

Título del trabajo/ Title of paper

RESULTADOS DE UN EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN DE  
MEDIDAS DE SEGURIDAD FOTOBIOLOGICA

Autor/es/ Author/s

Elena Sanjuán Sánchez  
Teresa Molina Jiménez  
Estela Valero Villar  
Francisco Faus Talavera

Empresa/s Company/s

candelTEC S.L.

Dirección principal/ Mail address

Polígono Industrial L'Horta Vella. Calle 8, nave 6  
46117 Bétera (València)

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/  
Phone, fax number and e-mail address of the contact person

Teléfono: 960079566  
esanjuan@candeltec.es

Tema:

Normativa, Legislación, Calibración y Certificación

## INTRODUCCIÓN

Tal y como define ENAC en su documento: G-ENAC-14 Rev. 1 Septiembre 2008: Guía sobre la participación en programas de intercomparaciones:

Las intercomparaciones consisten en la organización, el desarrollo y la evaluación de ensayos del mismo ítem o ítems similares por varios laboratorios, de acuerdo con condiciones preestablecidas.

Las intercomparaciones pueden cubrir diferentes objetivos, tales como:

- Evaluación del desempeño de los laboratorios para ensayos o medidas específicos, incluyendo el seguimiento continuado de su desempeño.
- Identificación de problemas en los laboratorios e inicio de acciones correctivas que, por ejemplo, puedan estar relacionadas con procedimientos inadecuados, cualificación del personal o calibración de los equipos.
- Establecimiento de eficacia y comparabilidad de ensayos o métodos de medida.
- Identificación de diferencias entre laboratorios.
- Caracterización de métodos
- Educación de los laboratorios participantes basándose en los resultados de su participación en las intercomparaciones

Utilidad de la participación en ejercicios de intercomparación:

La validación de un método (de ensayo o calibración) implica que se han evaluado sus características básicas (sesgo, precisión, linealidad, etc.) en diferentes condiciones. A partir de los resultados obtenidos en la validación se considera que el método puede ser adecuado al fin pretendido. La adecuación al fin pretendido implica que la calidad de la medida realizada es adecuada como para que, teniendo en cuenta las necesidades de cada sector, se tomen decisiones correctas basadas en los resultados de ensayo. Es decir, la adecuación al fin pretendido, no representa necesariamente la mejor calidad que pueden dar los métodos de ensayo ya que esta aproximación podría suponer realizar un gasto innecesario en la realización de las medidas (por ejemplo, con un sesgo y precisión demasiado pequeños, que podría carecer de utilidad práctica).

La evaluación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la validación del método requiere el uso de diferentes herramientas, tales como: participación en ejercicios de intercomparación, uso regular de materiales de referencia o implantación de otras herramientas de control interno de la calidad, que sirven para evaluar diferentes aspectos del proceso de ensayo (desde la recepción del ítem a la emisión de informes). Por una parte el uso de materiales de referencia apropiados aporta una información valiosa para la demostración de la validez del método ya que permite establecer la trazabilidad de los valores asignados al mensurando. Sin embargo, en muchos tipos de ensayo o sectores, no es posible utilizar materiales de referencia porque no están disponibles o, si lo están, no cubren todo el intervalo de aplicación del método.

Por otra parte, la implantación en rutina de un control interno de la calidad permite comprobar que los factores que determinan la magnitud de la incertidumbre no se han modificado desde que en el proceso de validación se demostró la adecuación del método. Sin embargo, en un método de ensayo, puede haber influencias desconocidas que interfieran en el proceso de medida y que, según cómo haya sido el proceso de validación, pueden no haberse puesto de manifiesto (por ejemplo, matrices o interferencias distintas a las evaluadas en la validación...). Por lo que, los laboratorios

que no tienen una referencia externa pueden trabajar durante largos periodos con sesgos importantes sin percatarse de este problema. Por ello las intercomparaciones resultan un medio adecuado para asegurar que las actividades realizadas intralaboratorio (validación, uso de materiales de referencia y control de la calidad) funcionan satisfactoriamente y, en el caso de detectar fuentes de error inesperadas, iniciar acciones correctoras. La participación regular en ejercicios de intercomparación permite, además, comparar los resultados emitidos a lo largo del tiempo y bajo diversas circunstancias (Ej.: personal, equipos, patrones, etc.).

Las intercomparaciones aportan una evaluación externa e independiente que permite estudiar el sesgo y la precisión de los resultados así como su comparabilidad y con ello el laboratorio puede demostrar el mantenimiento de la competencia técnica al enfrentarse a problemas habituales.

### **EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN: NORMAS, MUESTRAS, PARTICIPANTES, INFORMACIÓN SOLICITADA**

El objetivo de esta intercomparación es analizar los resultados obtenidos para clasificar productos según su grupo de riesgo, aportando los resultados que permiten realizar esta clasificación, además se pide determinar la iluminancia de corte y la distancia de corte cuando el producto es de riesgo 2.

Las normas a seguir para la realización de medidas son las siguientes:

- EN 62471:2008: Photobiological safety of lamps and lamp systems
- IEC TR 62778:2014: Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires

Productos analizados:

#### **Muestra 1**

Lámpara LED 6500K E27 6W



#### **Muestra 2**

LED que forma parte de un módulo LED con disipador y driver para alimentar el producto (682 mA). El LED seleccionado está marcado con un círculo azul.



Participantes: En el ejercicio participaron un total de 6 laboratorios de diferentes países, aunque uno de ellos reportó resultados obtenidos con dos equipos de medida diferentes, por lo que se han tratado los resultados como dos laboratorios independientes (7 laboratorios). Solamente uno de los laboratorios participantes no dispone de acreditación para la realización de estos ensayos.

Los datos solicitados fueron los siguientes, incluyendo sus incertidumbres:

Muestra 1: LED lamp

MANDATORY PARAMETERS	
RADIOMETRIC PARAMETERS	UNITS
$L_B$ (100 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$L_B$ (11 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
COLOUR PARAMETERS	UNITS
CCT (100 mrad FOV)	K
ELECTRICAL PARAMETERS (AC)	UNITS
LAMP RMS Voltage	V
LAMP RMS Current	A
LAMP Active Power	W
GROUP RISK CLASIFICATION	

Muestra 2: LED

MANDATORY PARAMETERS	
RADIOMETRIC PARAMETERS	UNITS
$L_B$ (100 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$L_B$ (11 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$L_B$ (1.7 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Luminance (11 mrad FOV)	$cd \cdot m^{-2}$
$E_B$	$W \cdot m^{-2}$
$K_{B,v}$	--
$E_{thr}$	lx
$d_{thr}$	m
COLOUR PARAMETERS	UNITS
CCT (11 mrad FOV)	K
ELECTRICAL PARAMETERS (DC)	UNITS
LED Voltage	V
LED Current	A
GROUP RISK CLASIFICATION	

Measurements taken  
between driver and  
LED

Los datos de consumo no son objetivo de esta intercomparación, pero sí es importante disponer de esta información. El consumo del producto puede afectar a su resultado y esto puede ayudar a analizar posibles desviaciones.

## RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A continuación, se muestra una tabla con los resultados reportados por cada uno de los laboratorios, en algunos casos no hay dato porque el laboratorio no lo proporcionó.

A partir de las medidas de obtenidas en los diferentes laboratorios se procede a realizar un análisis estadístico.

El valor de referencia o valor asignado será el promedio de todos aquellos valores que se consideren válidos, del mismo modo, en el cálculo de la incertidumbre del valor asignado, solo se tendrán en cuenta aquellos valores considerados válidos.

Incertidumbre del valor asignado: calculada siguiendo la norma ISO 13528

$$U (\text{valor asignado}) = 2 \cdot 1.25 \cdot \frac{\sigma_{av}}{\sqrt{n}}$$

Para discriminar resultados y detectar aberrantes se realiza un test de Grubbs, obteniendo los siguiente:

- Muestra 1: No existen datos aberrantes.
- Muestra 2: El laboratorio G muestra valores aberrantes, además el grupo de riesgo reportado por este laboratorio es diferente al reportado por el resto de laboratorios.

En el caso de la muestra 1, el valor de la media aritmética será el mismo que el valor asignado, del mismo modo que la desviación estándar ( $\sigma$ ) tiene el mismo valor que la desviación para el valor asignado ( $\sigma_{av}$ ).

