



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Aprendizaje de variables ambientales de las condiciones de un micro invernadero en la producción de vegetales sobre un sistema hidropónico usando el enfoque de memorias asociativas

Author: José Antonio García-Mejía

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 32
Mail: jag.cic.ipn@gmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 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

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Universidad
Politécnica
Metropolitana de
Hidalgo

ORGANISMO DESCENTRALIZADO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESTATAL



Índice

- Infraestructura Verde Urbana
- Proyecto de micro invernadero
- Hidroponía
- Memorias Asociativas
- Resultados y Conclusiones



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2016





Universidad
Politécnica
Metropolitana de
Hidalgo

ORGANISMO DESCENTRALIZADO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESTATAL



Crecimiento de la Población





Crecimiento de la Población

Población Mundial Estimada (2000)

5.0 Billones de personas

ONU en 2012 – Proyección pasada 2050

6.3 Billones de personas

Aproximación Población Actual (2016)

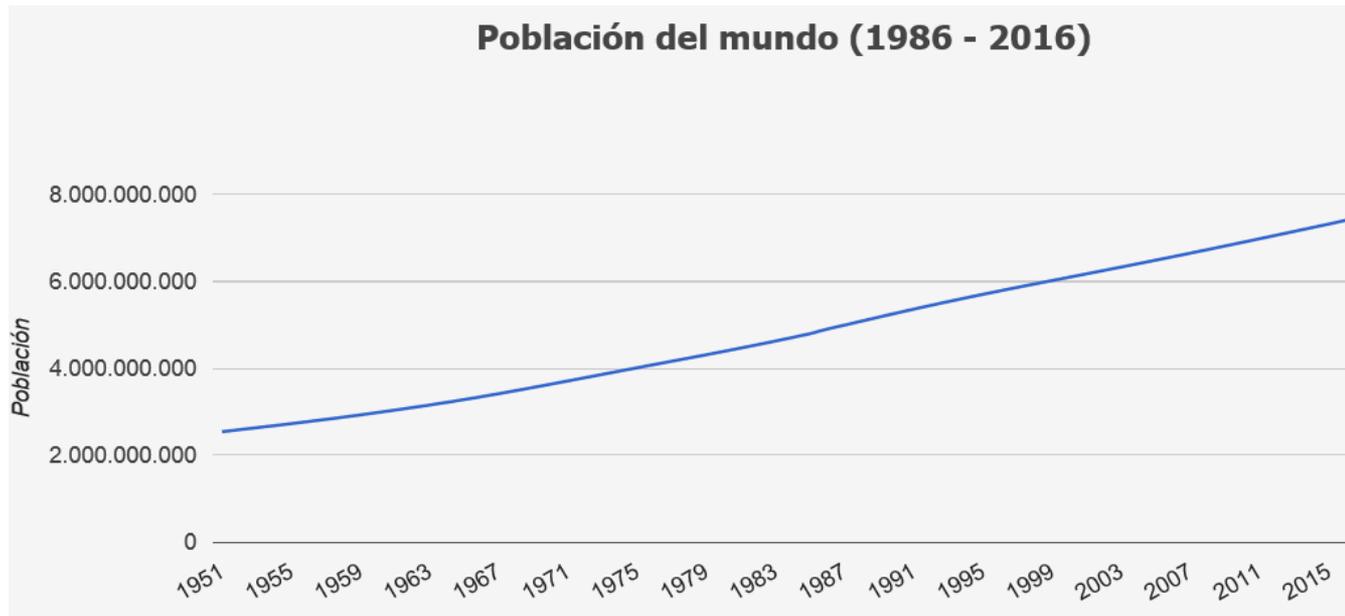
7.4 Billones de personas

ONU – Proyección actual 2025

8.5 Billones de personas



Crecimiento de la Población



Población - Año	Población - Año
6,012,341,125 - 2000	6,889,628,242 - 2010
6,481,317,336 - 2005	7,310,729,390 - 2015



Infraestructura Urbana

Desarrollo Departamentos ▾ Regiones ▾ عربي 中文 English Français Русский Español

 Naciones Unidas
Departamento de Asuntos Económicos y Sociales

 Unas Naciones
Unidas fuertes.
Un mundo mejor.

