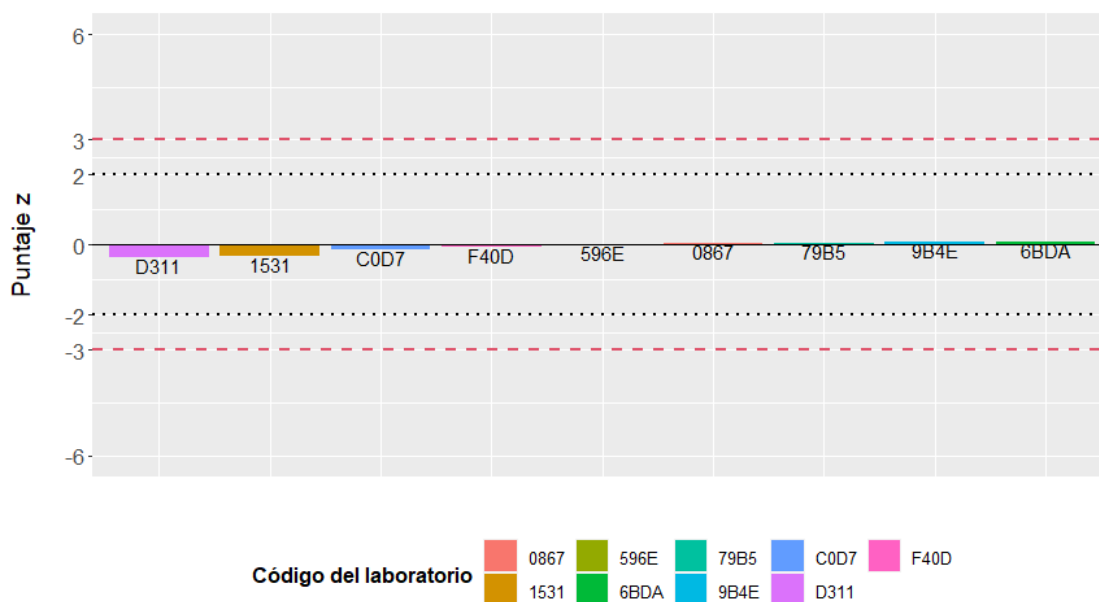


Gráfico 12. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| D311 | 46,94 | -0,35 | Satisfactorio |
| 1531 | 46,97 | -0,30 | Satisfactorio |
| C0D7 | 47,08 | -0,14 | Satisfactorio |
| F40D | 47,13 | -0,07 | Satisfactorio |
| 596E | 47,18 | 0,00 | Satisfactorio |
| 79B5 | 47,20 | 0,03 | Satisfactorio |
| 0867 | 47,20 | 0,03 | Satisfactorio |
| 9B4E | 47,24 | 0,09 | Satisfactorio |
| 6BDA | 47,25 | 0,10 | Satisfactorio |

Tabla 13. Códigos de participantes, resultados reportados, puntaje z y resultado de la Evaluación de desempeño

9.7. Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-1

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Sulfatos | 6,2 | 0,19 | 0,47 |

