



## Title: Red Neuronal para la rotación de cultivos y análisis de suelo en un Invernadero

**Authors:** RAFAEL-PÉREZ, Eva, MONTERO-CORTÉS, Yeimi Yanet, RUIZ-RAMÍREZ, Alan Eduardo and MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 18

RNA: 03-2010-032610115700-14

### ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

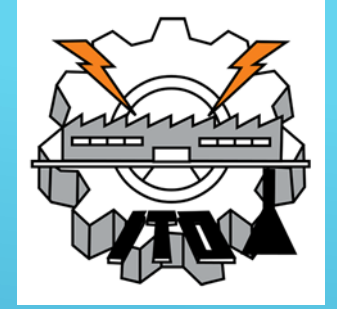
[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



ECORFAN®



## Contenido:

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

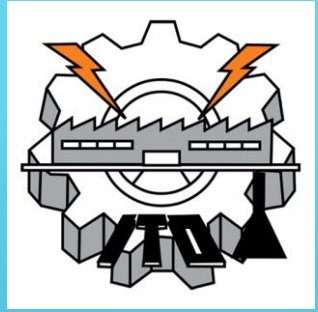


ECORFAN®

# 1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de la inteligencia Artificial ha transformado la forma de vida en el ser humano, la manera de producción en la agricultura ha cambiado, actualmente la agricultura considera diversos métodos de producción, eficientes y de alto rendimiento como la agricultura protegida.

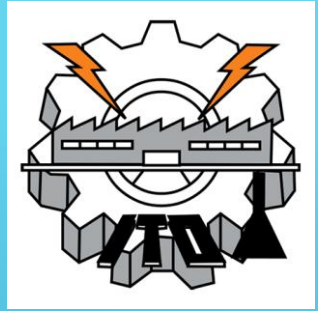
La producción de cultivos bajo invernadero, es una de las técnicas más modernas que se utilizan actualmente en la producción agrícola que se implementa mediante un invernadero que provee un ambiente apropiado, tanto en el suelo como en el aire para el cultivo de especies vegetales, que se apoya de técnicas para mejorar la producción de los cultivos.





ECORFAN®

Para este proyecto se apoyó de la técnica de la rotación de cultivos, que es una práctica agrícola para aumentar la productividad de la tierra y optimizar el uso de recursos alternando diferentes tipos de cultivos en el mismo suelo, su utilización contribuye a reducir la “fatiga” de los suelos (Seminis, 2016), ya que a través de la red neuronal y el análisis del suelo mediante los valores de humedad y temperatura del ambiente, así como del pH del suelo se determina el tipo del cultivo optimo a sembrar, evitando así el riesgo de pérdida de producción y los gastos innecesarios para el agricultor.

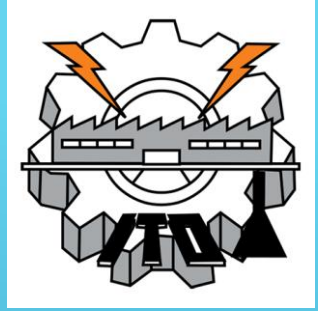




ECORFAN®

## ✓ Objetivo:

Desarrollar una red neuronal para la rotación de cultivos y análisis de suelo para apoyar al agricultor en la toma de decisión del tipo de cultivo óptimo a sembrar en el invernadero



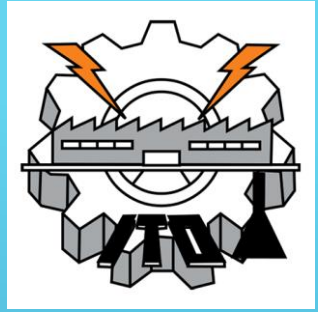
## ✓ La Problemática.

