



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y  
AVIÓNICA

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO  
DE PARÁMETROS AMBIENTALES COMO TEMPERATURA Y  
HUMEDAD CON ALARMA REMOTA VÍA SMS PARA CONTRIBUIR  
AL PROCESO DE CULTIVOS EN LOS PRODUCTOS FRUTALES  
DEL INVERNADERO RICAURTE DEL CANTÓN CHAMBO,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**

**AUTOR: AMAGUAYO GARCÍA JUAN JOSÉ**

**DIRECTOR: ING. JORGE PARDO IBARRA, MSC**

FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 13/12/11

CÓDIGO: SGC.DI.260

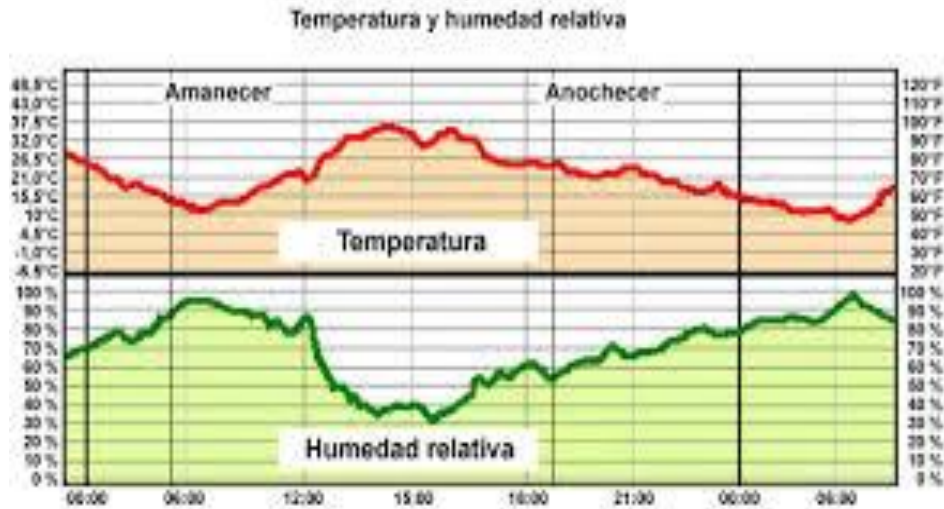
VERSIÓN: 1.0





# Objetivos Específicos

Investigar



Michael Baker



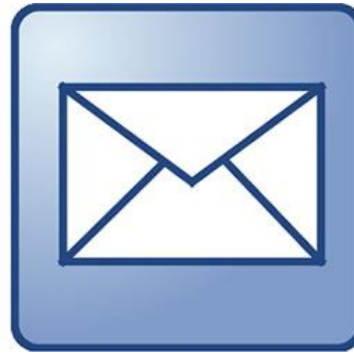
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA





# Objetivos Específicos

Establecer



# Objetivos Específicos

Realizar



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Variables Físicas

VARIABLE	VALORES OPTIMOS	DAÑO POR VALORES ALTOS	DAÑO POR VALORES BAJOS
Temperatura	15 a 20 %	Maduración y coloración demasiada rápida, produciendo frutos pequeños.	Frutos deformados por el frío.
Humedad Relativa	60 a 75%	Enfermedades por hongos.	Daños fisiológicos, deshidratación de las pantas, en casos extremos produce muerte.







<b>SENSOR</b>	<b>DHT11</b>	<b>DHT22</b>
<b>Alimentación</b>	$3\text{Vdc} \leq V_{cc} \leq 5\text{Vdc}$	$3.3\text{Vdc} \leq V_{cc} \leq 6\text{Vdc}$
<b>Señal De Salida</b>	Digital	Digital
<b>Rango De Medida Temperatura</b>	De 0 a 50 °C	De -40°C a 80 °C
<b>Precisión Temperatura</b>	$\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$	$<\pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$
<b>Resolución O Sensibilidad</b>	0.1°C	0.1°C
<b>Rango De Medida Humedad</b>	De 20% a 90% RH	De 0 a 100% RH
<b>Precisión Humedad</b>	4% RH	2% RH
<b>Resolución O Sensibilidad</b>	1%RH	0.1%RH
<b>Tiempo De Respuesta</b>	1s	2s
<b>Tamaño</b>	12 x 15.5 x 5.5mm	14 x 18 x 5.5mm