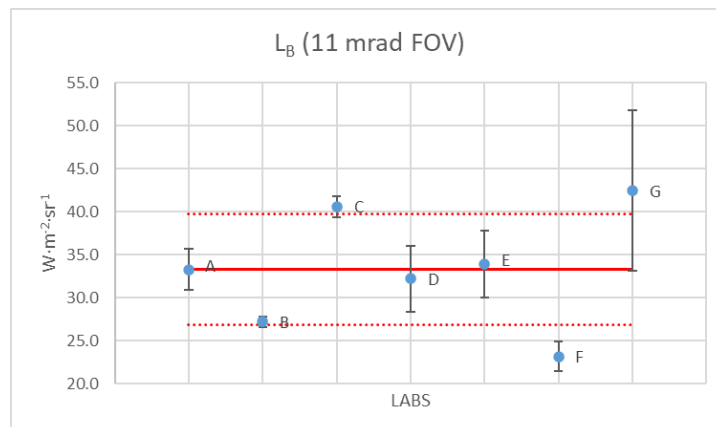
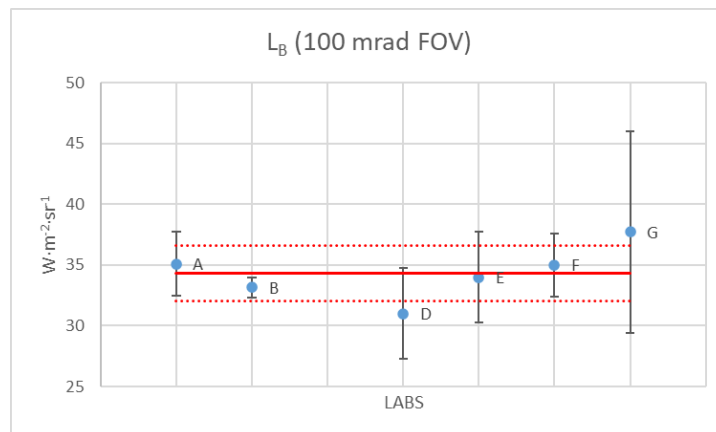
El valor asignado ha sido redondeado de acuerdo con su incertidumbre.

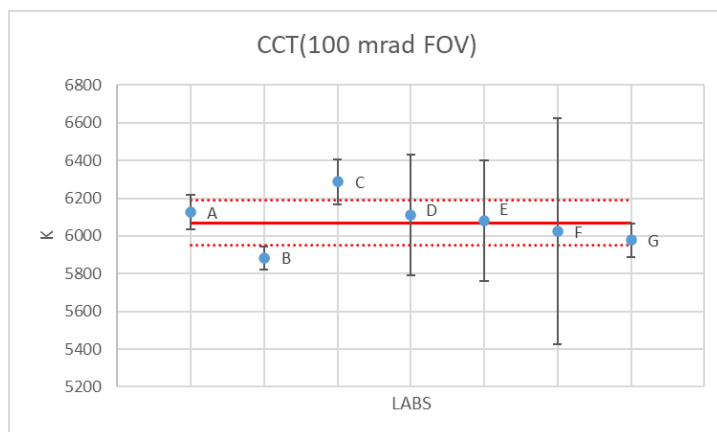
A continuación se muestran los datos aportados, los resultados estadísticos y gráficos de los datos aportados por cada laboratorio para cada parámetro con sus barras de error (incertidumbre reportada por cada laboratorio), junto con el valor asignado (línea roja) y sus márgenes de incertidumbre (líneas rojas discontinuas).

DATOS APORTADOS, ESTADÍSTICA Y GRÁFICOS MUESTRA 1:

SAMPLE 1								
PARAMETERS		LABORATORY						
RADIOMETRIC	UNITS	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$	35.1	33.15		31	34	35.0	37.7
$L_B$ (11 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$	33.3	27.23	40.631	32.2	34.0	23.2	42.5
CCT (100 mrad FOV)	K	6125	5884	6288	6109	6080	6023	5977
ELECTRIC (AC)								
RADIOMETRIC	UNITS							
LAMP RMS Voltage	V	230.59	230	230	230.0	230.0	230.1	230.3
LAMP RMS Current	A	0.0444	0.045	0.0441	0.044	0.044	0.0436	0.044
LAMP Active Power	W	5.59	5.5	5.57	5.578	5.578	5.6	5.56
GROUP RISK CLASIFICATION		RG0	RG0	RG0	RG0	RG0	RG0	RG0

SAMPLE 1					
PARAMETERS	STATISTICAL CALCULATION				
RADIOMETRIC	Arithmetic mean	$\sigma$	n	Assigned Value	U (assigned value)
$L_B$ (100 mrad FOV)	34.3	2.2	6	34.3	2.3
$L_B$ (11 mrad FOV)	33.3	6.8	7	33.3	6.4
CCT (100 mrad FOV)	6069	127.6	7	6070	120
ELECTRIC (AC)					
LAMP RMS Voltage	230.1	0.2287	7	230.14	0.22
LAMP RMS Current	0.044	0.0004	7	0.04415	0.00041
LAMP Active Power	5.57	0.0327	7	5.568	0.031

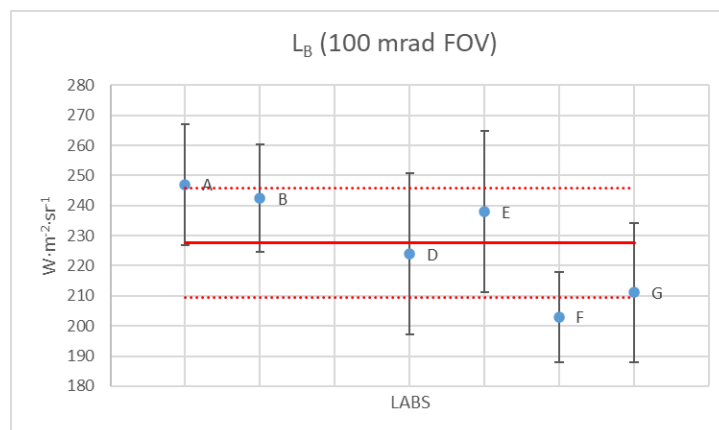


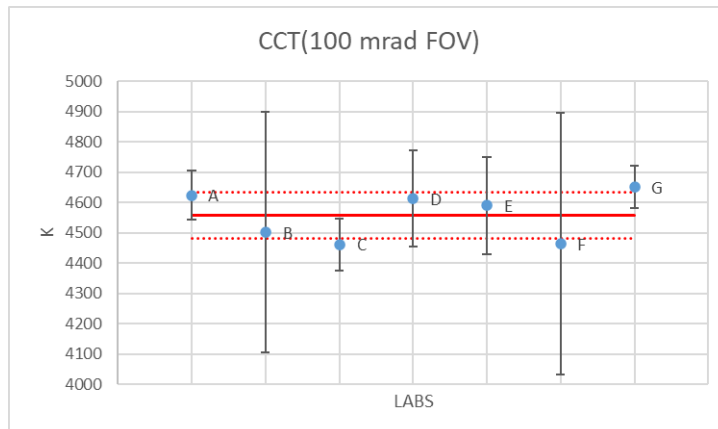
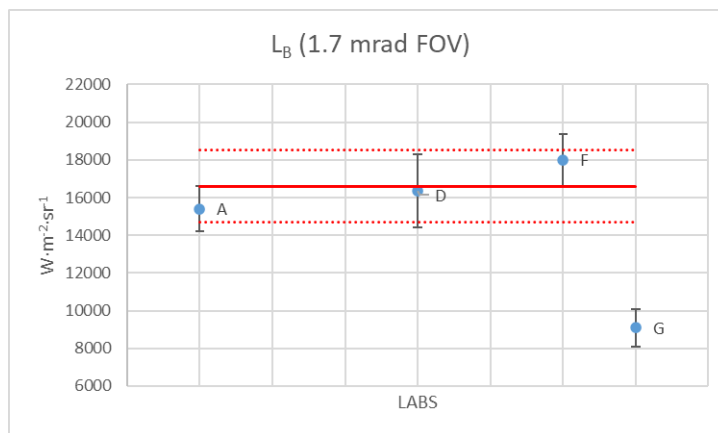
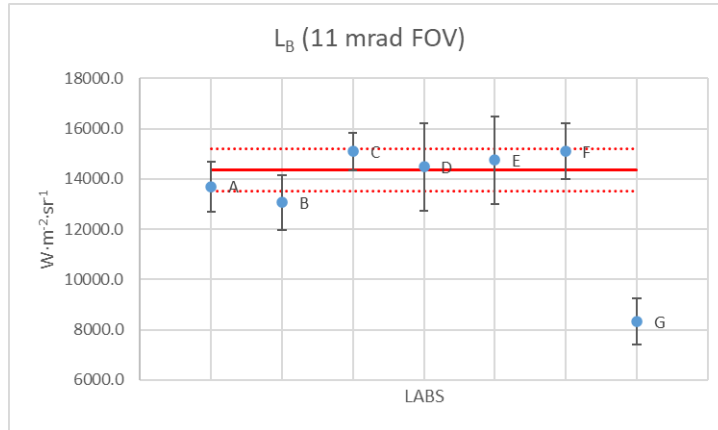