- Uno de los principales problemas de cualquier invernadero es cuando se práctica el sistema de monocultivo.
- El suelo sufre un desgaste de los nutrientes debido a que se siembra la misma planta en el mismo lugar lo que agotan los nutrientes que necesita, por ejemplo la falta del nitrógeno en el suelo evita el crecimiento de las plantas,
- La tendencia hacia la erosión y sequía



ECORFAN®

- Con la producción de un solo cultivo hay más probabilidades que se dé el empobrecimiento del suelo, ya que se abusa de los mismos nutrientes, y a una mayor exposición de plagas y enfermedades, esto genera un riesgo para el agricultor ya que basa su producción en un solo cultivo poniendo en peligro toda su cosecha.
- Se presentan las pérdidas económicas, o también que el producto en muchas ocasiones no tiene calidad.
- Altos costos de producción





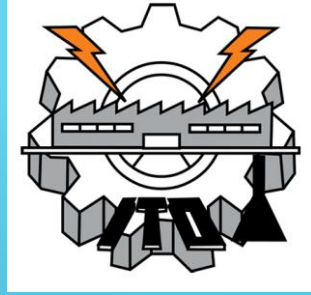
## 2. METODOLOGÍA

Se utilizó la metodología de software basada en prototipos

### FASES

1. Fase de Comunicación, se realizaron las diferentes entrevistas con el agricultor del invernadero para conocer cuáles son las necesidades reales y los problemas presentados

2. La etapa del *Plan rápido*, se utilizó la técnica de Casos de usos para modelar los requerimientos del módulo de adquisición de datos y de análisis de suelo y de mediciones



3. En el Modelado diseño rápido, se diseñaron los diagramas de secuencia, la base de datos y las interfaces del sistema.

5. Etapa de Despliegue, entrega y retroalimentación del sistema se aplicaron pruebas y se comprobó que los módulos del sistema funcionen de manera correcta.

4. Construcción de un prototipo. Se construye el software y es evaluado por los usuarios. Se codificó en Java y se utilizó el manejador de base de datos MySQL.

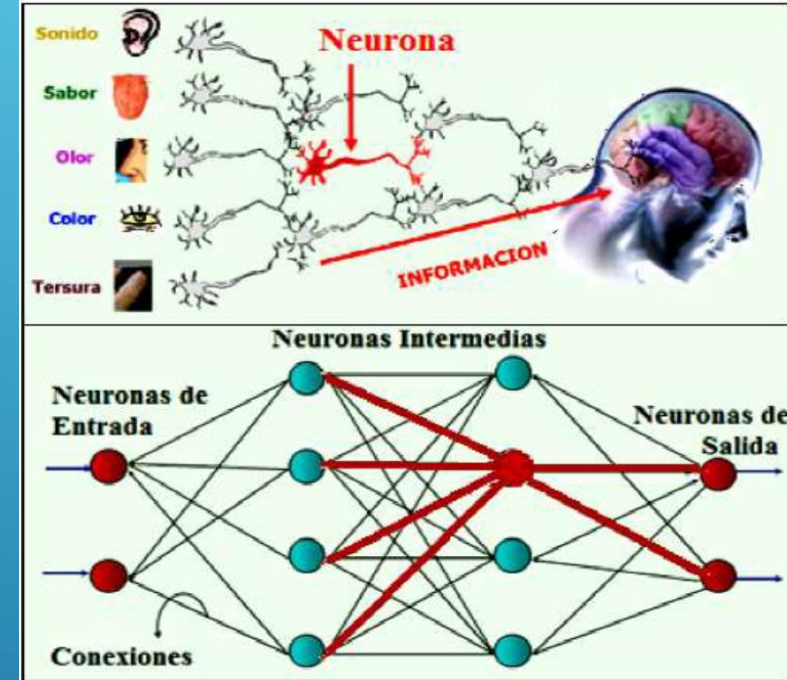
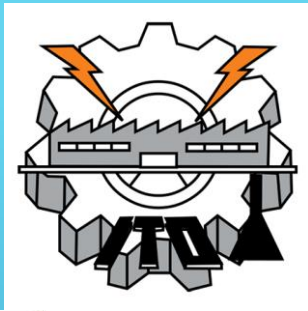


ECORFAN®

## Red neuronal artificial

Se define como un modelo computacional inspirado en las redes neuronales biológicas, que puede llegar a considerarse como un sistema de procesamiento de información con una estructura distribuida de procesamiento paralelo, formadas de elementos de procesamiento que son las neuronas artificiales, que están interconectadas por una gran cantidad de conexiones que se denominan sinapsis.