INICIO MISIÓN TEMAS PUBLICACIONES EN NOTICIAS CALENDARIO EN COMUNÍQUESE

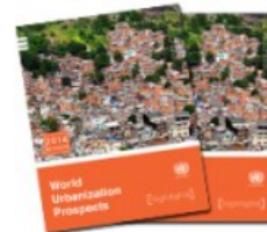
Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo

10 de julio 2014, Nueva York

El 54 por ciento de la población mundial actual reside en áreas urbanas y se prevé que para 2050 llegará al 66 por ciento, según datos de un informe de la ONU difundido este jueves.

Los mayores incrementos se producirán en India, China y Nigeria, que en conjunto representarán el 37% del aumento previsto entre 2014 y 2050.

John Wilmoth, director de la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU (DESA), aludió en rueda de prensa a las razones del aumento de población urbana que se prevé.



Búsqueda en DAES



NOTICIAS POR AÑO

- ▶ 2015 (44)
- ▶ 2014 (42)
- ▶ 2013 (40)
- ▶ 2012 (59)
- ▶ 2011 (84)
- ▶ 2010 (17)

NOTICIAS POR CATEGORÍA



Infraestructura Urbana

+ 50% de la población vive
en las áreas urbanas



Crisis económica potencial



Infraestructura Verde Urbana

Interés por la Infraestructura Verde Urbana



La infraestructura verde urbana se refiere a los espacios conectados de áreas verdes que se encuentran dentro y alrededor de la periferia urbana.



Infraestructura Verde Urbana

Interés por la Infraestructura Verde Urbana



Proporciona beneficios relacionados con la salud, como un aire limpio, una mejor calidad del agua y un ambiente urbano saludable y mejora la habitabilidad de los lugares donde vivir y trabajar (Mell,2008).



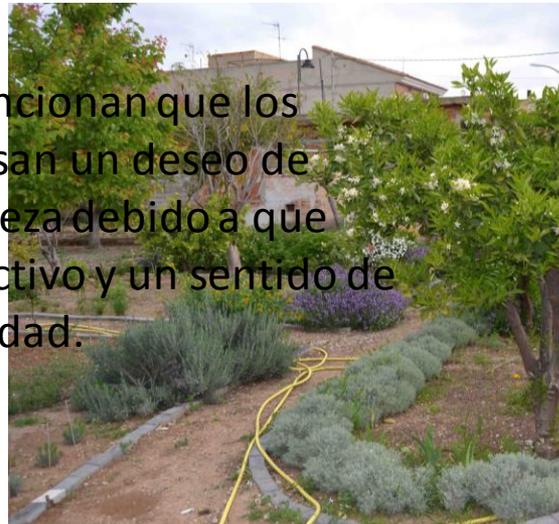
Infraestructura Verde Urbana

¿Porqué utilizar Infraestructura Verde Urbana?

Las áreas verdes urbanas presentan servicios recreativos y ofrecen a los residentes de la ciudad la posibilidad de estar en contacto con la naturaleza.

(Matsuoka y Kaplan, 2008)

Matsuoka y Kaplan mencionan que los residentes urbes expresan un deseo de contacto con la naturaleza debido a que desempeña un papel activo y un sentido de identidad de la comunidad.





Infraestructura Verde Urbana

Huertos Familiares - Invernaderos

- Autosustentables
 - Comida saludable
 - Recreación
 - Apoyo a la economía
- (Barthel et al., 2013)





Proyecto – PEI CONACYT

Micro – Invernadero – Sistema Hidropónico

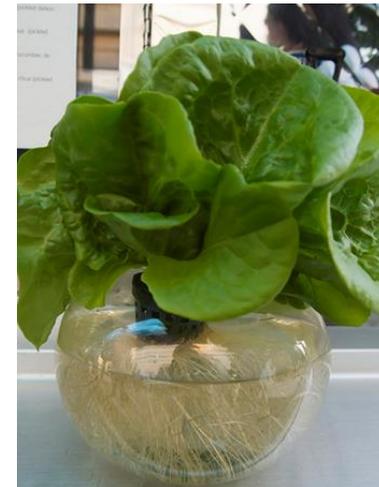
- Vinculación Industria – Universidad (UPMH)
- Desarrollo Tecnológico
- Investigación aplicada
- Participación académica y estudiantil





Invernadero – Sistema Hidropónico

El sistema hidropónico permite desarrollar un sistema de cultivo con base en agua, en el cual es alimentado por pequeñas mezclas de nutrientes que son agregados al agua para que la planta pueda absorberlos mediante la asimilación de iones de nutrientes a través de las raíces.





