

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Parque Tecnológico Miguelete  
Avenida Gral. Paz 5445  
Casilla de Correo 157  
B1650WAB San Martín, Buenos Aires  
Teléfono (54.11) 4724 6200 / 300 / 400  
interno: 6323  
[www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)  
[interlab@inti.gov.ar](mailto:interlab@inti.gov.ar)



---

## **INFORME FINAL**

**Versión corregida**

### **ENSAYO INTERLABORATORIO**

**“Calibración de instrumentos de medición de temperatura”**

Abril 2008

---



## LISTA DE PARTICIPANTES

### **Austral L.A.**

#### **Laboratorio de Calibraciones**

Aeroparque Jorge Newbery  
Zona Hangares. Av. Rafael Obligado s/n°  
Ciudad de Buenos Aires

### **Edaci S.R.L.**

Cnel Lynch 2684  
San Justo, Buenos Aires

### **ENSI S.E.**

#### **Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería**

Ruta Nacional 237, Km. 1278  
Arroyito, Neuquén

### **Honeywell SAIC**

Carlos Pellegrini 179 9°  
Ciudad de Buenos Aires

### **INTI Carnes**

Av. Gral Paz 5445. Edif 47  
San Martín, Buenos Aires

### **INTI Córdoba**

Velez Sarsfield 1561  
Córdoba, Córdoba

### **INTI Mar del Plata**

Marcelo T. de Alvear 1168  
Mar del Plata, Buenos Aires

### **INTI Rafaela**

Ruta Nacional 34 - km 227,6  
Rafaela, Santa Fe

### **LABSA S.A.**

Güemes 294  
Maipú, Mendoza

### **Lockheed Martin Aircraft Argentina S.A.**

Av. Fuerza Area 5500  
Córdoba, Córdoba

### **MAC S.R.L.**

Av. 7 y Ruta 10  
Berisso, Buenos Aires

### **Metrocal S.R.L.**

Moreno 950 3° D  
Ciudad de Buenos Aires

### **Sahilices Hnos. S.R.L.**

Independencia 206  
Villa Constitución, Santa Fe

### **SICE - Servicios de Instrumentación y Control S.R.L.**

Habana 2986 dto.2  
Ciudad de Buenos Aires

### **SIDERAR S.A.I.C.**

Planta Gral Savio  
San Nicolás, Buenos Aires

### **Tecnodil S.R.L.**

Rep. Líbano 1750  
Quilmes, Buenos Aires



## 1. INTRODUCCION

Debido a las exigencias del mercado se requiere cada vez con mayor frecuencia que los laboratorios puedan mostrar una evaluación de la calidad de sus servicios.

Uno de los requerimientos de los sistemas de calidad es la demostración de la competencia técnica mediante la participación en ensayos interlaboratorio, ya que esto permite controlar sus resultados y evaluar los métodos de ensayo.

En este contexto hemos querido ofrecer un ejercicio de intercomparación para el ensayo de calibración de instrumentos de medición de temperatura.



## 2. ELEMENTOS ENVIADOS

### 2.1 Elementos enviados

En la presente intercomparación se hicieron circular por los laboratorios un termopar de tipo K, un termómetro de resistencia y tres termómetros de líquido en vidrio.

Se solicitó a los participantes que realizaran las calibraciones en los siguientes puntos:

Instrumento	Rango [°C]	Puntos de Calibración [°C]
Termómetro de líquido en vidrio	0 / 100	0 ; 30 ; 60 ; 90
Termómetro de líquido en vidrio	99 / 151	100 ; 125 ; 150
Termómetro de líquido en vidrio	149 / 201	0 ; 150 ; 175 ; 200
Termómetro de resistencia	-10 / 200	-10 ; 0 ; 100 ; 200
Termopar de tipo K	100 / 1100	100 ; 200 ; 400 ; 500 ; 600 ; 800 ; 1000 ; 1100

### 2.2 Valores de referencia

Los instrumentos fueron calibrados en INTI-Física y Metrología en el año 2005 antes de ser enviado al primer participante. Luego se recalibró en INTI-Física y Metrología al finalizar el ejercicio en el año 2007.

Los valores de referencia fueron calculados como el promedio de aquellos obtenidos en las dos calibraciones realizadas por INTI.

La incertidumbre del valor de referencia fue calculada combinando la incertidumbre de la calibración con una componente que tiene en cuenta la deriva del instrumento en el intervalo transcurrido entre las calibraciones, es decir

$$u_{ref} = \sqrt{(u_{calibración\ INTI})^2 + (u_{deriva})^2}$$

Para el caso del termopar se encontró que su señal presentó una elevada deriva entre las dos calibraciones que se realizaron en INTI, por lo que se decidió descartar estos datos de la presente evaluación.

Los valores de referencia con sus respectivas incertidumbres se muestran en las Tablas 1 y 2.



Tabla 1: Valores de referencia – Termómetro de resistencia

Termómetro de resistencia						
Temperatura nominal (°C)	Indicación del instrumento		Desvío (°C)	Incertidumbre (k=2)		
	Temperatura (°C)	Resistencia eléctrica (ohm)		$U_{\text{calibración INTI}}$ (C°)	$U_{\text{deriva}}$ (C°)	$U_{\text{ref}}$ (C°)
-10	-10,13	96,037	0,00	0,10	0,00	0,10
0	-0,12	99,952	-0,12	0,10	0,02	0,10
100	99,91	138,473	-0,09	0,03	0,03	0,04
200	199,71	175,750	-0,29	0,03	0,05	0,06

Tabla 2: Valores de referencia – Termómetros de vidrio

Termómetro BCT 7282 (11865)	Temperatura nominal (°C)	Desvío (C°)	Incertidumbre (k=2)		
			$U_{\text{calibración INTI}}$ (C°)	$U_{\text{deriva}}$ (C°)	$U_{\text{ref}}$ (C°)
	100,0	0,10	0,10	0,00	0,10
	124,0	0,25	0,10	0,06	0,12
	149,0	0,25	0,10	0,06	0,12

Termómetro BCT 7369 (11866)	Temperatura nominal (°C)	Desvío (C°)	Incertidumbre (k=2)		
			$U_{\text{calibración INTI}}$ (C°)	$U_{\text{deriva}}$ (C°)	$U_{\text{ref}}$ (C°)
	0,1	0,10	0,10	0,00	0,10
	150,0	0,15	0,16	0,06	0,17
	171,2	0,25	0,16	0,06	0,17
	198,5	0,25	0,16	0,06	0,17

Termómetro 302 (11867)	Temperatura nominal (°C)	Desvío (C°)	Incertidumbre (k=2)		
			$U_{\text{calibración INTI}}$ (C°)	$U_{\text{deriva}}$ (C°)	$U_{\text{ref}}$ (C°)
	0,0	0,40	0,10	0,00	0,10
	30,0	0,10	0,10	0,00	0,10
	60,0	0,10	0,10	0,00	0,10
	90,0	0,05	0,10	0,17	0,20



### 3. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

#### 3.1 Termómetro de resistencia

En la Tabla 3 que se encuentra en el Anexo 1 se muestran los resultados informados por los participantes utilizando el termómetro de resistencia. Los desvíos indicados fueron calculados por el INTI excepto en el caso de los laboratorios 11, 12, 14 y 15 que informan el desvío. En el caso del laboratorio 6 el desvío informado para la temperatura  $-10^{\circ}\text{C}$  no resultó consistente con el resto de los valores informados por lo que no se tuvo en cuenta para la evaluación.

#### 3.2 Termómetros de líquido en vidrio

En las tablas 4, 5 y 6 que se encuentran en el Anexo 1 se muestran los resultados informados por los participantes utilizando los termómetros de líquido en vidrio. Los desvíos indicados fueron los informados por los participantes excepto en el caso de los laboratorios 3 y 13 que fueron calculados por INTI.

#### 3.3 Gráficos

En los gráficos 1 a 15, que se encuentran en el Anexo 1, se muestran los desvíos obtenidos por los participantes con su incertidumbre correspondiente y los valores de referencia obtenidos por el laboratorio de INTI.

### 4. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó para los datos de desvíos, de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en la Bibliografía.

Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro  $E_n$ , definido de la siguiente manera:

$$E_n = \frac{(X_i - X_{ref})}{\sqrt{(u_i^2 + u_{ref}^2)}}$$

Donde:

$X_i$  = Valor informado por el participante

$X_{ref}$  = Valor de referencia. Se utilizó como valor de referencia el promedio de las dos calibraciones obtenidas por INTI

$u_i$  = Incertidumbre informada por el participante.

$u_{ref}$  = Incertidumbre combinada expandida del valor de referencia. Esta fue calculada combinando la incertidumbre de la calibración con una componente que tiene en cuenta la deriva del instrumento en el intervalo transcurrido entre las calibraciones, es decir:

$$u_{ref} = \sqrt{(u_{calibración\ INTI})^2 + (u_{deriva})^2}$$



De acuerdo con la bibliografía [1,2,3] es posible clasificar a los laboratorios de la siguiente forma:

$$E_n < 1 \quad \text{satisfactorio}$$

$$E_n \geq 1 \quad \text{no satisfactorio}$$

Los valores del parámetro  $E_n$  así obtenido pueden verse en las tablas 7 a 10, en el Anexo 1.

## 5. CONCLUSIONES

Este es el primer ejercicio de comparación de instrumentos de medición de temperatura organizado en el país con la participación de 16 Laboratorios, por lo cual los resultados son altamente satisfactorios.

Excepto algunos puntos de algunos pocos laboratorios, el grado de acuerdo entre los Laboratorios es aceptable.