Estas conexiones son utilizadas para almacenar información que está disponible para poder ser usado. Una neurona artificial pretende imitar las características más importantes de las neuronas biológicas.



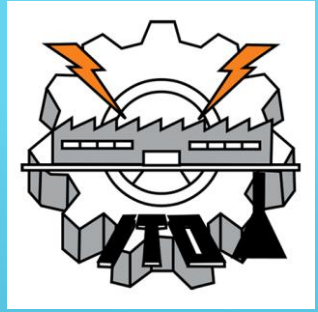
**Figura 2.** Comparación entre la neurona biológica y la artificial. *Fuente: Hilera, J. y Martínez, V. 1995.*





ECORFAN®

Para el funcionamiento de manera correcta de la red neuronal se apoyó de un módulo de adquisición de datos, del diseño y entrenamiento de la red neuronal, de la técnica de Rotación de cultivos y del módulo de Análisis de Suelo y mediciones



Para el diseño del módulo de adquisición de datos se utilizaron los siguientes materiales

- ✓ Dht11 (sensor de temperatura y humedad) el cual es usado para obtener temperatura y humedad del ambiente
- ✓ Arduino Uno
- ✓ Protoboard
- ✓ Ph-4502C (Sensor de pH) para valores de pH.
- ✓ Electrodo

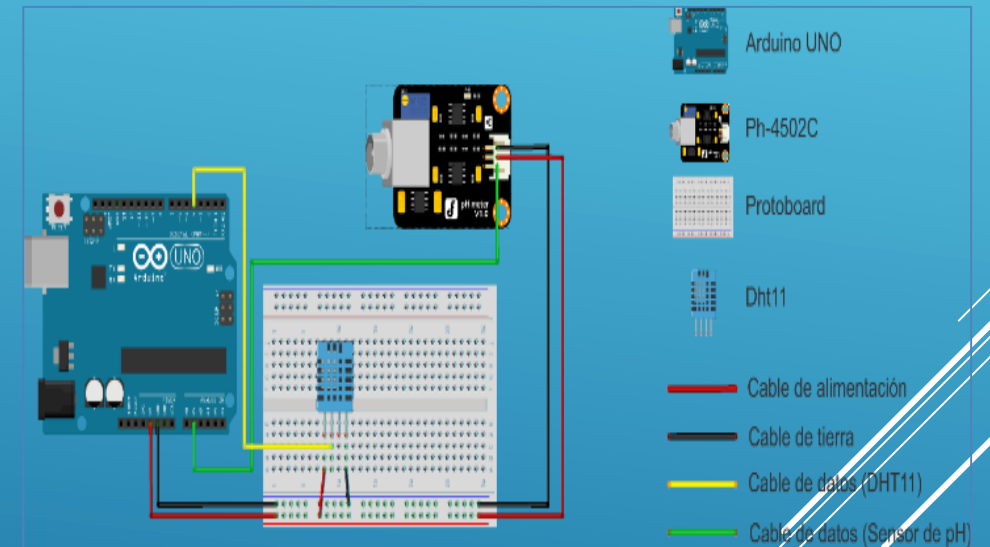


Figura 1. Diagrama del circuito. Fuente: Elaboración propia



ECORFAN®

## Diseño de la Red Neuronal.

El tipo de red neuronal utilizado es perceptrón multicapa.

