

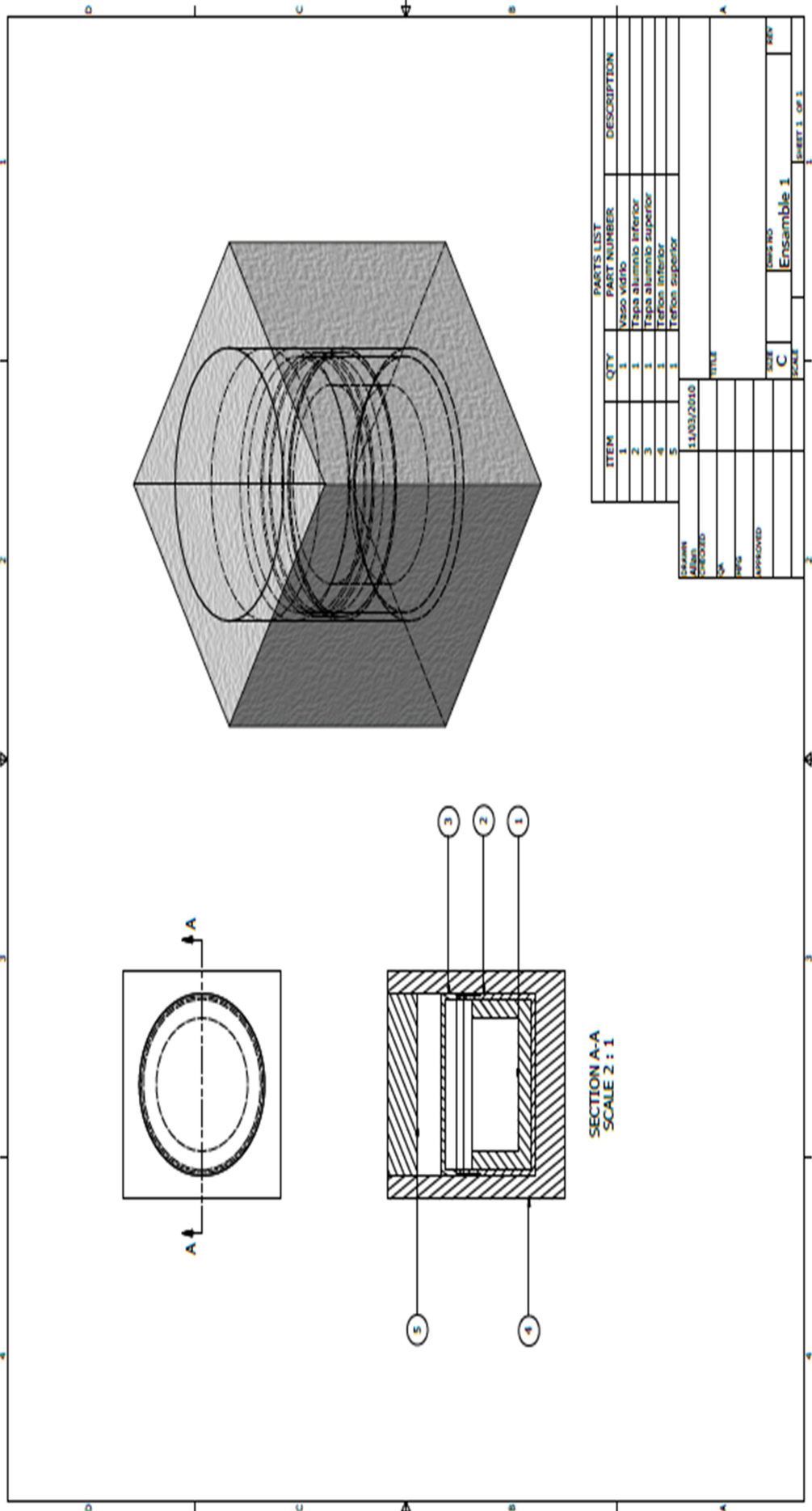
## ANEXOS