---

**A fin de lograr un mecanismo de mejora continua, solicitamos a los laboratorios que nos envíen cualquier sugerencia o comentario que consideren oportuno.**

**Por otro lado, en caso de tener alguna duda sobre la ejecución de los ensayos o de las causas de diferencias en los resultados, rogamos nos consulten.**

*“Agradecemos el esfuerzo realizado  
por todos los participantes  
para mostrar sus mejores capacidades de medición.”*

---



## **ANEXO 1**





Tabla 3: Resultados informados por los laboratorios para el termómetro de resistencia

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicacion del instrumento		Desvío (°C)	Incertidumbre		
		Temperatura (°C)	Resistencia eléctrica (ohm)		k	Temperatura (°C)	Resistencia eléctrica (ohm)
1	-10,02	ni	96,061	-0,04	2	0,17	ni
	0	ni	99,964	-0,09	2	0,18	ni
	99,99	ni	138,442	-0,16	2	0,21	ni
	199,7	ni	175,27	-1,29	2	1,1	ni
2	-10,04	-10,11	96,041	-0,07	2	ni	0,022
	0	-0,12	99,953	-0,12	2	ni	0,012
	100,01	99,93	138,48	-0,08	2	ni	0,013
	200,03	199,77	175,773	-0,26	2	ni	0,014
3	-10	ni	96,079	-0,02	2	ni	0,08
	0	ni	99,980	-0,05	2	ni	0,08
	100	ni	138,477	-0,08	2	ni	0,08
	200	ni	175,743	-0,31	2	ni	0,17
4	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
5	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
6	-9,95	-9,96	96,496	-0,01	ni	0,2	ni
	0	0,95	100,371	0,95	ni	0,1	ni
	101,04	100,86	138,830	-0,18	ni	0,1	ni
	201,19	200,85	176,167	-0,34	ni	0,1	ni
7	0	-0,1	ni	-0,1	2	0,3	ni
	100,95	100,8	ni	-0,15	2	0,3	ni
	199,98	199,8	ni	-0,18	2	0,3	ni
8	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
9	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
10	-10	ni	96,060	-0,07	2	ni	0,036
	0	ni	99,950	-0,13	2	ni	0,036
	100	ni	138,470	-0,09	2	ni	0,039
	200	ni	175,720	-0,37	2	ni	0,047
11	-10,36	-10,44	95,915	-0,08	2	ni	0,07
	-0,45	-0,44	99,828	0,01	2	ni	0,07
	98,75	98,59	137,970	-0,16	2	ni	0,07
	198,62	198,98	175,480	0,36	2	ni	0,07
12	ni	0	ni	0,3	2	0,4	ni
	ni	100,6	ni	-0,1	2	1	ni
	ni	200,3	ni	-0,3	2	1	ni
13	-10,218	-10,22	ni	0,0	2	0,01	ni
	-0,239	-0,24	ni	0,0	2	0,01	ni
	99,55	99,55	ni	0,0	2	0,01	ni
14	-9,9	-10,01	ni	-0,11	2	0,26	ni
	0,124	0	ni	-0,12	2	0,14	ni
	100,132	100,1	ni	-0,03	2	0,15	ni
	200,14	199,93	ni	-0,22	2	0,28	ni
15	ni	-10,93	ni	-0,05	2	0,18	ni
	ni	0,00	ni	-0,07	2	0,16	ni
	ni	100,02	ni	-0,01	2	0,16	ni
	ni	199,94	ni	0,11	2	0,16	ni
16	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni

ni: no informa

**Tabla 4:** Resultados informados por los laboratorios para el termómetro BCT 7282

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicacion del termómetro (°C)	Desvío (°C)	Incertidumbre	
				k	Temperatura (°C)
1	ni	100,00	0,1	2	0,24
	ni	125,00	0,2	2	0,24
	ni	150,00	0,2	2	0,25
2	ni	100,00	0,09	2	0,04
	ni	125,00	0,25	2	0,04
	ni	150,00	0,16	2	0,04
3	100,0	100,0	0,00	2	0,2
	125,0	125,2	0,20	2	0,2
	150	150,2	0,20	2	0,2
4	125,88	126,3	0,42	2	0,5
	150,57	150,5	-0,07	2	0,5
5	ni	100,10	0,01	2	0,15
	ni	125,24	0,23	2	0,30
	ni	150,34	0,32	2	0,30
6	101,05	101,55	0,50	ni	0,06
	126,12	126,69	0,57	ni	0,06
	151,17	151,35	0,18	ni	0,06
7	ni	100,1	0	2	0,2
	ni	125,0	0,1	2	0,2
	ni	149,9	0,2	2	0,2
8	100,081	100,3	0,20	2	0,16
	125,111	125,4	0,33	2	0,16
	150,180	150,5	0,28	2	0,16
9	100,27	99,40	-0,87	2	0,07
	125,07	123,80	-1,27	2	0,07
	150,11	148,00	-2,11	2	0,07
10	100	ni	0,04	2	0,12
	125	ni	0,08	2	0,12
	150	ni	0,17	2	0,13
11	100,22	100,0	-0,21	2	0,06
	125,05	124,9	-0,11	2	0,06
	150,68	150,4	-0,24	2	0,06
12	ni	100,15	0,55	2	1,0
	ni	125,95	0,40	2	1,0
	ni	149,55	0,05	2	1,0
13	99,550	99,64	0,09	2	0,05
	124,528	124,75	0,22	2	0,04
	148,504	148,47	-0,03	2	0,05
14	100,099	100,20	0,10	2	0,15
	125,054	125,20	0,15	2	0,15
	150,079	150,18	0,11	2	0,15
15	ni	100,3	0,2	2	0,2
	ni	125,3	0,3	2	0,2
	ni	150,4	0,4	2	0,2
16	ni	ni	ni	ni	ni

ni: no informa

**Tabla 5:** Resultados informados por los laboratorios para el termómetro BCT 7369

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicación del termómetro (°C)	Desvío (°C)	Incertidumbre	
				k	Temperatura (°C)
1	ni	0,00	0,1	2	0,14
	ni	150,00	0,15	2	0,24
	ni	175,00	0,35	2	0,24
	ni	200,00	0,40	2	0,25
2	ni	0,00	0,14	2	0,04
	ni	150,00	0,2	2	0,04
	ni	175,00	0,32	2	0,04
	ni	200,00	0,34	2	0,04
3	0,0	0,1	0,10	2	0,2
	150,0	150,1	0,10	2	0,2
	175,0	175,2	0,20	2	0,3
	200,0	200,3	0,30	2	0,4
4	175,35	175,8	0,45	2	0,5
	200,11	200,0	-0,11	2	0,5
5	ni	0,12	0,16	2	0,15
	ni	149,80	0,13	2	0,30
	ni	174,9	0,28	2	0,30
	ni	200,04	0,54	2	0,40
6	0,02	0,03	0,01	ni	0,11
	151,15	151,94	0,79	ni	0,06
	176,2	176,95	0,75	ni	0,06
	201,21	201,39	0,18	ni	0,06
7	ni	0,1	0,1	2	0,1
	ni	150	-0,1	2	0,2
	ni	174,8	0,2	2	0,2
	ni	199,9	0,3	2	0,2
8	-0,192	0	0,19	2	0,15
	150,170	150	-0,14	2	0,17
	174,860	175,4	0,49	2	0,18
	198,830	199,5	0,63	2	0,19

ni: no informa



Tabla 5 (Continuación): Resultados informados por los laboratorios para el termómetro BCT 7369

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicación del termómetro (°C)	Desvío (°C)	Incertidumbre	
				k	Temperatura (°C)
9	0,03	0,10	0,07	2	0,06
	150,09	150,20	0,12	2	0,07
	174,66	174,90	0,24	2	0,07
	199,74	199,30	-0,44	2	0,07
10	0	ni	0,10	2	0,07
	150	ni	0,26	2	0,13
	175	ni	0,24	2	0,14
	200	ni	0,32	2	0,19
11	ni	-0,4	0,06	2	0,06
	ni	150,2	0,24	2	0,06
	ni	175,5	0,15	2	0,06
	ni	201,3	0,17	2	0,06
12	ni	0,00	0,20	2	0,1
	ni	150,60	0,70	2	1,0
	ni	175,00	0,35	2	1,0
	ni	200,00	-0,05	2	1,0
13	-0,239	-0,07	0,17	2	0,07
	149,515	149,72	0,21	2	0,07
14	0,478	0,70	0,22	2	0,15
	150,088	150,30	0,21	2	0,15
	175,17	175,40	0,23	2	0,28
	200,14	200,36	0,22	2	0,28
15	ni	0,4	0,4	2	0,2
	ni	150,4	0,3	2	0,2
	ni	175,4	0,4	2	0,2
	ni	200,7	0,6	2	0,2
16	ni	ni	ni	ni	ni

ni: no informa

**Tabla 6:** Resultados informados por los laboratorios para el termómetro 302

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicacion del termómetro (°C)	Desvío (°C)	Incertidumbre	
				k	Temperatura (°C)
1	ni	0,00	0,40	2	0,14
	ni	30,00	0,05	2	0,24
	ni	60,00	0,10	2	0,24
	ni	90,00	0,30	2	0,25
2	ni	0,00	0,40	2	0,06
	ni	30,00	0,04	2	0,06
	ni	60,00	0,10	2	0,06
3	0,0	0,40	0,40	2	0,2
	30,0	30,0	0,00	2	0,2
	60,0	60,1	0,10	2	0,2
	90,0	90,2	0,20	2	0,2
4	ni	ni	ni	ni	ni
5	ni	0,40	0,41	2	0,15
	ni	30,15	-0,02	2	0,15
	ni	60,15	-0,02	2	0,15
	ni	90,30	0,18	2	0,20
6	0,02	0,00	-0,02	ni	0,11
	33,45	33,53	0,08	ni	0,08
	60,52	60,75	0,23	ni	0,06
	91,02	91,3	0,28	ni	0,06
7	ni	0,4	0,4	2	0,1
	ni	29,9	0,1	2	0,2
	ni	60,0	0,1	2	0,2
	ni	89,8	0,3	2	0,2
8	-0,052	0,4	0,38	2	0,09
	29,870	30,0	-0,07	2	0,13
	59,836	59,8	-0,34	2	0,13
	89,909	89,6	-0,85	2	0,16

ni: no informa



Tabla 6 (Continuación): Resultados informados por los laboratorios para el termómetro 302