# Requerimientos Mínimos

Hardware



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

<b>Microcontrolador</b>	ATmega 2560
<b>Voltaje de Funcionamiento</b>	5V
<b>Pines E/S digitales</b>	54 (15 proporcionan salida PWM)
<b>Pines de entrada analógica</b>	16
<b>Intensidad por Pin</b>	40mA
<b>Memoria Flash</b>	256 Kb de los cuales 8 Kb las usa el gestor de arranque (bootloader)
<b>SRAM</b>	8 Kb
<b>EEPROM</b>	4 Kb
<b>Puerto serie</b>	4



# Requerimientos Mínimos

Hardware



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

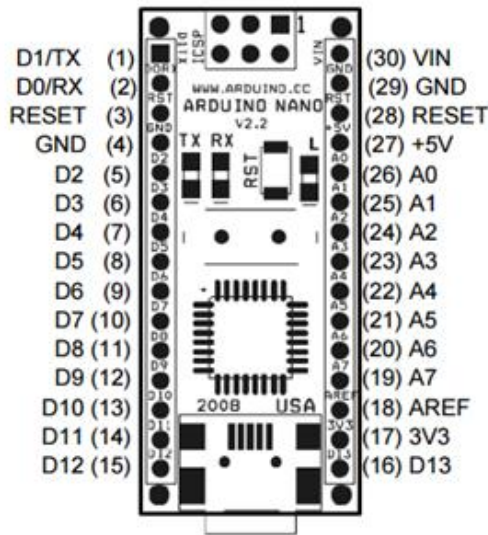


Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz.	Redes GSM en todos los países del mundo.
Control a través de comandos AT	Comandos estándar: Comandos AT SIMCOM.
Servicio de mensajes cortos	Puede enviar pequeñas cantidades de datos a través de la red (ASCII o hexadecimal).
Bajo consumo de energía	(Modo de reposo) 1,5 mA.
RTC	(Reloj de tiempo real) compatible.
Rango de temperatura Industrial	de - 40 ° C a 85 ° C
Antena de 50mm	GSM Multi-banda.