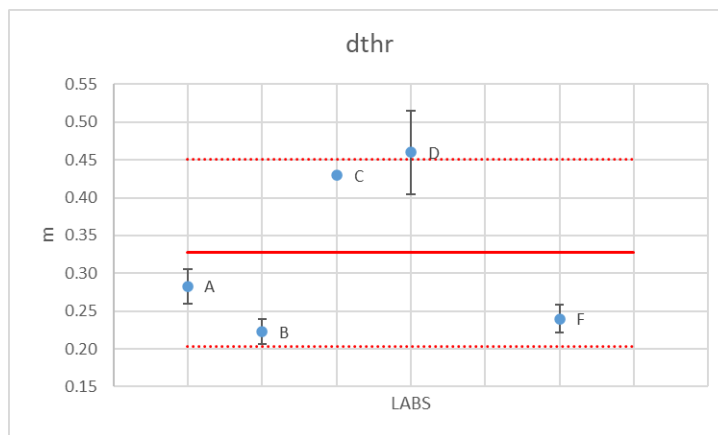
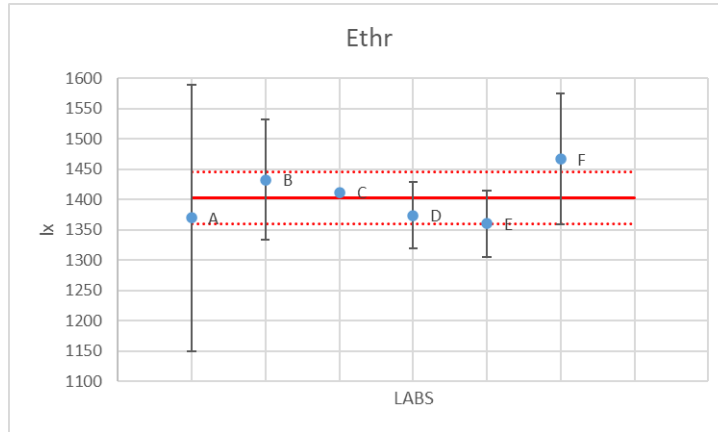
DATOS APORTADOS, ESTADÍSTICA Y GRÁFICOS MUESTRA 2:

PARAMETERS		LABORATORY						
RADIOMETRIC	UNITS	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$	247	242.5		224.00	238.00	203	211.1
$L_B$ (11 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$	13700	13066	15100	14484	14750	15100	8318
$L_B$ (1.7 mrad FOV)	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$	15400			16356		18000	9093.1
Luminance (11 mrad FOV)	$cd \cdot m^{-2}$	1.87E+07	1.87E+07		1.99E+07	2.01E+07	2.22E+07	
$E_B$	$W \cdot m^{-2}$	1.251			1.38	1.40	1	
$K_{B,v}$	--	0.00073	0.00069796		0.000728	0.0007349	0.00068	
$E_{thr}$	lx	1370	1432.7	1412.45	1374	1361	1467	
$d_{thr}$	m	0.283	0.22287	0.43	0.46		0.240	
CCT (11 mrad FOV)	K	4625	4503	4462	4614	4591	4465	4652
ELECTRIC (DC)								
LED Voltage	V	57.34	57.45	57.63	57.76	57.76	57.8	57.6
LED Current	A	0.682	0.682	0.682	0.682	0.682	0.6828	0.683
GROUP RISK CLASSIFICATION		RG2	RG2	RG2	RG2	RG2	RG2	RG1

SAMPLE 2						
PARAMETERS	STATISTICAL CALCULATION					
RADIOMETRIC	Arithmetic mean	$\sigma(1)$	n	Assigned Value	$\sigma_{av}$	U (assigned value)
$L_B$ (100 mrad FOV)	227.6	17.9	6	228	18	18
$L_B$ (11 mrad FOV)	13502.6	2406	6	14 370	821	840
$L_B$ (1.7 mrad FOV)	14712.3	3897	3	16 600	1315	1900
Luminance (11 mrad FOV)	2.0E+07	1.4E+06	5	2.0E+07	1.4E+06	1.6.E+06
$E_B$	1.26	0.2	4	1.26	0	0.23
$K_{B,v}$	0.00071	0.000024	5	0.000714	0.000024	0.000027
$E_{thr}$	1402.8	41.9	6	1403	41.9	43
$d_{thr}$	0.33	0.1103	5	0.33	0.11	0.12
CCT (11 mrad FOV)	4558.9	80	7	4559	80	76
ELECTRIC (DC)						
LED Voltage	57.6	0.17	7	57.62	0.17	0.16
LED Current	0.682	0.00055	7	0.68213	0.001	0.00052







## EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Para evaluar los resultados de cada laboratorio se realiza el análisis de los siguientes parámetros: desviación respecto al valor asignado y z-score para evaluar el valor medido y el valor del número E que permite analizar si la estimación de la incertidumbre realizada por el laboratorio es adecuada.

Desviación respecto al valor asignado:

$$D_{\%} = \frac{(x - X)}{X} \times 100$$

Valor de Z-score:

$$z = \frac{x - X}{\hat{\sigma}}$$

Valor de E<sub>n</sub>:

$$E_n = \frac{|x - X|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde  $x$  representa el valor de cada laboratorio y  $X$  el valor asignado.

Los criterios acordados para evaluar a los laboratorios son los que se indican a continuación:

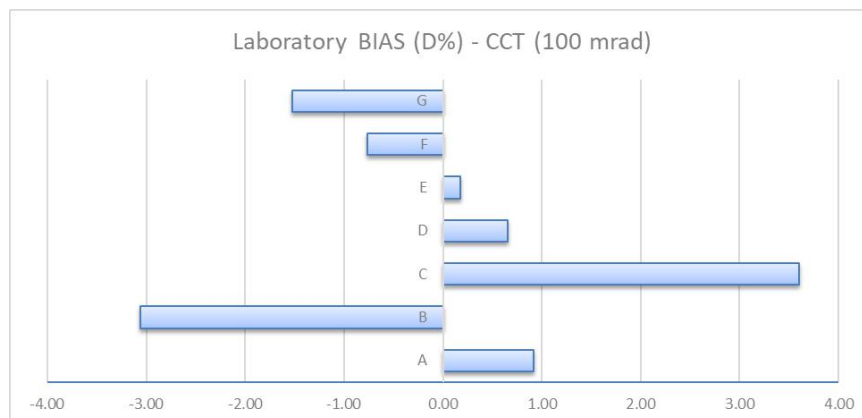
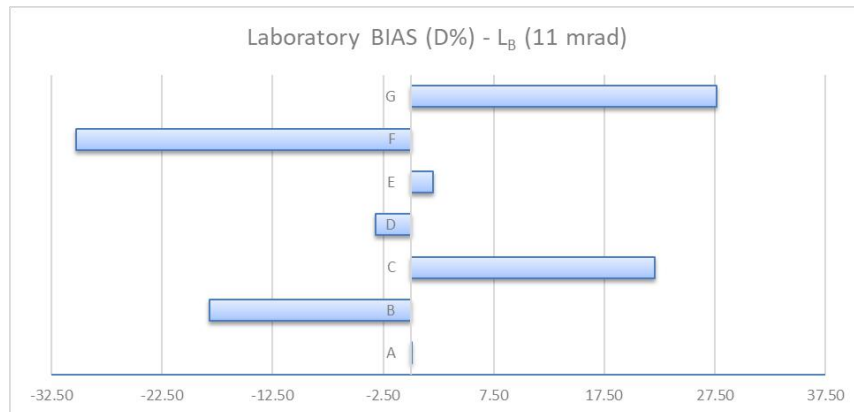
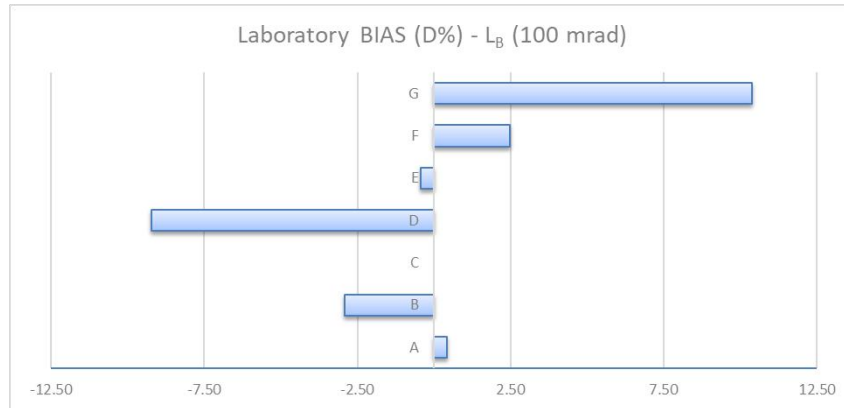
<b>Z-SCORE</b>	
$ z  < 1$	Excelente
$1 <  z  < 2$	Satisfactorio
$2 <  z  < 3$	Cuestionable
$ z  > 3$	No aceptable