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

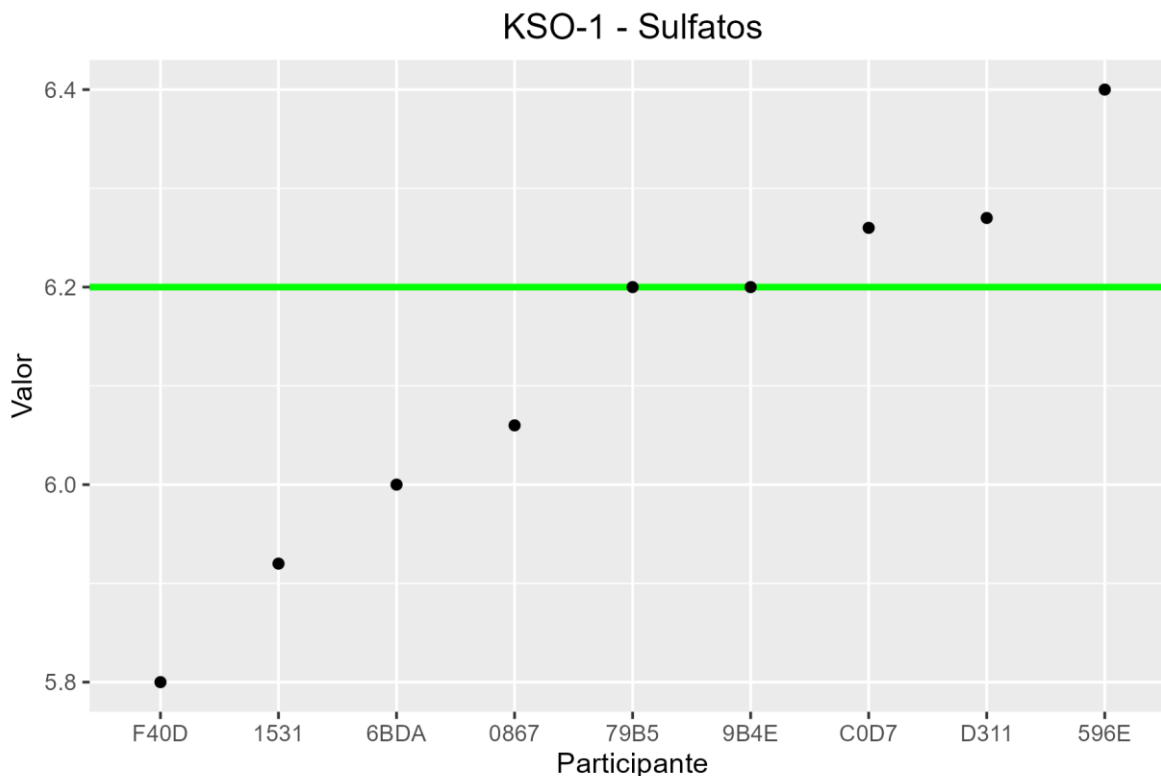


Gráfico 13. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

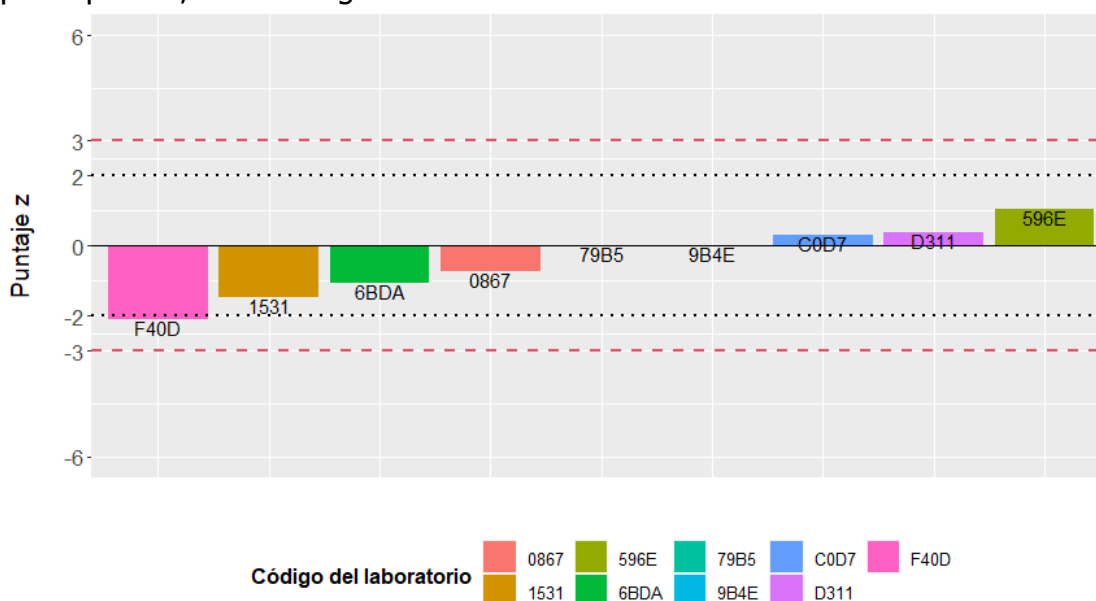


Gráfico 14. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| F40D | 5,80 | -2,11 | Cuestionable |
| 1531 | 5,92 | -1,47 | Satisfactorio |
| 6BDA | 6,00 | -1,05 | Satisfactorio |
| 0867 | 6,06 | -0,74 | Satisfactorio |
| 79B5 | 6,20 | 0,00 | Satisfactorio |
| 9B4E | 6,20 | 0,00 | Satisfactorio |
| C0D7 | 6,26 | 0,32 | Satisfactorio |
| D311 | 6,27 | 0,37 | Satisfactorio |
| 596E | 6,40 | 1,05 | Satisfactorio |

Tabla 15. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.8. Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-2

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Sulfatos | 16,19 | 0,4 | 1,0 |

Tabla 16. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

KSO-2 - Sulfatos

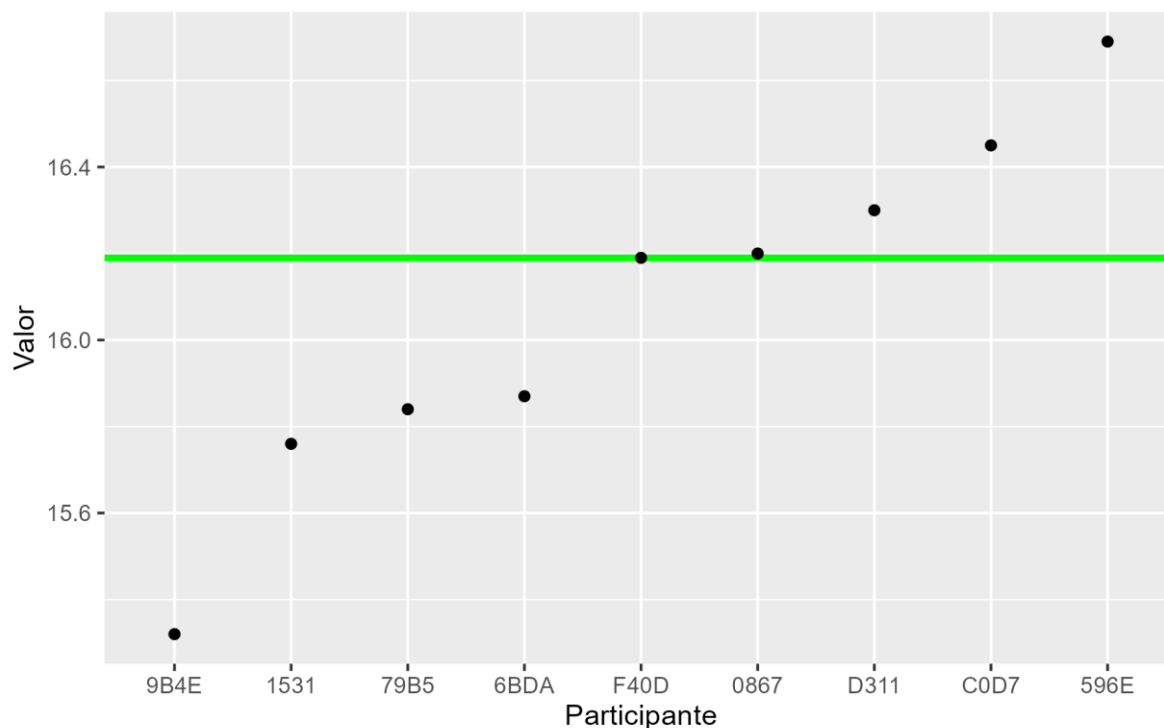


Gráfico 15. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

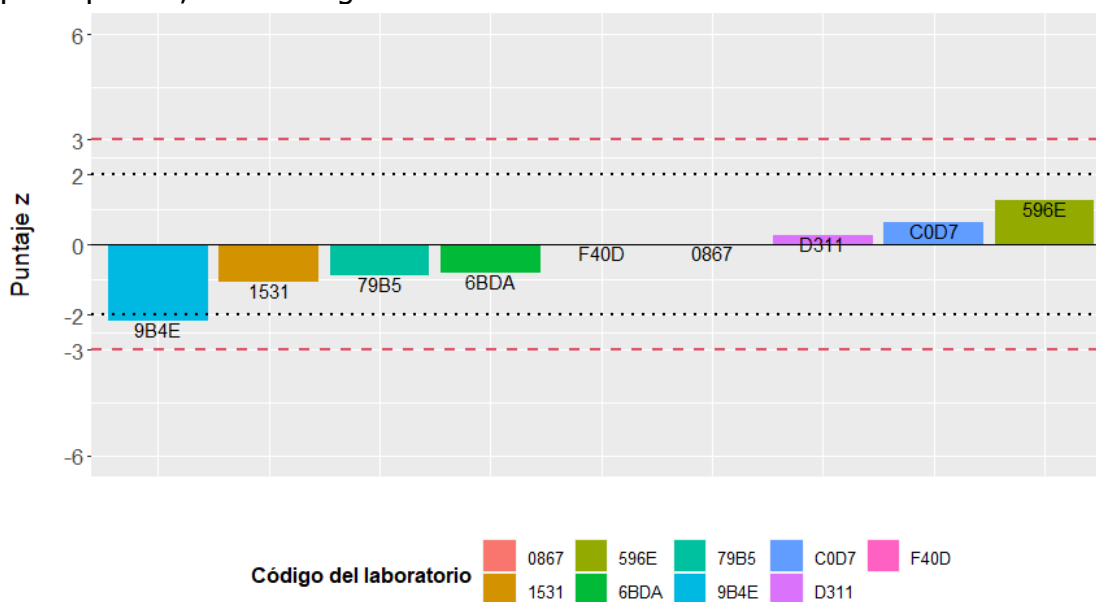


Gráfico 16. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 15,32 | -2,18 | Cuestionable |
| 1531 | 15,76 | -1,08 | Satisfactorio |
| 79B5 | 15,84 | -0,88 | Satisfactorio |
| 6BDA | 15,87 | -0,80 | Satisfactorio |
| F40D | 16,19 | 0,00 | Satisfactorio |
| 0867 | 16,20 | 0,02 | Satisfactorio |
| D311 | 16,30 | 0,27 | Satisfactorio |
| C0D7 | 16,45 | 0,65 | Satisfactorio |
| 596E | 16,69 | 1,25 | Satisfactorio |