# Medidor de humedad de suelo inalámbrico

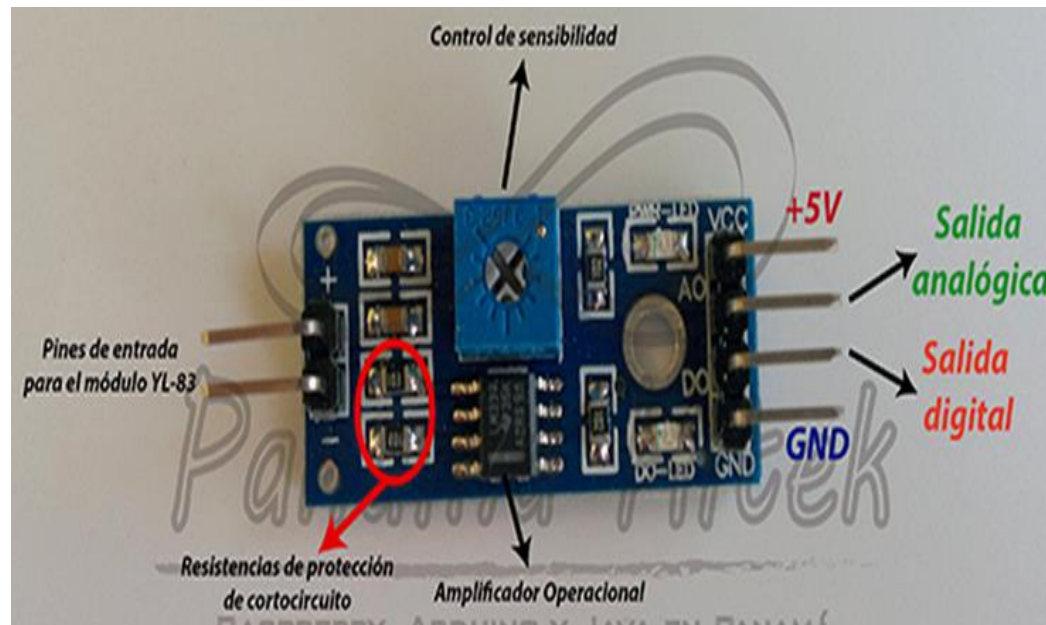
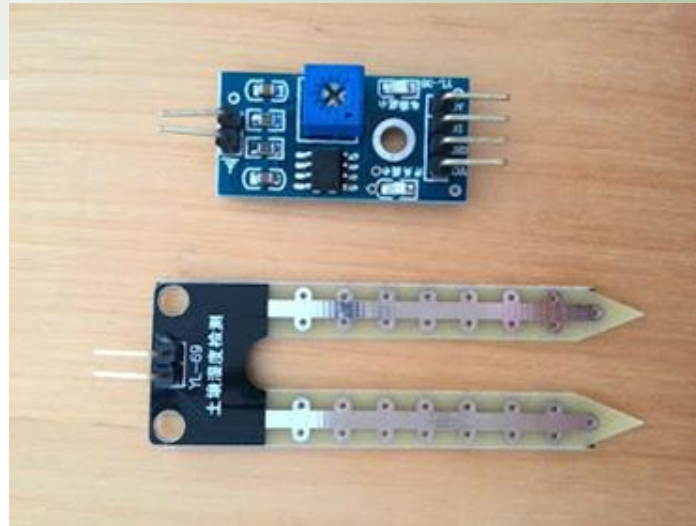
## Hardware



<b>Microcontrolador</b>	ATmega168 o ATmega328
<b>Voltaje de Funcionamiento</b>	5V
<b>Pines E/S digitales</b>	14 (6 proporcionan salida PWM)
<b>Pines de entrada analógica</b>	8 (pines del 19 – 26)
<b>Intensidad por Pin</b>	40 mA
<b>Memoria Flash</b>	16 Kb (ATmega168) o 32 Kb (ATmega328) de los cuales 2 Kb son usados para bootloader
<b>SRAM</b>	1 Kb (ATmega168) o 2 KB (ATmega328)
<b>EEPROM</b>	512 bytes (ATmega168) o 1 KB (ATmega328)
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz



# Hardware



<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MODULO YL-38</b>
Voltaje de entrada	3.3 – 5 Vcd
Voltaje de salida	0 – 4.2 V
Corriente	35 mA
A0	Salida analógica, entrega una tensión proporcional a la humedad.
D0	Salida digital, permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro.
Dimensiones YL-69	60 X 30 mm
Dimensiones YL-38	30 X 16 mm



# Hardware



Data 5V GND



<b>Voltaje de operación</b>	3-12 V
<b>Modulación</b>	ASK/OOK
<b>Frecuencia de operación</b>	433.92 MHz
<b>Potencia</b>	25 mW
<b>Velocidad de transmisión</b>	< 10 Kbps
<b>Temperatura de operación</b>	-40 a +80 °C