<b>En</b>	
$ En  \leq 0,7$	Excelente
$0,7 <  En  \leq 1,0$	Satisfactorio
$ En  > 1,0$	No aceptable

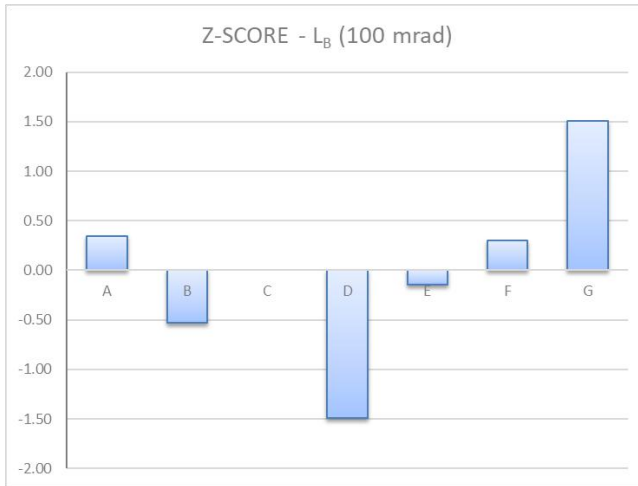
Para el valor de la desviación no se ha fijado ningún criterio de aceptación, se aportan sus valores calculados.

EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD MUESTRA 1: RESULTADOS Y GRÁFICOS

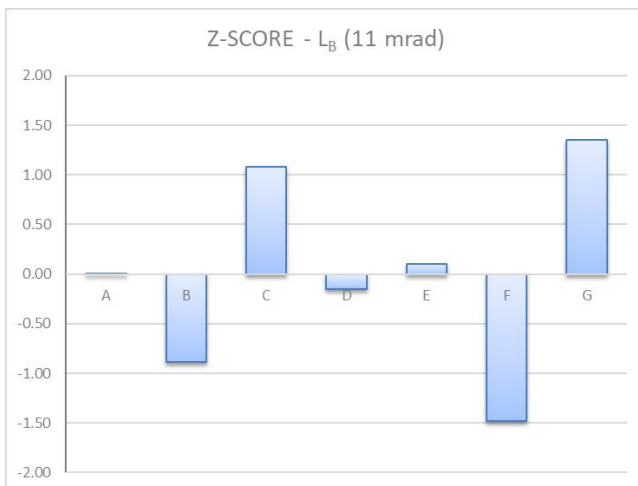
	Laboratory Bias (D%)						
	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	2.26	-3.42		-9.69	-0.95	1.97	9.83
$L_B$ (11 mrad FOV)	0.02	-18.21	22.04	-3.20	2.03	-30.32	27.65
CCT (100 mrad FOV)	0.91	-3.06	3.59	0.64	0.16	-0.77	-1.53



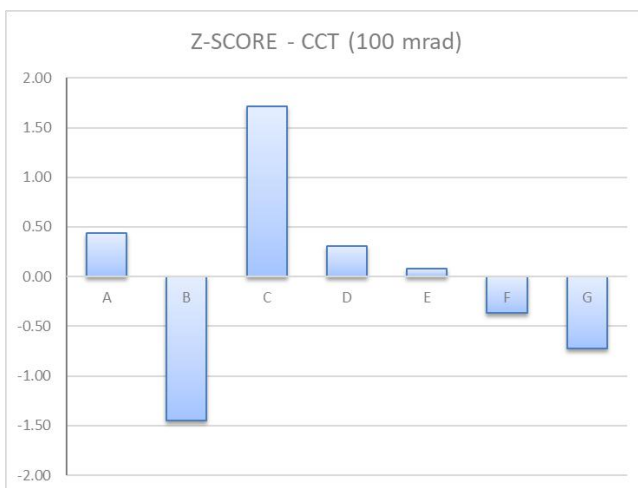
	Z-SCORE						
	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	0.35	-0.53		-1.49	-0.15	0.30	1.51
$L_B$ (11 mrad FOV)	0.00	-0.89	1.08	-0.16	0.10	-1.48	1.35
CCT (100 mrad FOV)	0.43	-1.46	1.71	0.31	0.08	-0.37	-0.73



Análisis z-score  $L_B$ (100 mrad):  
 Laboratorios A, B, E y F muestran resultados excelentes.  
 Laboratorios D y G muestran resultados satisfactorios.  
 El laboratorio C no ha reportado información para este parámetro



Análisis z-score  $L_B$ (11 mrad):  
 Laboratorios A, B, D y E muestran resultados excelentes.  
 Laboratorios C, F y G muestran resultados satisfactorios



Análisis z-score CCT:  
 Laboratorios A, D, E, F y G muestran resultados excelentes.  
 Laboratorios B y C muestran resultados satisfactorios

Evaluación de la incertidumbre reportada por cada laboratorio:

Lb 100 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	LB (100 mrad FOV)	U <sub>lab</sub>	34.3	2.3	
A	35.1	2.6			0.22
B	33.15	0.81			0.49
C					
D	31.0	3.7			0.76
E	34.0	4.1			0.07
F	35	2.6			0.20
G	37.7	8.294			0.39

Los laboratorios A, B, E, F y G muestran valores excelentes.  
 El laboratorio D muestra valores aceptables.  
 El laboratorio C no ha reportado datos para este parámetro.

Lb 11 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	LB (11 mrad FOV)	Incert Exp.	33.3	6.4	
A	33.3	2.4			0.00
B	27.23	0.64			0.94
C	40.63	1.2			1.12
D	32.23	3.9			0.14
E	33.97	4.1			0.09
F	23.2	1.7			1.52
G	42.5	9.35			0.81