El Algoritmo utilizado fue: BackPropagation

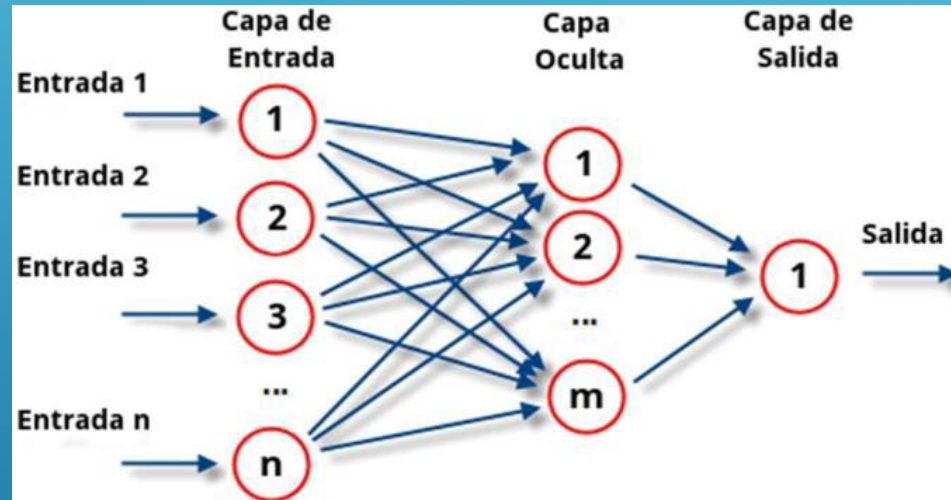
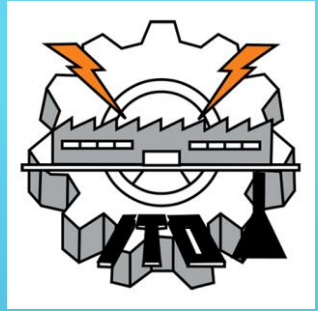


Figura 3. Estructura de red neuronal. Fuente: IBM Knowledge Center



ECORFAN®

## Fases de procesamiento de una red neuronal

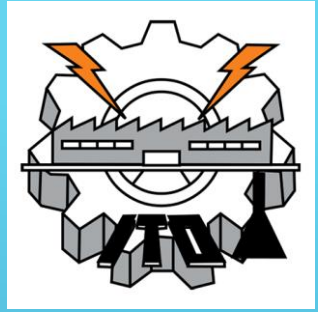
### A. Fase de Aprendizaje

En esta fase se tiene una red que inicialmente es genérica y mediante una serie de ejemplos se irán adaptando los pesos de los arcos de tal manera que produzca las salidas deseadas.

Pruebas y aprendizajes de la red neuronal. Para este proceso se utilizó un conjunto de datos (Iris) para reconocimiento de patrones. El conjunto de datos contiene 50 muestras de cada una de tres especies de Iris (Iris setosa, Iris virginica e Iris versicolor).

### Valores de prueba de red neuronal

- ✓ 4 neuronas de entrada
- ✓ 8 neuronas en la capa oculta
- ✓ 3 neuronas en la capa de salida
- ✓ Factor de aprendizaje de 0.05
- ✓ Error cuadrático medio máximo permitido 0.005





ECORFAN®

Implementación de la Red Neuronal con el conjunto de datos de los cultivos.

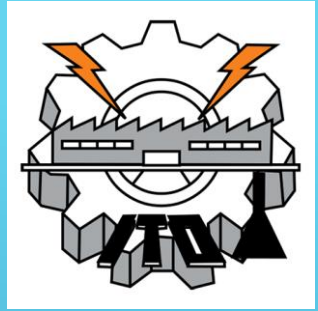
Se compone de 8 datos, los cuales son:

1. Nombre del cultivo
2. Familia
3. Humedad mínima
4. Humedad máxima
5. Temperatura mínima
6. Temperatura máxima
7. PH mínimo
8. PH máximo

### Entrenamiento

Los valores que se utilizaron para el entrenamiento de la red neuronal son:

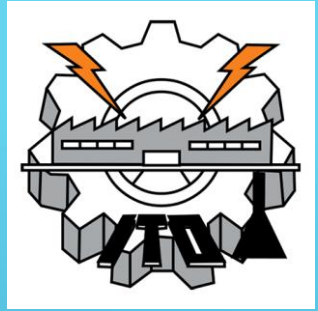
- ✓ Una capa de entrada de 5 neuronas
- ✓ Dos capas ocultas de 19 y 20 neuronas respectivamente.
- ✓ Una capa de salida con 51 neuronas
- ✓ Factor de aprendizaje 0.001
- ✓ Error cuadrático medio máximo permitido 0.005





ECORFAN®

La variable *Época*, es una iteración completa del algoritmo BackPropagation, esto incluye la entrada de datos, la propagación hacia adelante por todas las capas de la red neuronal, el cálculo del error y el ajuste de pesos de las neuronas para todos los datos del conjunto de entrenamiento.