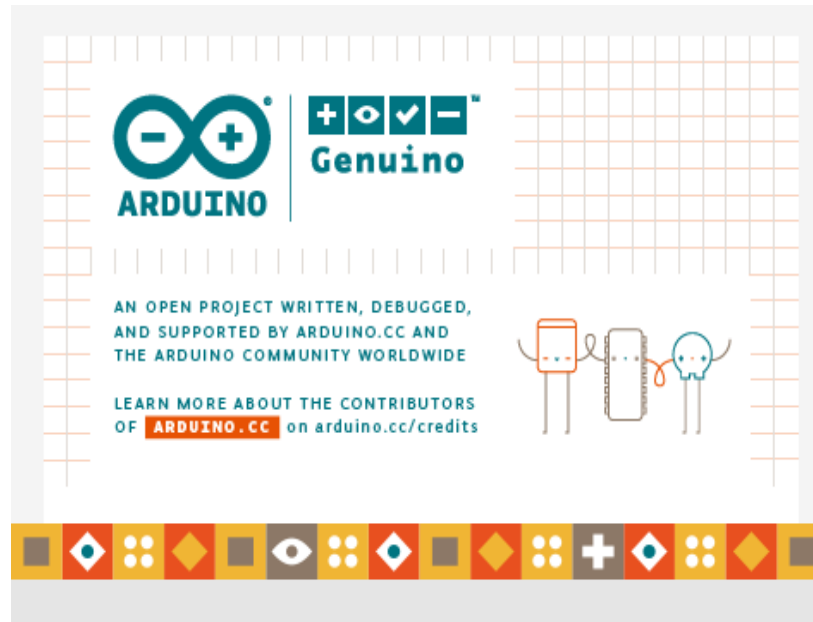


<b>Voltaje de operación</b>	4.5-5.5 V
<b>Principio de funcionamiento</b>	Receptor súper regenerativo
<b>Modulación</b>	ASK/OOK
<b>Frecuencia de operación</b>	433.92 MHz
<b>Sensibilidad</b>	-100 dBm
<b>Velocidad de transmisión</b>	< 9.6 Kbps
<b>Temperatura de operación</b>	-20 a +80 °C



# Requerimientos Mínimos

Software



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ***Funcionamiento y Desarrollo***

- Se ha procedido a dividir en etapas a todo el sistema para que de esta manera sea más fácil realizar una descripción del funcionamiento y su desarrollo.
  - a) Sensores
  - b) Comunicación GSM
  - c) Comunicación RF



# a) Sensores

<b>Caso 1</b>	$T > \text{Max} - \text{Hr} > \text{Max}$
<b>Caso 2</b>	$T > \text{Max} - \text{Hr} = E$
<b>Caso 3</b>	$T > \text{Max} - \text{Hr} < \text{Min}$
<b>Caso 4</b>	$T = E - \text{Hr} > \text{Max}$
<b>Caso 5</b>	$T = E - \text{Hr} = E$
<b>Caso 6</b>	$T = E - \text{Hr} < \text{Min}$
<b>Caso 7</b>	$T < \text{Min} - \text{Hr} > \text{Max}$
<b>Caso 8</b>	$T < \text{Min} - \text{Hr} = E$
<b>Caso 9</b>	$T < \text{Min} - \text{Hr} < \text{Min}$

**E= Estable**

<b>T= Temperatura</b>	<b>Min= 15°C</b>	<b>Max= 20°C</b>
<b>Hr= Humedad Relativa</b>	<b>Min= 60%</b>	<b>Max= 75%</b>
<b>SP (Set-Point)</b>		

es Ne 8 A A



# ***Sensor humedad de suelo inalámbrico.***

<b>Humedad de suelo. (%)</b>	<b>Estado del suelo.</b>
0-40 %	Tierra seca
40-90%	Tierra húmeda
90-100%	Tierra muy mojada