Lab n°	Temperatura (°C)	Indicación del termómetro (°C)	Desvío (°C)	Incertidumbre	
				k	Temperatura (°C)
9	0,01	0,45	0,44	2	0,04
	29,91	29,94	0,03	2	0,04
	59,40	59,85	0,45	2	0,05
	88,94	89,60	0,66	2	0,05
10	0	ni	0,35	2	0,07
	30	ni	0,02	2	0,10
	60	ni	0,06	2	0,10
	90	ni	0,30	2	0,11
11	-0,46	-0,1	0,36	2	0,06
	29,29	29,4	0,06	2	0,06
	59,99	59,9	-0,13	2	0,07
	89,74	88,8	-0,94	2	0,06
12	ni	0,00	0,30	2	0,1
	ni	29,25	0,00	2	0,1
	ni	59,20	0,00	2	0,1
	ni	89,35	-0,15	2	0,1
13	-0,239	0,15	0,39	2	0,04
	29,668	29,70	0,03	2	0,04
	59,612	59,73	0,12	2	0,04
	89,582	89,54	-0,04	2	0,04
14	0,471	0,80	0,33	2	0,14
	30,150	30,10	-0,05	2	0,14
	59,686	59,68	-0,01	2	0,14
	90,101	90,20	0,10	2	0,14
15	ni	0,4	0,4	2	0,2
	ni	30,3	0,2	2	0,2
	ni	60,3	0,2	2	0,2
	ni	90,5	0,4	2	0,2
16	ni	0	0,4	3,53	0,1
	ni	30	0,1	3,53	0,1
	ni	60	0,0	3,53	0,1
	ni	90	-0,1	3,53	0,1

ni: no informa



**Tabla 7:** Valores de  $E_n$  de cada laboratorio respecto al valor de referencia para el termómetro de resistencia.

Lab n°	Temperatura (C°)	En
1	-10,02	0,4
	0	0,1
	99,99	0,3
	199,7	0,9
2	-10,04	0,5
	0	0,0
	100,01	0,1
	200,03	0,4
3	-10	0,5
	0	0,3
	100	0,0
	200	0,0
6	-9,95	-
	0	7,5
	101,04	0,9
	201,19	0,4
7	0	0,1
	100,95	0,2
	199,98	0,4
10	-10	0,4
	0	0,0
	100	0,1
	200	0,6

Lab n°	Temperatura (C°)	En
11	-10,36	0,2
	-0,45	0,6
	98,75	0,4
	198,62	3,2
12	-0,3	1,0
	100,7	0,0
	200,6	0,0
13	-10,218	1,2
	-0,239	1,2
	99,55	2,1
14	-9,9	0,1
	0,124	0,0
	100,132	0,4
15	200,14	0,2
	-10,88	0,4
	0,07	0,3
15	100,03	0,5
	199,83	2,3



**Tabla 8:** Valores de  $E_n$  de cada laboratorio respecto al valor de referencia para el termómetro BCT 7282.

Lab n°	Temperatura (C°)	En
1	99,9	0,0
	124,8	0,2
	149,8	0,2
2	99,9	0,1
	124,8	0,0
	149,8	0,7
3	100,0	0,4
	125,0	0,2
	150,0	0,2
4	125,9	0,3
	150,6	0,6
5	100,1	0,5
	125,0	0,1
	150,0	0,2
6	101,1	3,4
	126,1	2,5
	151,2	0,5
7	100,0	0,4
	125,0	0,6
	150,0	0,2
8	100,1	0,5
	125,1	0,4
	150,2	0,2

Lab n°	Temperatura (C°)	En
9	100,3	7,9
	125,1	11,3
	150,1	17,5
10	100,0	0,4
	125,0	1,0
	150,0	0,5
11	100,2	2,7
	125,1	2,8
	150,7	3,8
12	99,6	0,4
	125,6	0,1
	149,5	0,2
13	99,6	0,1
	124,5	0,2
	148,5	2,3
14	100,1	0,0
	125,1	0,5
	150,1	0,7
15	100,1	0,4
	125,0	0,2
	150,0	0,6





**Tabla 9:** Valores de  $E_n$  de cada laboratorio respecto al valor de referencia para el termómetro BCT 7369.

Lab n°	Temperatura (C°)	En
1	-0,1	0,0
	149,9	0,0
	174,7	0,3
	199,6	0,5
2	-0,1	0,4
	149,8	0,3
	174,7	0,4
	199,7	0,5
3	0,0	0,0
	150,0	0,2
	175,0	0,1
	200,0	0,1
4	175,4	0,4
	200,1	0,7
5	0,0	0,3
	149,7	0,1
	174,6	0,1
	199,5	0,7
6	0,0	0,6
	151,2	3,6
	176,2	2,8
	201,2	0,4
7	0,0	0,0
	150,1	1,0
	174,6	0,2
	199,6	0,2
8	-0,2	0,5
	150,2	1,2
	174,9	1,0
	198,8	1,5

Lab n°	Temperatura (C°)	En
9	0,0	0,3
	150,1	0,2
	174,7	0,1
	199,7	3,8
10	0,0	0,0
	150,0	0,5
	175,0	0,0
	200,0	0,3
11	-0,5	0,3
	150,0	0,5
	175,4	0,6
	201,1	0,4
12	-0,2	0,7
	149,9	0,5
	174,7	0,1
13	200,1	0,3
	-0,2	0,6
14	149,5	0,3
	0,5	0,7
	150,1	0,3
	175,2	0,1
15	200,1	0,1
	0,0	1,3
	150,1	0,6
	175,0	0,6
200,1	1,3	

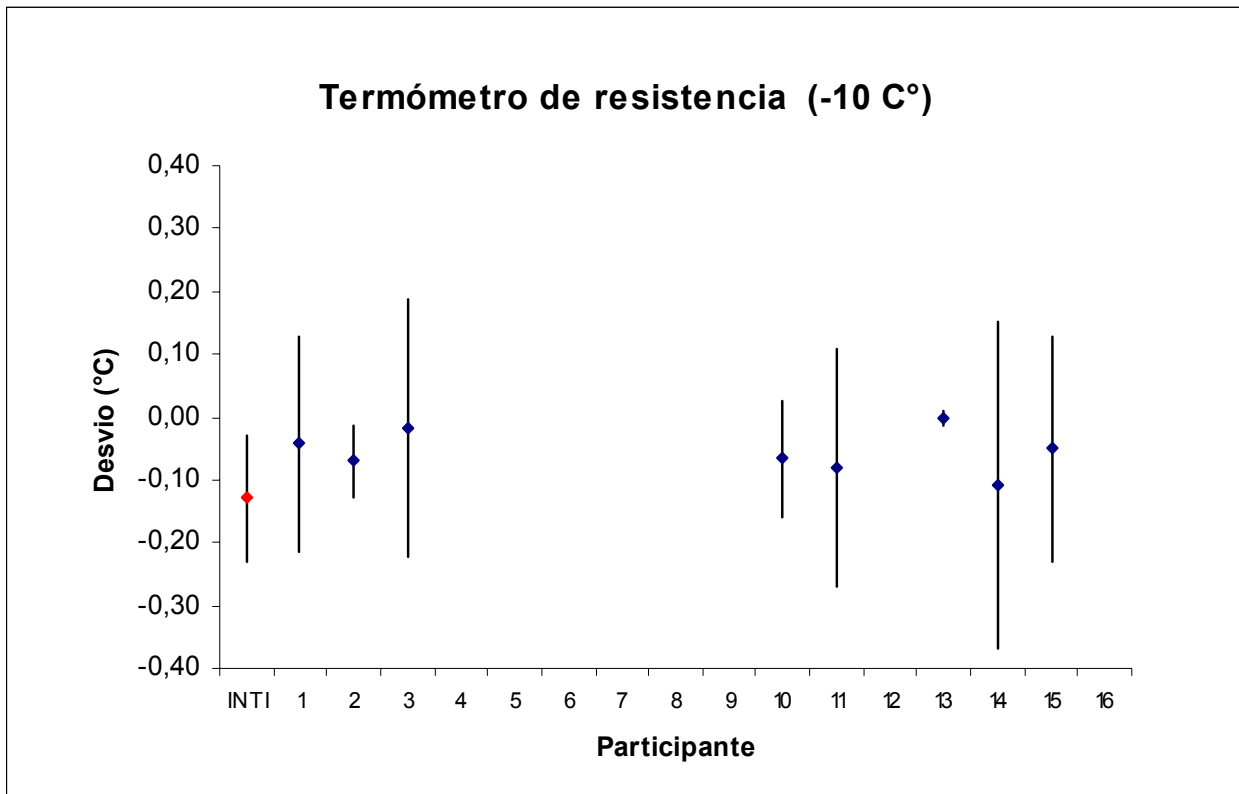
Tabla 10: Valores de  $E_n$  de cada laboratorio respecto al valor de referencia para el termómetro 302.

Lab n°	Temperatura (C°)	En
1	-0,4	0,0
	30,0	0,2
	59,9	0,0
	89,7	0,8
2	-0,4	0,0
	30,0	0,5
	59,9	0,0
3	0,0	0,0
	30,0	0,4
	60,0	0,0
	90,0	0,5
5	0,0	0,1
	30,2	0,7
	60,2	0,7
	90,1	0,5
6	0,0	2,8
	33,5	0,2
	60,5	1,1
	91,0	1,1
7	0,0	0,0
	29,8	0,0
	59,9	0,0
	89,5	0,9
8	-0,1	0,1
	29,9	1,0
	59,8	2,7
	89,9	3,5
9	0,0	0,4
	29,9	0,6
	59,4	3,1
	88,9	3,0

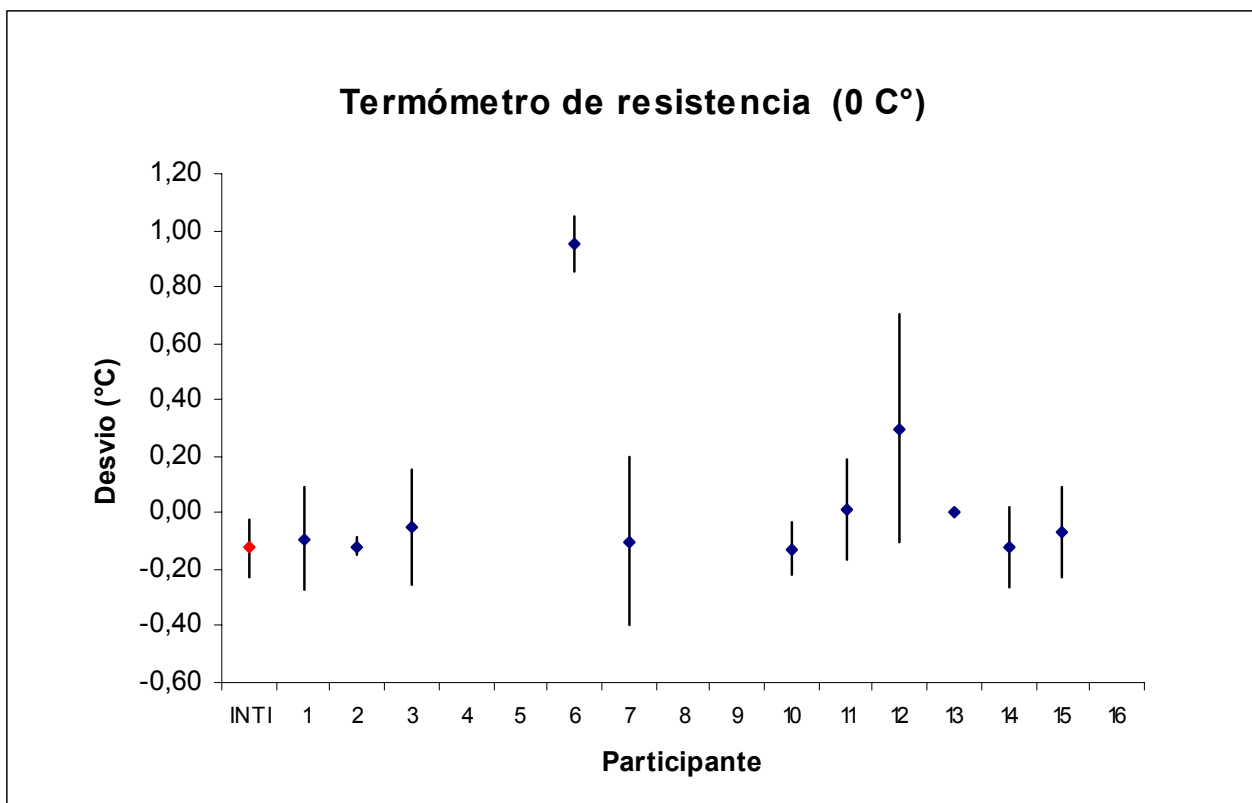
Lab n°	Temperatura (C°)	En
10	0,0	0,4
	30,0	0,6
	60,0	0,3
	90,0	1,1
11	-0,5	0,3
	29,3	0,3
	60,0	1,9
	89,7	4,7
12	-0,3	0,7
	29,3	0,7
	59,2	0,7
	89,5	0,9
13	-0,2	0,1
	29,7	0,6
	59,6	0,2
	89,6	0,5
14	0,5	0,4
	30,2	0,9
	59,7	0,6
	90,1	0,2
15	0,0	0,0
	30,1	0,4
	60,1	0,4
	90,1	1,2
16	-0,4	0,0
	29,9	0,0
	60,0	0,7
	90,1	0,7

Gráficos dónde se muestran los desvíos obtenidos por los participantes, con su incertidumbre correspondiente, y los valores de referencia obtenidos por el laboratorio de INTI.

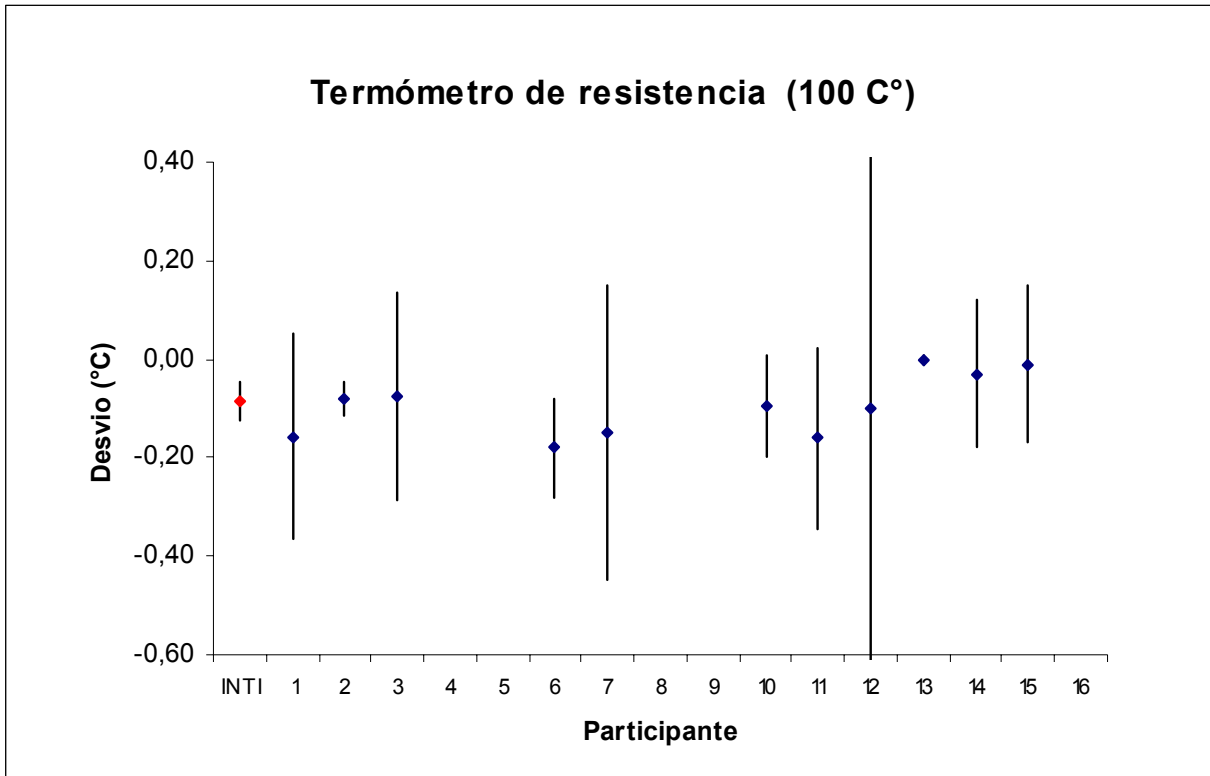
**Gráfico 1:** Desvíos con termómetro de resistencia a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$



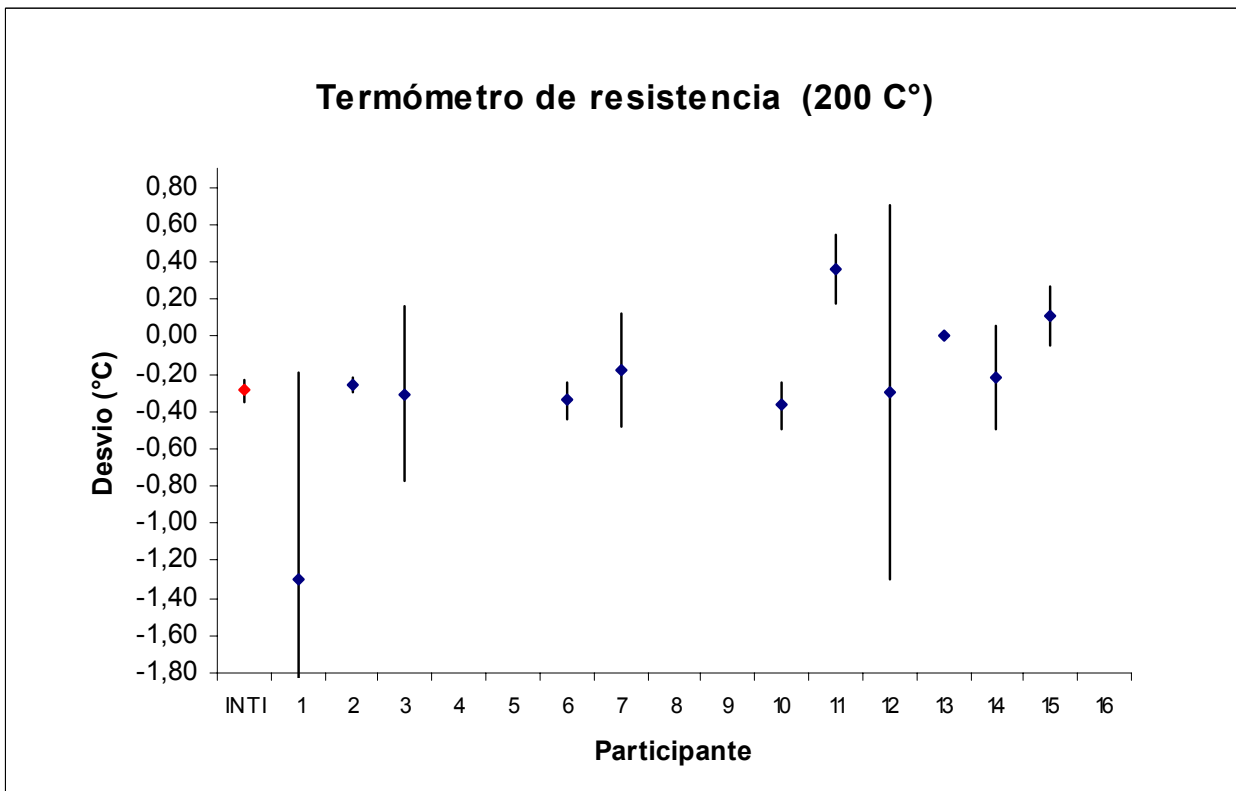
**Gráfico 2:** Desvíos con termómetro de resistencia a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$



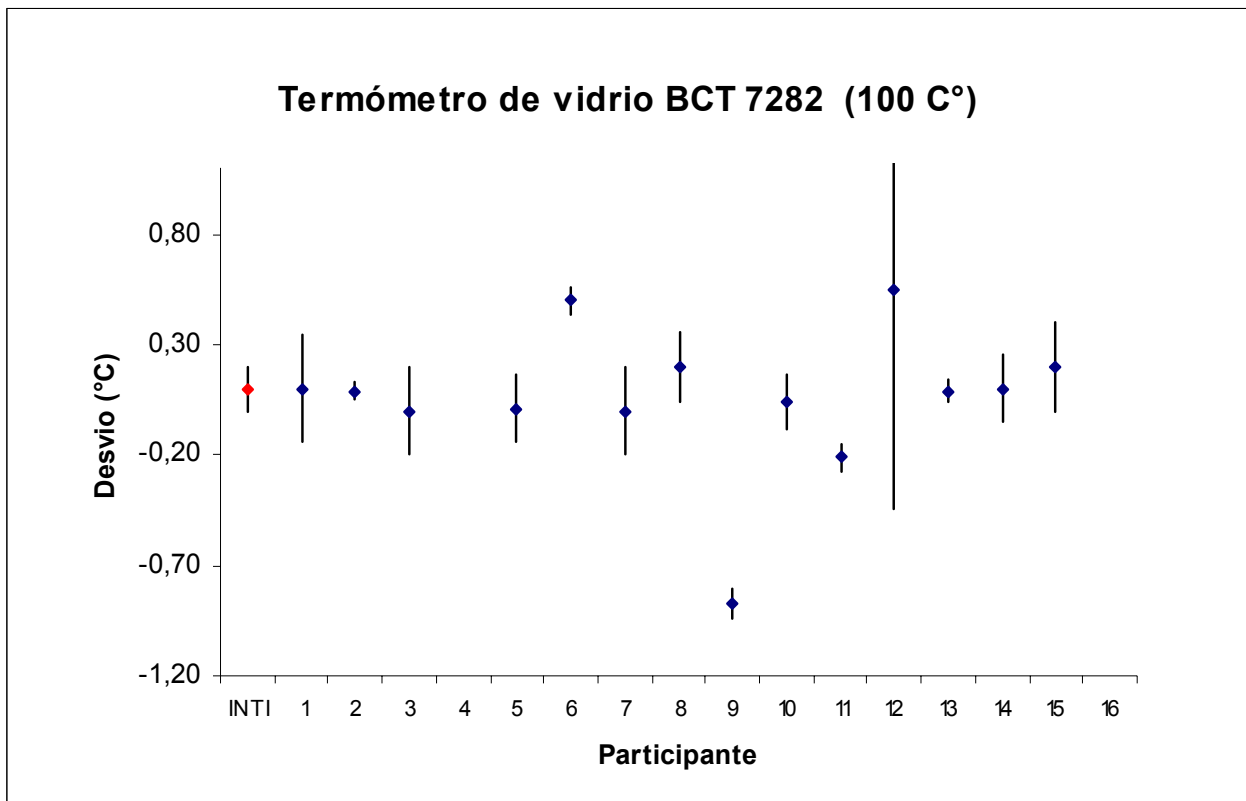
**Grafico 3:** Desvíos con termómetro de resistencia a 100 °C



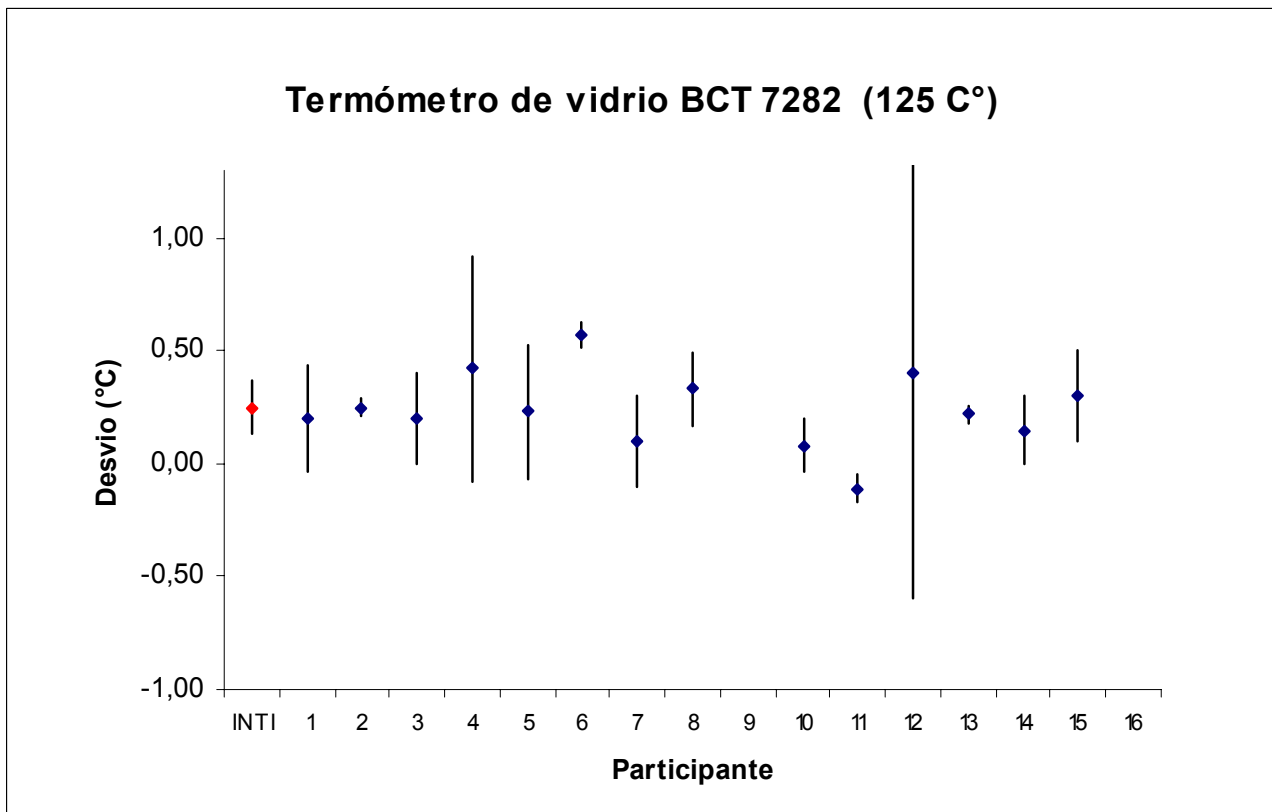
**Grafico 4:** Desvíos con termómetro de resistencia a 200 °C



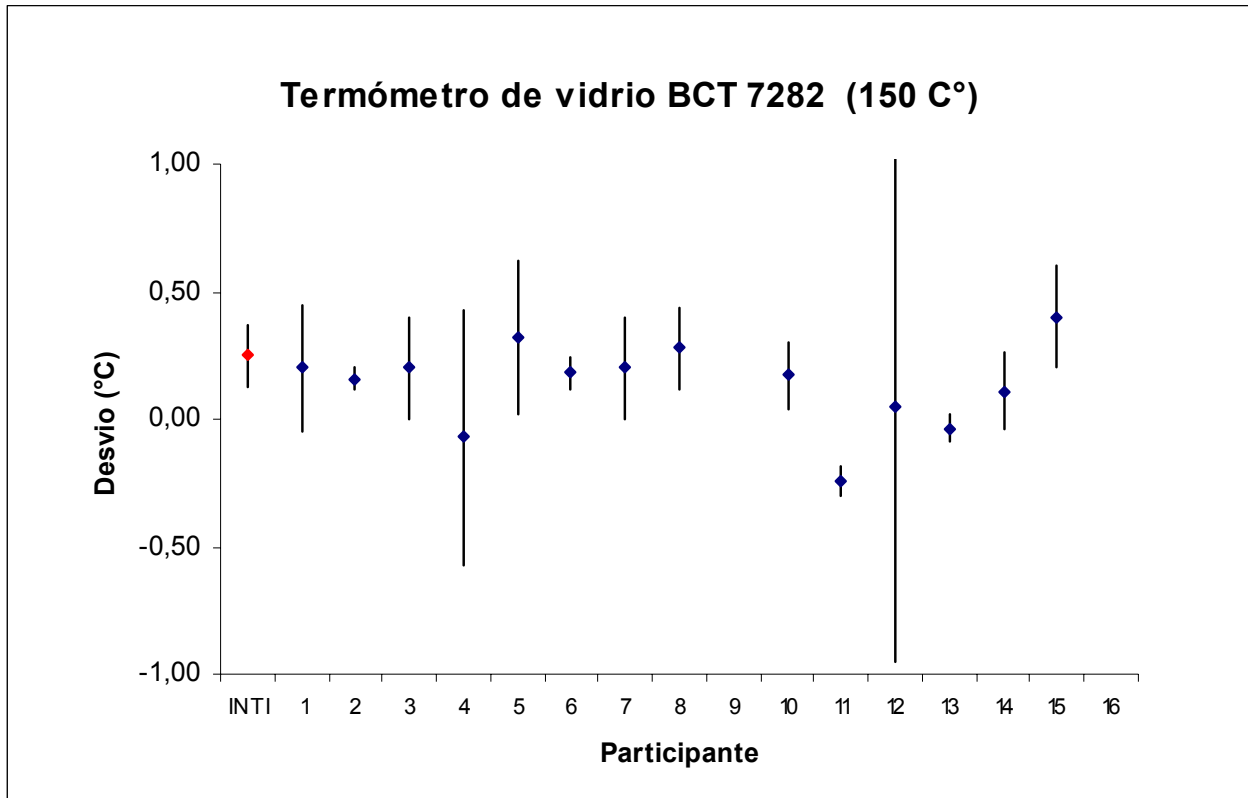
**Grafico 5:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7282 a 100 °C



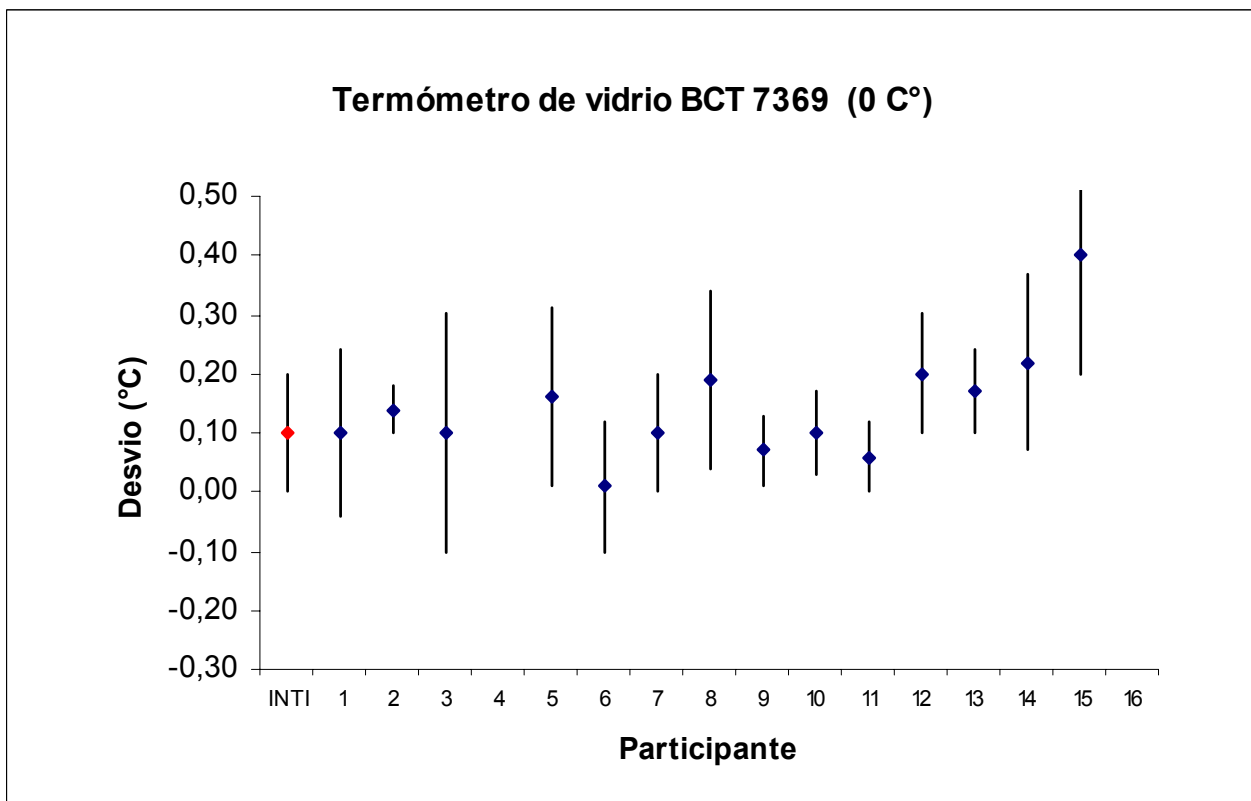
**Grafico 6:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7282 a 125 °C



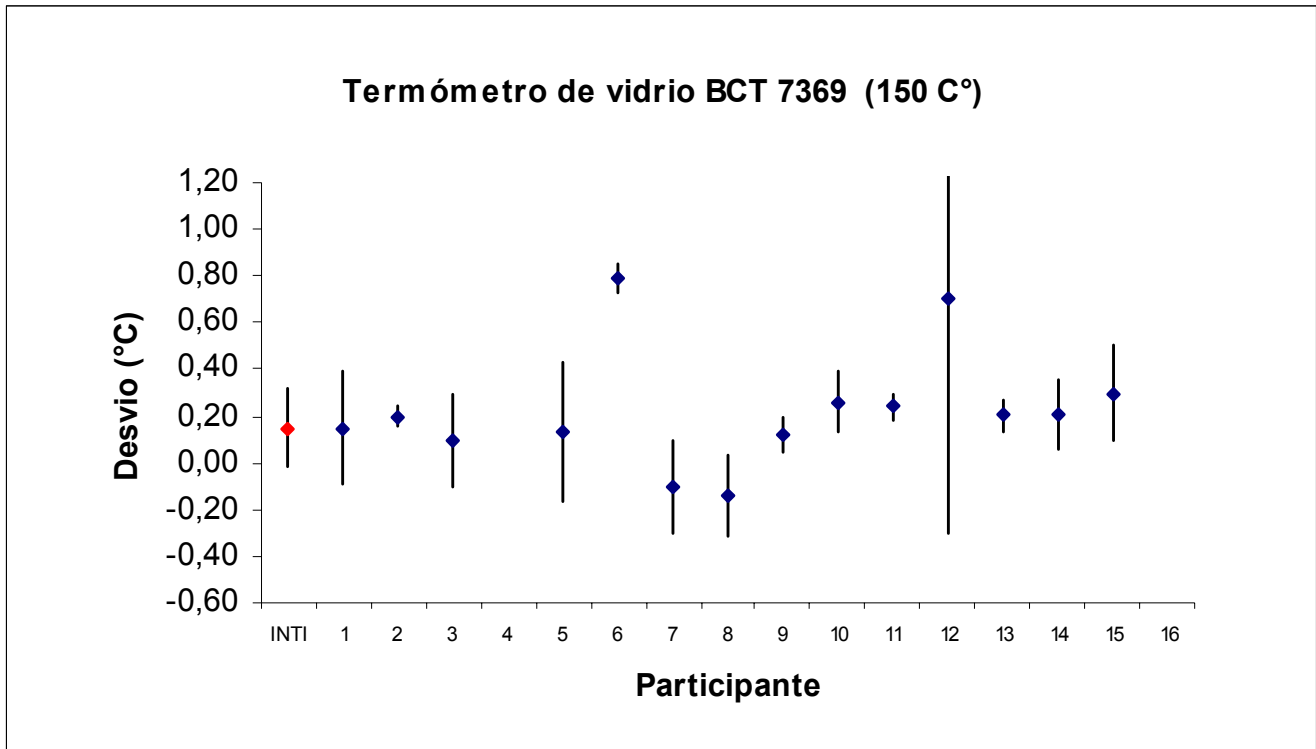
**Grafico 7:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7282 a 150 °C



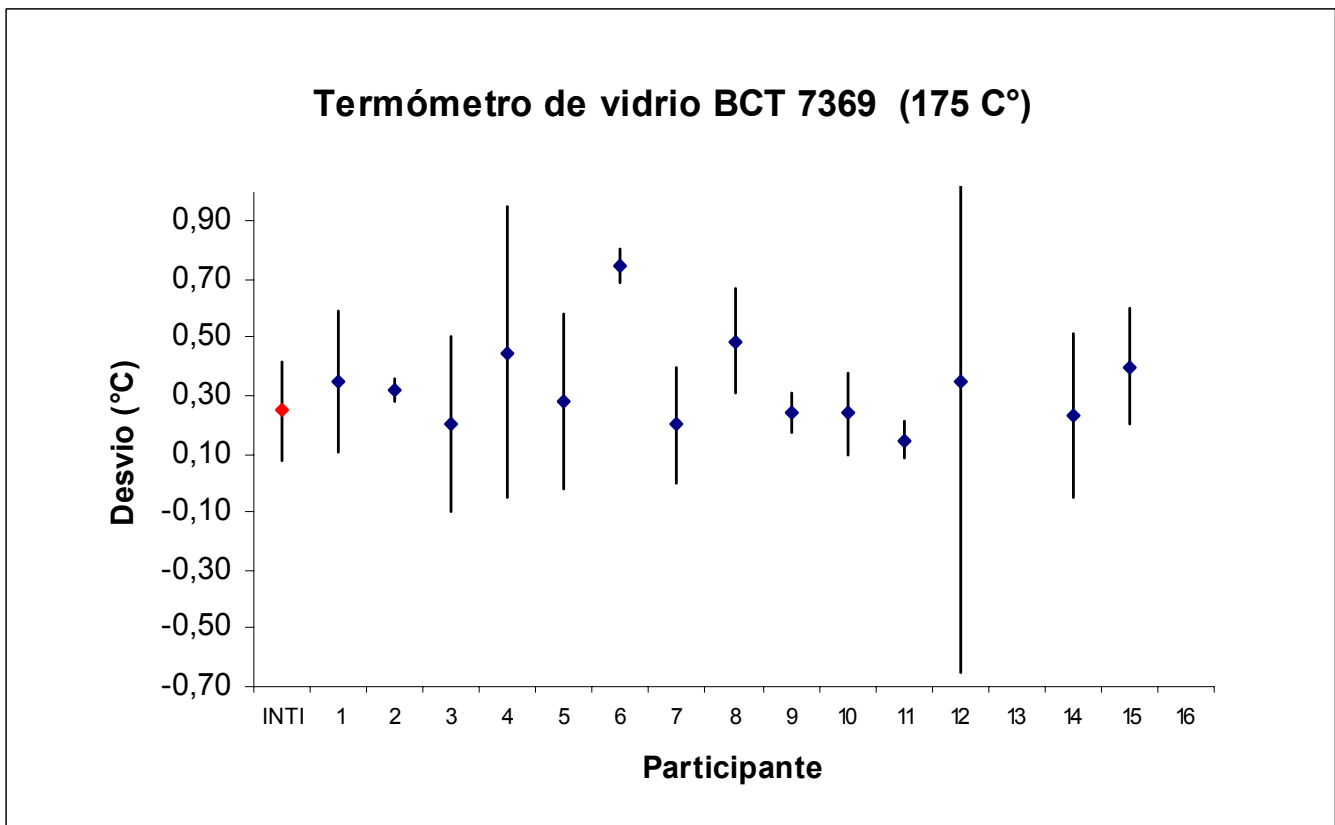
**Grafico 8:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7369 a 0 °C



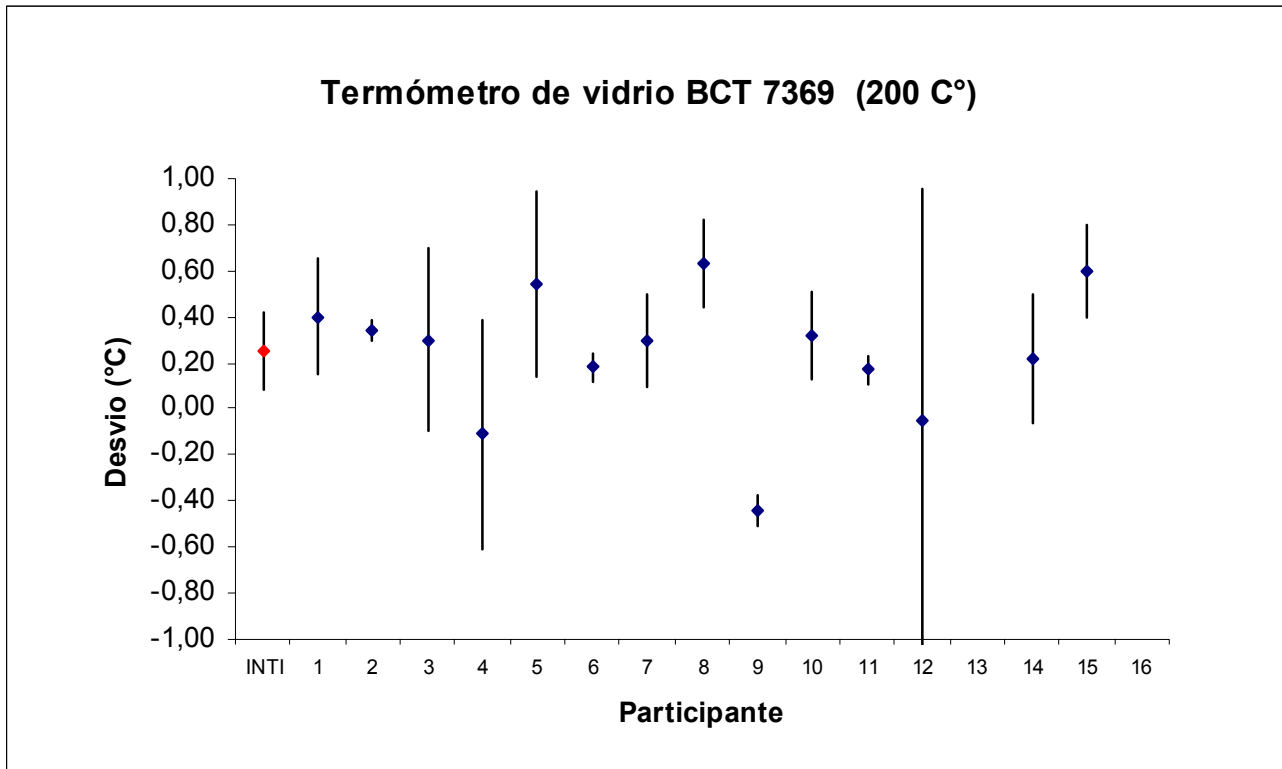
**Grafico 9:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7369 a 150 °C



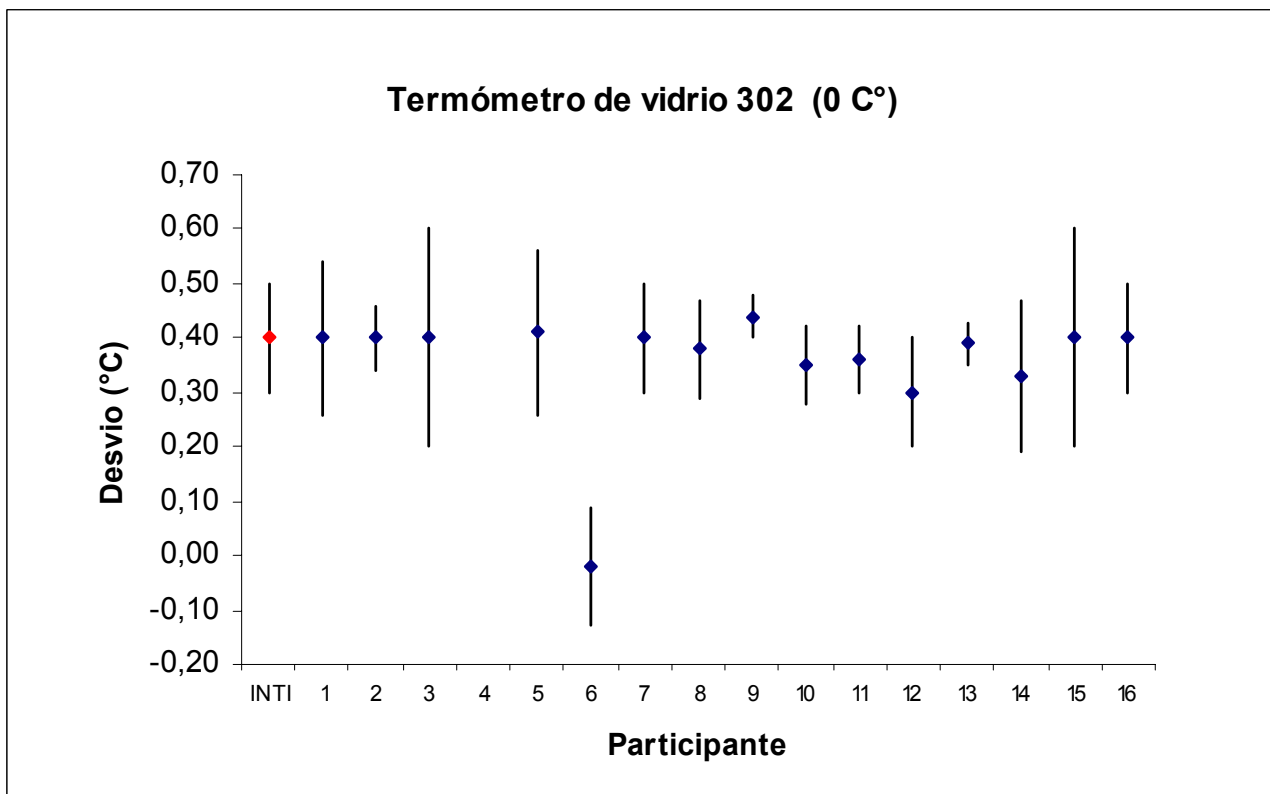
**Grafico 10:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7369 a 175 °C



**Grafico 11:** Desvíos con termómetro de vidrio BCT 7369 a 200 °C

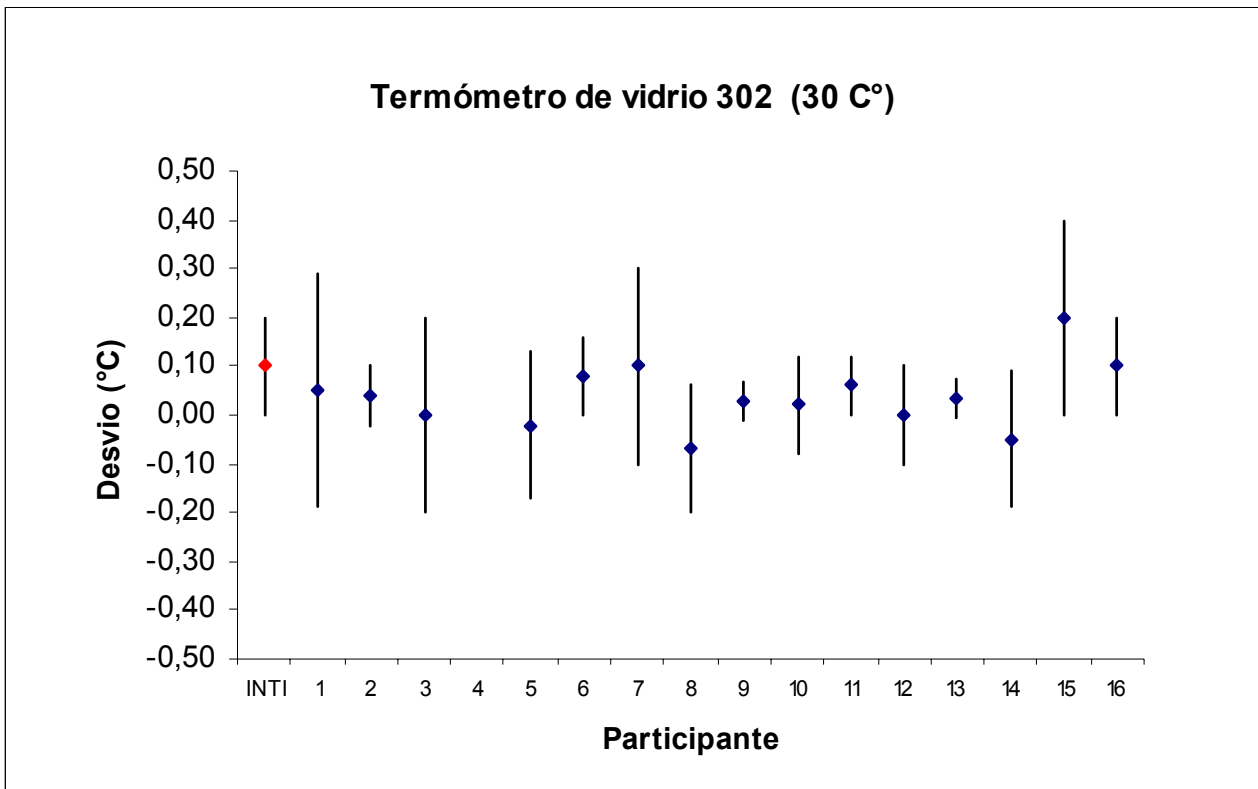


**Grafico 12:** Desvíos con termómetro de vidrio 302 a 0 °C

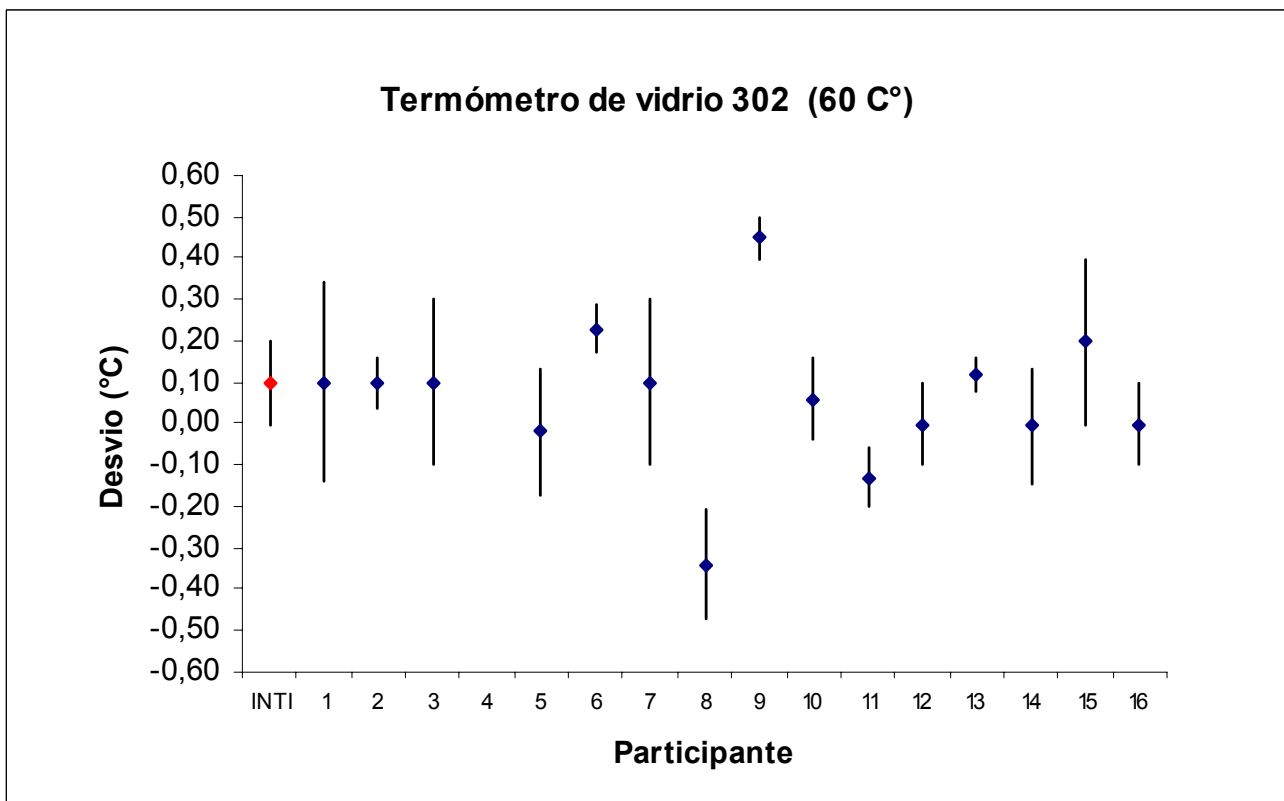




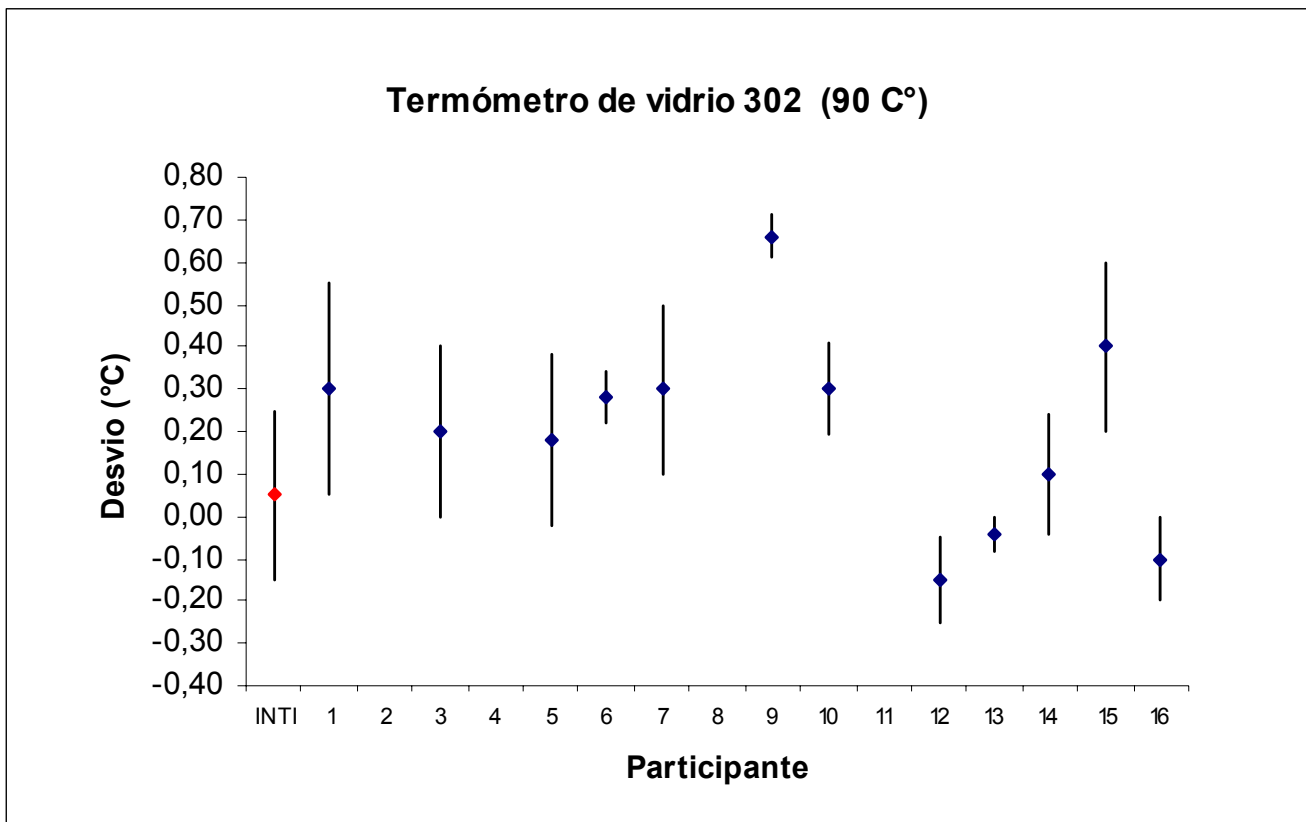
**Grafico 13:** Desvíos con termómetro de vidrio 302 a 30 °C



**Grafico 14:** Desvíos con termómetro de vidrio 302 a 60 °C



**Grafico 15:** Desvíos con termómetro de vidrio 302 a 90 °C





## REFERENCIAS

- [1] ISO Guide 43 (1997). Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons  
Part 1: Development and Operation of Proficiency Testing Schemes.  
Part 2: Selection and Use of Proficiency Testing Schemes by Laboratory Accreditation Bodies.
- [2] ISO 5725. Parts 1-6 (1998). Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results.
- [3] ISO 13528 (2002) Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- [4] Guide to the expression of uncertainty in measurement. ISO, Geneva, Switzerland 1993.