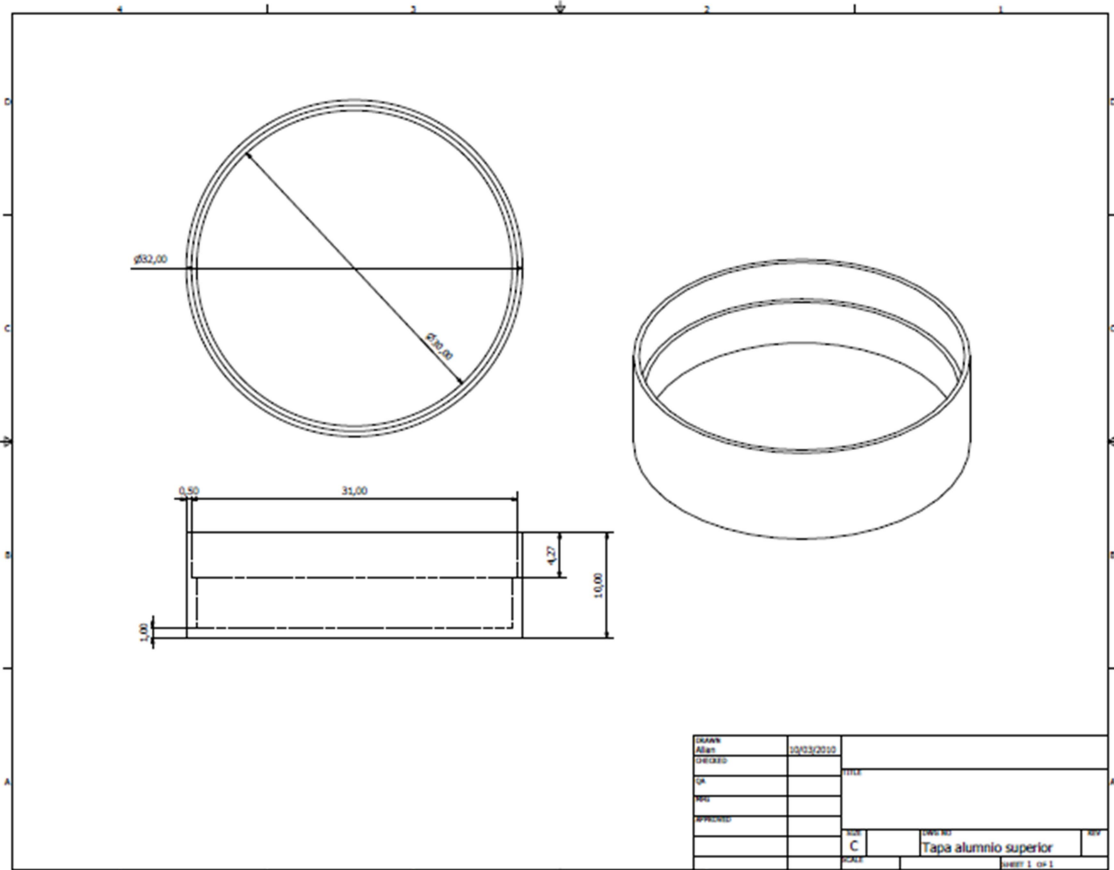
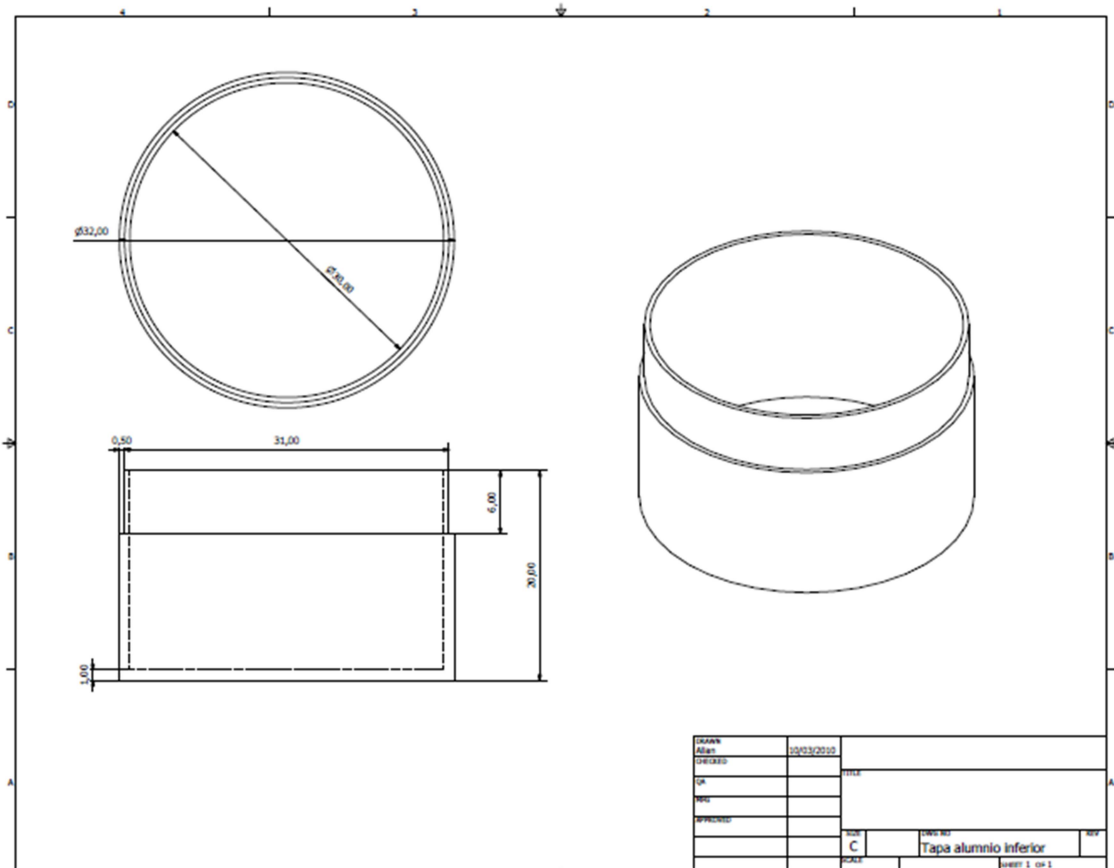
### Índice