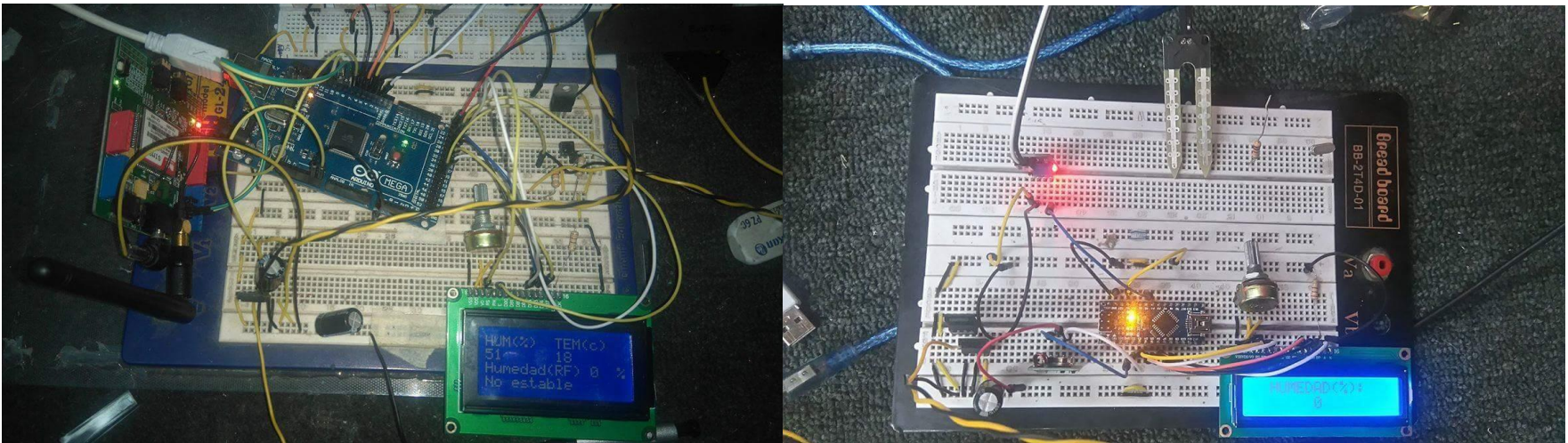
# ***b) Comunicación GSM***

<b>Casos de acuerdo al (SP)</b>	<b>Mensaje a enviar</b>
<b>CASO 1</b>	Temperatura muy alta: ## - Humedad muy alta: ##
<b>CASO 2</b>	Temperatura muy alta: ## – Humedad normal: ##
<b>CASO 3</b>	Temperatura muy alta: ## – Humedad muy baja: ##
<b>CASO 4</b>	Temperatura normal: ## – Humedad muy alta: ##
<b>CASO 5</b>	Temperatura normal: ## – Humedad normal: ##
<b>CASO 6</b>	Temperatura normal: ## – Humedad muy baja: ##
<b>CASO 7</b>	Temperatura muy baja: ## – Humedad muy alta: ##
<b>CASO 8</b>	Temperatura muy baja: ## – Humedad normal: ##
<b>CASO 9</b>	Temperatura muy baja: ## – Humedad muy baja: ##