## **B. Fase de Presentación:**

En esta fase la red neuronal ya se encuentra entrenada y se puede utilizar para resolver un problema determinado.

En esta fase se describe el funcionamiento de los módulos de Análisis de datos y Mediciones que fueron diseñados y codificados utilizando el lenguaje de programación en Java y que fueron agregados al sistema experto versión 2.0 para su funcionamiento, utilizando el modelo en prototipos.



ECORFAN®

## Rotación de cultivos

La Técnica de rotación de cultivos que se utilizó para las pruebas de la red neuronal: fue la de 4 grupos 8 familias

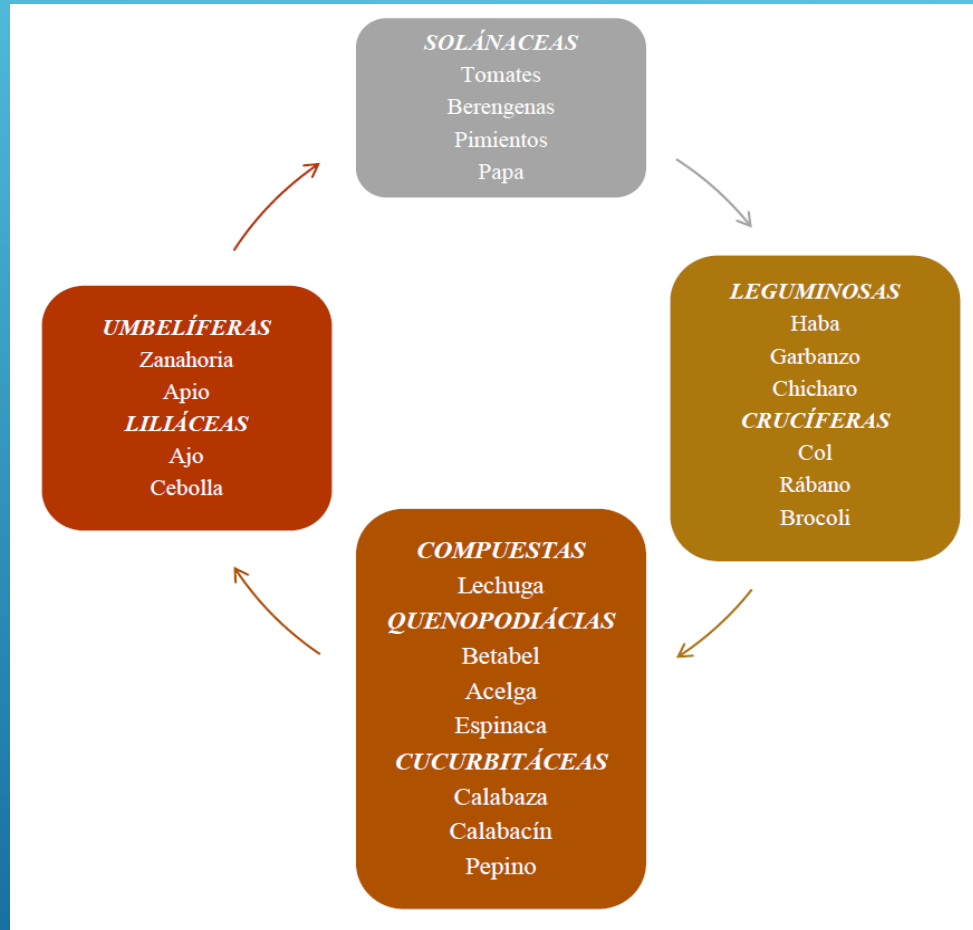
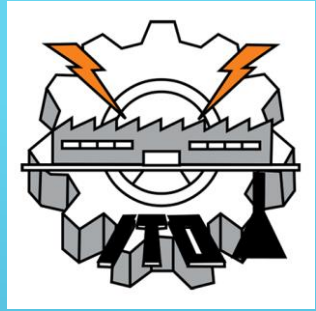
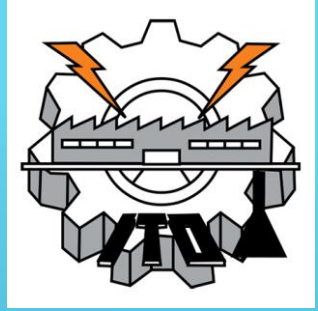