Tabla 17. Códigos de participantes, resultados reportados, puntaje z y resultado de la Evaluación de desempeño

9.9. Sulfatos en Sal de Cloruro de Potasio KSO-3

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Sulfatos | 25,54 | 0,5 | 1,25 |

Tabla 18. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

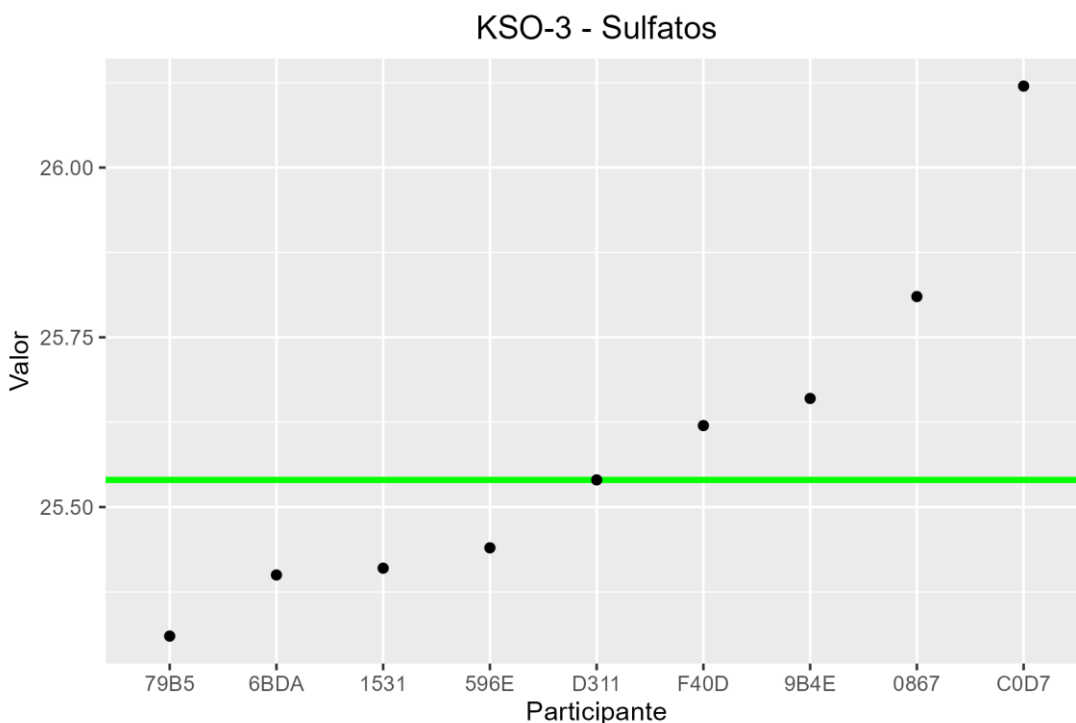


Gráfico 17. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

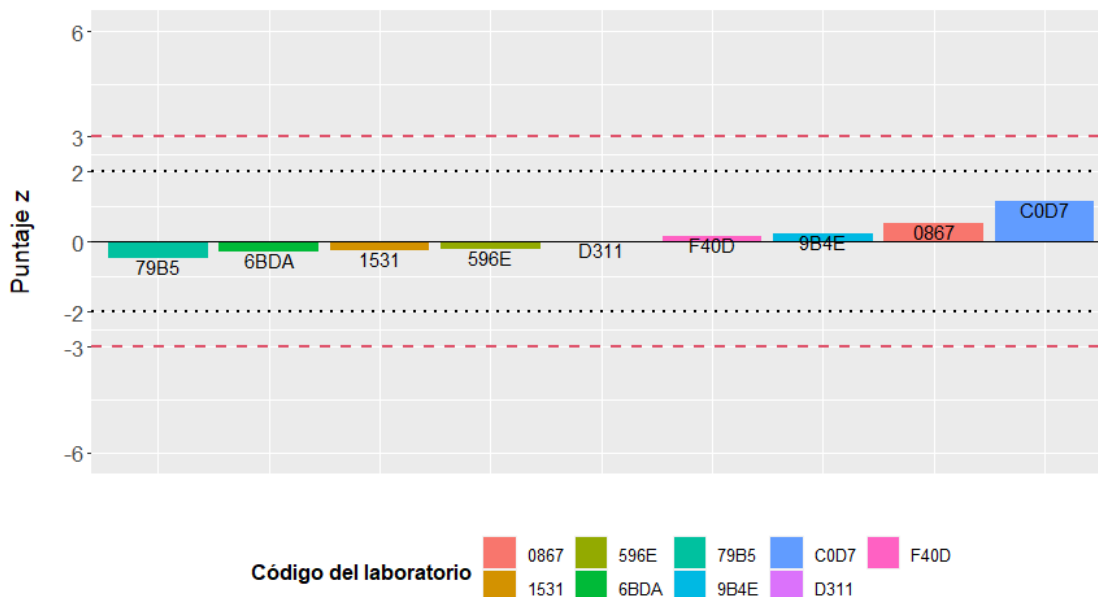


Gráfico 18. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 79B5 | 25,31 | -0,46 | Satisfactorio |
| 6BDA | 25,40 | -0,28 | Satisfactorio |
| 1531 | 25,41 | -0,26 | Satisfactorio |
| 596E | 25,44 | -0,20 | Satisfactorio |
| D311 | 25,54 | 0,00 | Satisfactorio |
| F40D | 25,62 | 0,16 | Satisfactorio |
| 9B4E | 25,66 | 0,24 | Satisfactorio |
| 0867 | 25,81 | 0,54 | Satisfactorio |
| C0D7 | 26,12 | 1,16 | Satisfactorio |

Tabla 19. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.10. Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-1

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Litio | 18,53 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 20. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