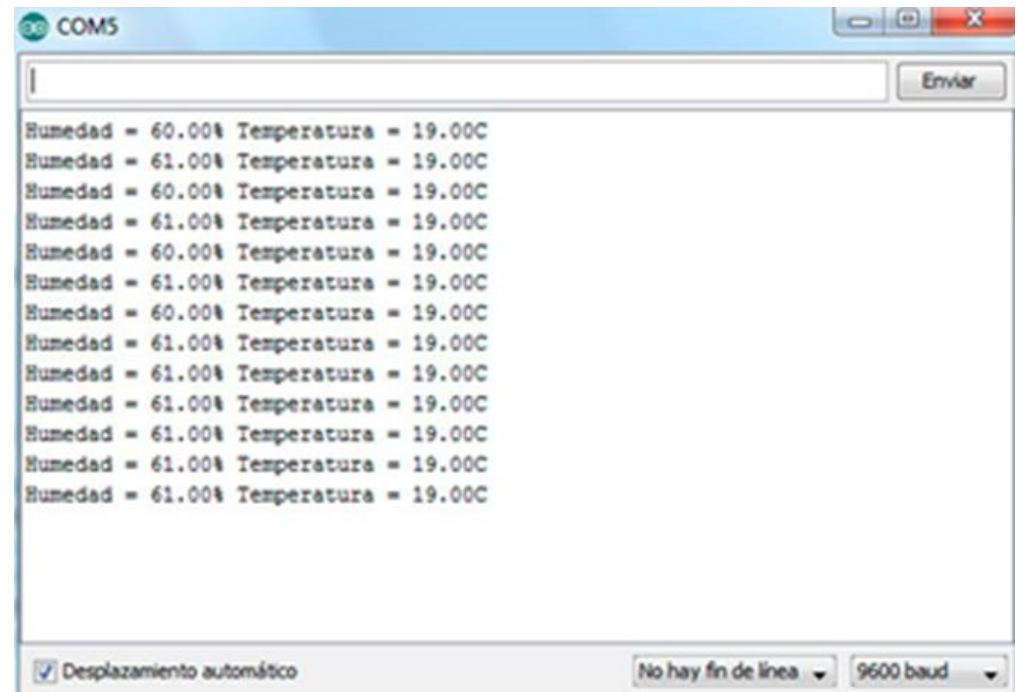
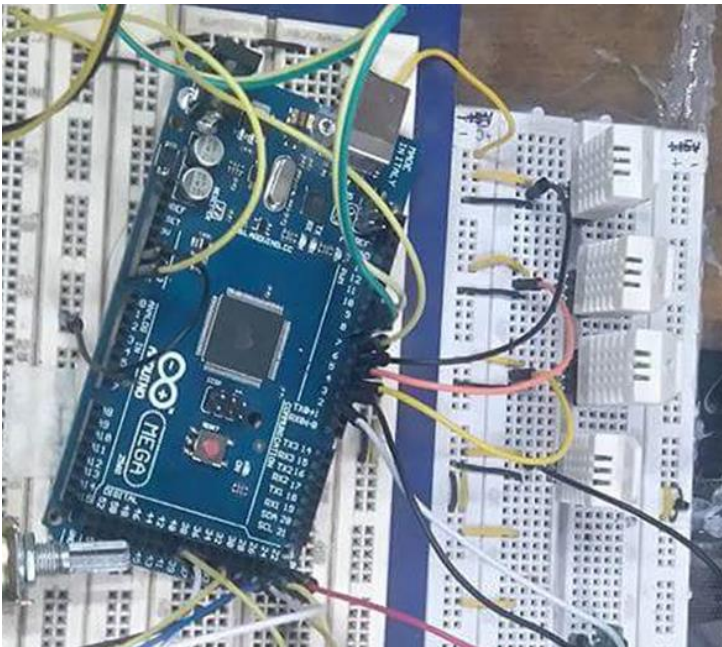
# c) Comunicación RF

- La comunicación RF se basa en los módulos; transmisor (FS 1000A) y receptor (XY-MK-5V), se encargan de realizar una comunicación inalámbrica de datos simplex entre el sensor de humedad de suelo y la placa principal
- Se debe utilizar la librería Virtual Wire en la programación, esta se encarga de gestionar las funciones de los módulos Rf como envío y recepción de datos, la longitud del mensaje y la comprobación de errores logrando tener una comunicación más robusta.