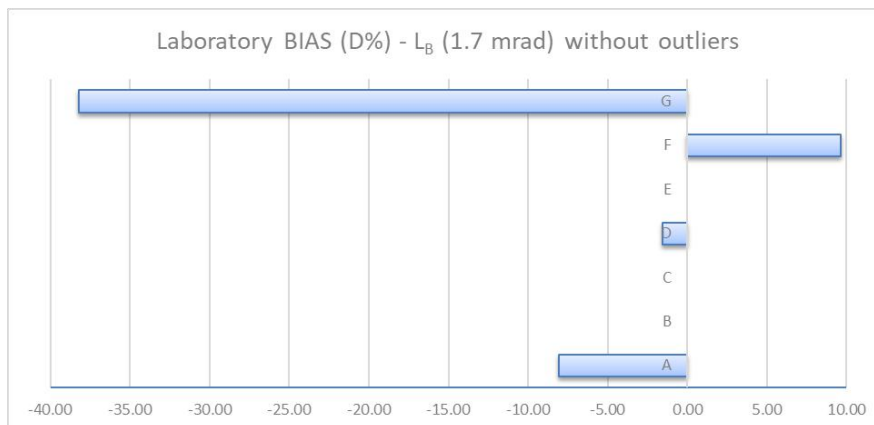
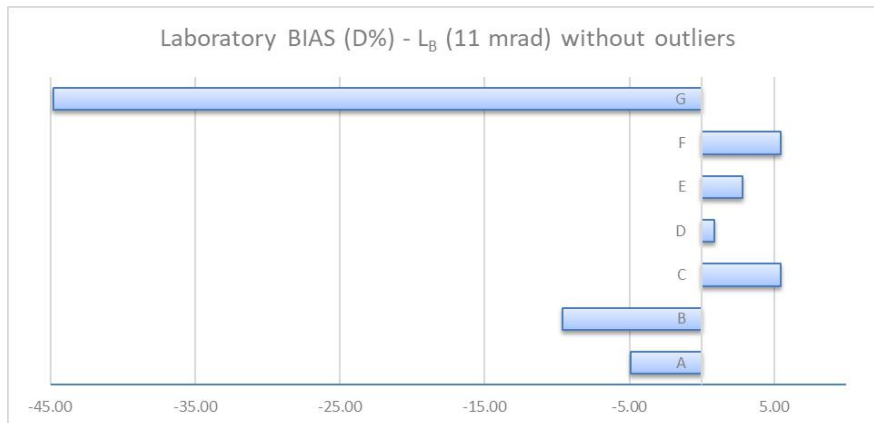
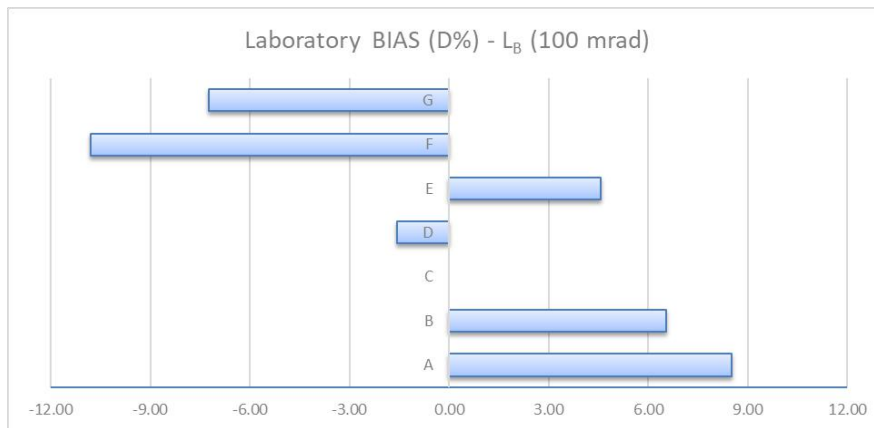
Los laboratorios A, D y E muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios B y G muestran valores aceptables.  
 Los laboratorios C y F muestran valores no aceptables.

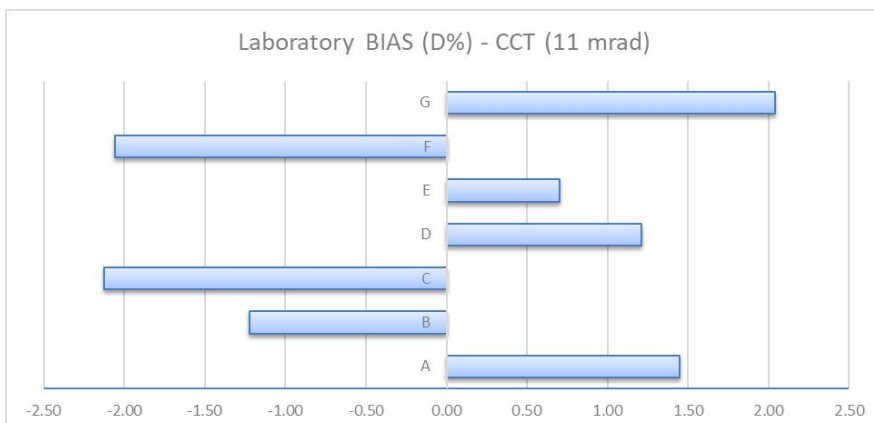
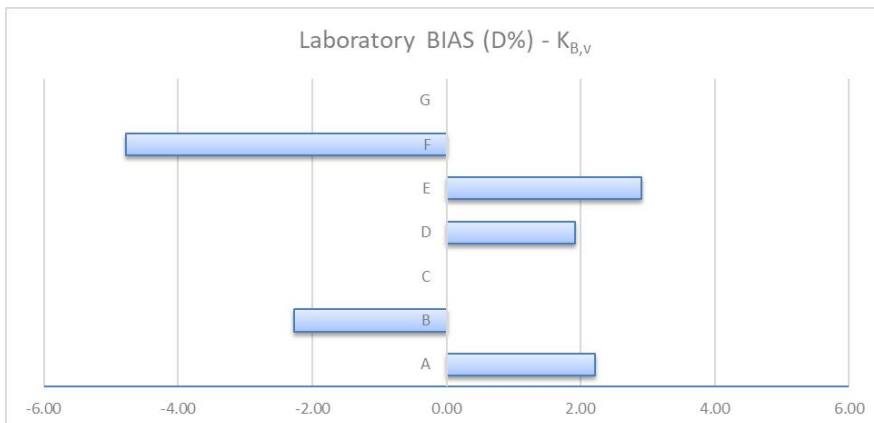
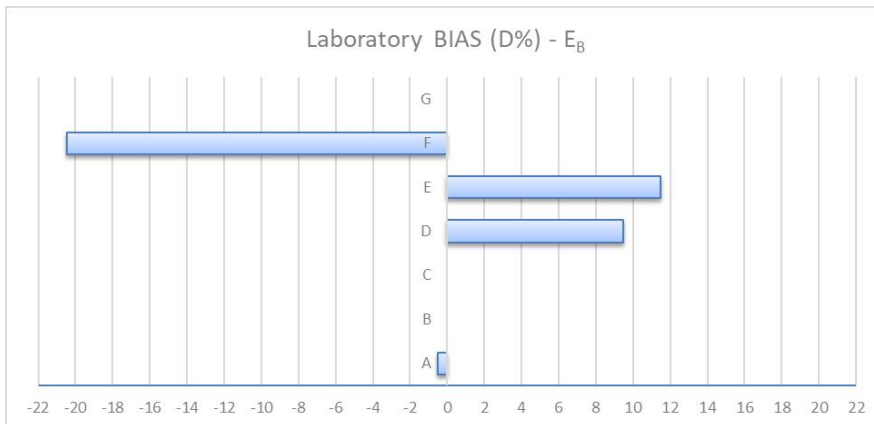
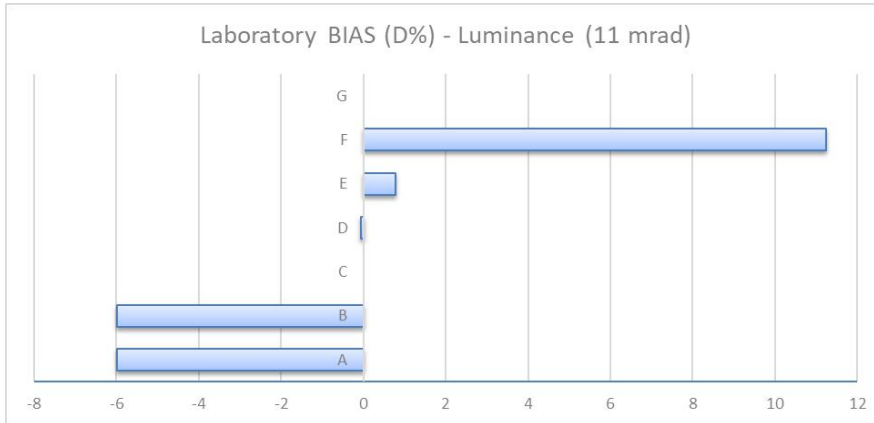
CCT (100 mrad FOV)					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	CCT	Incert Exp.	6070	120	
A	6125	92			0.36
B	5884	61			1.38
C	6288	119			1.29
D	6109	320			0.11
E	6080	320			0.03
F	6023	599			0.08
G	5977	90			0.62

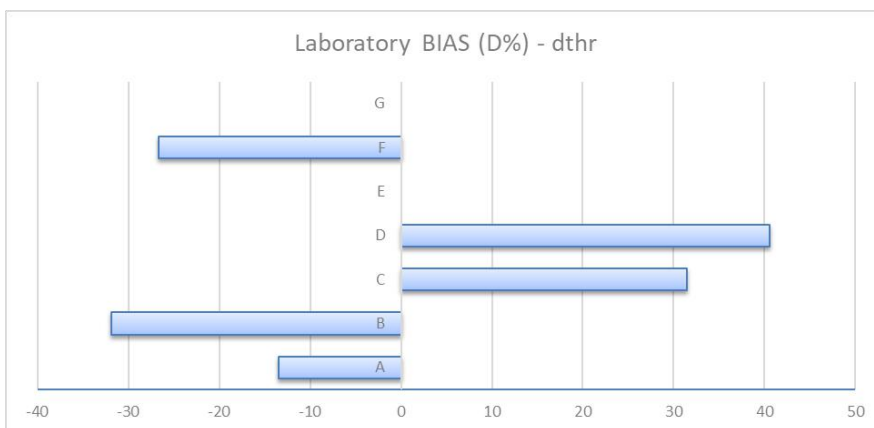
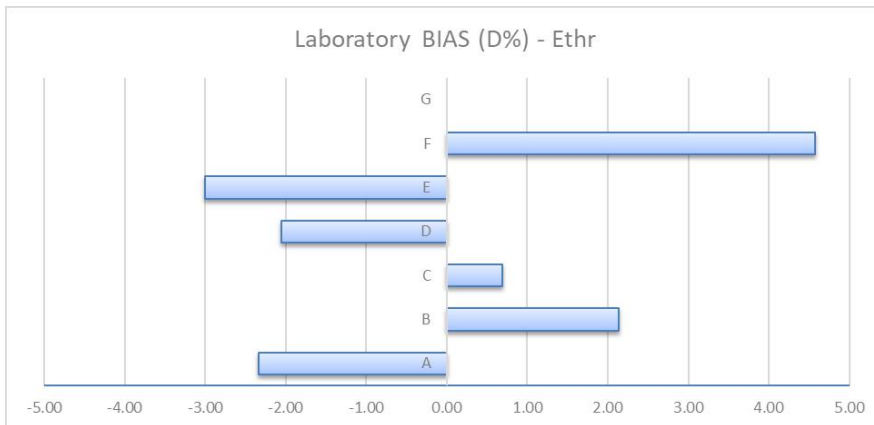
Los laboratorios A, D, E, F y G muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios B y C muestran valores no aceptables.

## EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD MUESTRA 2: RESULTADOS Y GRÁFICOS

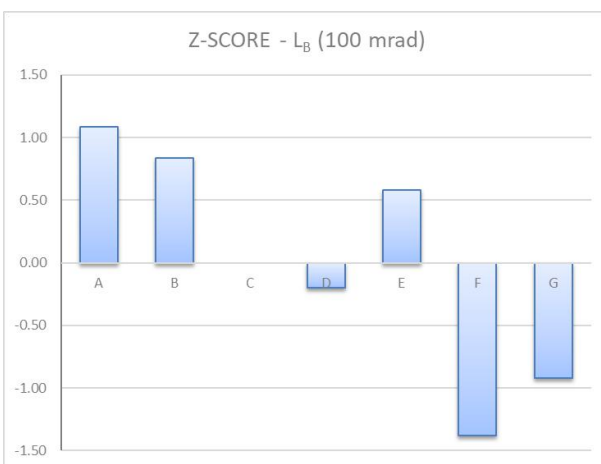
	Laboratory Bias (D%)						
	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	8.52	6.55		-1.58	4.57	-10.81	-7.25
$L_B$ (11 mrad FOV)	-4.66	-9.07	5.08	0.79	2.64	5.08	-42.12
$L_B$ (1.7 mrad FOV)	-7.23			-1.47		8.43	-45.22
Luminance (11 mrad FOV)	-5.99	-5.99		-0.07	0.79	11.25	
$E_B$	-0.50			9.48	11.49	-20.46	
$K_{B,v}$	2.22	-2.27		1.92	2.91	-4.78	
$E_{thr}$	-2.34	2.13	0.69	-2.06	-3.00	4.58	
$d_{thr}$	-13.50	-31.88	31.43	40.60		-26.64	
CCT	1.45	-1.23	-2.13	1.21	0.70	-2.06	2.04



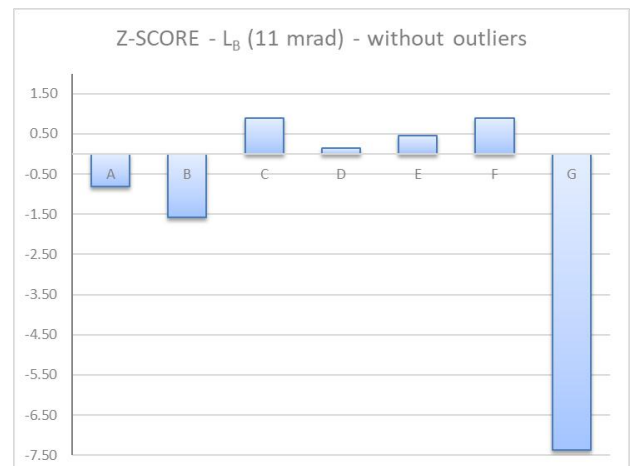
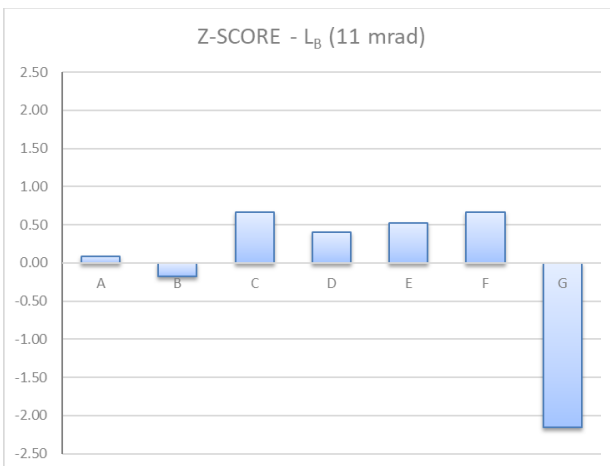




	Z-SCORE						
	A	B	C	D	E	F	G
$L_B$ (100 mrad FOV)	1.09	0.83		-0.20	0.58	-1.38	-0.92
$L_B$ (11 mrad FOV)_arithmetic mean	0.08	-0.18	0.66	0.41	0.52	0.66	-2.15
$L_B$ (11 mrad FOV)_assigned value	-0.82	-1.59	0.89	0.14	0.46	0.89	-7.37
$L_B$ (1.7 mrad FOV)_assigned value	-0.91			-0.19		1.06	-5.71
Luminance (11 mrad FOV)	-0.85	-0.85		-0.01	0.11	1.60	
$E_B$	-0.03			0.65	0.79	-1.40	
$K_{B,v}$	0.66	-0.68		0.57	0.87	-1.42	
$E_{thr}$	-0.78	0.71	0.23	-0.69	-1.00	1.53	
$d_{thr}$	-0.40	-0.95	0.93	1.20		-0.79	
CCT	0.82	-0.70	-1.21	0.69	0.40	-1.17	1.16
RG	RG2	RG2	RG2	RG2	RG2	RG2	RG1



Análisis z-score  $L_B$ (100 mrad):  
 Laboratorios B, D, E y G muestran resultados excelentes.  
 Laboratorios A y F muestran resultados satisfactorios.  
 El laboratorio C no ha reportado información para este parámetro.

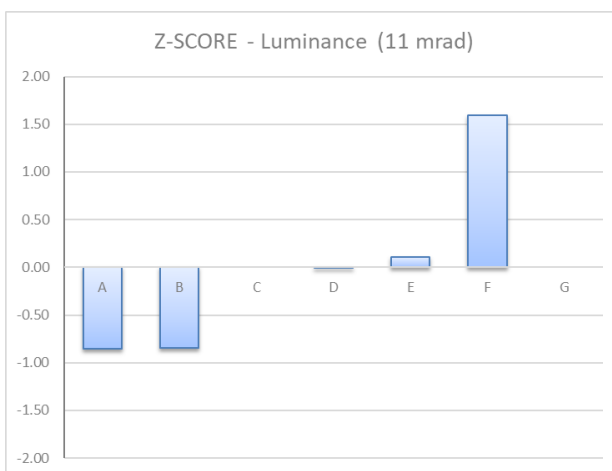


Análisis z-score  $L_B$ (11 mrad):  
 Si consideramos el valor promedio de todos los laboratorios, el laboratorio G da un resultado cuestionable, teniendo que en cuenta que en el test de Grubbs se indica este dato como dato aberrante, se ha de eliminar para el cálculo del valor asignado.