LCO-1 - Li

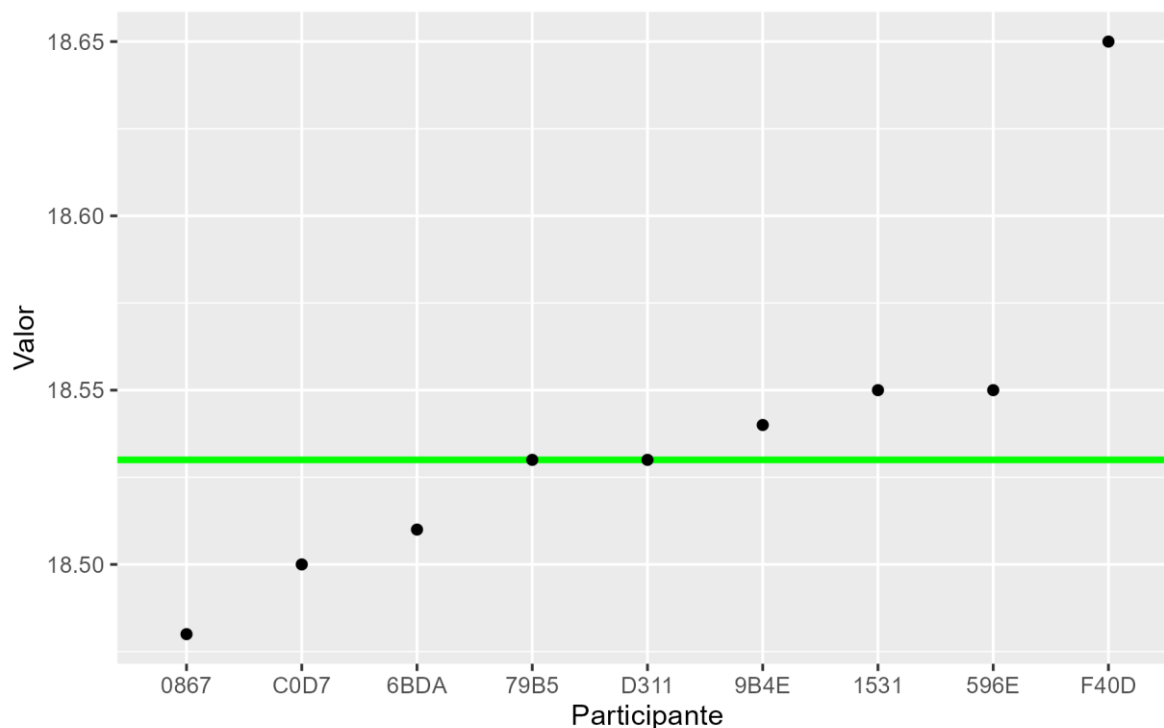


Gráfico 19. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

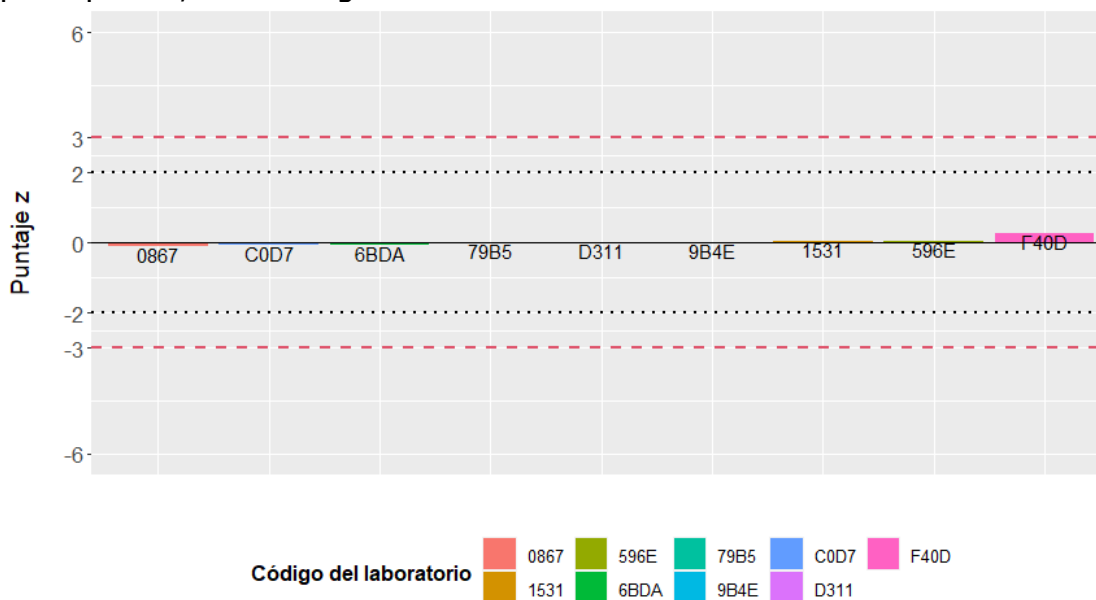


Gráfico 20. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 0867 | 18,48 | -0,12 | Satisfactorio |
| C0D7 | 18,50 | -0,07 | Satisfactorio |
| 6BDA | 18,51 | -0,05 | Satisfactorio |
| 79B5 | 18,53 | 0,00 | Satisfactorio |
| D311 | 18,53 | 0,00 | Satisfactorio |
| 9B4E | 18,54 | 0,02 | Satisfactorio |
| 596E | 18,55 | 0,05 | Satisfactorio |
| 1531 | 18,55 | 0,05 | Satisfactorio |
| F40D | 18,65 | 0,28 | Satisfactorio |

Tabla 21. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.11. Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-1

| Parámetro | Valor asignado | | |
|------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| | Valor (g/100 g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100 g) |
| Carbonatos | 79,96 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 22. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