Anexo 1: Planos Diseño de Cámara de Microbiología y recipiente de vidrio para la Cámara de Crecimiento (Elaborados por Ingeniero Alan Flores).....	2
Anexo 2: Medios de cultivo para <i>Phytophthora infestans</i> (cortesía del CIP- Lima _ Perú).....	6
Anexo 3: Protocolo de Ensamble del Sistema para el Paso de Medio de Cultivo.....	7
Anexo 4: Programa de sensado de temperatura y humedad relativa con el sensor SHT21, en lenguaje C , para el microcontrolador MSP430..	8
Anexo 5: Protocolo de Realización de Pruebas del sensor SHT21 .....	13
Anexo 6: Detalle de Resultados de Pruebas del sensor SHT21 .....	15



**Anexo 1: Planos Diseño de Cámara de Microbiología y recipiente de vidrio para la Cámara de Crecimiento (Elaborados por Ingeniero Alan Flores)**









**Anexo 2: Medios de cultivo para *Phytophthora infestans* (cortesía del Centro Internacional de la Papa "CIP" Lima, Perú)**

**Phytophthora Infestans Culture Media**

Medio de cultivo de latencia a base de centeno (RYE)

Ingredients (for 1 lt)	RYE A	RYE B
Rye	60 g	60 g
Sucrose	20 g	20 g
B -sistosterol	0 g	0.05 g
Agar	15 g	15 g
Purpose	Maintenance	Sporulation, Selective*

\*The selective media is prepared by adding antibiotics

**V8** Medio de cultivo enriquecido con nutrientes

Ingredients (for 1 lt)	10% Clarified	10% Unclarified	15% Unclarified
V8 juice	100 ml	100 ml	150 ml
Ca CO3	1.14 g	1 g	1.5 g
B -sistosterol	0.05 g	0.05 g	0.05 g
Agar	15 g	15 g	15 g
Purpose	Mating type	Sporulation, Selective*	Sporulation

**Antibiotics**

**Cornell medium**

Antibiotics	Stock/10 ml DMSO	Stock/100 ml DMSO	Store
Vancomycin	0.100 g	1.000	
PolymiximB sulfate	0.500 g	5.000	2-8°C
Ampicillin	0.200 g	2.000	2-8°C
Rifampicin	0.020 g	0.200	-20°C
PCNB (75% WP)	0.067 g	0.670	Room Temperature
Benlate (50% WP)	0.100 g	1.000	Room Temperature

**Hohl medium**

Antibiotics	Stock/10 ml DMSO	Stock/100 ml DMSO	Store
Griseofulvin	0.020 g	0.200	-20°C
Nystatin	0.019 g	0.190	-20°C
<ethopurine	0.010 g	0.100	Room Temperature
Rifampicin	0.005 g	0.050	Room Temperature
Nalidixic acid	0.030 g	0.300	0°C
8-Azaguanine	0.005 g	0.050	Room Temperature
Neomycin	0.040 g	0.400	Room Temperature
Benlate	0.030 g	0.300	