Invernadero – Sistema Hidropónico

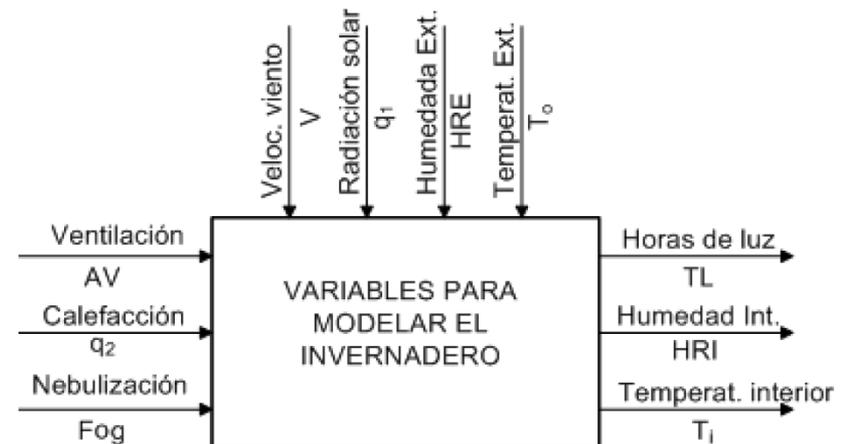
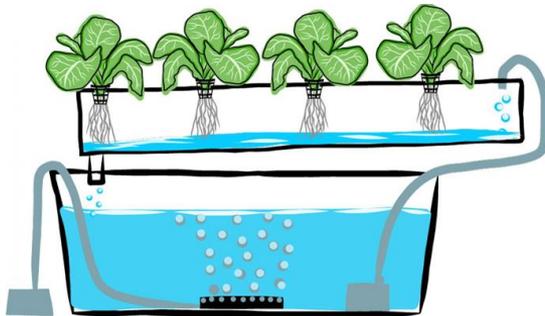
- Tecnología de cultivo en espacios pequeños.
- La productividad potencial en condiciones optimas es superior a las del sistema tradicional (Guzmán Díaz, G. A., 2004) .
- Tasa de crecimiento acelerado 25% + rápido, y 30% mas de producción.
- Cosecha fuera de temporada.
- Se utiliza menos agua.





Invernadero – Sistema Hidropónico

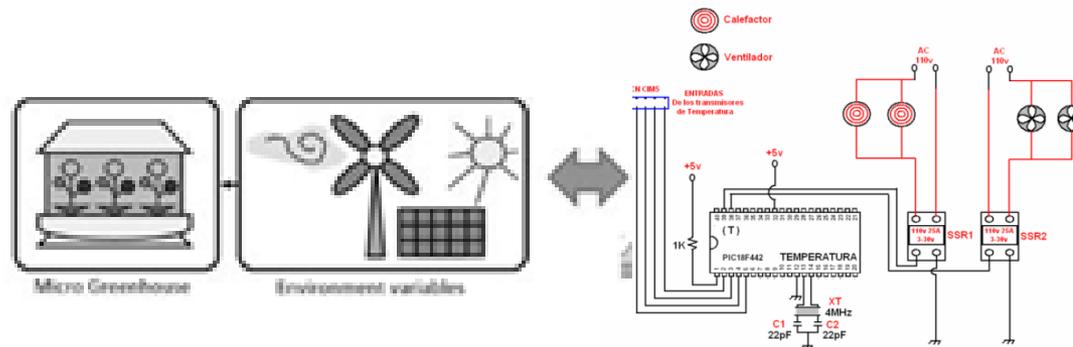
- Control de las variables ambientales
- Alcanzar la producción óptima
- Técnicas de control





Invernadero – Sistema Hidropónico

- El control climático al interior del micro invernadero esta enfocado a mantener las variables climáticas tan cerca como sea posible de las condiciones optimas para el desarrollo del cultivo.





Control del Micro Invernadero

- Modelos Auto regresivos con variables externas (López et. al.,2007).
- Utilización de Redes Neuronales (Salazar et. al.,2008)
- Predicción de variables ambientales con modelos Neurodifusos (López y Hernández, 2010)
- Modelos Auto-organizativos para una buena convergencia y buena generalización (Moshou et. al.,2001).
- Utilización de otras técnicas de Redes Neuronales como *Generalized Softmax Perceptron* (GSP) y el *Posterior Probability Model Selection* (PPMS) (Arribas et. al.,2011).



Memorias Asociativas

- Las Memorias Asociativas son consideradas como Redes Neuronales sin peso.
- Adicionalmente tienen cualidades que las perfectas para su aplicación en diversos problemas.
 - Recuperación completa del conjunto fundamental.
 - Un método de clasificación rápido y eficiente.
 - Tolerancia intrínseca al ruido.

Panorama Histórico

Redes Neuronales

- 1943 McCulloch & Pitts: 1er. Modelo de neurona
- 1949 Hebb: Aprendizaje artificial
- 1957 Rosenblatt: *Perceptron*
- 1960 Widrow & Hoff: *ADALINE (MADALINE)*
- 1969 Minsky & Papert: *Perceptrons*
- **1982 Hopfield: Modelo RD/MA**
- 1986 Rumelhart, Williams & Hinton: *Backpropagation*

Memorias Asociativas

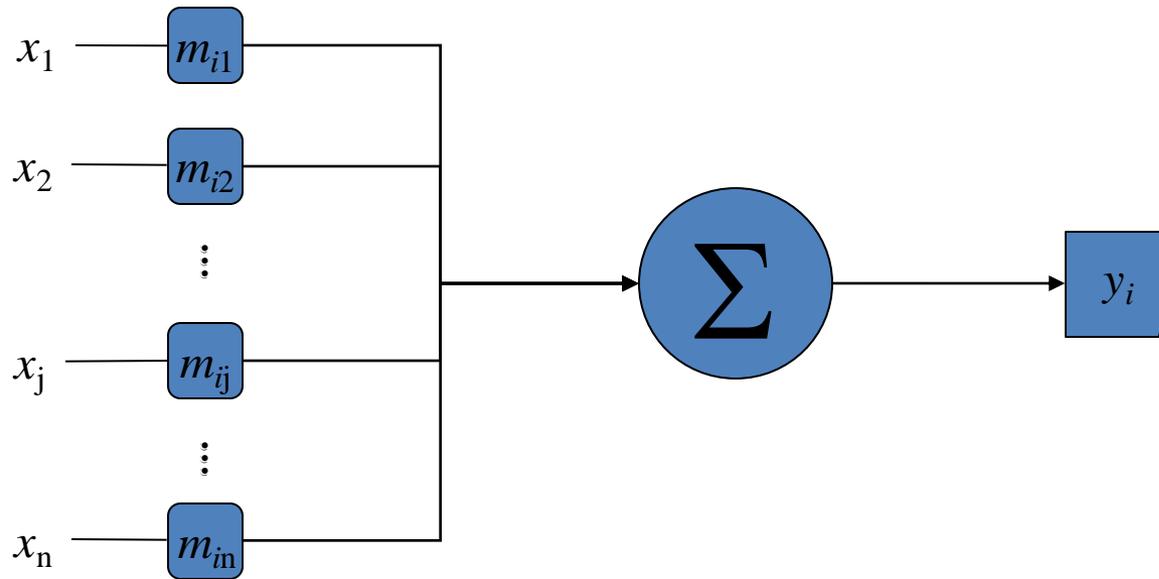
- 1961 Steinbuch: *Lernmatrix*
- 1969 Wilshaw, Buneman & Longuet-Higgins: *Correlograph*
- 1972 Amari: avances teóricos
- 1972 Nakano: *Associatron*
- 1972 Anderson / Kohonen: *Linear Associator*
- **1982 Hopfield: Modelo RD/MA**
- **1996 Ritter et al.: RD/MA Morfológicas**
- **2002 Yáñez: MA Alfa-Beta**



MEMORIAS ASOCIATIVAS

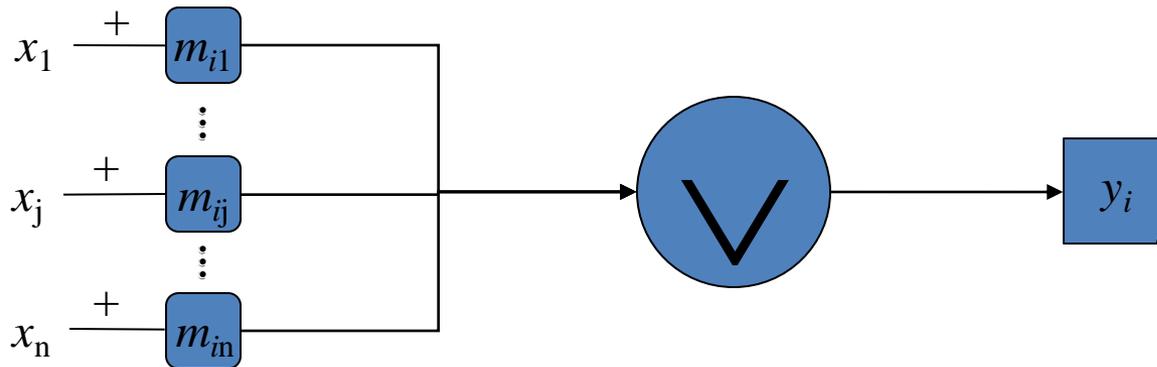
- El propósito de una Memoria Asociativa es la correcta recuperación de patrones de salida relacionados con los patrones de entrada, que pueden ser alterados con ruido aditivo, sustractivo o mezclado.
- La Memoria Asociativa es el almacenamiento y recuperación de información por asociación con otras informaciones.

Modelos Clásicos

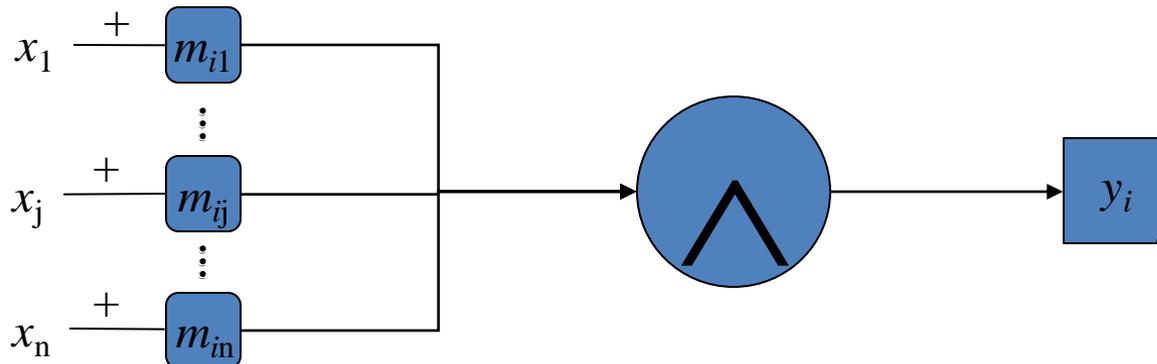


Suma de Productos

Modelos Morfológicos



Máximo de Sumas



Mínimo de Sumas

Memorias Asociativas Alfa-Beta

- En 2002, en el Grupo Alfa-Beta se crean los operadores Alfa y Beta

$$A = \{0, 1\}$$

$$B = \{0, 1, 2\}$$

$$\alpha = A \times A \rightarrow B$$

$$\beta = B \times A \rightarrow A$$

x	y	$\alpha(x, y)$
0	0	1
0	1	0
1	0	2
1	1	1

x	y	$\beta(x, y)$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1
2	0	1
2	1	1



Memorias Asociativas Alfa-Beta

- Algunas propiedades de Alfa y Beta:

$\alpha 1$.- isoargumentos en α	$\alpha(x, x) = 1$
$\beta 1$ - propiedad del 1	$\beta(1, x) = x$
$\beta 2$ - isoargumentos en β	$\beta(x, x) = x \quad \forall x \in A$
$\alpha\beta 1$ - β es la inversa de α por la derecha	$\beta[\alpha(x, y), y] = x$
$\alpha\beta 2$ - β es la inversa de α por la izquierda	$\beta[\alpha(x, y), x] = x$
$\alpha\beta 3$ - isoargumentos en α como argumento de β	$\beta[\alpha(x, x), y] = y$

Modelos Asociativos Alfa-Beta

- Código Johnson-Möbius Modificado
 1. Sean n números reales $\{r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n\}$ donde n es un entero positivo.
 2. Restar el número menor a todos; si r_i es el menor:
$$t_j = r_j - r_i \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, n\}$$
 3. Escalar los números anteriores por d , truncando los decimales restantes:
$$e_i = t_i * d$$
 3. Concatenar $(e_m - e_j)$ ceros con e_j unos

Decimal	Johnson-Möbius modificado
0	0000
1	0001
2	0011
3	0111
4	1111

Memorias Asociativas Alfa-Beta

- Fase de Aprendizaje

$$\left[y^\mu \otimes (x^\mu)^t \right]_{m \times n}$$

$$\mathbf{V} = \bigvee_{\mu=1}^p \left[y^\mu \otimes (x^\mu)^t \right] \quad v_{ij} = \bigvee_{\mu=1}^p \alpha(y_i^\mu, x_j^\mu)$$

- Fase de Recuperación

$$\mathbf{V} \Delta_\beta x^\omega \quad \left(\mathbf{V} \Delta_\beta x^\omega \right)_i = \bigwedge_{j=1}^n \beta(v_{ij}, x_j^\omega)$$



Memorias Asociativas Alfa-Beta

- Las memorias asociativas cuentan con una fase de aprendizaje, fase de recuperación, implementación, fase de aprendizaje y fase de recuperación.

$\alpha: A \times A \rightarrow B$

X	y	$\alpha(x,y)$
0	0	1
0	1	0
1	0	2
1	1	1

$$y^1 \otimes (x^1)^t = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \otimes [1 \ 1 \ 0 \ 1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M \Delta_{\beta x^1} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \Delta_{\beta} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = y^1$$

$\beta: B \times A \rightarrow A$

x	y	$\beta(x,y)$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1
2	0	1
2	1	1

$$y^2 \otimes (x^2)^t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \otimes [1 \ 0 \ 0 \ 1] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M \Delta_{\beta x^2} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \Delta_{\beta} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = y^2$$

⋮

Tabla 1 Operadores Alfa α , y Beta β .

$$y^5 \otimes (x^5)^t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \otimes [1 \ 0 \ 1 \ 1] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M \Delta_{\beta x^3} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \Delta_{\beta} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = y^3$$



Sistema de Control Electrónico

Se desarrollo la interfaz electrónica.

Principales sensores de datos:

Temperatura (T,C°),

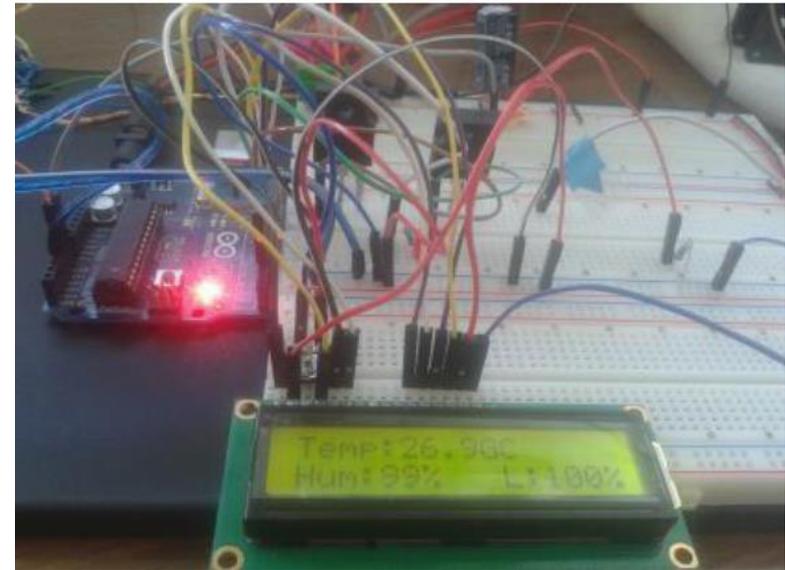
Luminosidad (%),

Humedad relativa (HR,%) del aire,

Concentración de CO2 (ppm),

Se desarrollo la tarjeta de adquisición.

Se utilizó tecnología Arduino.





Monitoreo y control remoto

- Desarrollo de un sistema de software.
 - Interfaz web de administrador,
 - Sistema de Base de Datos,
 - Aplicación móvil desarrollada en Android,
- Monitoreo en línea de las variables ambientales.
- Ajuste de aspectos ambientales.
- Alertas de malfuncionamiento de sensores.

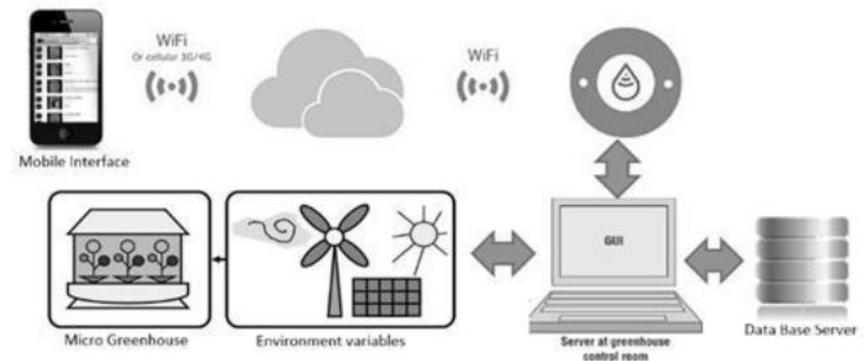


Figura 4 Esquema general del monitoreo y control del microinvernadero.



Resultados

- Se utilizó el conjunto fundamental de registros de muestreos obtenidos de los sensores de las variables ambientales.
- La condición para la experimentación fue enseñar a las memorias asociativas con un conjunto de patrones.
- Observar el desempeño de recuperación de los patrones.

Tiempo	Tm	Tr	Lm	Lr	RHm	RHr	CO ₂ m	CO ₂ r
01:00	19.2	19.2	15.3	15.3	86.3	86.3	446	446
02:00	19.3	19.3	15.1	15.1	79.8	79.8	477	477
03:00	19.6	19.6	14.2	14.2	81.0	81.0	475	475
04:00	19.0	19.0	14.1	14.1	80.4	80.4	464	464
05:00	19.5	19.5	13.4	13.4	76.1	76.1	422	422
06:00	19.8	19.8	13.6	13.6	78.1	78.1	459	459
07:00	19.7	19.7	12.4	12.4	83.7	83.7	416	416
08:00	20.8	20.8	12.3	12.3	85.3	85.3	447	447
...	

Tabla 5 Ejemplo de valores medidos y recuperados para las variables (temperatura, luminosidad, humedad, CO₂)



Resultados

- Los resultados obtenidos en el uso de las memorias asociativas Alfa-beta se compararon con algoritmos de open source bajo licencia GNU.
- Plataforma WEKA, para observar el desempeño de diferentes algoritmos.

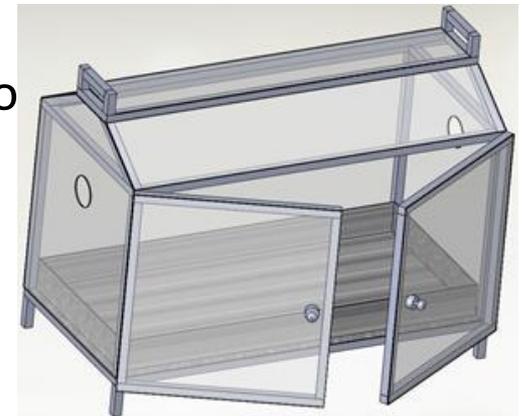
Algoritmo	Instancias clasificadas correctamente	Porcentaje
Bayes Net	2361	71.12 %
Random Forest	2388	71.93 %
J48	2316	69.76 %
REPTree	2163	65.16 %
SimpleCart	2063	62.15 %
RandomSubSpace	2163	65.18 %
Baggin	2332	70.25 %
IB1	2429	73.18 %
Memorias Asociativas Alfa-Beta	3320	100.00 %

Tabla 6 Resultados de eficiencia de recuperación en la plataforma WEKA.



Conclusiones

- Los beneficios que sustentan proyectos derivados del área de infraestructura verde se ven reflejados en los residentes urbanos.
- Desarrolló de un micro invernadero con el propósito de aportar beneficios para la mejora de la calidad de vida de los usuarios y la obtención sustentable de alimentos saludables.
- Se construye el micro invernadero y se establece un sistema automático de control de las variables ambientales para una producción óptima de vegetales.
- Se hace uso de las memorias asociativas Alfa-beta para el aprendizaje y la recuperación correcta de variables ambientales.
- Se desarrolla una aplicación móvil para el monitoreo remoto en la plataforma Android.





Universidad
Politécnica
Metropolitana de
Hidalgo

ORGANISMO DESCENTRALIZADO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESTATAL

Referencias



- (Matsuoka y Kaplan, 2008)
- (Mell, 2008),
- (Acevedo-Mosqueda, M. E., et al., 2007).
- (Guzmán Díaz, G. A., 2004).

<http://www.bancomundial.org/temas/cities/datos.htm>



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. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)