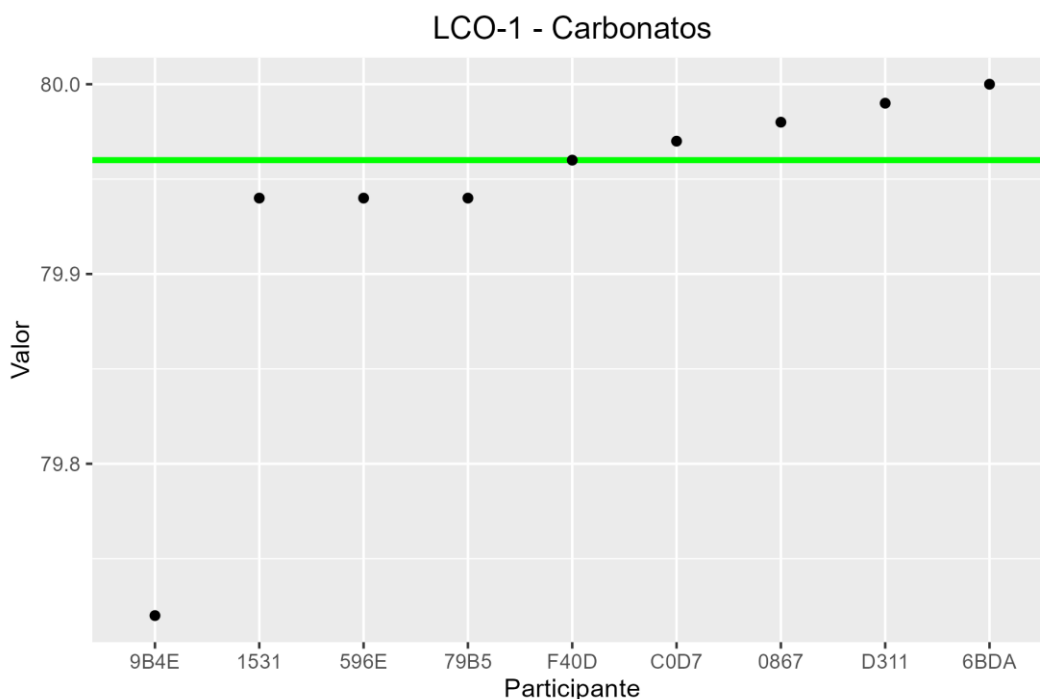


Gráfico 21. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

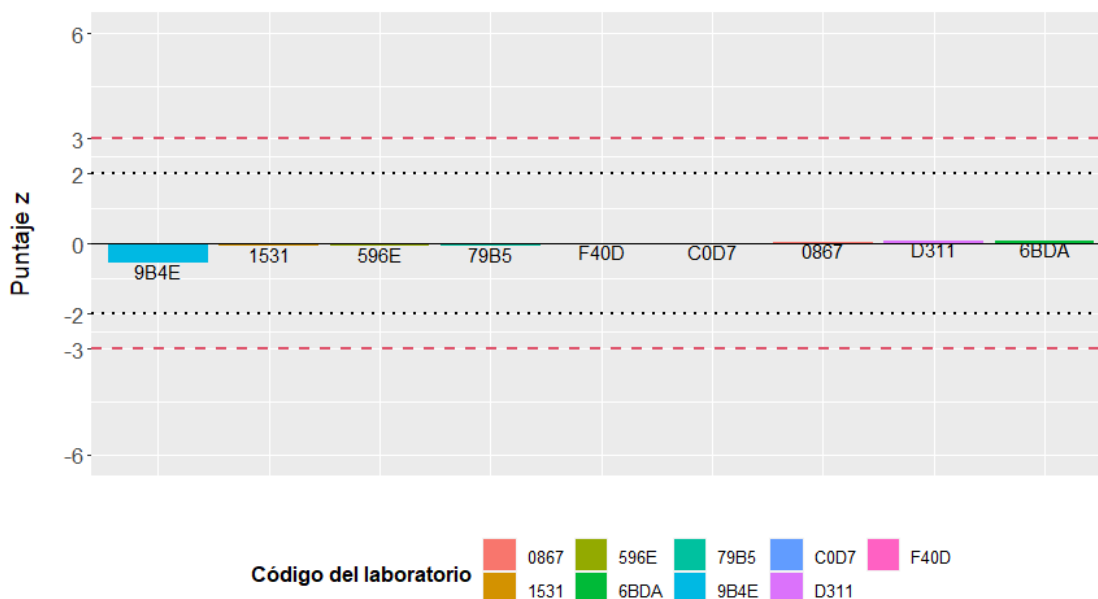


Gráfico 22. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 79,72 | -0,56 | Satisfactorio |
| 79B5 | 79,94 | -0,05 | Satisfactorio |
| 596E | 79,94 | -0,05 | Satisfactorio |
| 1531 | 79,94 | -0,05 | Satisfactorio |
| F40D | 79,96 | 0,00 | Satisfactorio |
| C0D7 | 79,97 | 0,02 | Satisfactorio |
| 0867 | 79,98 | 0,05 | Satisfactorio |
| D311 | 79,99 | 0,07 | Satisfactorio |
| 6BDA | 80,00 | 0,09 | Satisfactorio |

Tabla 23. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.12. Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-2

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Litio | 17,99 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 24. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

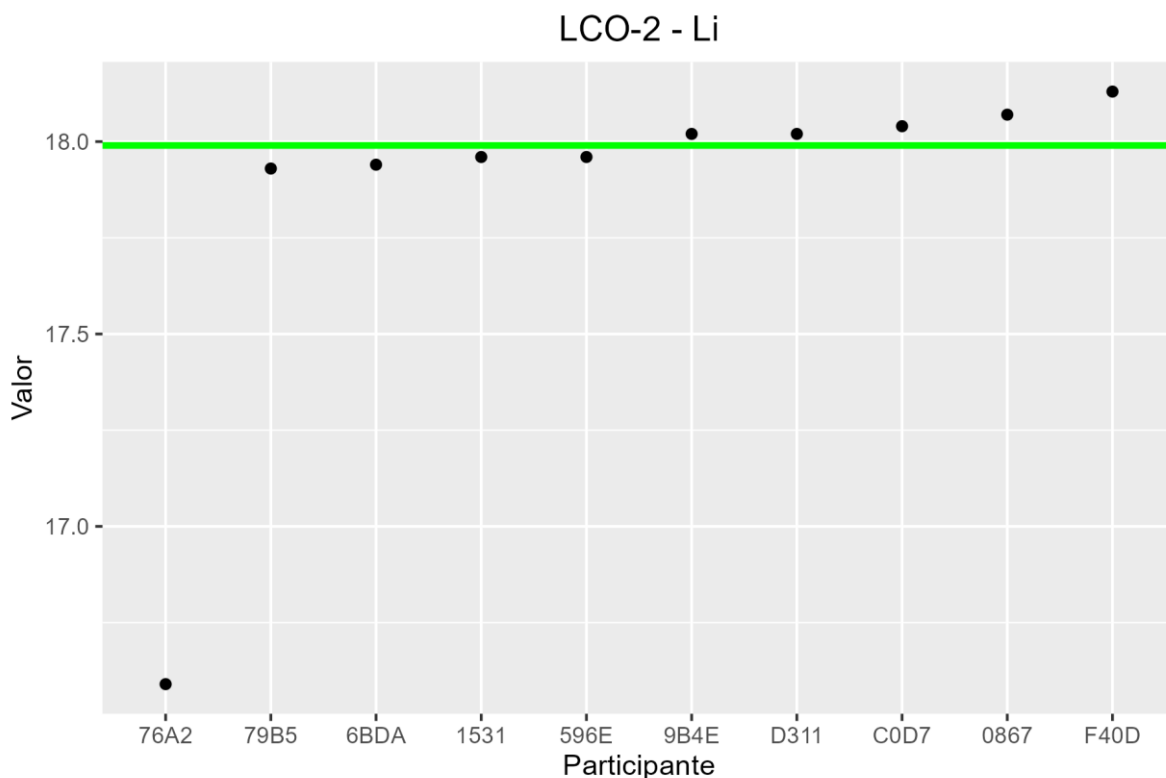


Gráfico 23. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

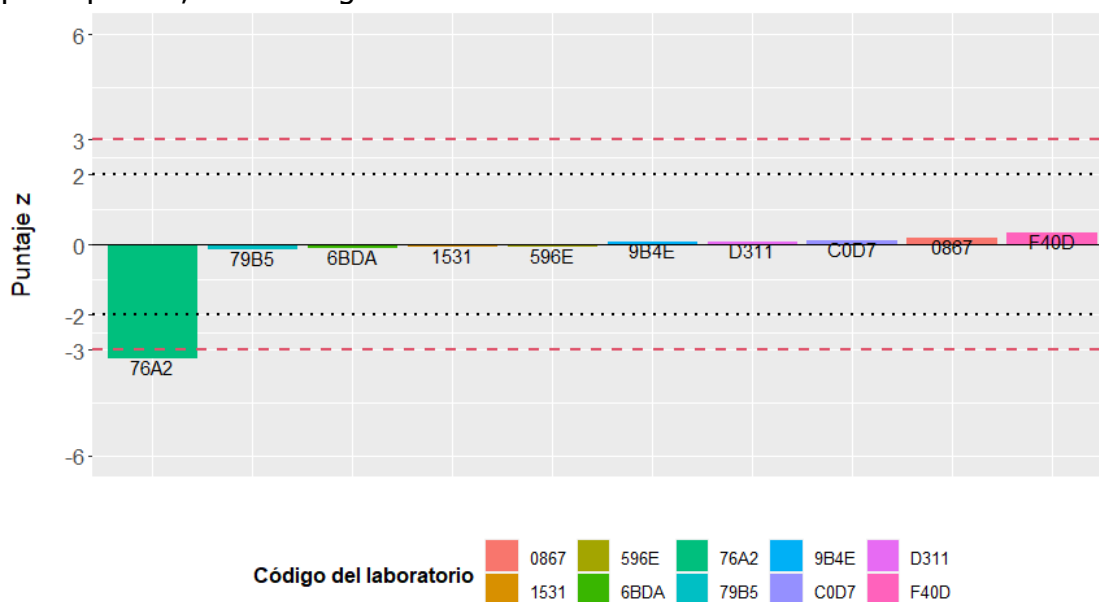


Gráfico 24. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 76A2 | 16,59 | -3,26 | Insatisfactorio |
| 79B5 | 17,93 | -0,14 | Satisfactorio |
| 6BDA | 17,94 | -0,12 | Satisfactorio |
| 596E | 17,96 | -0,07 | Satisfactorio |
| 1531 | 17,96 | -0,07 | Satisfactorio |
| 9B4E | 18,02 | 0,07 | Satisfactorio |
| D311 | 18,02 | 0,07 | Satisfactorio |
| C0D7 | 18,04 | 0,12 | Satisfactorio |
| 0867 | 18,07 | 0,19 | Satisfactorio |
| F40D | 18,13 | 0,33 | Satisfactorio |

Tabla 25. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.13. Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-2

| Parámetro | Valor asignado | | |
|------------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Carbonatos | 77,57 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 26. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

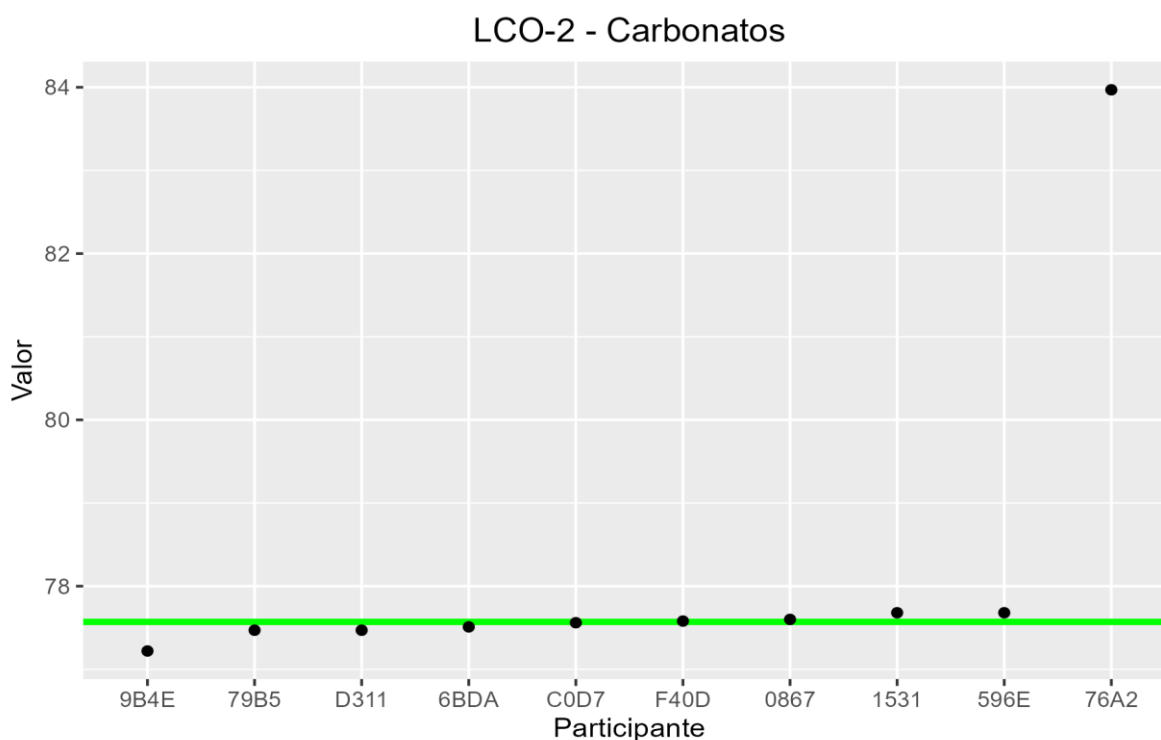


Gráfico 25. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

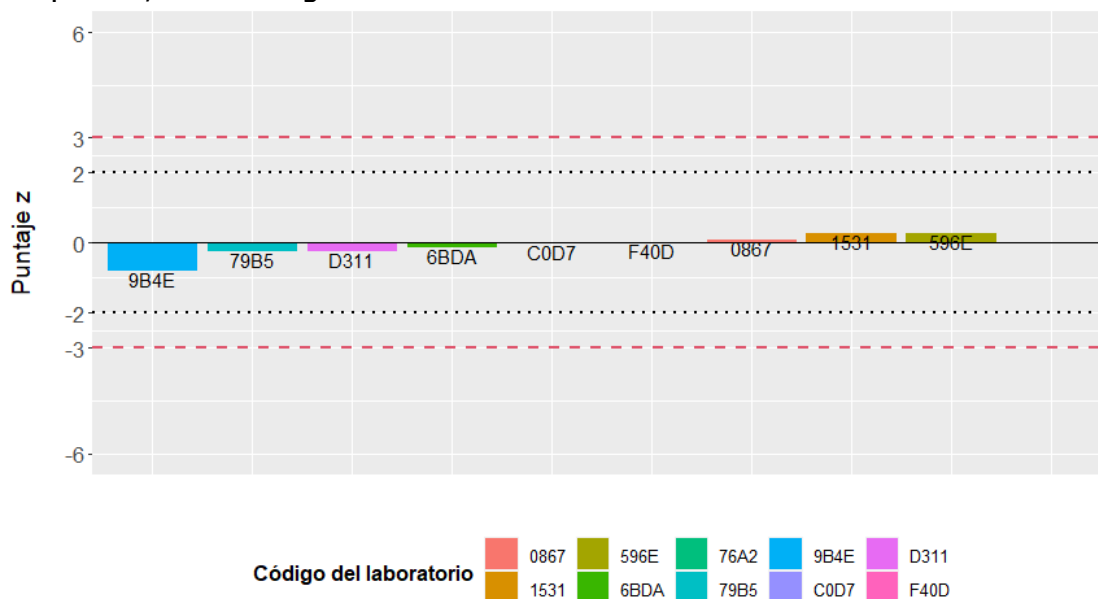


Gráfico 26. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 77,22 | -0,81 | Satisfactorio |
| 79B5 | 77,47 | -0,23 | Satisfactorio |
| D311 | 77,47 | -0,23 | Satisfactorio |
| 6BDA | 77,51 | -0,14 | Satisfactorio |
| C0D7 | 77,56 | -0,02 | Satisfactorio |
| F40D | 77,58 | 0,02 | Satisfactorio |
| 0867 | 77,60 | 0,07 | Satisfactorio |
| 596E | 77,68 | 0,26 | Satisfactorio |
| 1531 | 77,68 | 0,26 | Satisfactorio |
| 76A2 | 83,97 | 14,88 | Insatisfactorio |

Tabla 27. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.14. Litio en Sal de Carbonato de Litio LCO-3

| Parámetro | Valor asignado | | |
|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Litio | 17,19 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 28. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

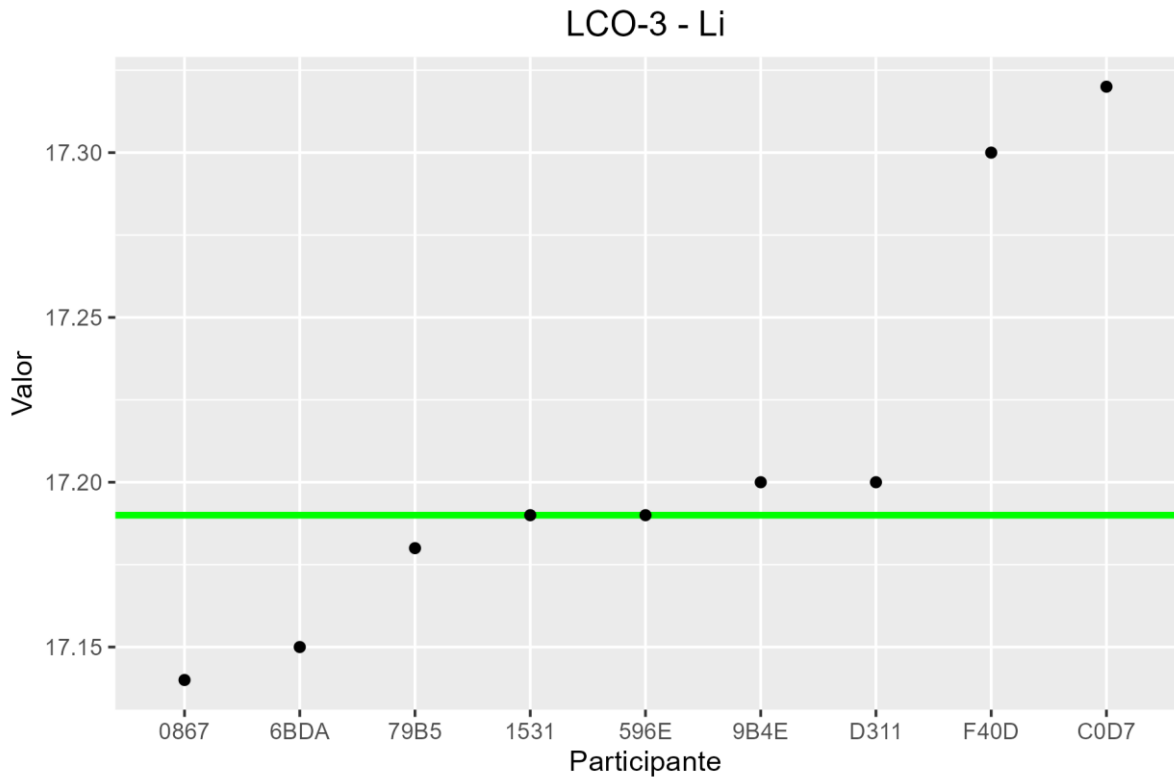


Gráfico 27. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

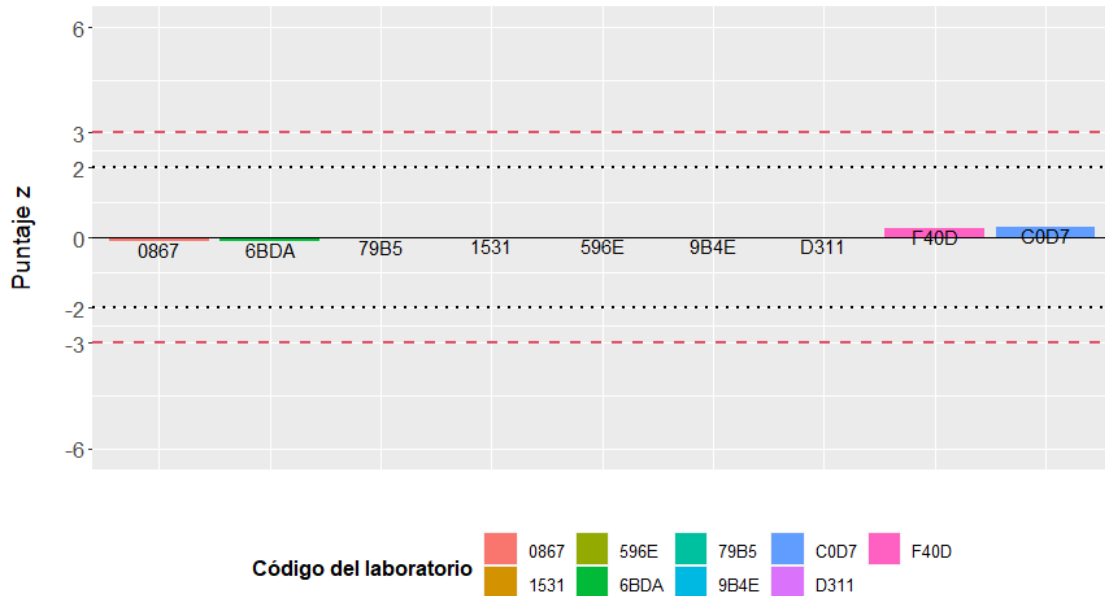


Gráfico 28. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)

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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 0867 | 17,14 | -0,12 | Satisfactorio |
| 6BDA | 17,15 | -0,09 | Satisfactorio |
| 79B5 | 17,18 | -0,02 | Satisfactorio |
| 596E | 17,19 | 0,00 | Satisfactorio |
| 1531 | 17,19 | 0,00 | Satisfactorio |
| 9B4E | 17,20 | 0,02 | Satisfactorio |
| D311 | 17,20 | 0,02 | Satisfactorio |
| F40D | 17,30 | 0,26 | Satisfactorio |
| C0D7 | 17,32 | 0,30 | Satisfactorio |

Tabla 29. Codigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluacion de desempeño

9.15. Carbonatos en Sal de Carbonato de Litio LCO-3

| Parámetro | Valor asignado | | |
|------------|----------------|------------------------------|------------------------|
| | Valor (g/100g) | Dispersión (σ_{pt}) | Incertidumbre (g/100g) |
| Carbonatos | 74,66 | 0,43 | 1,07 |

Tabla 30. Valor asignado , estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre.

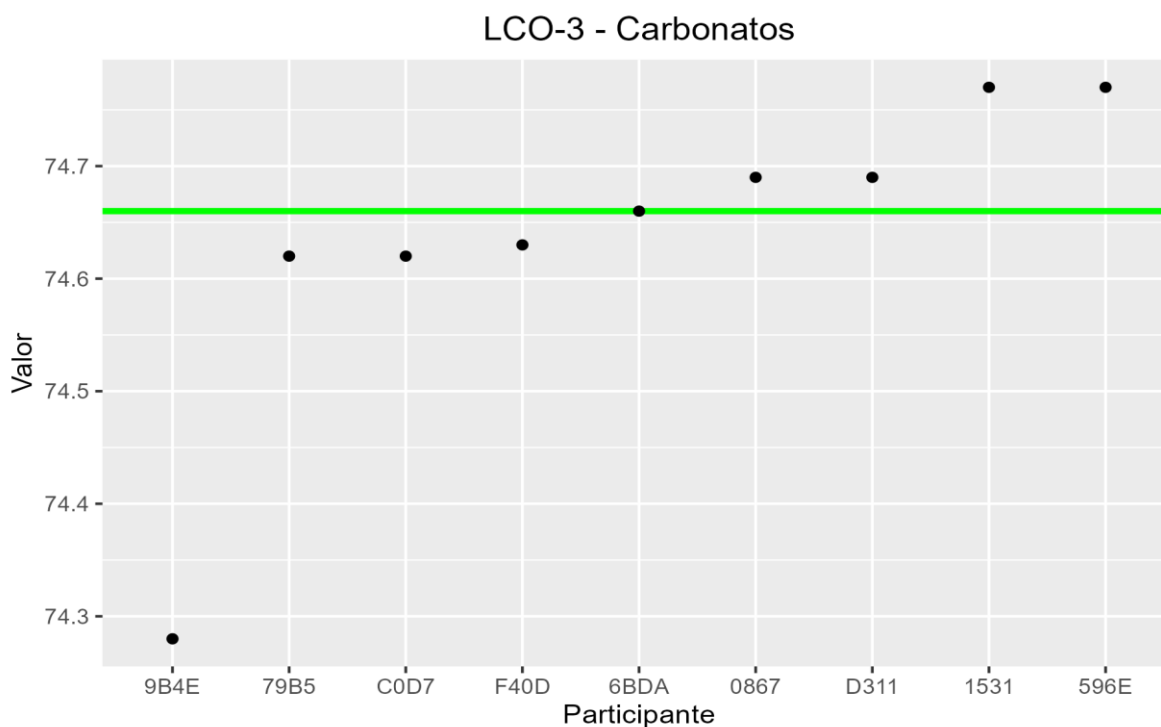


Gráfico 29. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

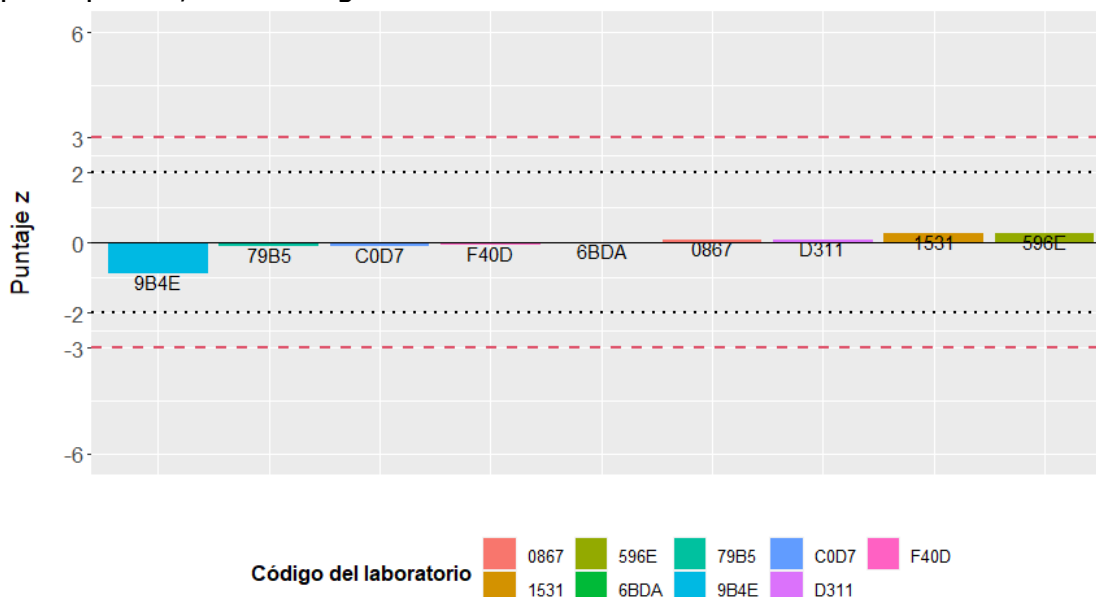


Gráfico 30. Puntaje Z de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados)


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

| Participante | Resultado reportado | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| 9B4E | 74,28 | -0,88 | Satisfactorio |
| 79B5 | 74,62 | -0,09 | Satisfactorio |
| C0D7 | 74,62 | -0,09 | Satisfactorio |
| F40D | 74,63 | -0,07 | Satisfactorio |
| 6BDA | 74,66 | 0,00 | Satisfactorio |
| D311 | 74,69 | 0,07 | Satisfactorio |
| 0867 | 74,69 | 0,07 | Satisfactorio |
| 596E | 74,77 | 0,26 | Satisfactorio |
| 1531 | 74,77 | 0,26 | Satisfactorio |

Tabla 31. Códigos de participantes, resultados reportados , puntaje z y resultado de la Evaluación de desempeño

10 LABORATORIOS PARTICIPANTES

Es importante resaltar que la información de la tabla N° 32 es solamente un indicativo del número de laboratorios participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

| | | |
|----------------------------|---|--|
| DMIC-EAQ-PE-001/F06 | FORMULARIO |  |
| V.00 | INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD | |
| Página 30 de 30 | Vigente desde: 2023-06-25 | |

| EMPRESA | DEPARTAMENTO / PAIS |
|---|----------------------------|
| Laboratorio de Analisis Quimico Planta Llipi | Potosí |
| Laboratorio de Analisis Quimico de Sales de Potasio | Potosí |
| Laboratorio de Petroleo, Gas y Energías | Cochabamba |
| Laboratrion de Analisis Quimico La Palca | Potosí |

Tabla 32. Participates del Ensayo de aptitud EQ-143/2023.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

NB/ISO/IEC 17043:2023. "Evaluación de la Conformidad – Requisitos generales para los Ensayos de Aptitud".

IUPAC Technical Report (2006). The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories.

ISO 13528 (2022). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons

ILAC G13 (2007). Guidelines for the Requirement for the Competence of Providers Proficiency Testing Schemes.

ISO/IEC 17025 (2017). General requirements for the competence of calibration and testing laboratories.

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 Guide 35:2006 Reference Material – General and Statistical Principles for Certification