# Pruebas de funcionamiento

## Sensor DHT 22

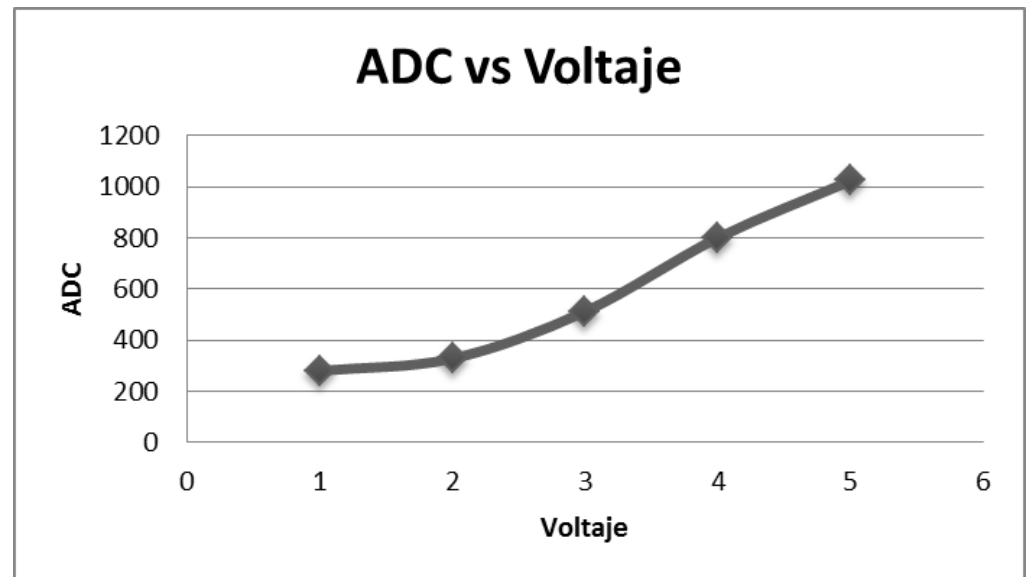


# Sensor YL-38 y YL-69

Salida (mV)	ADC
1.36	280
1.6	328
2.5	512
3.9	800
4.9	1023

1.36mV=280bits completamente mojado

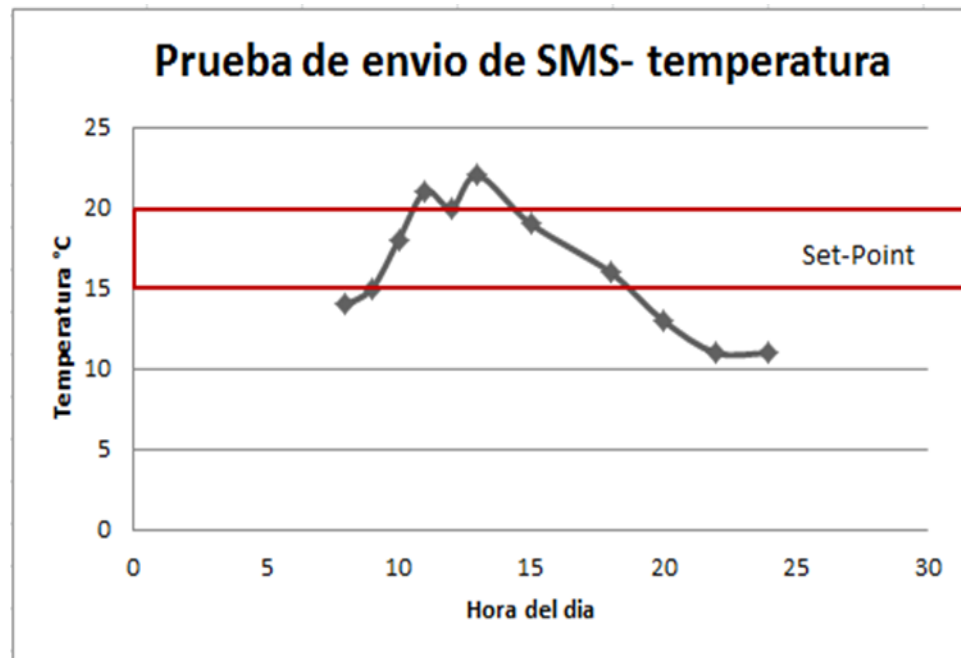
4.9mV=1023bits completamente seco



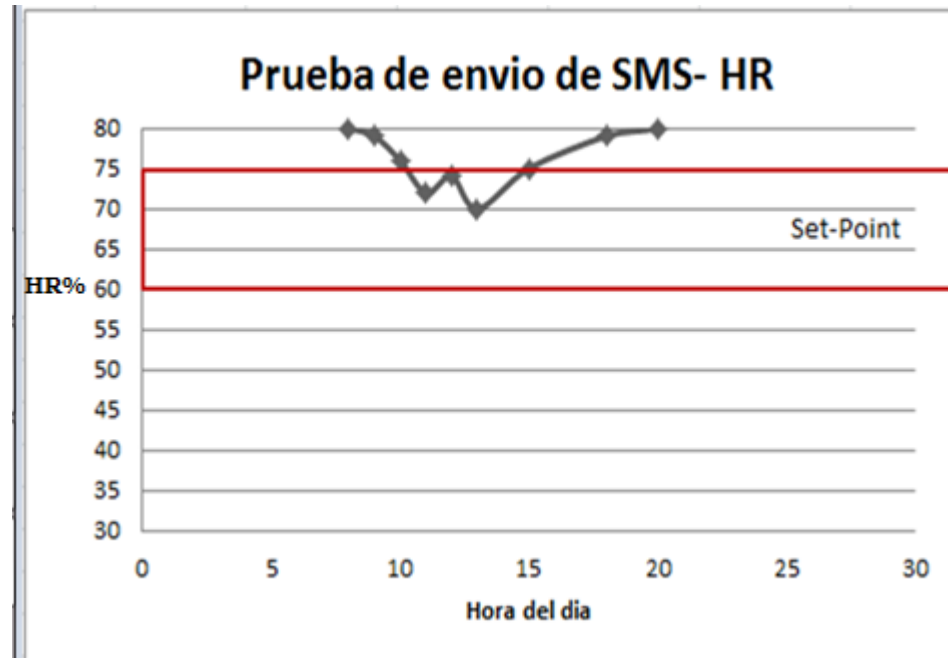




Hora del día	Temperatura °C	Estado del GSM
8	14	Enviar SMS
9	15	Estable
10	18	Estable
11	21	Enviar SMS
12	20	Estable
13	22	Enviar SMS
15	19	Estable
18	16	Estable
20	13	Enviar SMS
22	11	Enviar SMS
24	11	Enviar SMS



Hora del día	HR %	Estado del GSM
8	80	Enviar SMS
9	79	Enviar SMS
10	76	Enviar SMS
11	72	Estable
12	74	Estable
13	70	Estable
15	75	Estable
18	79	Enviar SMS
20	80	Enviar SMS
22	82	Enviar SMS
24	82	Enviar SMS





# Conclusiones

- Mediante el uso del sistema implementado, se logró optimizar el cultivo de frutillas, gracias al monitoreo de las variables climáticas en sus umbrales de trabajo óptimos, para temperatura de 15 a 20 °C y para humedad relativa de 60 a 75%, así se pudo disminuir daños que originan las condiciones climáticas extremas sobre las plantas.
- Gracias a la tecnología que avanza a pasos agigantados, se logró realizar un sistema de monitoreo óptimo con sensores de alta fiabilidad y de costos no muy elevados, como son los sensores digitales DHT22 de la familia Arduino, muy útiles debido a que este solo sensor es capaz de medir temperatura y humedad relativa al mismo tiempo y para la humedad de suelo el sensor YL-69 con su modulo YI-38.
- Se incorporó al proyecto el módulo GSM SIM 900 para el envío de alerta vía SMS, optimizando de esta manera tiempo en la comunicación y logrando tener alcance en cualquier parte del mundo donde exista tecnología GSM.