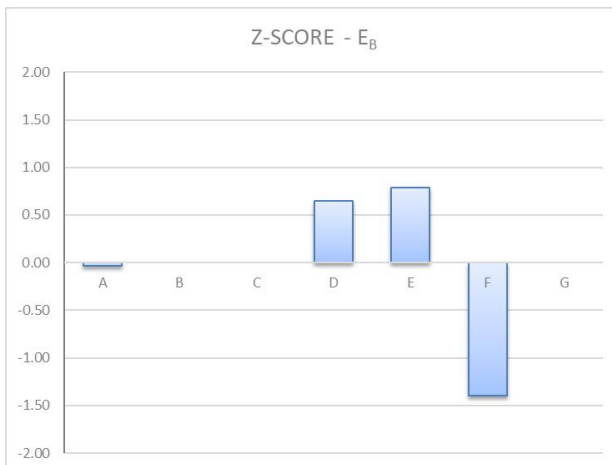
Análisis z-score  $L_B$ (11 mrad), eliminando al laboratorio G para el cálculo del valor asignado:  
 Laboratorios A, C, D, E y F muestran resultados excelentes.  
 El Laboratorio B muestra resultados satisfactorios.  
 El laboratorio G muestra resultados inaceptables.



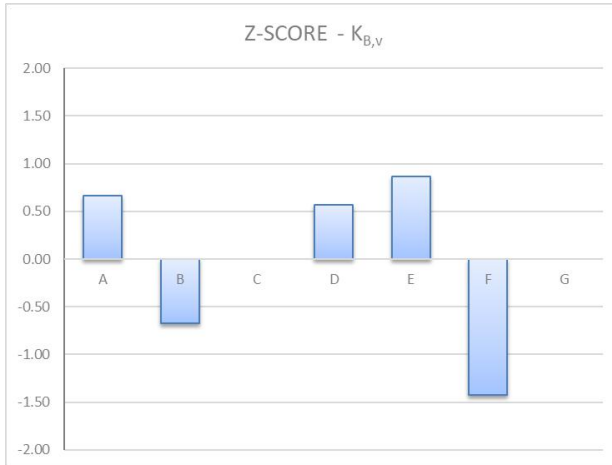
Análisis z-score  $L_B$ (1.7 mrad):  
No se ha considerado el valor reportado por el laboratorio G para determinar el valor asignado.  
Laboratorios A y D muestran resultados excelentes.  
El laboratorio F muestra resultados satisfactorios.  
El laboratorio G muestra resultados inaceptables.



Análisis z-score Luminance(11 mrad):  
Laboratorios A, B, D y E muestran resultados excelentes.  
El laboratorio F muestra resultados satisfactorios.  
Los laboratorios C y G no han reportado información para este parámetro.



Análisis z-score  $E_B$ :  
Laboratorios A, D y E muestran resultados excelentes.  
El laboratorio F muestra resultados satisfactorios.  
Los laboratorios B, C y G no han reportado información para este parámetro.

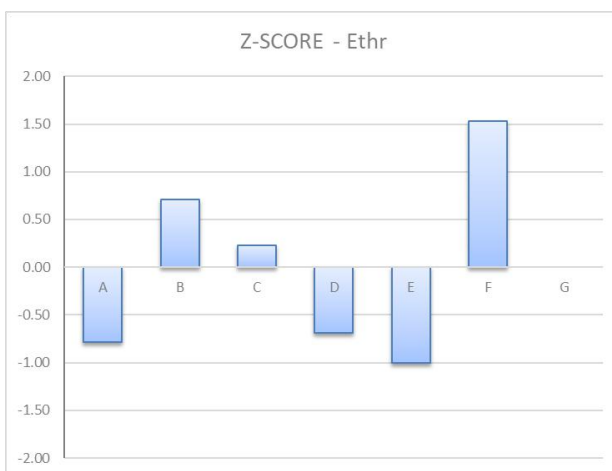


**Análisis z-score  $K_{B,v}$ :**

Laboratorios A, B, D y E muestran resultados excelentes.

El laboratorio F muestra resultados satisfactorios.

Los laboratorios C y G no han reportado información para este parámetro.

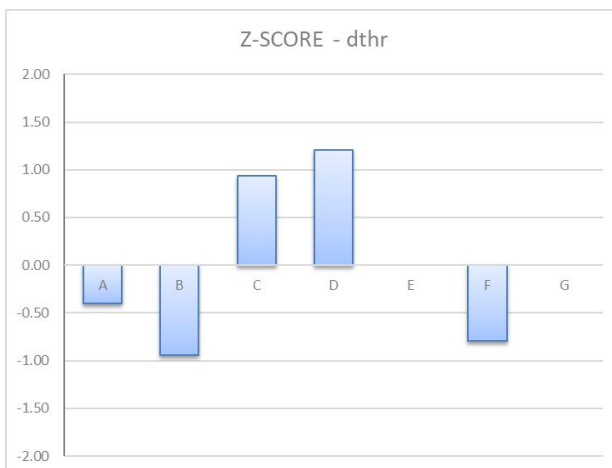


**Análisis z-score  $E_{thr}$ :**

Laboratorios A, B, C, D y E muestran resultados excelentes.

El laboratorio F muestra resultados satisfactorios.

El laboratorio G no ha reportado información para este parámetro.



**Análisis z-score  $d_{thr}$ :**

Laboratorios A, B, C y F muestran resultados excelentes.

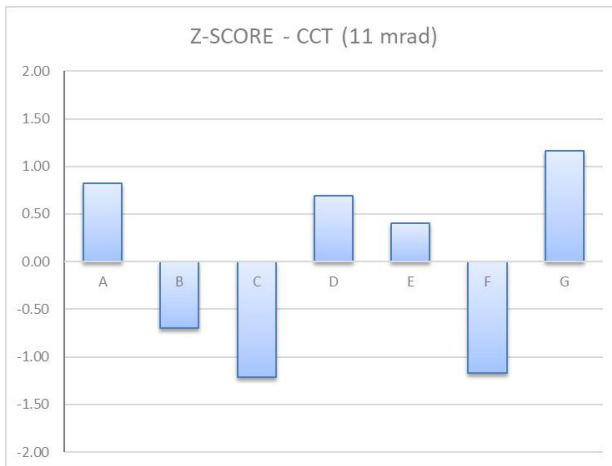
El laboratorio D muestra resultados satisfactorios.

Los laboratorios E y G no han reportado información para este parámetro.

**Análisis  $d_{thr}$ :**

A pesar de obtener una buena z-score para todos los laboratorios, se observa una dispersión mayor de la esperada si tenemos en cuenta los valores de  $E_{thr}$ .

Se debe analizar cuál ha sido el criterio de cada laboratorio para obtener este valor, para poder sacar conclusiones.



Análisis z-score CCT:  
 Laboratorios A, B, D y E muestran resultados excelentes.  
 Laboratorios C, F y G muestran resultados satisfactorios.

Evaluación de la incertidumbre reportada por cada laboratorio:

Lb 100 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	LB (100 mrad FOV)	Ulab	228	18	
A	247	20			0.72
B	243	18			0.58
C					
D	224	27			0.11
E	238	29			0.31
F	203	15			1.04
G	211	23			0.56

Los laboratorios B, D E y G muestran valores excelentes.  
 El laboratorio A muestra valores satisfactorios.  
 El laboratorio F muestra valores no satisfactorios.  
 El laboratorio C no ha reportado datos para este parámetro.

Lb 11 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	LB (11 mrad FOV)	Ulab	14370	840	
A	13700	1000			0.51
B	13066	1098			0.94
C	15100	740			0.65
D	14484	1738			0.06
E	14750	1770			0.19
F	15100	1117			0.52
G	8318	915			4.87

Los laboratorios A, C, D E y F muestran valores excelentes.  
 El laboratorio B muestra valores satisfactorios.  
 El laboratorio G muestra valores no satisfactorios. El dato de este laboratorio no se ha tenido en cuenta para determinar el valor asignado.

Lb 1.7 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	LB (1.7 mrad FOV)	U <sub>lab</sub>	16600	1900	
A	15400	1200			0.53
B					
C					
D	16356	1963			0.09
E					
F	18000	1368			0.60
G	9093	1000			3.50

Los laboratorios A, D y F muestran valores excelentes.  
 El laboratorio G muestra valores no satisfactorios. El dato de este laboratorio no se ha tenido en cuenta para determinar el valor asignado.

Luminance 100 mrad FOV					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	L (100 mrad FOV)	U <sub>lab</sub>	2.0.E+07	1.6E+06	
A	1.87E+07	1.31E+06			0.58
B	1.87E+07	1.54E+06			0.54
C					
D	1.99E+07	2.39E+06			0.00
E	2.01E+07	2.41E+06			0.05
F	2.22E+07	1.71E+06			0.97
G					

Los laboratorios A, B, D y E muestran valores excelentes.  
 El laboratorio F muestra valores satisfactorios.  
 El laboratorio G no reporta información para este parámetro.