Figura 4. Rotación de cultivos, 4 grupos 8 familias de cultivos y rotaciones. Fuente: (Pellicer, 2015) <https://blog.mundoikos.com/familias-de-cultivos-y-rotaciones/>



ECORFAN®

### 3. RESULTADOS



Es el funcionamiento de cada uno de los módulos que fueron diseñados, codificados y probados:

Análisis de Suelo, Mediciones

Adquisición de datos y la implementación de la Red Neuronal.



ECORFAN®

### INICIO DE SESIÓN

USUARIO  
admin

CONTRASEÑA  
●●●●●●

¿Olvidó su contraseña?

**INICIAR** **INVITADO**

Figura 4. Pantalla de Acceso. Fuente: Elaboración propia

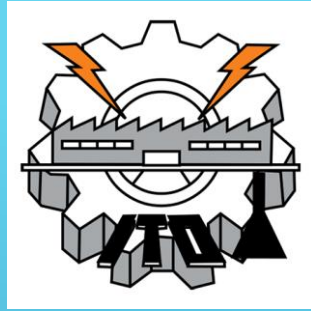
### RNPAS-RC

- Inicio
- Nuevo cultivo
- Riego
- Usuarios
- Análisis de suelo
- Mediciones
- Salir

### BIENVENIDO

#### SISTEMA EXPERTO CON RED NEURONAL PARA ANÁLISIS DEL SUELO EN LA ROTACIÓN DE CULTIVOS

Figura 5. Módulo de Análisis de suelo. Fuente: Elaboración propia



### ANÁLISIS DEL SUELO

**Tomar mediciones**

**DATOS OBTENIDOS**

PH: \_\_\_\_\_

Humedad: \_\_\_\_\_

Temperatura: \_\_\_\_\_

Familia anterior:

**CALCULAR**

Figura 6. Tomar mediciones Fuente: Elaboración Propia





ECORFAN®

Tomar mediciones

**DATOS OBTENIDOS**

PH: 6.99

Humedad: 39.40

Temperatura: 24.60

Familia anterior: Selecciona una opción...

**CALCULAR**

Fuente: Elaboración Propia

**ANÁLISIS DEL SUELO**

Solanáceas

Umbelíferas

Liliáceas

Compuestas

Quenopodiáceas

Cucurbitáceas

Crucíferas

Leguminosas

PH:

Humedad:

Temperatura:

Familia anterior: Solanáceas

**CALCULAR**

**Figura 6.** Seleccionando el tipo de familia anterior.

Fuente: Elaboración propia

Botón *CALCULAR*, la red neuronal comienza a realizar el análisis y muestra como resultado la opción del tipo de cultivo más óptimo a sembrar.

Recomendación

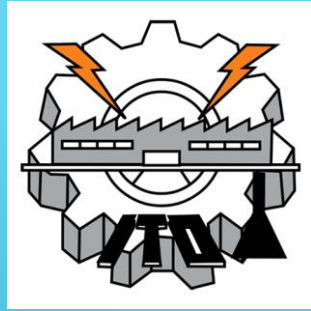
La red neuronal recomienda:

Opción 1: Garbanzos Humedad: 21-41% Temperatura: 5-35°C pH: 6-9  
Familia: Leguminosas

**Aceptar**

### Los resultados son:

- ✓ El tipo de cultivo más óptimo a sembrar es el Garbanzo
- ✓ Los valores óptimos de humedad deben estar entre el rango de 20 a 41%
- ✓ La Temperatura óptima para el tipo de cultivo a sembrar debe estar entre 5 a 35 °C.
- ✓ La familia que corresponde, es la familia de las leguminosas.





ECORFAN®



Figura 5. tomando las mediciones de las variables. Fuente: Elaboración propia

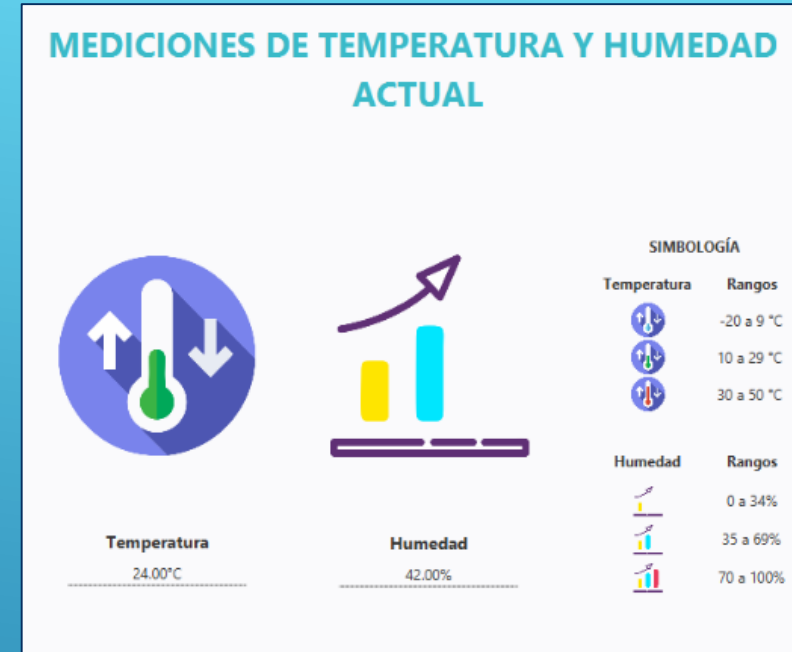
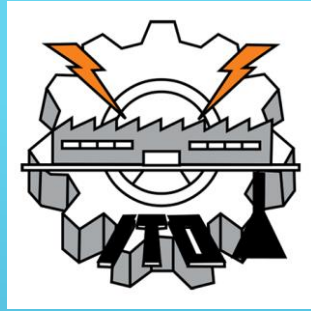


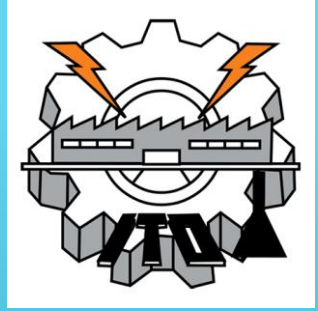
Figura 6. Módulo de mediciones. Fuente: Elaboración propia





ECORFAN®

## 4. CONCLUSIONES



- ✓ La red neuronal para la rotación de cultivos y análisis de suelo en un Invernadero fue desarrollada con la finalidad de brindar alternativas sobre el tipo de cultivo a sembrar por medio de la rotación de cultivos.
- ✓ Con la toma de decisión del tipo de cultivo a sembrar en el invernadero el riesgo de pérdida de producción se puede reducir. Con el análisis del cultivo óptimo a sembrar el riesgo de pérdida de producción se reduce dando como resultado mayor cantidad de ganancias económicas al agricultor.
- ✓ Al agricultor se le asegura de esta manera que su cosecha obtendrá la mejor producción según la experiencia y conocimiento de la red neuronal, además de optimizar el uso del suelo y la disminución de incidencia de plagas y enfermedades al interrumpir sus ciclos de vida.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))