



RESULTADOS DE LA RONDA DE COMPARACIÓN
LACOMET-IC-03-2009
Solución acuosa
Parámetros: actividad del ion hidronio, pH, a 25 °C;
Demanda química de oxígeno (DQO);
Metales: Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn

Laboratorio Costarricense de Metrología

RESULTADOS DE LA RONDA DE APTITUD TÉCNICA LACOMET-IC-2009

Reporte de Resultados Finales

Parámetros evaluados:

Actividad del ión hidronio, pH, a 25 °C;

Demanda Química de Oxígeno (DQO);

Metales (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn)

-Noviembre, 2009-

Página 1 de 30



Laboratorio Costarricense de Metrología

Reporte de Resultados Finales de la Ronda de Aptitud Técnica LACOMET-IC-03-2010, para los laboratorios participantes

Comité organizador:

Lic. Carlos Picado Salazar
Coordinador del Departamento Metrología Química, LACOMET
Lic. Johanna Acuña Loría
Secretaría de Acreditación de Laboratorios, ECA

Comité Científico:

Lic. Bryan Calderón Jiménez
Químico, LACOMET
B.Q Francisco Sequeira Castro
Químico, LACOMET

Parámetros: Actividad del ión hidronio, pH, a 25 °C
Demanda Química de Oxígeno (DQO);
Metales (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn)

Emitido por:

Lic. Carlos Picado Salazar
Coordinador, Departamento de Metrología Química
Laboratorio Costarricense de Metrología

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Esta ronda se realizó en coordinación con el Ente Costarricense de Acreditación – ECA – siguiendo lo establecido en el PROTOCOLO DE LA RONDA DE APTITUD TÉCNICA, LACOMET IC-03-2009, se inició el 17 de agosto de 2009 y concluyó el 6 de noviembre de 2009.

1.2 Se contemplaron los laboratorios que respondieron a la invitación del Ente costarricense de acreditación – ECA – en total 9 laboratorios, detallados en el Apéndice A de este documento.

1.3 Cada muestra constaba 3 envases que contenían respectivamente 250 cm³ de soluciones acuosas preparadas en un solo lote, para los parámetros actividad del ión hidronio, demanda química de oxígeno y metales (Cd, Cu, Cr, Ni, Zn y Pb). Los valores asignados se obtuvieron mediante los procedimientos estipulados en MQ-PR-28 Determinación de pH; MQ-PR-29 Preparación de patrón para la determinación de la demanda química de oxígeno en aguas y MQ-PR-23 Determinación de metales en aguas; con los siguientes resultados:

Parámetro	Valor asignado	Incertidumbre expandida del valor asignado
Actividad del ión hidronio, a 25 °C (unidades de pH)	6,865	0,003
Demanda química de oxígeno (mg/dm ³)	499,5	1,1
Metales: Cd (mg/dm ³)	0,128 4	0,000 6
Metales: Cr (mg/dm ³)	2,50	0,01
Metales: Cu (mg/dm ³)	2,036	0,009
Metales: Pb (mg/dm ³)	0,490	0,002
Metales: Ni (mg/dm ³)	2,000	0,009
Metales: Zn (mg/dm ³)	9,99	0,04

1.4 No se les solicitó a los laboratorios ningún número específico de mediciones.

1.5 A los laboratorios participantes se les solicitó usar el compensador de temperatura, o las correcciones pertinentes, para reportar sus resultados a 25 °C para las mediciones de pH.

1.6 Las muestras se distribuyeron con la siguiente identificación:

MUESTRAS
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 001
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 002
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 003
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 004
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 005
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 006
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 007
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 008
LACOMET IC-03-2009 - CLAVE 009

1.7 Equipo usado por los laboratorios.

1.7.1 Actividad del ión hidronio

MUESTRAS	Marca Potenciómetro	Serie Potenciómetro	Marca electrodo	Modelo electrodo
CLAVE 002	Jenway	3310	Cornie	476436
CLAVE 004	Denver Instruments	201400.1	Denver Instruments	pH/ ATC electrodo # 300729.1
CLAVE 005	No reporta	No reporta	No reporta	No reporta
CLAVE 006	HACH	980800001496	HACH	EC.20
CLAVE 007	HACH	00C90473	HACH	Multiparámetros
CLAVE 008	Oakton	205117	Oakton	pH110
CLAVE 009	Thermo	20529	Thermo	Orion 4Star

1.8.2 Demanda química de oxígeno

MUESTRAS	Marca Equipo	Modelo, serie, accesorios
CLAVE 002	HACH DRB 200	Patrones HACH trazabilidad NIST Valor (99,97 ± 0,16); (49,95 ± 0,23); (500,00 ± 0,57); (1000,31 ± 0,29)
CLAVE 003	Reactor COD marca HACH; Espectrofotómetro UV-	Marca Merck (99,94 % ± 0,05) %, Material de

MUESTRAS	Marca Equipo	Modelo, serie, accesorios
	visible marca Unicam modelo helios β	referencia Secundario trazado al NIST
CLAVE 005	No reporta	No reporta
CLAVE 006	Tubos viales con disoln digestión marca HACH de 0 a 1500 mg/ L; espectrofotómetro DR 4000 marca HACH; Reactor COD Modelo 45600 marca HACH	Marca HACH; 1000 \pm 50, trazabilidad NIST
CLAVE 007	Digestor de baño seco, espectrofotómetro DR 2800 marca HACH	Marca Accustandard, (500 \pm 10) ug/mL, trazabilidad NIST
CLAVE 008	Digestor HACH DR- 200, espectrofotómetro HACH- 2010	Marca RTC, (500 \pm 5) mg O ₂ / L, trazabilidad NIST
CLAVE 009	Titulado	Patrón marca HACH, (1048,0 \pm 0,1) ppm tras. Lot A8249, Cat. N° 22539- 29 Trac. al NIST SRM 84k

1.8.3 Metales

MUESTRAS	Marca Equipo	Patrón y trazabilidad
CLAVE 002	Espectrofotómetro de AA, Perkin Elmer modelo 3300, con horno de grafito modelo 600	Tritisol MERCK (1000 \pm 2) mg/ L, trazabilidad NIST
CLAVE 005	No reporta	No reporta
CLAVE 007	DR 2800 HACH	Accustandard; (1000 \pm 20) mg/ L, trazabilidad NIST
CLAVE 008	ICAP 61 E Trace Analyzer Thermo Jarrell Ash	Marca Accustandard (1000 \pm 20) mg Cu/ L, trazabilidad NIST; marca Inorganic Ventures (100,02 \pm 0,23) mg Pb/ L, trazabilidad NIST; marca Inorganic Ventures (100,13 \pm 0,19) mg Ni/ L, trazabilidad NIST; marca Accustandard (1000 \pm 20) mg Zn/ L, trazabilidad NIST

MUESTRAS	Marca Equipo	Patrón y trazabilidad
CLAVE 009	Espectrofotómetro de AA, marca Perkin Elmer, modelo 3100, número de serie S/N 145560.	Marca Merck (1001 ± 2) mg Cu/ L Lot HC626958; marca Perkin Elmer (1002 ± 3) ug Zn/ mL material ID 13436 Perkin Elmer N° N9300178, Lot N° 13-92ZN Trac. al NIST SRM #3168a; marca Perkin Elmer (1002 ± 3) ug Cr/ mL material ID 13188 Perkin Elmer N° N9300173, Lot N° 14-104CR Trac. al NIST SRM #3112a

1.9 Competencia de los laboratorios. El esquema de esta ronda parte del supuesto que los laboratorios emiten resultados adecuados para el uso.

2 FUNDAMENTO ESTADÍSTICO

2.1 El criterio para los valores de Z es el siguiente:

$$\begin{array}{l}
 |Z| \leq 2 \text{ satisfactorio} \\
 2 > |Z| \leq 3 \text{ cuestionable} \\
 |Z| > 3 \text{ inaceptable}
 \end{array}$$

2.2 Valores de Z. La justificación del uso de los multiplicadores 2 y 3 es la siguiente. Sea $D = x - x_a$, si x_a y σ_p (ver numerales 4.5 y 4.6) son un buen estimado de la media y de la desviación estándar de la población de la cual se deriva el valor x , y la distribución es normal, entonces los valores de D estarán distribuidos, aproximadamente, de manera normal con media igual a 0 y desviación estándar 1. En estas circunstancias únicamente cerca del 0,3 % del estimado del sesgo de los laboratorios se esperaría que estén fuera del rango $-3\sigma_p < D < +3\sigma_p$ y únicamente cerca del 5 % se espera que estuvieran fuera del rango $-2\sigma_p < D < +2\sigma_p$. Al ser estas probabilidades tan bajas, es poco probable que estos casos ocurran únicamente por casualidad, es

decir que no existe un problema real. Así que existe la gran posibilidad de encontrar una anomalía cuando se realicen los análisis de causa.

2.3 Interpretación del estadístico Z. Los resultados Z deben ser interpretados tomando en cuenta su base estadística (probabilidad), por lo tanto se requiere de un conocimiento en estadística.

Sin embargo, las siguientes reglas básicas aplican cuando se usa un valor asignado:

- Un Z igual a cero implica un resultado perfecto. Este tipo de evento no sucede frecuentemente, aún en laboratorios de demostrada competencia.
- La ronda se realizó con la siguiente premisa; cada laboratorio emite resultados adecuados para el uso. Los laboratorios que cumplen con este criterio, producirán resultados comprendidos entre $-2\sigma_p$ y $+2\sigma_p$. Se puede esperar que produzcan un resultado, ocasionalmente, fuera de este rango, más o menos una vez en cada veinte veces. El signo (- o +) indica un error negativo o positivo.
- Los laboratorios que cumplen con el criterio supra citado, raramente producirán resultados comprendidos fuera de $-3\sigma_p$ y $+3\sigma_p$. En caso de presentarse datos anómalos, los resultados deberán ser tomados como inaceptables para el esquema. Por tanto, se debe realizar un análisis de causa de manera inmediata, para tomar las acciones correctivas del caso.

2.4 Análisis de causa. Un (1) solo resultado comprendido fuera de $-3\sigma_p$ y $+3\sigma_p$, o dos (2) resultados consecutivos, en rondas sucesivas, en el rango entre $-2\sigma_p$ y $+2\sigma_p$ y $-3\sigma_p$ y $+3\sigma_p$ es evidencia de que algo anormal está sucediendo y debe realizarse el análisis de causa de forma inmediata.

3 RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Los resultados reportados por los laboratorios se detallan en el Apéndice B.

4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1 Para los cálculos realizados se usó MS Excel® 2007 (12.0.4518.1014), no se realizó ningún redondeo intermedio durante el tratamiento de los datos.

4.2 Se realizaron gráficos de distribución de frecuencias acumuladas para cada uno de los parámetros analizados, donde se comprobó la normalidad de las poblaciones analizadas.

4.3 Debido al número reducido de réplicas (n) y a la dispersión de los valores tanto determinados como observados en el gráfico de frecuencias acumuladas, se optó por aplicar la prueba Grubbs a las medias laboratoriales para descartar valores anómalos extremos. La prueba de Grubbs se aplicó para un 95 % y 99 % de confianza para p laboratorios. No todos los laboratorios participaron en todos los parámetros ni con el mismo número de repeticiones.

4.4 Para cada muestra se calculó el valor Z de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{x - x_a}{\sigma_p}$$

En donde:

x_a es el valor “asignado”;

x es el promedio de los resultados reportados por el laboratorio; y

σ_p es la desviación estándar adecuada para el uso.

4.5 Valor “asignado” (x_a). Como valores asignados para cada parámetro, se utilizaron los reportados por LACOMET, descritos en el apartado 1.3 de este documento.

4.6 Desviación estándar adecuada para el uso (σ_P). La desviación estándar adecuada para el uso se calculó tomando lo prescrito en el numeral 6.6.1 de la norma ISO 13 528:2005. Esta norma indica que la desviación estándar debe ser calculada usando métodos estadísticos robustos; para lo cual recomienda el algoritmo A presentado en el Anexo C de dicha norma.

Los valores de Z obtenidos se muestran en el Apéndice C y gráficamente en el Apéndice D.

5 CONCLUSIONES

5.1 Determinación del pH, expresado en unidades de pH. El desempeño del 86 % de las muestras fue satisfactorio y el 14 % cuestionable. No se detectó algún valor inaceptable.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
6	satisfactorio	86
1	cuestionable	14
0	inaceptable	0

5.2 Determinación del DQO, expresado en mg O₂/ dm³. El desempeño del 100 % de las muestras fue satisfactorio. No se detectaron valores cuestionables o inaceptables.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
5	satisfactorio	100
0	cuestionable	0
0	inaceptable	0

5.3 Determinación de Cr, expresado en mg Cr/ dm³. El desempeño del 25 % de las muestras fue satisfactorio, un 25 % se detectó como cuestionable. Un 50 % fue inaceptable.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
1	satisfactorio	25
1	cuestionable	25
2	inaceptable	50

5.4 Determinación de Cu, expresado en mg Cu/ dm³. El desempeño del 80 % de las muestras fue satisfactorio, un 20 % se detectó como cuestionable. No se detectó algún valor inaceptable.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
4	satisfactorio	80
1	cuestionable	20
0	inaceptable	0

5.5 Determinación de Ni, expresado en mg Ni/ dm³. El desempeño del 75 % de las muestras fue satisfactorio, no se detectó algún valor como cuestionable. El 25 % de los participantes se catalogó como inaceptable.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
3	satisfactorio	75
0	cuestionable	0
1	inaceptable	25

5.5 Determinación de Zn, expresado en mg Zn/ dm³. El desempeño del 75 % de las muestras fue satisfactorio, no se detectó algún valor como cuestionable. El 25 % de los participantes se catalogó como inaceptable.

Número de laboratorios	Calificación obtenida	%
3	satisfactorio	75
0	cuestionable	0
1	inaceptable	25

5.6 De la información adicional solicitada. Existen varios conceptos en cuanto a incertidumbre que no están claros para los participantes, como mal uso de las distribuciones estadísticas, desconocimiento de la incertidumbre, de las cifras significativas y del redondeo, principalmente.

6 BIBLIOGRAFÍA

LACOMET IC-03-2009. *Protocolo de la ronda de aptitud técnica. Solución acuosa.*

Analytical Methods Committee of the Royal Society of Chemistry, *Technical Brief 6 (April 2001), Robust statistics: a method of coping with outliers*,
www.rsc.org/Membership/Networking/InterestGroups/Analytical/AMC/TechnicalBriefs.asp

Aplac. *Testing interlaboratory comparisons*. 2003.

Eurachem. *Guide on selection, use and interpretation of proficiency testing (PT) schemes by laboratories*. 2000.

S. Ellison, *Robust Statistics Toolkit (RobStat.xla) Excel add-in*,
www.rsc.org/Membership/Networking/InterestGroups/Analytical/AMC/Software/RobustStatistics.asp

GUÍA INTE-ISO/IEC 43-1:2000. *Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratoriales. Parte 1. Desarrollo y funcionamiento de ensayos de aptitud.*

GUÍA INTE-ISO/IEC 43-2:2000. *Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratoriales. Parte 2. Selección y uso de ensayos de aptitud por organismos de acreditación de laboratorios.*

ISO 13 528:2005. *Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons interlaboratoires.*

Taylor, J. *Quality assurance of chemical measurements*. Lewis Publishers, INC.:USA, 1987

Thompson, M. et al. *The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories*. Pure Appl. Chem., vol 78 N° 1, pp 145-196, 2006.



Apéndice A. Laboratorios participantes en prueba de aptitud.

(En estricto orden alfabético)

Nombre de Laboratorio participante
Centro Médico San Martín
CHEMLABS
Dole
Laboratorio de Análisis y Servicio Químico LASEQ
Laboratorio Químico Aqylasa
Laboratorio Químico Lambda
Laboratorios Agrotec
LAICA
RECOPE

Apéndice B. Resultados reportados por laboratorio los distintos parámetros analizados. Se reportan únicamente los datos utilizados en los cálculos estadísticos (Identificación mediante clave)

Cuadro I: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de pH.

Código Lab./ Repeticiones	002	004	005	006	007	008	009
1	6,87	6,79	6,91	6,98	6,91	6,92	6,96
2	6,88	6,82	6,92	6,99	6,92	7,02	6,95
3	6,87	6,84	6,89	6,98	6,92	7,02	6,95
4	6,87	6,82	6,92	6,98	6,92	6,92	6,94
5	6,88	6,83	6,91	6,97	6,92	6,98	6,95
6	6,87	6,82	6,92	6,99	6,92	6,92	6,95
7	6,87	6,87	-	6,98	6,92	6,88	6,94
Promedio	6,87	6,83	6,9	6,98	6,92	6,95	6,95
U	0,06	0,034	0,1	0,12	0,02	0,04	0,02

* Valores expresados en u pH

Cuadro II: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de DQO

Código Lab./ Repeticiones	002	003	005	006	007	008	009
1	529	282,3	492	499	518	505	440
2	527	281,9	482	499	521	491	458
3	514	283,5	487	498	523	495	462
4	517	-	-	499	522	501	491
5	523	-	-	498	523	500	469
6	517	-	-	500	518	491	473
7	517	-	-	498	522	500	473
Promedio	520	282,6	487	499	521	498	467
U	14	15,7	39	9	4	15	18

* Valores expresados en mg O₂/ dm³

Cuadro III: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de metales (Cr)

Código Lab./ Repeticiones	002	005	008	009
1	2,3	2,14	2,295	2,37
2	2,4	2,16	2,261	2,35
3	2,3	2,07	2,286	2,37
4	2,5	2,05	2,411	2,35
5	2,3	-	-	2,35
6	-	-	-	2,37
7	-	-	-	2,37
Promedio	2,4	2,11	2,313	2,36
U	0,2	0,39	0,034	0,02

* Valores expresados en mg Cr/ dm³

Cuadro IV: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de metales (Cu)

Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	008	009
1	1,90	1,90	1,72	1,881 0	1,98
2	1,90	1,89	1,63	1,876 0	1,97
3	2,10	1,90	1,62	1,872 0	1,97
4	2,10	1,90	1,73	1,871 0	1,98
5	2,20	-	1,71	-	1,98
6	2,20	-	1,65	-	1,97
7	2,10	-	1,69	-	1,97
Promedio	2,07	1,90	1,68	1,875 0	1,97
U	0,05	0,36	0,01	0,009 5	0,02

* Valores expresados en mg Cu/ dm³

Cuadro V: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de metales (Ni)

Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	008
1	2,3	2,09	0,042	1,837 0
2	2,1	2,64	0,038	1,835 0
3	2,0	2,62	0,041	1,827 7
4	2,1	2,60	0,041	1,940 0
5	2,1	-	0,039	-
6	2,2	-	-	-
7	2,2	-	-	-
Promedio	2,1	2,49	0,040	1,859 9
U	0,2	0,34	0,005	0,024 1

* Valores expresados en mg Ni/ dm³

Cuadro VI: Resultados obtenidos por los laboratorios para el análisis del material de metales (Zn)

Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	008	009
1	8,2	10,19	0,520	9,2530	9,9
2	8,4	9,72	0,480	9,258 0	9,9
3	8,4	9,52	0,510	9,123 0	9,9
4	8,1	9,62	0,500	-	9,9
5	8,2	-	0,490	-	9,9
6	7,8	-	-	-	9,8
7	7,9	-	-	-	9,9
Promedio	8,1	9,76	0,500	9,211 3	9,9
U	0,7	0,20	0,005	0,093 9	0,1

* Valores expresados en mg Zn/ dm³

Apéndice C. Z obtenida por los laboratorios basados en el promedio de los resultados reportados.

Página 18 de 30

(Identificación mediante clave)

Cuadro VII: Resultados obtenidos por los laboratorios en la medición de pH. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

Código Lab./ Repeticiones	002	004	005	006	007	008	009
1	6,87	6,79	6,91	6,98	6,91	6,92	6,96
2	6,88	6,82	6,92	6,99	6,92	7,02	6,95
3	6,87	6,84	6,89	6,98	6,92	7,02	6,95
4	6,87	6,82	6,92	6,98	6,92	6,92	6,94
5	6,88	6,83	6,91	6,97	6,92	6,98	6,95
6	6,87	6,82	6,92	6,99	6,92	6,92	6,95
7	6,87	6,87	-	6,98	6,92	6,88	6,94
x	6,87	6,83	6,9	6,98	6,92	6,95	6,95
x_a	6,865						
Z	0,09	-0,64	0,64	2,09	1,00	1,55	1,55

* Valores expresados en u pH

** Valor de σ_p calculado fue de 0,055 u pH

Cuadro VIII: Resultados obtenidos por los laboratorios en la medición del DQO. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

Código Lab./ Repeticiones	002	006	007	008	009
1	529	499	518	505	440
2	527	499	521	491	458
3	514	498	523	495	462
4	517	499	522	501	491
5	523	498	523	500	469
6	517	500	518	491	473
7	517	498	522	500	473
x	520	499	521	498	467
x_a	499,5				
Z	1,01	-0,02	1,06	-0,07	-1,60

* Valores expresados en mg O₂/ dm³

** Valor de σ_p calculado fue de 20,3 mg O₂/ dm³

Cuadro IX: Resultados obtenidos por los laboratorios en la determinación de Cr. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

Código Lab./ Repeticiones	002	005	008	009
1	2,3	2,14	2,295	2,37
2	2,4	2,16	2,261	2,35
3	2,3	2,07	2,286	2,37
4	2,5	2,05	2,411	2,35
5	2,3	-	-	2,35
6	-	-	-	2,37
7	-	-	-	2,37
x	2,4	2,11	2,313	2,36
x_a	2,50			
Z	-1,70	-6,63	-3,18	-2,38

* Valores expresados en mg Cr/ dm³

** Valor de σ_p calculado fue de 0,06 mg Cr/ dm³

Cuadro X: Resultados obtenidos por los laboratorios en la determinación de Cu. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	008	009
1	1,90	1,90	1,72	1,881 0	1,98
2	1,90	1,89	1,63	1,876 0	1,97
3	2,10	1,90	1,62	1,872 0	1,97
4	2,10	1,90	1,73	1,871 0	1,98
5	2,20	-	1,71	-	1,98
6	2,20	-	1,65	-	1,97
7	2,10	-	1,69	-	1,97
x	2,07	1,90	1,68	1,875 0	1,97
x_a	2,036				
Z	0,27	-1,08	-2,83	-1,28	-0,52

* Valores expresados en mg Cu/ dm³

** Valor de σ_p calculado fue de 0,13 mg Cu/ dm³

Cuadro XI: Resultados obtenidos por los laboratorios en la determinación de Ni. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	008
1	2,3	2,09	0,042	1,837 0
2	2,1	2,64	0,038	1,835 0
3	2,0	2,62	0,041	1,827 7
4	2,1	2,60	0,041	1,940 0
5	2,1	-	0,039	-
6	2,2	-	-	-
7	2,2	-	-	-
x	2,1	2,49	0,040	1,859 9
x_a	2,000			
Z	0,35	1,71	-6,84	-0,49

* Valores expresados en mg Ni/ dm³

** Valor de σ_p calculado fue de 0,29 mg Ni/ dm³

Cuadro XII: Resultados obtenidos por los laboratorios en la determinación de Zn. Se reportan valor de x_a utilizado y valor de Z calculado por laboratorio.

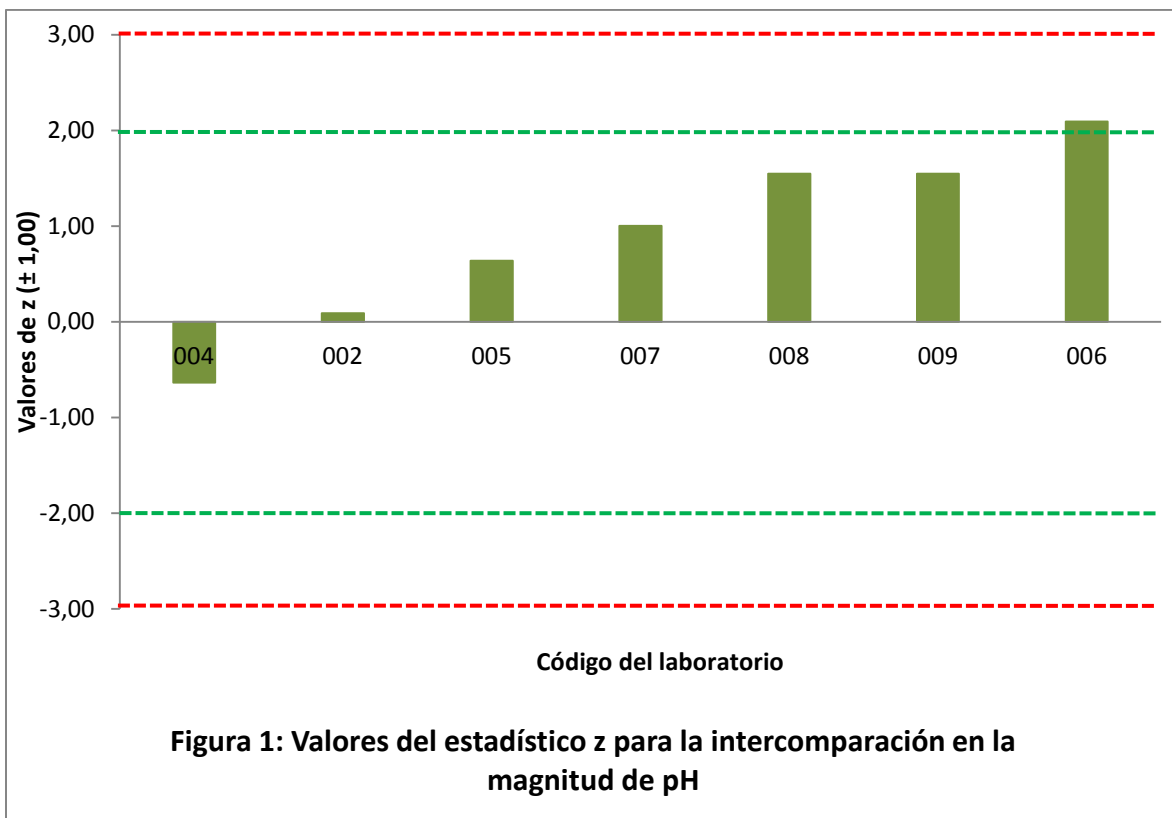
Código Lab./ Repeticiones	002	005	007	009
1	8,2	10,19	0,520	9,9
2	8,4	9,72	0,480	9,9
3	8,4	9,52	0,510	9,9
4	8,1	9,62	0,500	9,9
5	8,2	-	0,490	9,9
6	7,8	-	-	9,8
7	7,9	-	-	9,9
x	8,1	9,76	0,500	9,9
x_a	9,99			
Z	-1,35	-0,16	-6,78	-0,06

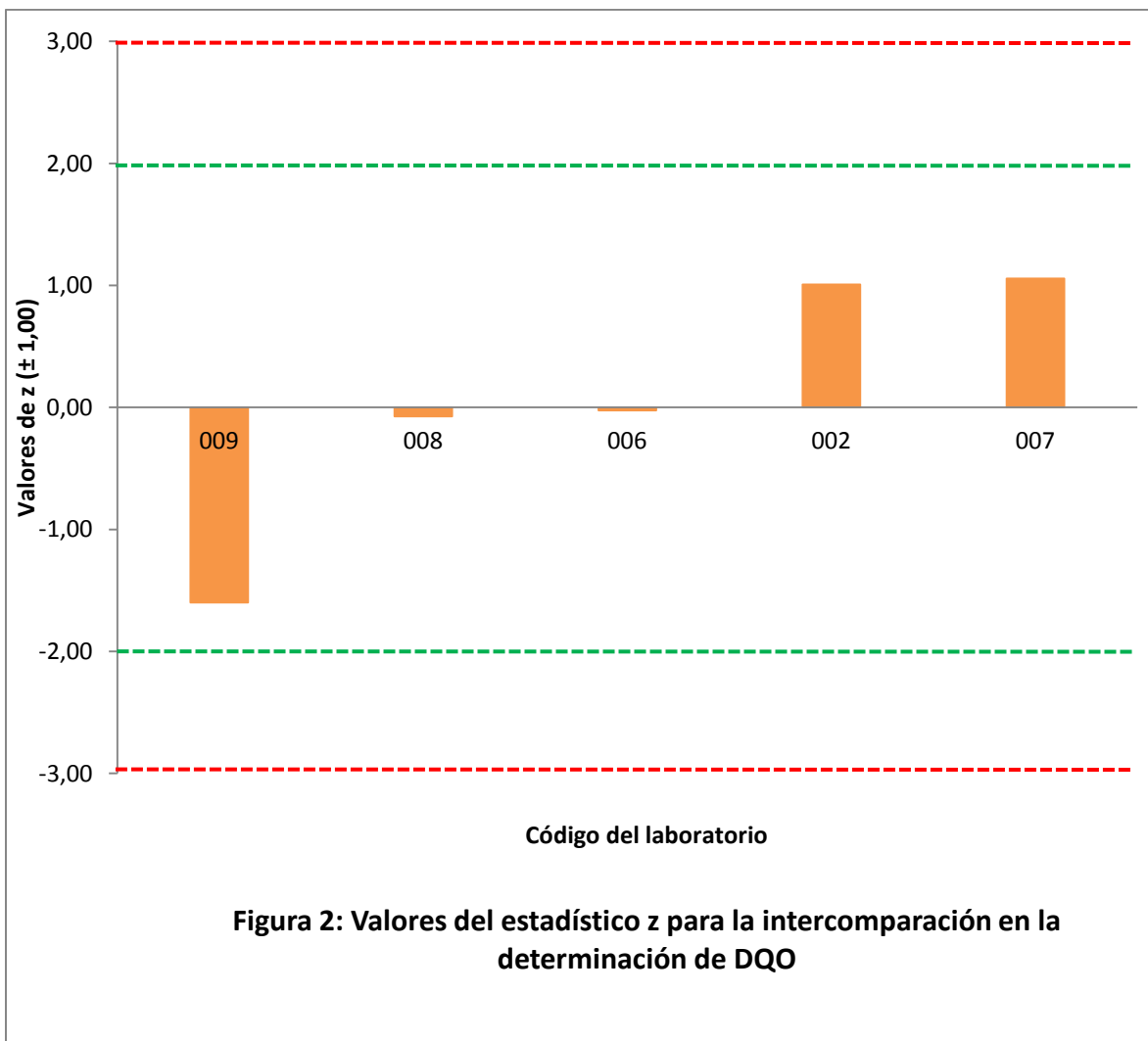
* Valores expresados en mg Zn/ dm³

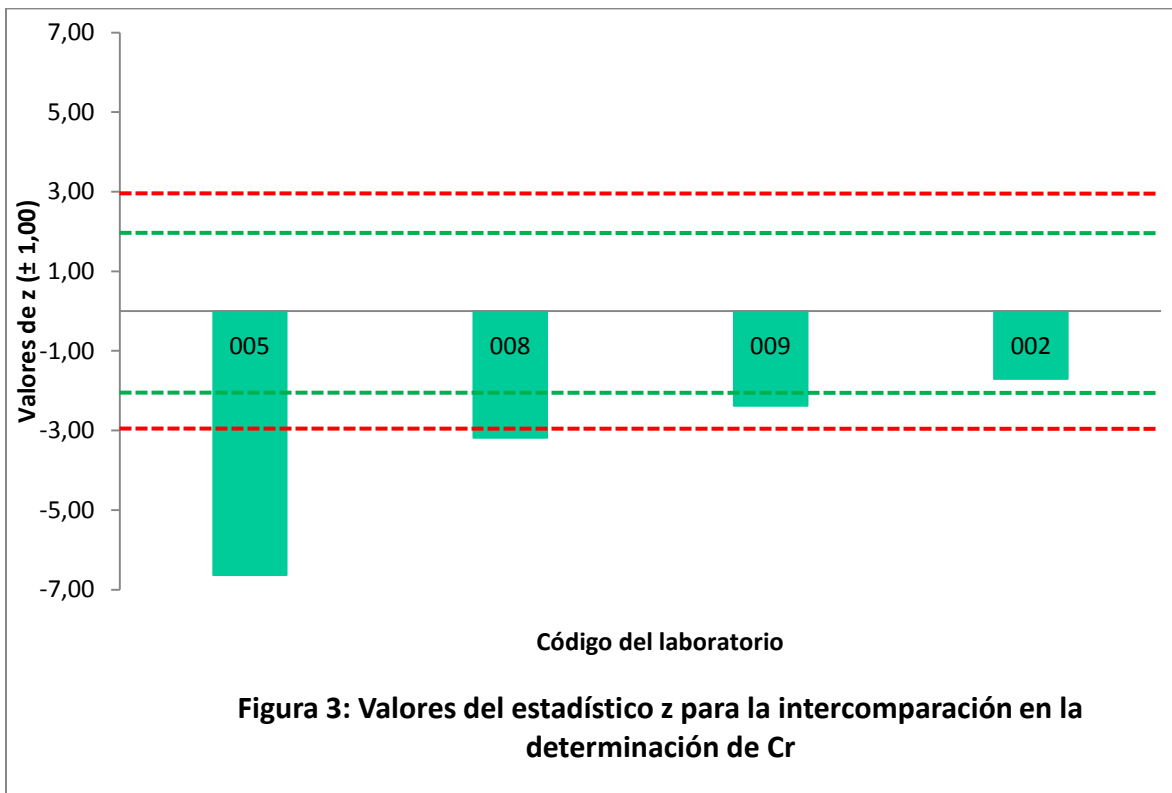
** Valor de σ_p calculado fue de 1,40 mg Zn/ dm³

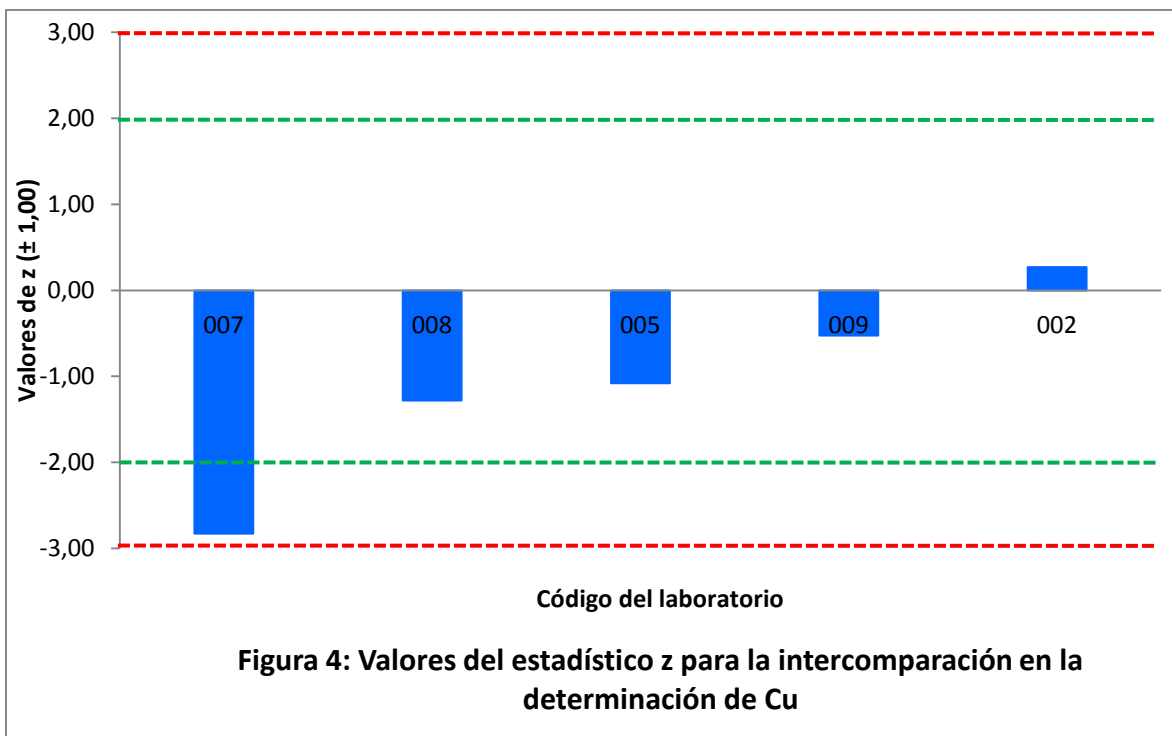
Apéndice D. Resultado de Z obtenido (representación gráfica) por cada laboratorio.

(Identificación mediante clave)









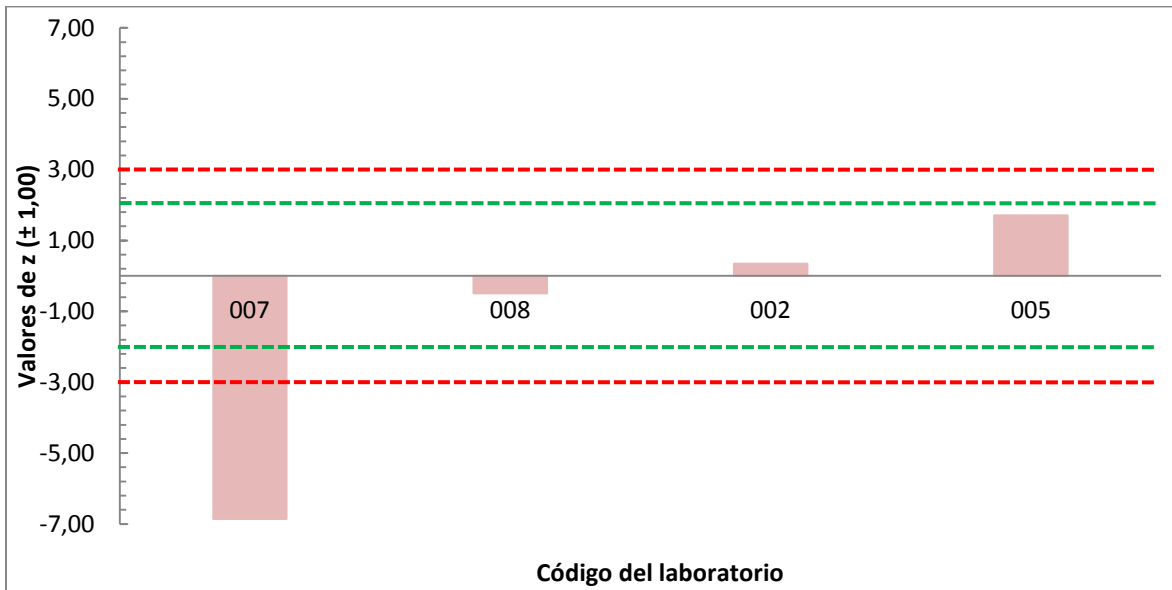


Figura 5: Valores del estadístico z para la intercomparación en la determinación de Ni