EB					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	EB (11 mrad FOV)	U <sub>lab</sub>	1.26	0.23	
A	1.251	0.095			0.03
B					
C					
D	1.38	0.17			0.42
E	1.40	0.17			0.51
F	1.00				
G					

Los laboratorios A, D y E muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios B, C y G no reportan información para este parámetro y el laboratorio F no ha proporcionado el valor de la incertidumbre.

K <sub>BV</sub>					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	Kbv	Ulab	0.000714	0.000027	
A	0.00073	0.00012			0.13
B	0.00070				
C					
D	0.000728				
E	0.000735				
F	0.000680	0.000050			0.60
G					

Los laboratorios A, y F muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios C y G no reportan información para este parámetro.  
 Los laboratorios B, D y E no han proporcionado el valor de la incertidumbre.

E <sub>thr</sub>					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	E <sub>thr</sub>	Ulab	1403	43	
A	1370	220			0.15
B	1433	99			0.28
C	1412				
D	1374	55			0.41
E	1361				
F	1467	108			0.55
G					

Los laboratorios A, B, D y F muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios C y E no han proporcionado el valor de la incertidumbre.  
 El laboratorio G no reporta información para este parámetro.

d <sub>thr</sub>					
			Assigned value	U (assigned value)	En
	d <sub>thr</sub>	Incert Exp.	0.327	0.12	
A	0.283	0.022			0.35
B	0.223	0.016			0.84
C	0.43				
D	0.46	0.055			0.98
E					
F	0.24	0.018			0.70
G					

Los laboratorios A y F muestran valores excelentes.  
 Los laboratorios B y D muestran valores satisfactorios.  
 El laboratorio C no ha proporcionado el valor de la incertidumbre.  
 Los laboratorios E y G no reportan información para este parámetro.

## CONCLUSIONES

Se muestran a continuación algunas conclusiones que se pueden obtener de los resultados expuestos de esta intercomparación.

### Muestra 1:

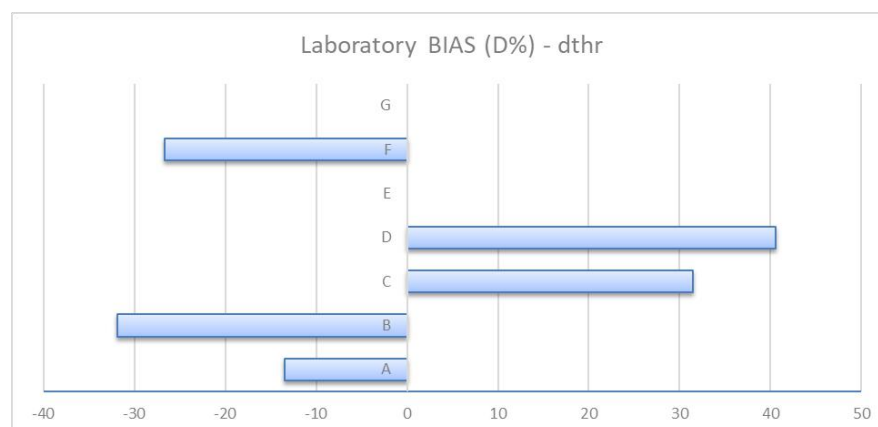
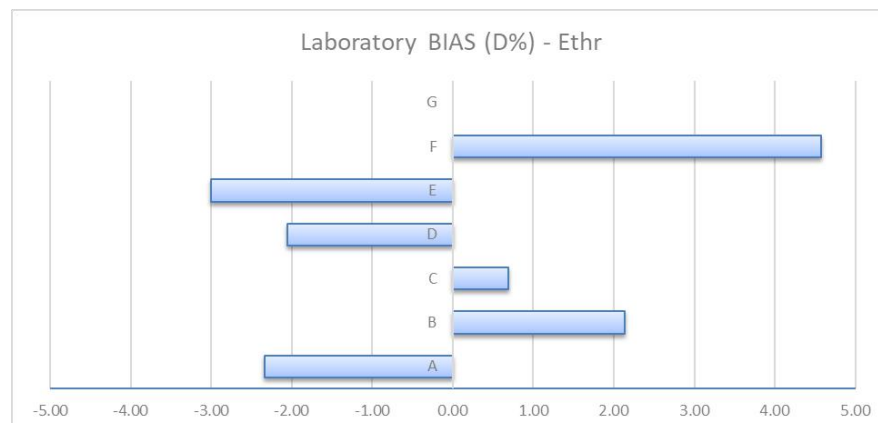
A la vista de los resultados podemos concluir que la intercomparación realizada sobre este producto ha sido satisfactoria para todos los laboratorios, aunque los laboratorios B, C y F, muestran algún valor no satisfactorio en el análisis del número E.

### Muestra 2:

Los resultados son satisfactorios, en general, excepto los aportados por el laboratorio G, cuyos resultados están muy lejos de los otros laboratorios y además clasifica el producto en un grupo diferente al del resto.

El laboratorio F también reporta algún valor no satisfactorio en el análisis del número E.

Destacar las desviaciones que se aprecian en la determinación de la distancia de corte, estas diferencias son especialmente llamativas ya que los valores de iluminancia de corte obtenidos por los distintos laboratorios son muy parecidos. Este punto necesita de un análisis exhaustivo del proceso de cálculo o medida seguido por cada laboratorio.



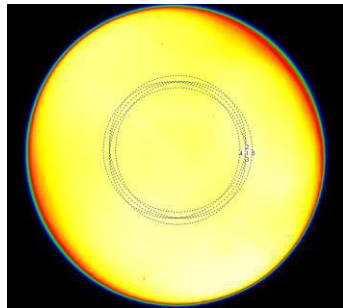
A pesar de que los productos seleccionados para la intercomparación tienen un área luminosa bastante uniforme, vemos en los resultados reportados ciertas diferencias.

Para la elección de las muestras se siguió el siguiente criterio: selección de una muestra muy homogénea, donde la influencia del área de medida y del posicionamiento de los diafragmas no fuera demasiado significativa y seleccionar una segunda muestra (LED) bastante uniforme, pero con algo más de dificultad a la hora de realizar las medidas.

En las siguientes imágenes puede apreciarse este efecto:

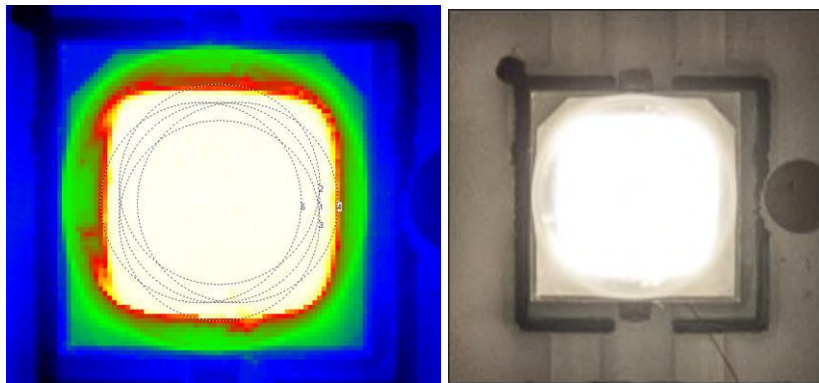
Muestra 1: Desviación máxima: 0.14%

- Círculo 1: círculo centrado.
- Resto de círculos, desplazados 1 mm respecto al círculo 1.



Muestra 2: Desviación máxima: 1.85 %

- Círculo 1: círculo centrado.
- Resto de círculos, desplazados 0.25 mm respecto al círculo 1.



Consideramos que el ensayo no es sencillo y se deben tener en cuenta diferentes elementos (proceso de alineamiento y posicionamiento y campos de medida), a la hora de realizar los ensayos. Por ello, es imprescindible reportar los valores de incertidumbre y clasificar los productos teniendo en cuenta este valor, es decir: si el valor medido más la incertidumbre de medida hacen que el producto pase a ser de un grupo de riesgo superior, el producto debería clasificarse en ese grupo de riesgo superior.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- G-ENAC-14 Rev. 1 septiembre 2008: Guía sobre la participación en programas de intercomparaciones.
- EN 62471:2008: Photobiological safety of lamps and lamp systems.
- IEC TR 62778:2014: Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires.
- ISO 13528:2015: Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison.