



RED NACIONAL DE METROLOGÍA

UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN - LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES MAGNITUD MASA

INFORME DE INTERCOMPARACIÓN NACIONAL

INFORME A

CALIBRACIÓN DE PESAS

2018

M-M-2018

1. INTRODUCCIÓN

La División de Metrología del INN, coordina las actividades involucradas en la operación de un Programa de Ensayo de Aptitud Nacional (Proficiency Testing – PT's), a cargo de la Red Nacional de Metrología (RNM) con la finalidad de disponer esta actividad al servicio de los laboratorios de ensayo y calibración del país.

Desde el año 2010, la RNM ofrece un Programa de Ensayos de Aptitud el cual es parte del "Programa de Fortalecimiento y Reconocimiento de las Mejores Capacidades de Medición en la Red Nacional de Metrología", Programa desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Los Institutos Designados y Candidatos que componen la RNM cuentan con sistemas de calidad ajustados a los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025 con el objeto de establecer la confianza necesaria en sus actividades. Adicionalmente, la organización de los ensayos de aptitud ofertados, se basa en los requisitos establecidos en la norma NCh-ISO 17043.

El Programa anual de Ensayos de Aptitud, se planifica considerando las capacidades de medición y calibración de las organizaciones que componen la RNM, las necesidades de los laboratorios de calibración y ensayo nacionales y, en algunos casos, las necesidades establecidas por un determinado organismo del Estado.

Por regla general, los ensayos de aptitud ofrecidos por la Red Nacional de Metrología se realizan durante un año calendario.

Los ítems de ensayo se distribuyen en un periodo de tiempo definido para su análisis, son enviados en las fechas establecidas en el programa, en las condiciones de embalaje, almacenamiento, seguridad e identificación que aseguren la integridad del ítem.

Cada ensayo de aptitud cuenta con una codificación alfanumérica y a cada laboratorio participante se le hace entrega de un código confidencial.

La oferta de los ensayos de aptitud es publicada a través de una programación anual en el sitio web www.metrologia.cl.

Aquellos ensayos de aptitud organizados por la Red Nacional de Metrología que cuenten con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, no tendrán costos de inscripción para los participantes y el número de cupos

quedará sujeto al diseño del Ensayo de Aptitud y los fondos disponibles. Cualquier otro ensayo de aptitud o intercomparación organizadas por la RNM que no cuenten con este financiamiento, tendrán costo de inscripción para los participantes.

2. OBJETIVO

Evaluar el desempeño y competencia de los participantes en llevar a cabo las calibraciones de pesas.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DE ENSAYO DE APTITUD.

El proveedor del ensayo de aptitud será el Instituto Designado en la Magnitud de Masa, (LCPN-Masa en CESMEC S.A.). Sus instalaciones se ubican en Av. Marathon 2595 Macul, Santiago.

Contacto:

Jefe de LCPN-Masa	: Fernando García G.
Teléfono	: (+56 2) 2350 2100 anexo 9739
Email	: fernando.garcia@cesmec.cl

4. COORDINACIÓN

Este programa fue coordinado por la División Metrología del Instituto Nacional de Normalización (INN). Sus instalaciones están ubicadas en Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Torre Santiago Downtown N° 7, piso 17, Santiago.

Contacto:

Coordinador de ensayo de aptitud	: Gerardo Gonzalez V.
Teléfono	: (+56 2) 2445 8831
Email	: gerardo.gonzalez@inn.cl
Coordinador de ensayo de aptitud	: William Güin Tovar.
Teléfono	: (+56 2) 2445 8831
Email	: william.guin@inn.cl

El Coordinador realizó las siguientes funciones:

- Difusión de la actividad, en la que podrán participar todos los laboratorios acreditados o en etapa de acreditación que se inscriban.
- Organizó y coordinó con el LCPN-Masa un taller de inicio y cierre de la intercomparación

- Asignó a cada participante un código con el cual se identifican e informan sus resultados.
- El envío de los objetos a ser calibrados a cada participante, de acuerdo con el programa fijado y comunicado convenientemente
- Recopiló los resultados de cada laboratorio, para su consolidación codificada y posterior envío al LCPN-Masa para su análisis.
- Informó a los laboratorios participantes sus respectivos resultados y los del LCPN-Masa
- Distribuyó entre los participantes el informe de la intercomparación entregado por el LCPN-Masa (Informe A, borrador e Informe B, final)
- Proveyó las pesas que serán utilizadas en el marco de la comparación.

Fue mandatorio para los participantes:

- Respetar lo indicado en el presente protocolo.
- Asumir económicamente los daños debidos a problemas de manipulación o golpes, durante la permanencia del equipo en sus instalaciones y traslados; de acuerdo con lo indicado en el protocolo de comparación.
- Informar diligentemente, dentro del programa que defina el Coordinador, los resultados de sus mediciones.
- Designar un representante, directamente involucrado con las actividades técnicas del laboratorio, para el intercambio de información con el Coordinador.
- Enviar las pesas al siguiente participante de la comparación según se indica en Anexo 1.

LCPN-Masa se encargó de:

- Definir un programa para la ronda de comparación, con fechas, nombre de los laboratorios participantes y un representante directamente involucrado con las actividades técnicas del laboratorio.
- Realizar mediciones de las pesas y enviar al Coordinador los certificados correspondientes
- Preparar un Informe B (borrador) y A (final) con los resultados de la comparación consolidados por el Coordinador.
- Participar como relator en el taller de inicio y cierre de la intercomparación.

El programa de la comparación se entrega en Anexo 1.

5. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES

No se subcontrató ninguna de las actividades relacionadas con esta intercomparación.

6. REQUISITOS DE PARTICIPACION

El laboratorio participante debía contar con la infraestructura y patrones acordes con el ejercicio.

Los requisitos técnicos que debía cumplir cada participante son los que indica OIML R 111 respecto a la calibración de pesas en la clase que corresponda a las capacidades del laboratorio.

Además, como requisito se exigió una carta de compromiso formal, en la cual el laboratorio participante, a través de su representante legal, debía hacerse responsable del patrón viajero.

Si en el caso que algún laboratorio no cumpliera con los requisitos técnicos en relación con sus capacidades de medición y calibración del Ensayo de Aptitud y haya enviado su ficha de inscripción, se le notificaría su no incorporación, explicando los motivos que respaldan dicha decisión.

El Formulario de Inscripción, la Carta de Compromiso firmada (Anexo I) y los demás antecedentes solicitados para postular, fueron enviados por correo electrónico al Coordinador del ensayo de aptitud dentro del plazo establecido en la letra b. del punto 13 del protocolo de comparación. La Carta de compromiso firmado en original, debía ser enviada por correo certificado e ingresada por oficina de partes del Instituto Nacional de Normalización.

No se aceptó la incorporación, en el ensayo de aptitud, de laboratorios cuya Carta de Compromiso no se haya recibido en el plazo dado anteriormente.

7. SEGURIDAD, RESPONSABILIDAD Y COMPROMISO DEL LABORATORIO.

La Red Nacional de Metrología dispuso una serie de medidas para resguardar la integridad del patrón viajero y delimitar las responsabilidades en caso de que éste sufra daños.

Mediante la "Carta de Compromiso" del Anexo I, el laboratorio participante se hacía responsable por resguardar la integridad del patrón

viajero durante la permanencia en el laboratorio y durante su transporte hacia el siguiente laboratorio y se comprometía a tomar las medidas que estimara necesarias para evitar que el patrón viajero se dañe.

Mediante el “Acta de Entrega de Patrón Viajero” del Anexo II y el “Procedimiento Recepción Instrumento” del Anexo III, los participantes informaron al coordinador respecto de las condiciones en las cuales recibe el patrón viajero. El envío oportuno de estos anexos debidamente completados, al coordinador del ensayo de aptitud, fue requisito para la posterior entrega del código asignado a cada laboratorio.

8. DESCRIPCIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO CORRESPONDIENTE AL MENSURANDO O PATRÓN VIAJERO.

Los objetos calibrados son 10 pesas patrones, cuyas características de construcción satisfacen los requisitos de OIML para la clase que corresponda y de la cual se entrega información en la Tabla 1. Las cajas no contenían marcas ni referencias que mencionen la clase de las pesas.

Los valores de densidad fueron evaluados de acuerdo con el método F de *OIML R 111-1 Edition 2004 (E)* [3].

Las pesas son propiedad del LCPN-M, en los siguientes Valores Nominales:

0,001 g
0,01 g
0,05 g
0,2 g
2 g
20 g
500 g
1000 g
5000 g
20000 g



Figura 1. Set de pesas de 0,001g a 20000 g



Figura 2. Detalle de pesas de 0,001g a 20 g

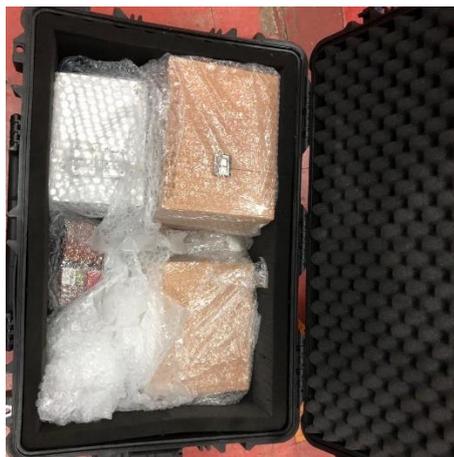


Figura 3. Baúl Pellican con patrones viajeros

Circularon entre los participantes 10 pesas, cada uno en cajas separadas, de 1 mg a 20 kg. En el programa se entregó información respecto a los patrones a calibrar.

Las pesas patrones circularon entre los participantes en la modalidad de pétalo, como indica la Figura 4.

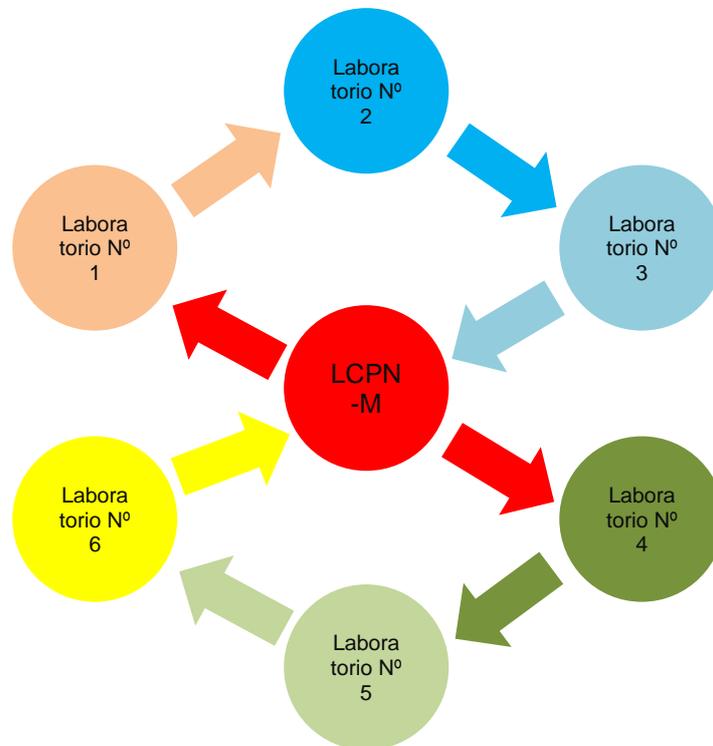


Figura 4. Modalidad de ensayo

9. PUNTOS DE MEDICION

Valores nominales /g	Densidad /kg m ⁻³	Incertidumbre expandida de la densidad (k=2) / kg m ⁻³
0,001	7950	140
0,01		
0,05		
0,2		
2		
20		
500		
1000		
5000		
20000		

Tabla 1. Características de las pesas utilizadas.

10. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN LAS MEDICIONES Y/O ANÁLISIS

El método de calibración y las condiciones ambientales referidas a dicho método se abordaron en el taller de inicio, desarrollado por el proveedor del ensayo de aptitud.

El método de calibración o ensayo indicado en el protocolo no reemplazaba los procedimientos rutinarios de calibración o ensayo utilizados por cada uno de los participantes. Tampoco reemplazaba las normas, guías o recomendaciones internacionales bajo las cuales se han acreditados los participantes. Sin embargo, el protocolo entregaba herramientas que podrían ser adoptadas por los participantes e incorporadas en sus sistemas de gestión de la calidad en la medida que no se contraponga a las normas, guías o recomendaciones, internacionales.

11 DESARROLLO

El ensayo de aptitud se desarrolló conforme las etapas y plazos establecidos en protocolo.

Durante el desarrollo de la comparación, se presentaron los siguientes eventos:

- a) Se informó por un participante que las masas fueron recibidas de manera inconforme, es decir en mal estado, desordenadas y con marcas de manos, las mismas fueron retiradas por personal del LCPN-M para ser verificadas nuevamente lo cual retrasó la ronda unas semanas.

12. RESULTADOS INFORMADOS POR CADA PARTICIPANTE

Cada laboratorio participante debía elaborar un informe con los resultados obtenidos, de acuerdo con lo señalado al cap. 14 del protocolo de comparación. La información recibida se especifica en las Tablas 2 y sus correspondientes incertidumbres en la tabla 3.

Participante	Corrección según valor nominal /mg									
	0,001 g	0,01 g	0,05 g	0,2 g	2 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	20000 g
501	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	100	0
502	0,00	0,00	0,01	-0,02	0,02	0,01	0	0	33	N/A
503	-0,0000136	-0,0000003	-0,0000061	-0,0000135	-0,0000394	-0,000044	0,0021	-0,0015	-0,0255	-0,0312
504	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14	12
505	-0,08	-0,06	0	0,01	0	0,1	0	0	30	50
506	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0,05	0,3	4,2	-0,039	0
507	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10	-10	30	60
508	N/A	N/A	0	0,01	0,2	0,2	0	-2,5	30	25
509	N/A	N/A	N/A	N/A	0,0	0,1	0,0	3,0	40,0	100,0
510	N/A	N/A	N/A	N/A	0,0	0,1	-8,0	-8,0	42	0
512	0,002	0,001	0,001	0,007	0,028	0,036	0,1	0,2	33	50
513	N/A	N/A	N/A	N/A	1,02	1,91	2,33	24,93	36,83	-153,3
514	0,002	0,002	0,004	0,004	0,03	0,06	0,4	0,0	33	47
516	0,002	0,004	0,001	0,002	0,024	0,042	0,11	-0,1	35	59
LCPN-M	0,002	0,002	0,001	0,005	0,025	0,046	0,21	-0,1	32,5	55

Tabla 2. Corrección reportada por cada participante según valores nominales

Los valores entregados por los laboratorios participantes fueron colocados con la cantidad de cifras que fueron enviados.

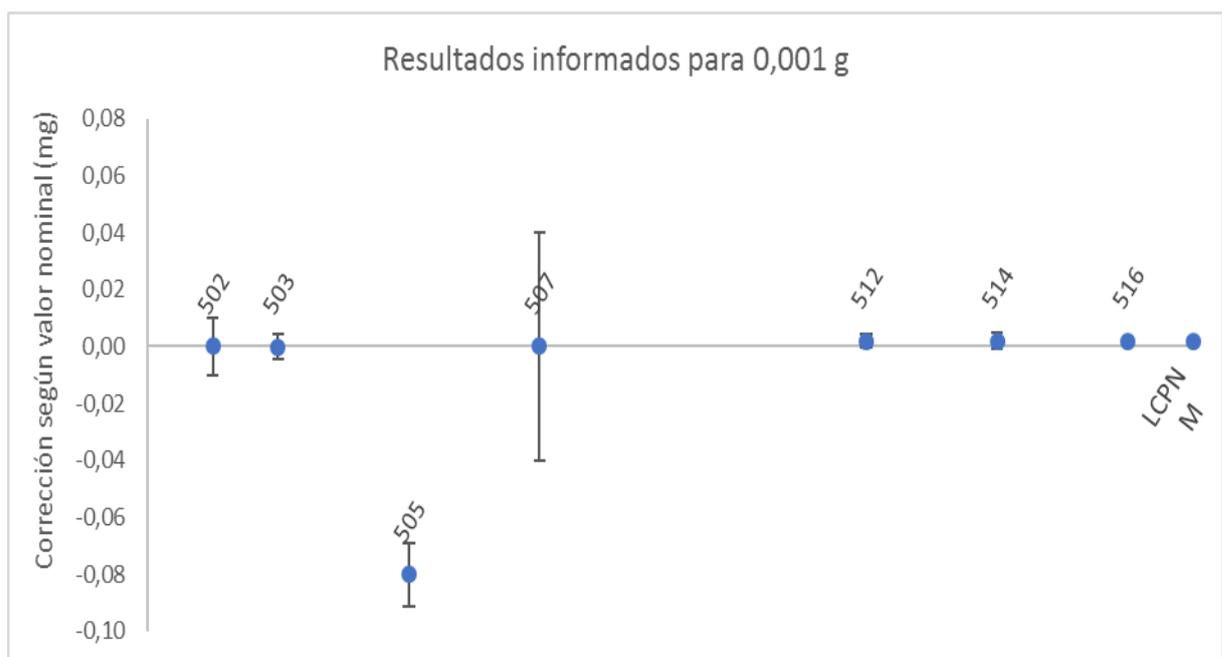
Los valores informados como N/A en las casillas de las tablas anteriores se deben a que:

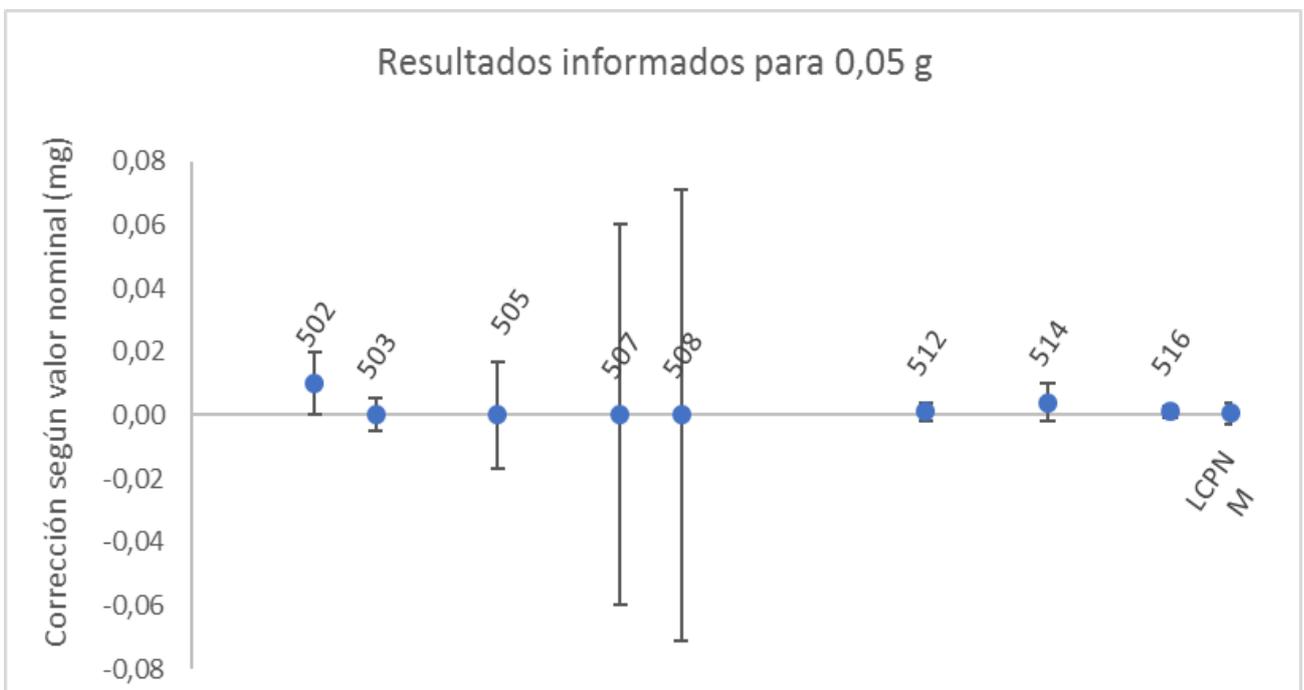
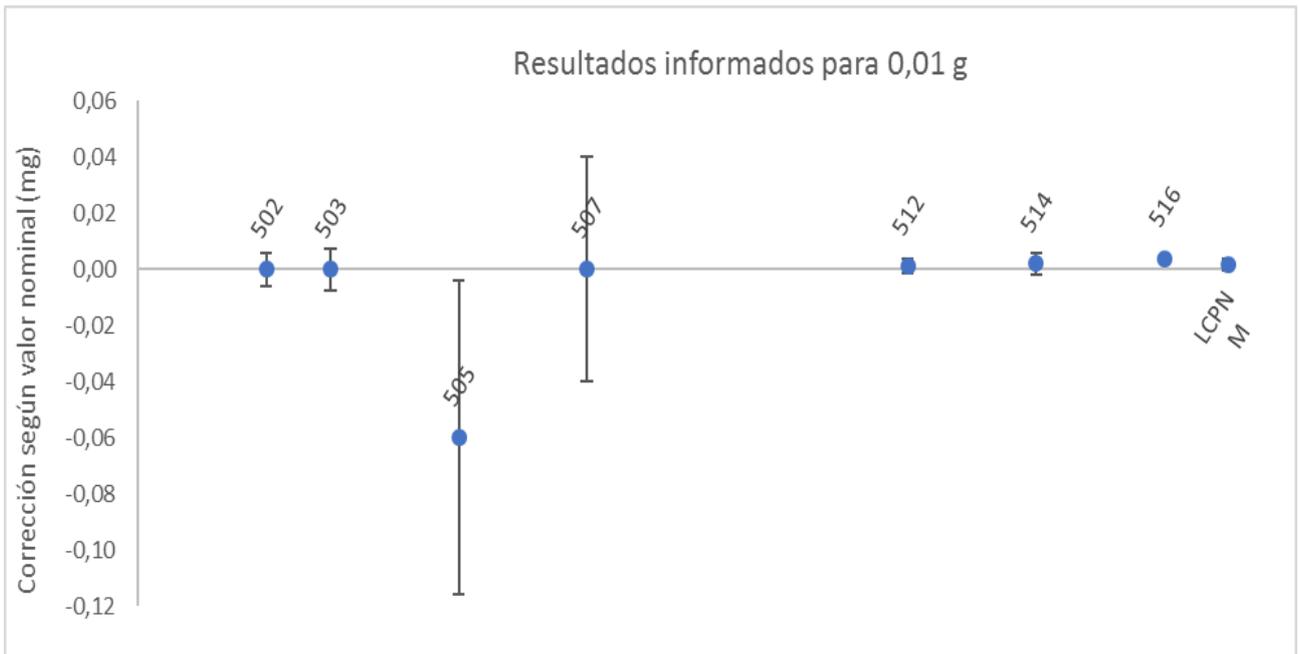
El laboratorio no realizó mediciones para esos valores nominales de pesas.

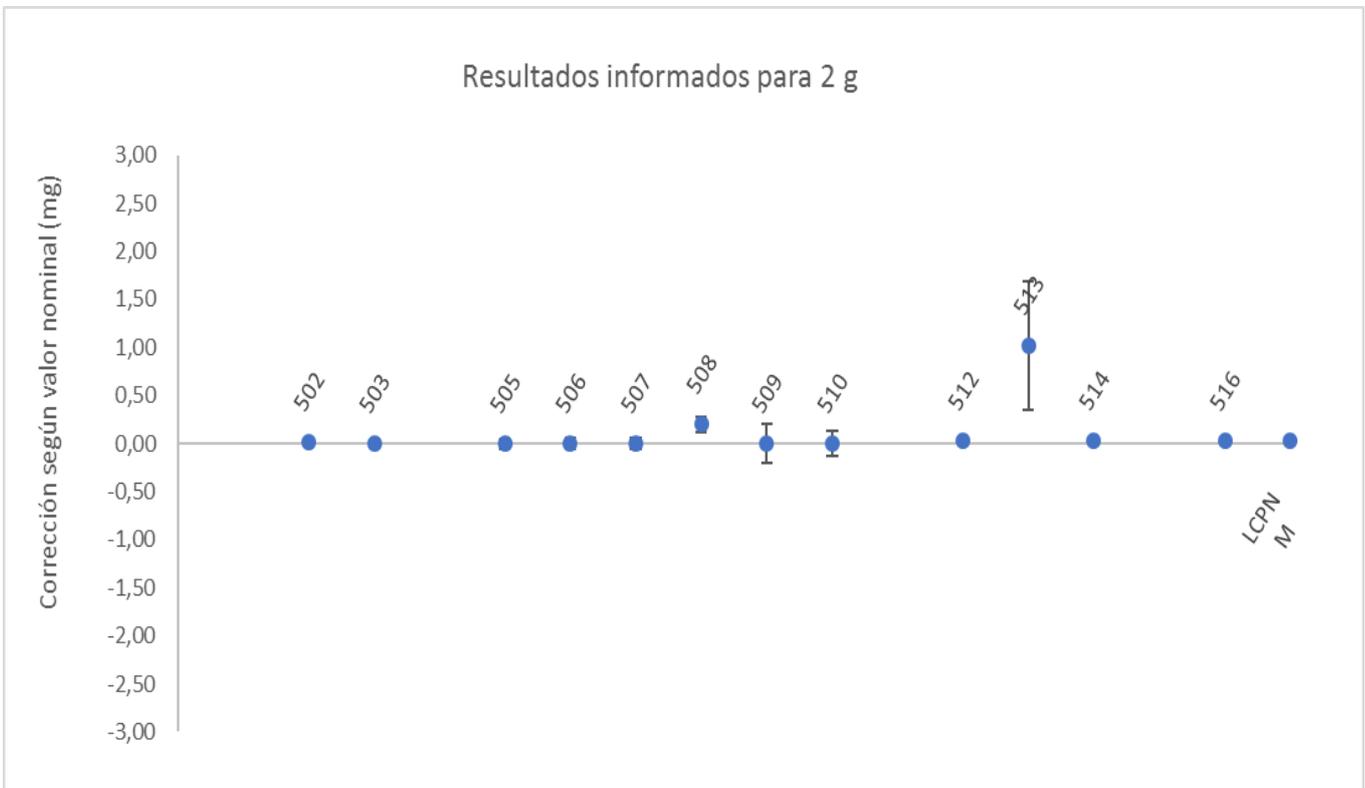
Participante	Incertidumbre estándar según valor nominal /mg									
	0,001 g	0,01 g	0,05 g	0,2 g	2 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	20000 g
501	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	132,5	191,5
502	0,010	0,006	0,010	0,013	0,025	0,048	0,63	1,0	4,6	N/A
503	0,004239	0,007429	0,005181	0,007971	0,01239	0,0193	4,63285	5,08462	15,9513	72,9345
504	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	64	82
505	0,011	0,056	0,017	0,011	0,05	0,05	0,6	0,9	5	57
506	N/A	N/A	N/A	N/A	0,06	0,07	0,71	6,0	7,5	79
507	0,04	0,04	0,06	0,10	0,06	0,13	13	8	40	150
508	N/A	N/A	0,071	0,0807	0,0803	0,1007	4,3501	5,2705	20,0992	104,84
509	N/A	N/A	N/A	N/A	0,2	0,4	4,0	8,0	40,0	150,0
510	N/A	N/A	N/A	N/A	0,13	0,15	8,7	10,4	60	64,5
512	0,0025	0,0025	0,003	0,004	0,006	0,013	0,2	0,4	3	50
513	N/A	N/A	N/A	N/A	0,67	2,26	16,9	16,47	79,2	290,73
514	0,003	0,004	0,006	0,01	0,02	0,04	0,4	0,8	4,0	50
516	0,001	0,001	0,002	0,003	0,006	0,014	0,13	0,3	4,1	15
LCPN-M	0,001	0,002	0,003	0,004	0,01	0,01	0,1	0,2	1,1	15

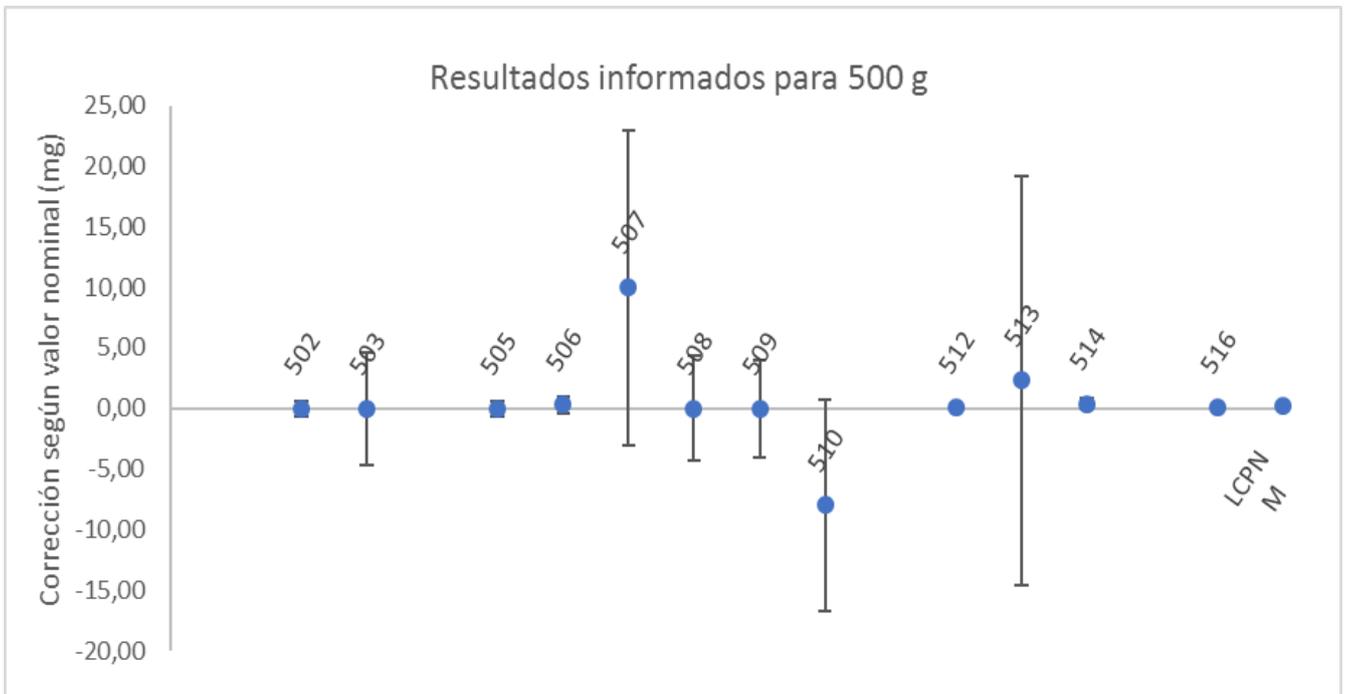
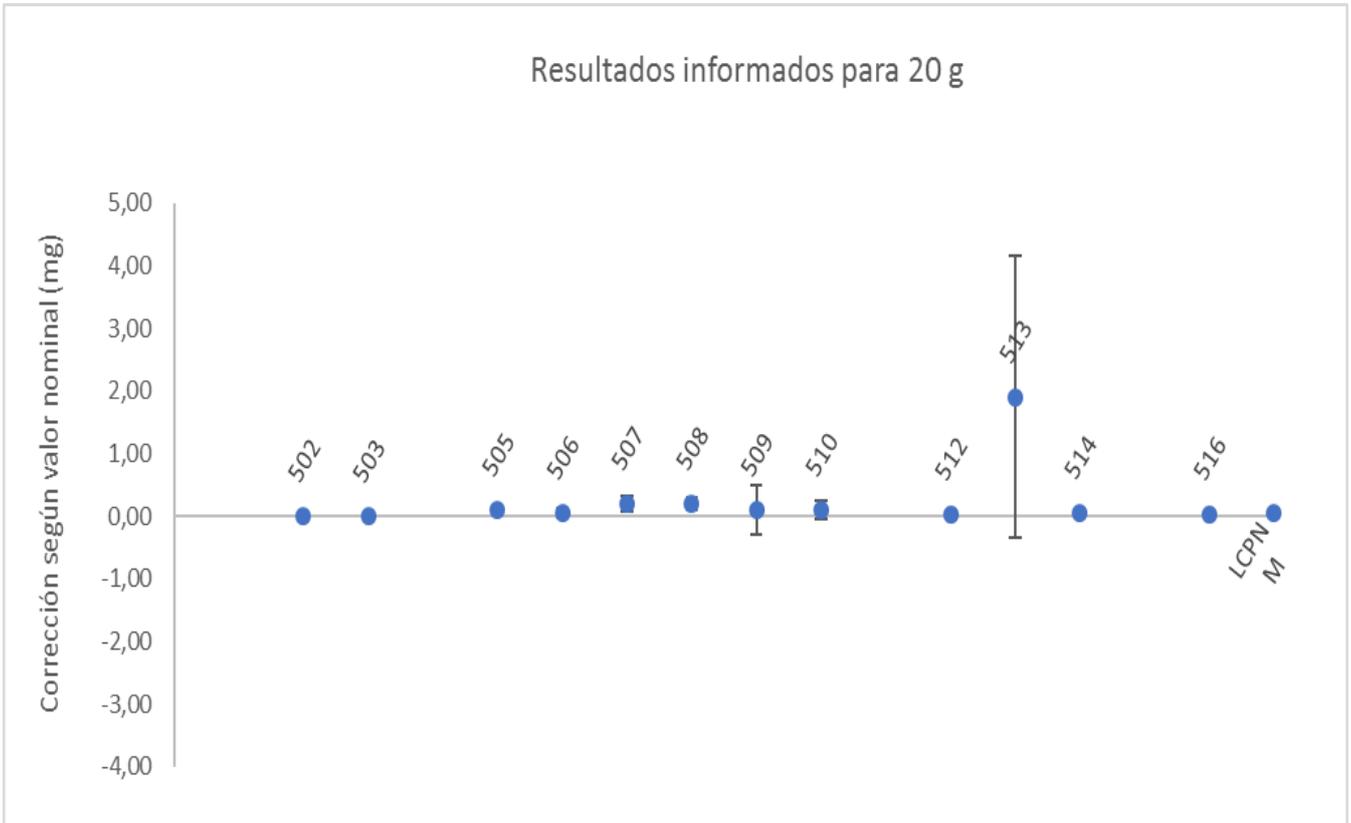
Tabla 3. Incertidumbre reportada por cada participante según valores nominales

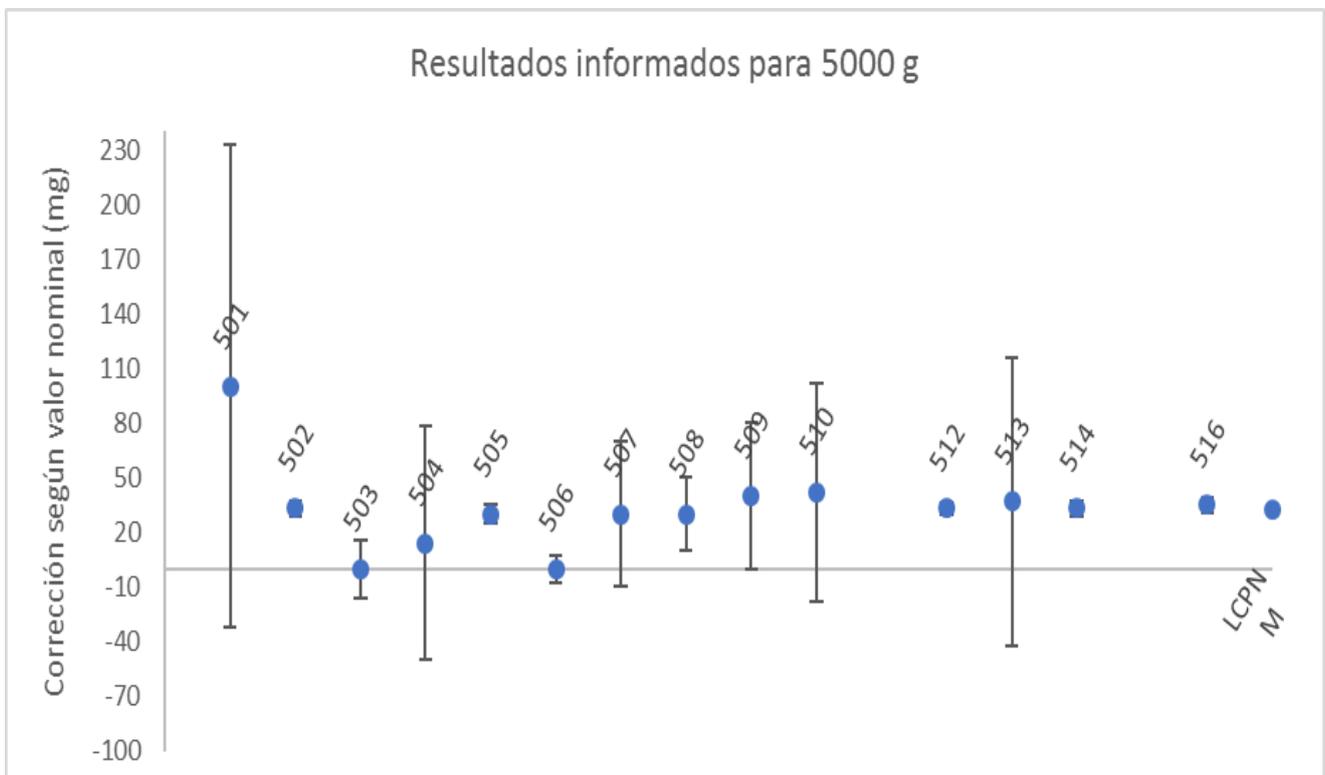
Se realizó un gráfico por cada valor nominal, tomando como referencia el valor reportado por el laboratorio piloto.

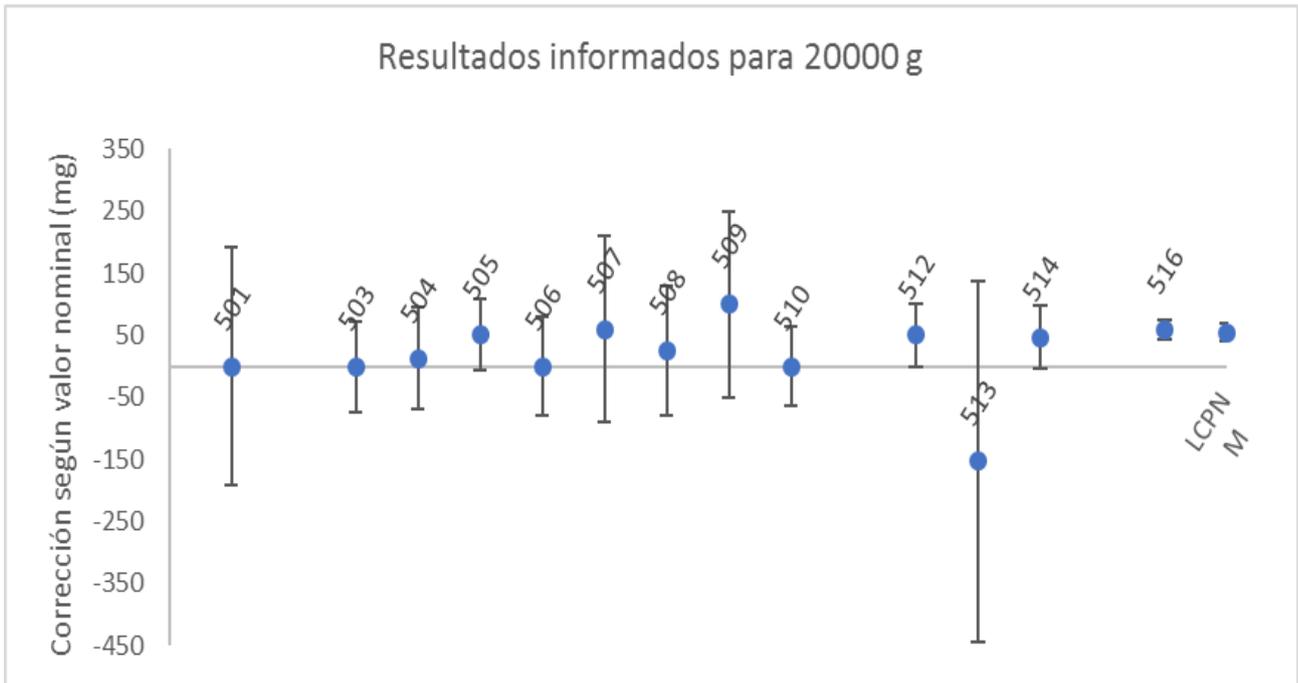












Se puede visualizar que, en varios valores nominales, algunos laboratorios reportaron incertidumbres muy grandes con respecto al LCPN-M e incluso con respecto al resto de los participantes.

También se informaron las condiciones ambientales de calibración, siendo estas las siguientes:

Participante	Condiciones ambientales					
	T sup.	T inf.	u(T)	h% sup.	h% inf.	u(h%)
501	22,3	22,3	0,6	43	42	3,0
502	21,73	21,11	0,5	44,8	43	1,8
503	20,9	20,5	0,3	40	40	2
504	22,9	21,9	0,3	48,4	44,8	0,4
505	20,7	19,9	0,5	56,1	50,5	4
506	21,0	20,7	0,5	40,7	39,5	4
507	18,8	16,8	0,25	17	14	2,5
508	21,0	20,5	1	55	53	4,2
509	20,9	19,8	0,5	56,5	45,8	1,65
510	21,5	20,5	0,3	41	40	1,5
512	22,2	19,4	0,5	52,9	48,8	4,0
513	28,3	26,2	0,27	41,7	44,5	0,8
514	23,8	24,6	0,25	40	40,2	2,5
516	20,7	19,5	0,05	48,3	44,2	0,5

Tabla 4. Condiciones ambientales reportadas

Se informaron las clases de patrones utilizados por cada participante

Participante	Clase del patrón utilizado									
	0,001 g	0,01 g	0,05 g	0,2 g	2 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	20000 g
501	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	M1	M1
502	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	N/A
503	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1
504	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	M1	F2
505	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F1	F1/F2
506	N/A	N/A	N/A	N/A	F1	F1	F1	F1	F1	F2
507	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
508	N/A	N/A	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1
509	N/A	N/A	N/A	N/A	E2	E2	E2	F2	F2	F2 / F2
510	N/A	N/A	N/A	N/A	F2	F2	F2	F2	M1	F2
512	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2 / F1
513	N/A	N/A	N/A	N/A	F2	M1	M1	F2	M1	F2
514	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1
516	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1

Tabla 5. Patrones utilizados por los participantes para la calibración

13. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

El desempeño de cada laboratorio fue evaluado de acuerdo al error normalizado. Para realizar la evaluación sólo fueron considerados los laboratorios que calcularon de forma correcta la incertidumbre de medición en caso contrario se le comunicará oficialmente al laboratorio que sus resultados no serán incorporados en el informe.

La evaluación mediante el uso del error normalizado es un criterio especificado en la NCh-ISO 17043 'Ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorio – Parte 1: Desarrollo y operación de los programas de ensayos de aptitud'. Dicho error normalizado es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{LAB - REF}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}}$$

Dónde:

E_n : Error normalizado

LAB, U_{LAB} : Resultado e incertidumbre expandida del laboratorio participante

REF, U_{REF} : Resultado e incertidumbre expandida del laboratorio de referencia (ver cálculo en Anexo 1)

El criterio de evaluación del error normalizado indica que:

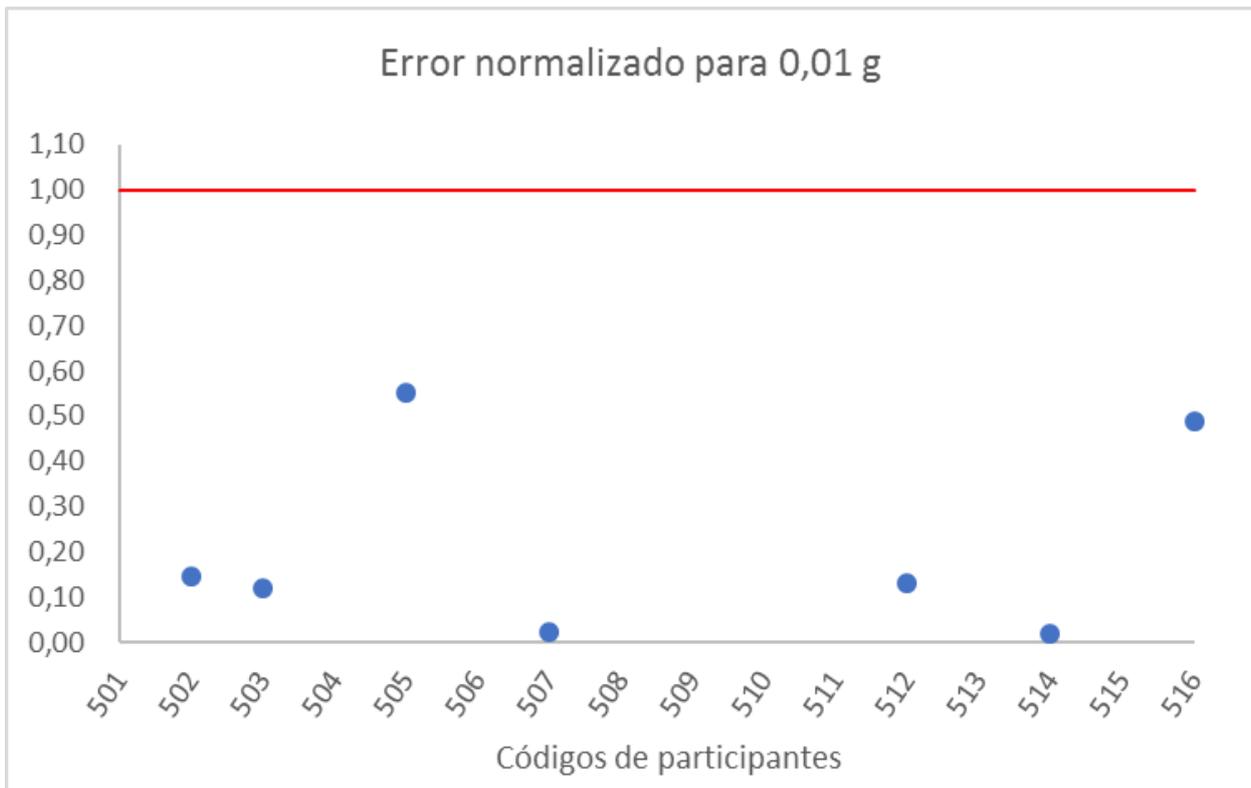
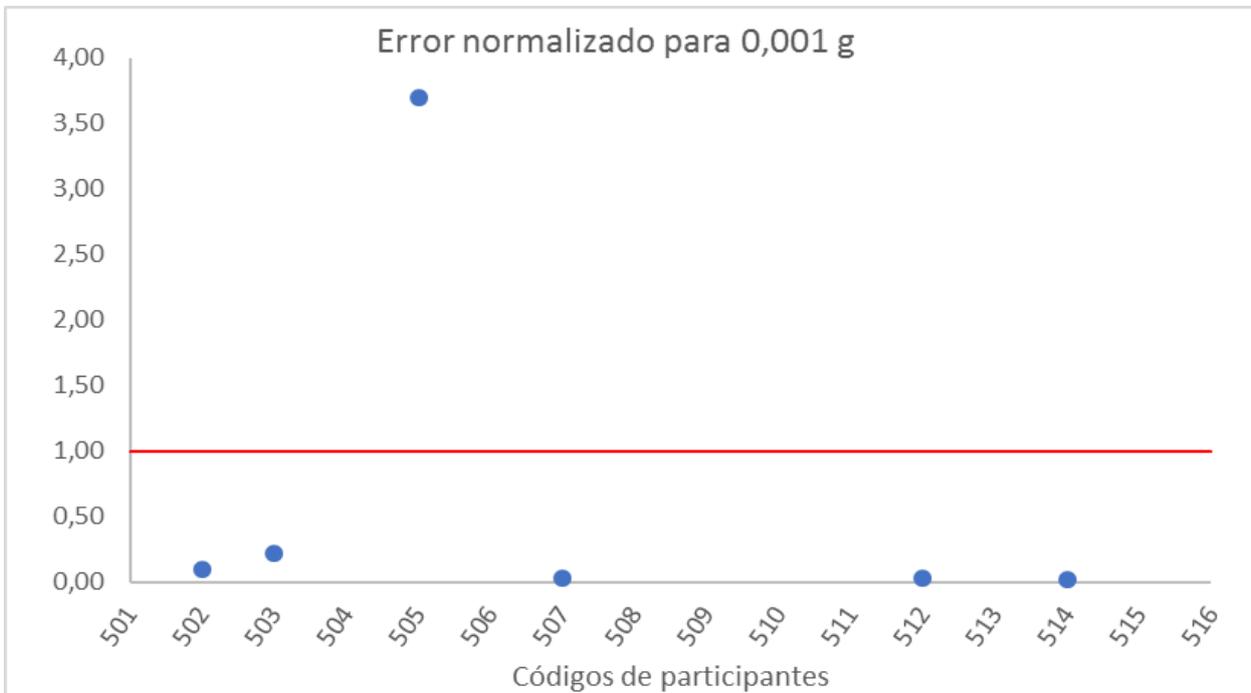
- Si $E_n \leq 1$, existe acuerdo entre las mediciones.
- Si $E_n > 1$, no existe acuerdo entre las mediciones

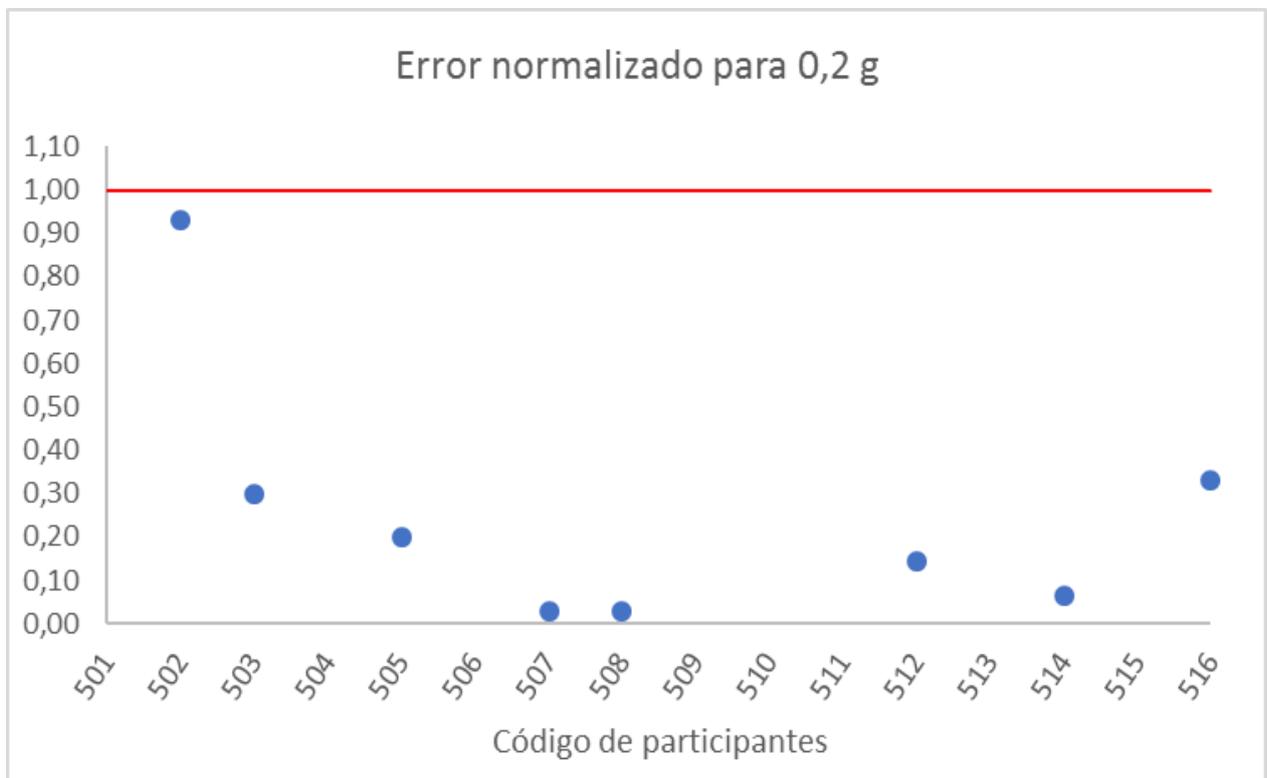
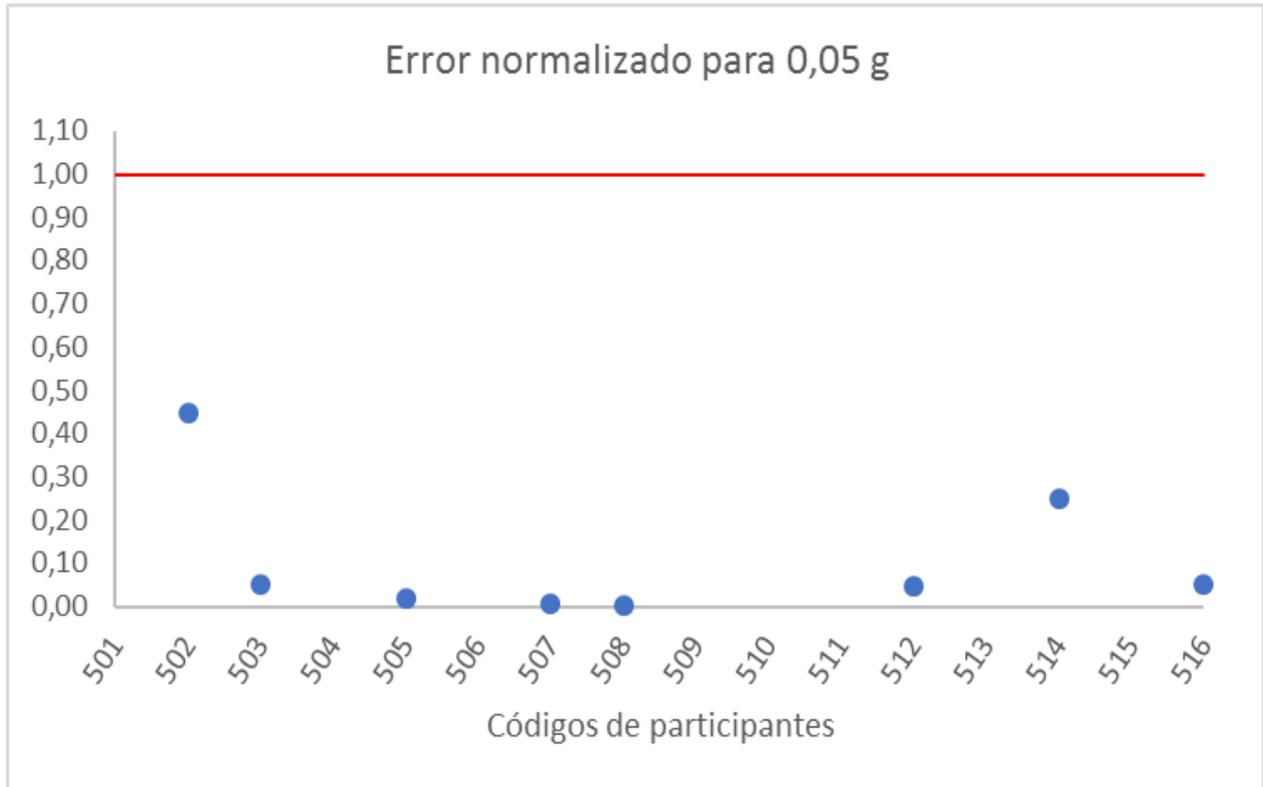
De los resultados expresados en el capítulo anterior, se tiene que los errores normalizados calculados para cada laboratorio son los que se muestran en la Tabla 6.

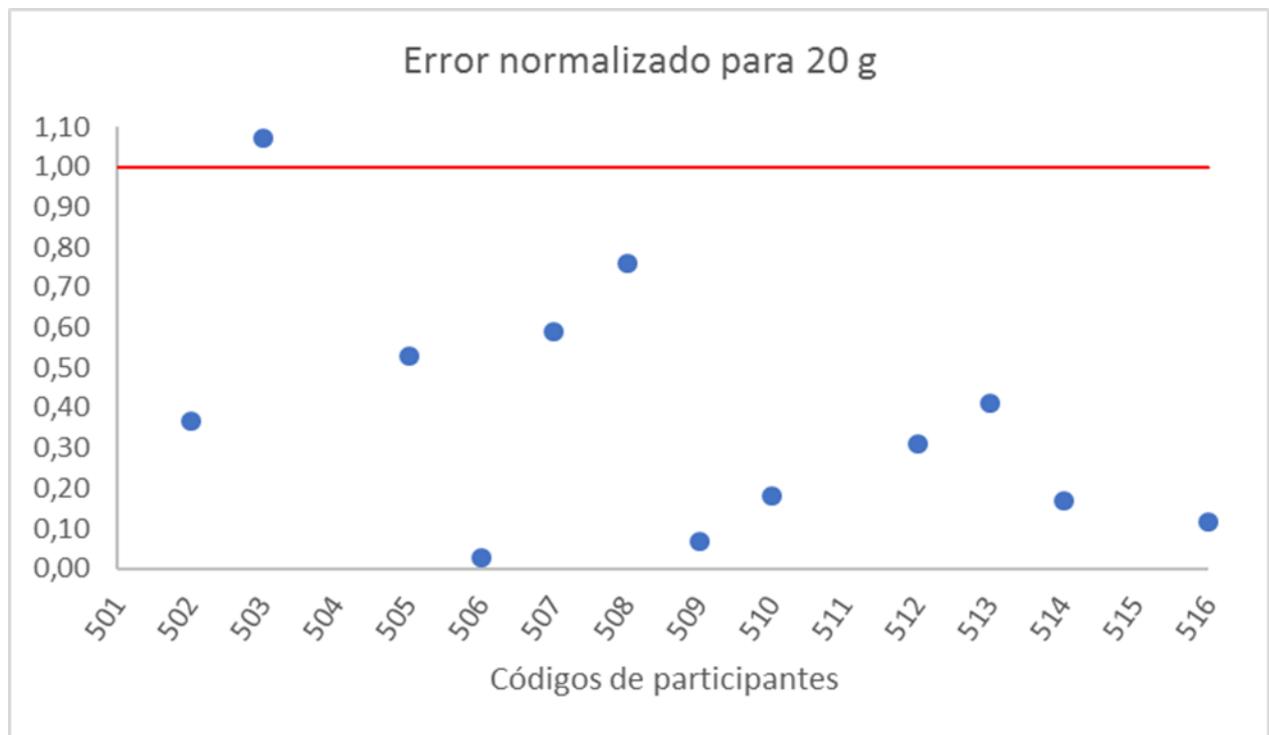
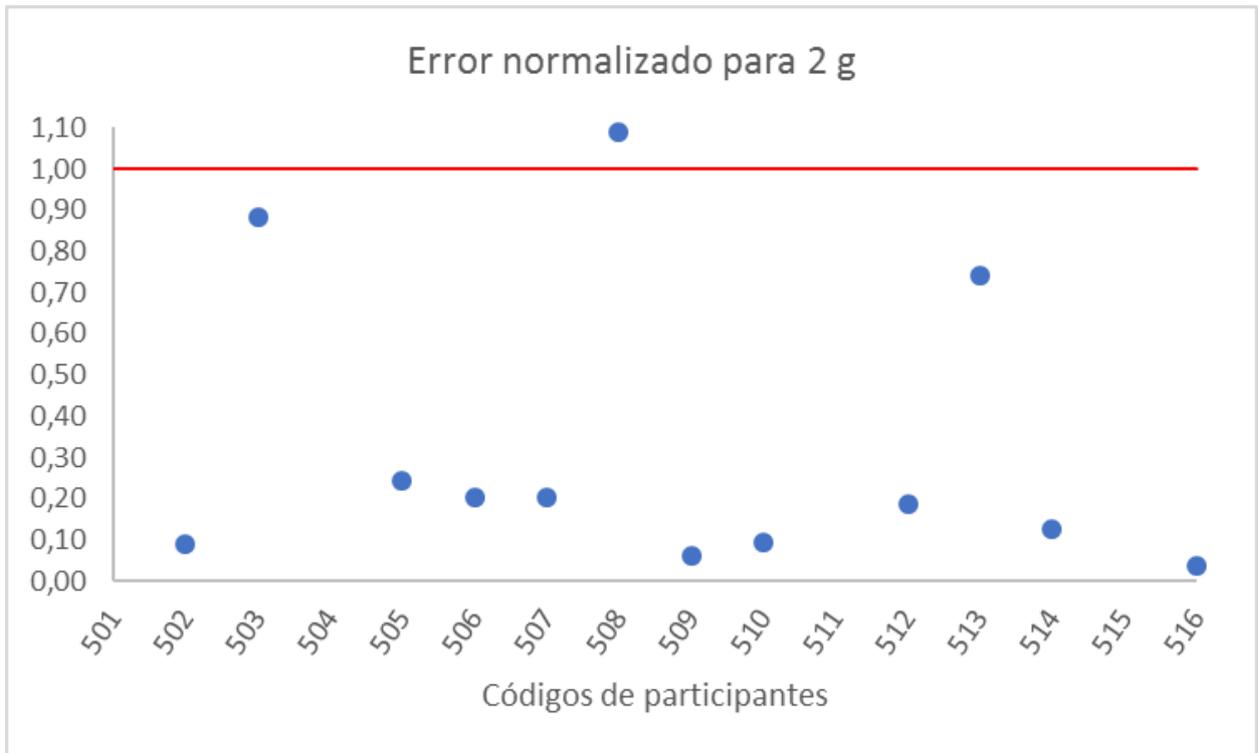
Participante	Error normalizado									
	0,001 g	0,01 g	0,05 g	0,2 g	2 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	20000 g
501	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,25	0,14
502	0,09	0,15	0,45	0,93	0,09	0,37	0,16	0,04	0,05	N/A
503	0,21	0,12	0,05	0,30	0,88	1,07	0,02	0,01	1,02	0,37
504	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,14	0,26
505	3,70	0,55	0,02	0,20	0,24	0,53	0,17	0,04	0,25	0,04
506	N/A	N/A	N/A	N/A	0,20	0,03	0,06	0,36	2,15	0,34
507	0,02	0,02	0,00	0,03	0,20	0,59	0,38	0,62	0,03	0,02
508	N/A	N/A	0,00	0,03	1,09	0,76	0,02	0,23	0,06	0,14
509	N/A	N/A	N/A	N/A	0,06	0,07	0,03	0,19	0,09	0,15
510	N/A	N/A	N/A	N/A	0,09	0,18	0,47	0,38	0,08	0,41
512	0,02	0,13	0,05	0,14	0,19	0,31	0,24	0,31	0,07	0,05
513	N/A	N/A	N/A	N/A	0,74	0,41	0,06	0,76	0,03	0,36
514	0,02	0,02	0,25	0,06	0,13	0,17	0,23	0,05	0,05	0,07
516	0,04	0,49	0,05	0,33	0,04	0,12	0,29	0,02	0,29	0,10

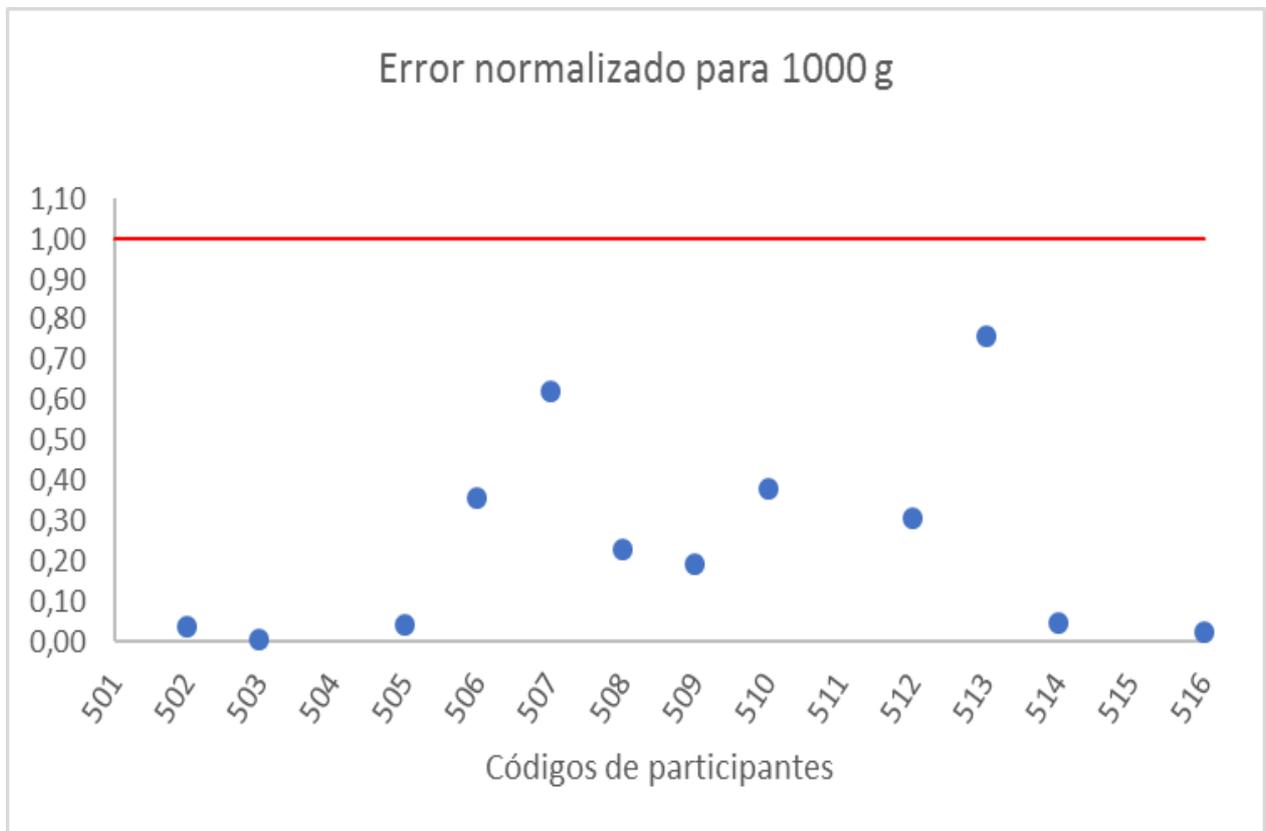
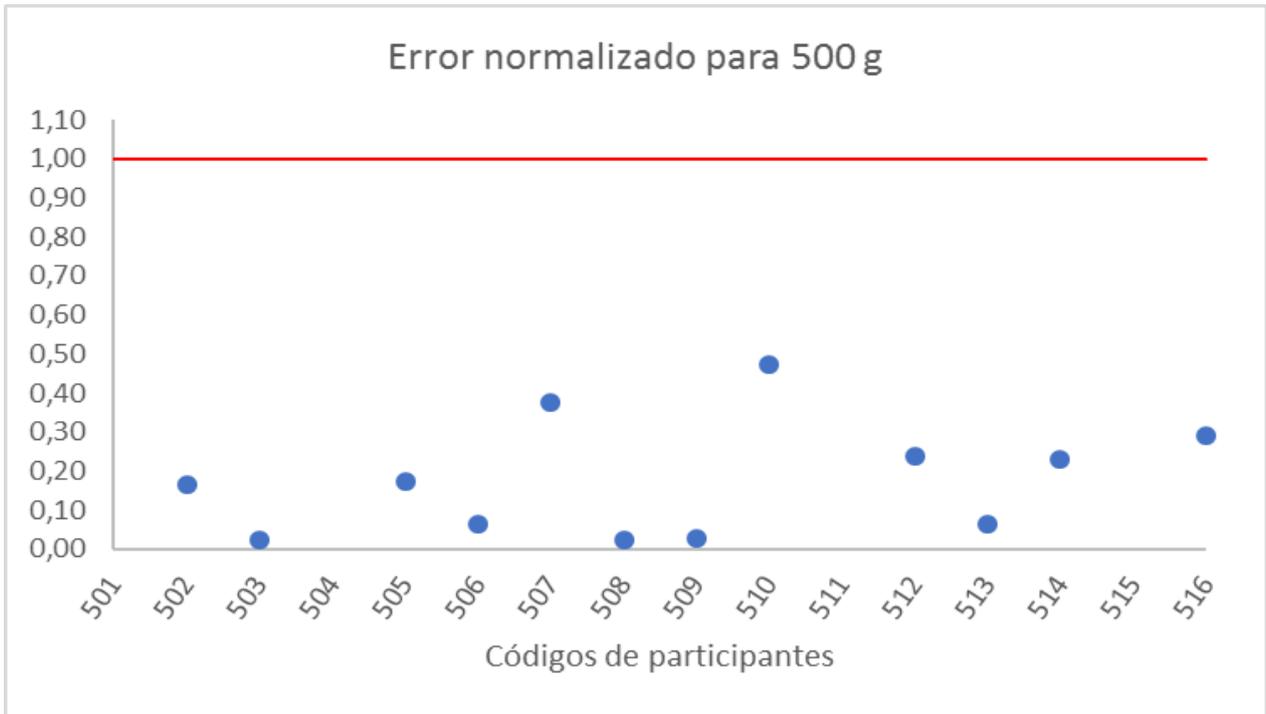
Tabla 6. Errores normalizados obtenidos por los errores e incertidumbres (k=2) reportadas

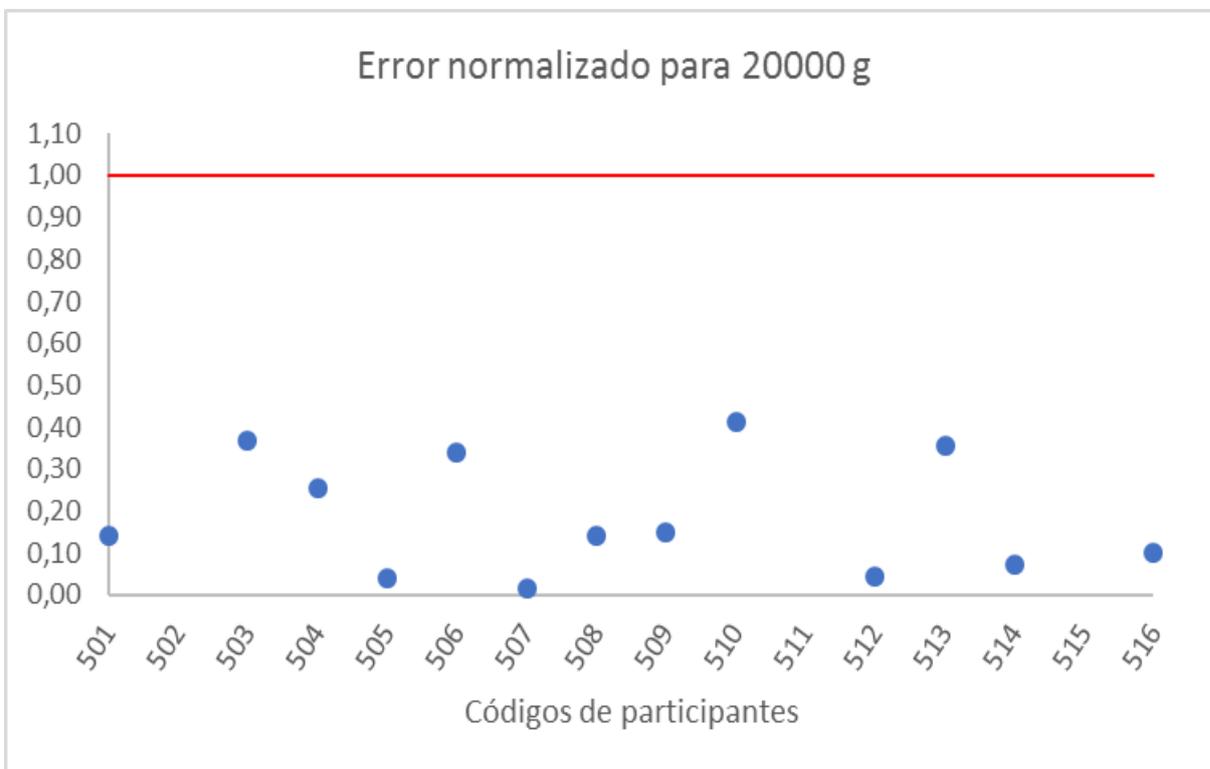
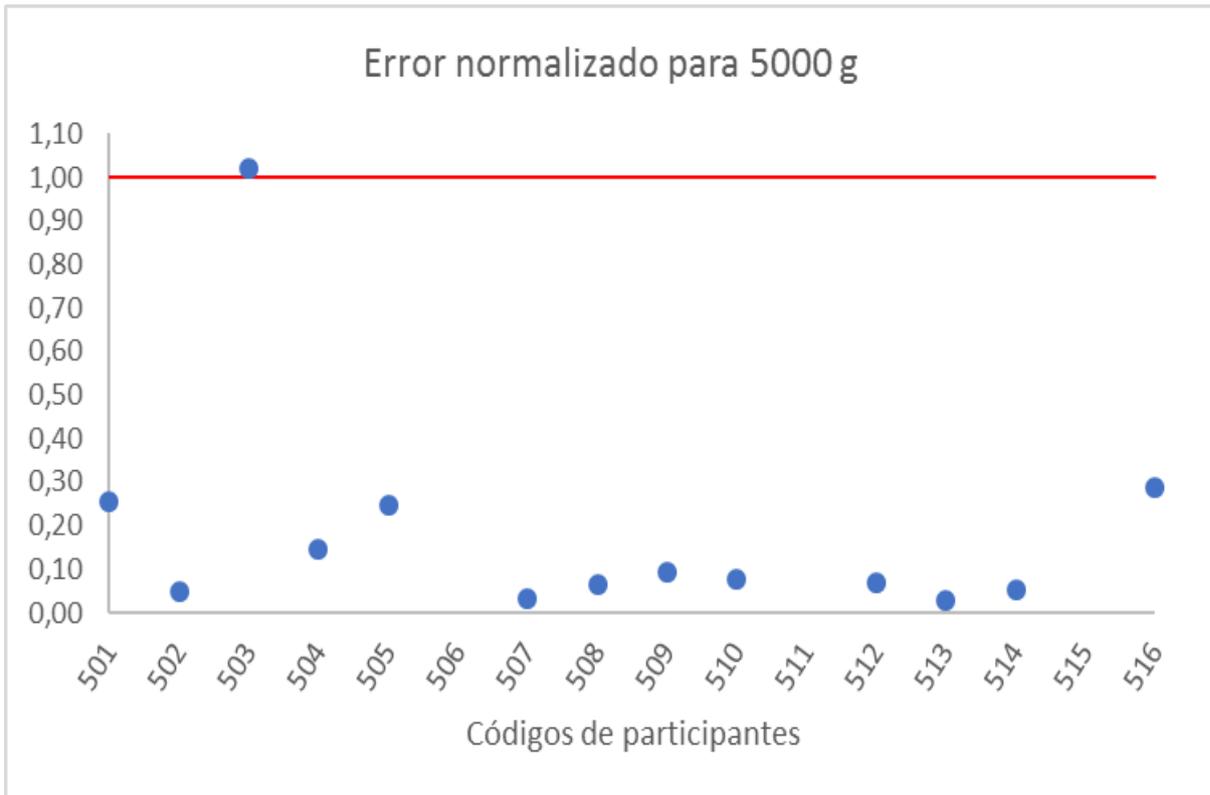
De manera gráfica, se muestran los siguientes resultados, separados por cada uno de los valores nominales en los cuales se desarrolló el ensayo de aptitud.











Al menos un laboratorio participante quedo fuera del error normalizado en los valores nominales 0,001 g (Participante 505), 2 g (Participante 508), 20 g (Participante 503) y 5000 g (Participante 503).

De manera porcentual se muestra la siguiente tabla el grado de acuerdo que existe entre los laboratorios.

	0,001 g	0,01 g	0,05 g	0,2 g	2 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	20000 g
Laboratorios en desacuerdo %	14%	0%	0%	0%	8%	8%	0%	0%	8%	0%
Laboratorios en acuerdo %	86%	100%	100%	100%	92%	92%	100%	100%	92%	100%

Tabla 5. Porcentaje de laboratorios en acuerdo y desacuerdo.

Existió más de 70 % de acuerdo en los laboratorios participantes en todos los valores nominales de este ensayo.

13. CONCLUSIONES