### **Anexo 3: Protocolo de Ensamble del Sistema para el Paso de Medio de Cultivo**

En este procedimiento se exponen los pasos a seguir para el ensamble correcto de la Cámara de Crecimiento (CC), con la Micro-Válvula y con la Cámara de Almacenamiento (CA):

1. Verificar que las cámaras se encuentren completamente limpias, mediante un proceso de esterilización. Para esto se deben calentar todos los componentes en un autoclave.
2. Cubrir con teflón el conector roscado de la CA y el conector de la CC.
3. Introducir 2ml de medio de cultivo (para las pruebas se utilizó agua) en la CA por la parte posterior y cerrar bien, utilizar teflón en las juntas para sellar mejor.
4. Unir la CA con la micro-válvula, mediante roscado en la base de la micro-válvula. La CA debe colocarse en sentido opuesto a la flecha horizontal que se indica en la micro-válvula.
5. Con ayuda de una compresora a 20PSI, inyectar oxígeno a través del pitón de la CA para aumentar la presión en su interior.
6. Ensamblar la CC (con el inóculo) en la base de la micro-válvula hasta que quede completamente sellado.
7. Utilizar pegamento extra fuerte, resistente a superficies lisas, calor y frío intensos y presiones muy altas, en las juntas para asegurar que no exista ningún tipo de fuga. Esto ayuda a que las juntas que están unidas con presión no presente fugas.

#### Anexo 4: Programa de sensado de temperatura y humedad relativa con el sensor SHT21, en lenguaje C , para el microcontrolador MSP430.

```

//*****
// Monitoreo de temperatura y humedad relativa con el sensor SHT-21
//
// Descripción: Este programa comunica al microprocesador MSP430 con el sensor
// SHT21
// para leer sus datos.
//*****
#include "msp430x26x.h"

unsigned char TXData;

unsigned char RXData;

unsigned char indica;

unsigned char intr_rx;

unsigned char DATA_RX[4];

unsigned char cont;

unsigned char cont_p;

unsigned char tor;

unsigned int i;

void espera_envio (void)
{
enviando:
    indica = IFG2 & 0x08;

    if (indica == 0x08) {;} else {goto enviando;} // indica = 0x08 se envió el dato
}

void config_i2c (void)
{
    UCB0CTL1 |= UCSWRST;           // Habilita la configuración
    UCB0CTL0 = UCMST + UCMODE_3 + UCSYNC; // Master, I2C, Sincrono
    UCB0CTL1 = UCSSEL_2 + UCSWRST; // SMCLK
    UCB0BR0 = 0x0A;                // fSCL = SMCLK/10 = 100kHz
    UCB0BR1 = 0;
}

```



```

UCB0I2CSA = 0x40;           // Dirección del slave

UCB0CTL1 &= ~UCSWRST;      // Comunicación activada

IFG2 &= ~(UCB0RXIFG);

IE2 |= UCB0RXIE;          // Habilita la recepción

__bis_SR_register(GIE);    // Habilita las interrupciones
}

void main(void)

{

WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;  // Detiene el watchdog

BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ;     // SMCLK a 1MHz

DCOCTL = CALDCO_1MHZ;

intr_rx = 0;

cont = 0;

tor = 0;

cont_p = 0;

P3SEL |= 0x06;             // Configura los pines para la comunicación I2C

P3DIR |= 0x01;

P3OUT |= 0x01;            // P3.0 para activar la comunicación I2C

/* Configuración de la comunicación I2C

config_i2c();

/* Lectura de datos

repite:

//Temperatura

/* Nueva trama lectura (parte 1)

UCB0CTL1 |= UCTR + UCTXSTT; // Transmisión y envío del START

/* Envío de data

TXData = 0xe3;            // Carga la data a enviar

tor = 1;                  // Transmisión

```

```

IE2 |= UCB0TXIE;           // Habilita la transmisión

espera_envio();

/* Nueva trama lectura (parte 2)

tor = 2;                   // Transmisión

while (UCB0CTL1 & UCTXSTT);

UCB0CTL1 &= ~UCTR;        // Recepción

UCB0CTL1 |= UCTXSTT;      // Envío del START

graba:

if (intr_rx == 1) {intr_rx = 0; DATA_RX[cont] = RXData; cont += 1;} else {goto
graba;}

if (cont == 4) {IE2 &= ~(UCB0RXIE);} else {tor = 2; goto graba;}

while (UCB0CTL1 & UCTXSTT);

UCB0CTL1 |= UCTXSTP;      // Envía el STOP

IFG2 &= ~(UCB0RXIFG);

cont = 0;

i = 0xff;

while (i) {i--;}

config_i2c();

//Humedad Relativa

/* Nueva trama lectura (parte 1)

UCB0CTL1 |= UCTR + UCTXSTT; // Transmisión y envío del START

/* Envío de data

TXData = 0xe5;           // Carga la data a enviar

tor = 1;                 // Transmisión

IE2 |= UCB0TXIE;        // Habilita la transmisión

espera_envio();

/* Nueva trama lectura (parte 2)

tor = 2;                 // Transmisión

```

```

while (UCB0CTL1 & UCTXSTT);

UCB0CTL1 &= ~UCTR;           // Recepción
UCB0CTL1 |= UCTXSTT;        // Envío del START

graba2:

if (intr_rx == 1) {intr_rx = 0; DATA_RX[cont] = RXData; cont += 1;} else {goto
graba2;}

if (cont == 4) {IE2 &= ~(UCB0RXIE);} else {tor = 2; goto graba2;}

while (UCB0CTL1 & UCTXSTT);

UCB0CTL1 |= UCTXSTP;        // Envía el STOP
IFG2 &= ~(UCB0RXIFG);

cont = 0;
i = 0xff;
while (i) {i--;}
config_i2c();
goto repite;
while (1) {;}
}

/* Subrutina de interrupción de la transmisión y recepción
#pragma vector = USCIAB0TX_VECTOR
__interrupt void USCIAB0TX_ISR(void)
{
if (tor == 1)
{
UCB0TXBUF = TXData;
IE2 &= ~UCB0TXIE;
tor = 0;
}
if (tor == 2)

```

```
{  
  RXData = UCB0RXBUF;  
  intr_rx = 1;  
  tor = 0;  
}  
}
```



## Anexo 5: Protocolo de Realización de Pruebas del sensor SHT21

Este protocolo detalla el procedimiento seguido para la realización de las pruebas del sensor SHT21 con un cultivo de lentejas, en germinación.

1.- Se germinaron las lentejas, en tres envases pequeños idénticos (con tapa, de plástico delgado) , por 3 días.

Las lentejas se colocaron en los envases hasta copar casi por completo sus bases. Por las noches, las lentejas se cubrían con agua hasta que se encontraban totalmente sumergidas. Por las mañanas, se escurría el agua de los envases dejando las lentejas húmedas.

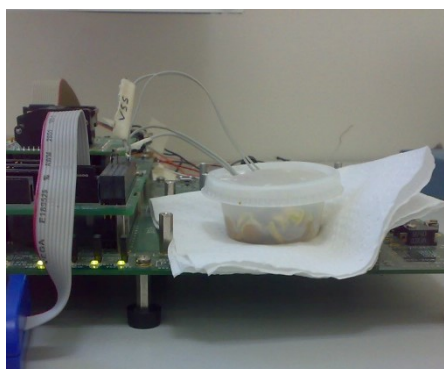
2.- Al cabo de dos días las lentejas se observaron de la siguiente manera:



**Figura. No. 31** Envase con lentejas germinando

3.- Para empezar con los ensayos de calentamiento y enfriamiento de las muestras de lentejas, primero se mide las condiciones normales de las muestras.

3.1. Se midió la temperatura y la humedad relativa de cada muestra (a temperatura ambiente).



**Figura. No. 32** El sensor se ubica dentro del envase con lentejas

3.2. Se registraron los datos obtenidos en las tablas 2, 3 y 4.

4.- Se midió la temperatura y humedad relativa del ambiente donde se desarrolla el experimento con el sensor SHT21. Tabla 5.

5.- Una de las muestras se introdujo en la congeladora de una refrigeradora y se esperó entre 45 a 60 minutos.

6.- Otra de las muestras se colocó al interior de un táper cerrado (hermético, de plástico grueso) con agua caliente, sin permitir que el agua ingrese dentro de la muestra, y se esperó alrededor de 30 min.



**Figura. No. 33** Muestra en agua caliente

7.- La última muestra se mantuvo a condiciones normales, ya que es la muestra de control.

8.- Pasados los 30 minutos, se retiró la segunda muestra del taper con agua caliente, se secó el envase completamente y se colocó el sensor dentro de la muestra.

- Se midió la temperatura y humedad relativa. Tabla 6.
- Se midió también la temperatura y humedad relativa en la muestra de control. Tabla 7

9.- Pasado el tiempo indicado, se retiró la primera muestra de la congeladora, se secó el envase completamente y se colocó el sensor dentro de la muestra.

- Se midió la temperatura y humedad relativa. Tabla 8
- Se mide la temperatura y humedad relativa en la muestra de control.

Tabla 9

## Anexo 6: Detalle de Resultados de Pruebas del sensor SHT21

Como se observa en el “Anexo 4” se tomaron tres muestras de lentejas recién germinadas, la primera de ellas “Muestra 1” fue de control y se mantuvo siempre a temperatura del ambiente; la siguiente “Muestra 2” se sometió a un enfriamiento, para conseguir un nivel de temperatura bajo; y la “Muestra 3” se sometió a un calentamiento, para conseguir un nivel de temperatura alto.

En las siguientes tablas 2, 3, 4 y 5 observamos las primeras mediciones de las tres muestras a temperatura del ambiente. En las primeras columnas, los valores St son los valores de temperatura registrados por el sensor, en hexadecimal (cifras más significativas) y en decimal respectivamente; seguidamente se indica el valor de la Temperatura en °C, hallado con la fórmula 10 que se indicó anteriormente; Sh, indica el registro de los valores de la humedad relativa registrados por el sensor, en hexadecimal y en decimal respectivamente. La columna final indica el valor de la humedad relativa en %, hallado con la fórmula 9 indicada.

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
6584	25988	<b>22,83</b>	C2EB	49899	<b>89,17</b>
6580	25984	<b>22,82</b>	C2FB	49915	<b>89,21</b>
657C	25980	<b>22,81</b>	C30B	49931	<b>89,24</b>
6570	25968	<b>22,78</b>	C32B	49963	<b>89,30</b>

**Tabla. 2** “Muestra 1-Control” a temperatura ambiente

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
65F0	26096	<b>23,12</b>	B917	47383	<b>84,38</b>
65EC	26092	<b>23,11</b>	B927	47399	<b>84,41</b>
65E8	26088	<b>23,10</b>	B947	47431	<b>84,47</b>
65E8	26088	<b>23,10</b>	B9B7	47543	<b>84,68</b>

**Tabla. 3** “Muestra 2” a temperatura ambiente

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
657C	25980	<b>22,81</b>	BC7F	48255	<b>86,04</b>
6574	25972	<b>22,79</b>	BC8F	48271	<b>86,07</b>
6574	25972	<b>22,79</b>	BC9F	48287	<b>86,10</b>
6570	25968	<b>22,78</b>	BCDF	48351	<b>86,22</b>

**Tabla. 4** “Muestra 3” a temperatura ambiente

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
62E8	25320	<b>21,04</b>	5E42	24130	<b>40,02</b>
62B0	25264	<b>20,89</b>	5DB2	23986	<b>39,75</b>
627C	25212	<b>20,75</b>	5D72	23922	<b>39,63</b>
6270	25200	<b>20,72</b>	5E52	24146	<b>40,05</b>
6270	25200	<b>20,72</b>	5E92	24210	<b>40,18</b>
6268	25192	<b>20,70</b>	5E72	24178	<b>40,12</b>

**Tabla. 5** Sensor en el ambiente del “cuarto limpio”

Se puede observar que al iniciar la experiencia la temperatura y humedad relativa, obtenidas a temperatura ambiente de las tres muestras se encuentran estables y son similares, por lo que se encuentran en las mismas condiciones. Asimismo la tabla 3 indica las condiciones del ambiente externo a las muestras, reflejando que la temperatura es casi la misma (él o los dos grados de más se puede justificar por el manipuleo y contacto de las personas y los instrumentos del entorno) y la humedad relativa es menor, esto es entendible por la menor concentración que hay en los recipientes del ensayo y porque el “Cuarto limpio” del INRAS es un espacio más grande y controlado.

Luego, se realizó el experimento con la muestra 3 sometida a calentamiento.

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
8C5C	35932	<b>49,49</b>	B826	47142	<b>83,92</b>
8C2C	35884	<b>49,36</b>	B836	47158	<b>83,95</b>
8BEC	35820	<b>49,19</b>	B856	47190	<b>84,01</b>
8BD0	35792	<b>49,12</b>	B866	47206	<b>84,04</b>
8BB0	35792	<b>49,12</b>	B866	47206	<b>84,04</b>
8B84	35716	<b>48,91</b>	B876	47222	<b>84,07</b>
8AAC	35500	<b>48,34</b>	B8C6	47302	<b>84,22</b>

**Tabla. 6** “Muestra 3” sometido a calentamiento

St (hex)	St (dec)	Temperatura (°C)	Sh (hex)	Sh (dec)	Humedad Relativa (%)
6884	26756	<b>24,89</b>	c127	49447	<b>88,31</b>
6884	26756	<b>24,89</b>	C137	49463	<b>88,34</b>
6870	26736	<b>24,84</b>	C157	49495	<b>88,40</b>
6858	26712	<b>24,77</b>	C167	49511	<b>88,43</b>
6844	26692	<b>24,72</b>	C187	49543	<b>88,50</b>
6838	26680	<b>24,69</b>	C1A7	49575	<b>88,56</b>
67B0	26544	<b>24,32</b>	C2AB	49835	<b>89,05</b>

**Tabla. 7** “Muestra 1-Control” después de la experiencia en caliente



En esta experiencia, la Muestra 3 llegó a una temperatura máxima de 49.49°C con una humedad relativa de 83.92%. Al pasar el tiempo, como es lógico la temperatura va decayendo y la humedad relativa va en aumento pero casi se mantienen constantes. Se pudo observar que debido al calentamiento las semillas se sancocharon y por ello no producen mayor humedad relativa.

Por último se realizó el experimento sometiendo a la muestra 2 a un enfriamiento.

<b>St (dec)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sh (hex)</b>	<b>Sh (dec)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
19244	<b>4,75</b>	D9B7	55735	<b>100,31</b>
19280	<b>4,84</b>	D997	55703	<b>100,25</b>
19308	<b>4,92</b>	D987	55687	<b>100,21</b>
19340	<b>5,01</b>	D977	55671	<b>100,18</b>
22164	<b>12,58</b>	D38B	54155	<b>97,29</b>
22176	<b>12,61</b>	D38B	54155	<b>97,29</b>
22192	<b>12,65</b>	D37B	54139	<b>97,26</b>
22200	<b>12,67</b>	D36B	54123	<b>97,23</b>
23048	<b>14,95</b>	CE73	52851	<b>94,81</b>
23416	<b>15,93</b>	CE63	52835	<b>94,77</b>
23432	<b>15,98</b>	CE53	52819	<b>94,74</b>

**Tabla. 8** “Muestra 2” sometido a enfriamiento

<b>St (hex)</b>	<b>St (dec)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sh (hex)</b>	<b>Sh (dec)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
6348	25416	<b>21,30</b>	CCEF	52463	<b>94,07</b>
6344	25412	<b>21,29</b>	CCEF	52463	<b>94,07</b>
6348	25416	<b>21,30</b>	CCFF	52479	<b>94,10</b>
6348	25416	<b>21,30</b>	CCFF	52479	<b>94,10</b>
6344	25412	<b>21,29</b>	CCFF	52479	<b>94,10</b>
6348	25416	<b>21,30</b>	CD0F	52495	<b>94,13</b>

**Tabla. 9** “Muestra 1-Control” después de la experiencia en frío

En esta experiencia se pudo llegar hasta 4.75°C de temperatura y hasta el 100% de humedad relativa. Al transcurrir el tiempo y dejar la muestra a temperatura del ambiente, su temperatura fue aumentando y su humedad relativa disminuyendo.

De los resultados de estos experimentos se puede concluir que el sensor funciona correctamente llegando a medir las variaciones de temperatura y humedad relativa con gran precisión dentro de sus parámetros de operación.

En la figura No. 34 se observa la diferencia entre las lentejas de la “Muestra 2” y la “Muestra 3”, luego de ser sometidos a distintos cambios de temperatura.



**Figura No. 34.** Izq. Muestra 2 sometida a frío. Der. Muestra 3 sometida a calor