- El sistema de monitoreo logro funcionar con completa eficacia, también gracias a la protección para los equipos que es una parte muy importante, asegurando que no exista desgaste por factores ambientales y garantizar su perfecto funcionamiento.



# Recomendaciones

- Se debe acudir a fuentes seguras con experiencia, más recomendable a profesionales en agricultura que puedan orientar acerca de los niveles óptimos de las variables climáticas en base a estudios, de esta manera lograr una calibración del sistema adecuada y por consiguiente un buen resultado en la producción de cultivos.
- Para desarrollar el proyecto se recomienda primero realizar un análisis y diseño de los componentes a utilizar, incluyendo costos y calidad, de esta forma evitaremos el uso de componentes caros e innecesarios que resulten una fuga económica y no aporten ningún bien al proyecto.
- Respecto al sensor de humedad de suelo es recomendable al momento de realizar las mediciones, utilizarlo en cortos tiempos, debido a que el uso excesivo de los electrodos, puede deteriorarlos y con el tiempo dar mediciones falsas. También se recomienda realizar un estudio más a fondo acerca de los módulos GSM ya que son elementos muy eficientes y de costo no muy elevado, que pueden ser utilizados para innumerables proyectos.
- Se debe dar una adecuada protección y mantenimiento continuo de los equipos, de esta forma alargará la vida útil de los mismos, así se logrará reducir costos en cambios de equipos en caso de falla.



***GRACIAS POR SU ATENCIÓN***



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA