

ISSN 2444-4936

Volumen 2, Número 6 — Octubre — Diciembre -2016

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

ECORFAN[®]



ECORFAN-Spain

Indización

Google Scholar

Research Gate

REBID

Mendeley

RENIECYT

ECORFAN-Spain

Directorio

Principal

RAMOS-ESCAMILLA- María. PhD.

Director Regional

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD.

Director de la Revista

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC .

Edición de Logística

PERALTA-CASTRO, Enrique, PhD.

Diseñador de Edición

TREJO-RAMOS, Iván. BsC

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Volumen 2, Número 6, de Octubre a Diciembre - 2016, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. . Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Moralarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS ESCAMILLA- María, Co-Editor: MIRANDA GARCÍA- Marta, PhD. ISSN-2444-4936. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA BOUCHÁN- Imelda, LUNA SOTO-Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Consejo Editorial

ALIAGA-LORDEMANN, PhD.
Universidad de Zaragoza-España

CHAVEZ-BECKER, Carlos, PhD.
Universidad Autónoma Metropolitana-México

GARCIA-DE SOTERO, Dora PhD.
Universidad de Sao Paulo- Brasil

SANTILLANO-CAZARES, Jesús, PhD.
Oklahoma State University- USA

VARGAS-HERNÁNDEZ, José, PhD.
Keele University- England

CASTRO-ESPINOZA, Jobani, MsC.
Universidad del Valle-Colombia

MARTINEZ- MADRID, Miguel, PhD.
University of Cambridge-Inglaterra.

MENDEZ-MEDINA, Ruben, PhD.
University of Bristol-Inglaterra.

ESCAMILLA-GARCIA, Erandi, PhD.
University of Burgundy, Francia

FERNADEZ-PALACIN, Fernando, PhD.
Universidad de Cadiz-España

CARVAJAL- D E LA TORRE, Georgina, PhD.
Université des Sciences de Lille 1-Francia

Consejo Arbitral

CSA, PhD

Secretaría de Salud- México

DLFA, PhD

Universidad de Sonora- México

AMA, PhD

Universidad de Carobobo-Venezuela

LPC, BsC

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco- México

SMC, PhD

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca- México

MRM, MsC

Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana-Venezuela

AMF, PhD

Instituto Nacional de Pediatría-México

VM, PhD

ESIQIE-IPN- México

PGR, PhD

Institut National Polytechnique de la Lorraine-Francia

RAG, PhD

Universidad de Guanajuato- México

RVH, PhD

Universidad de Guadalajara- México

SSV, PhD

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana- Perú

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

En Pro de la Investigación, Docencia, y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión del Editor en Jefe.

El artículo *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* por GARCÍA-MEJÍA, José, ZARAZÚA-SÁNCHEZ, José, GONZÁLEZ-SILVA, Marco y ZAMUDIO-GARCÍA, Víctor con adscripción en la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, como siguiente artículo está *Propuesta de centro de conservación y educación ambiental mazahua* por TORRES-SÁNCHEZ, Merced, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio y VERA-NOGUEZ, Raúl con adscripción en la Universidad Autónoma del Estado de México, como siguiente artículo está *Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie* por CAMACHO-IXTA, Ixchel, BOJORQUEZ-MORALES, Gonzalo y FABELA-BLAS, Claudia, como siguiente artículo está *Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México* por MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia, OROZCO-GUILLEN, Eber, y GALÁN-HERNÁNDEZ, Néstor con adscripción en la Universidad Politécnica de Sinaloa, como siguiente artículo está *El efecto térmico de la naturación en cubiertas* por GARCÍA-VILLALOBOS, Ilse y LÓPEZ-DE JUAMBELZ, Rocío.

Contenido

Artículo	Página
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 GARCÍA-MEJÍA, José, ZARAZÚA-SÁNCHEZ, José, GONZÁLEZ-SILVA, Marco y ZAMUDIO-GARCÍA, Víctor.	1-12
Propuesta de centro de conservación y educación ambiental mazahua TORRES-SÁNCHEZ, Merced, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio y VERA-NOGUEZ, Raúl.	13-21
Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie CAMACHO-IXTA, Ixchel, BOJORQUEZ-MORALES, Gonzalo y FABELA-BLAS, Claudia	22-26
Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia, OROZCO-GUILLEN, Eber, y GALÁN-HERNÁNDEZ, Néstor	27-41
El efecto térmico de la naturación en cubiertas GARCÍA-VILLALOBOS, Ilse y LÓPEZ-DE JUAMBELZ, Rocío	42-46
<i>Instrucciones para Autores</i>	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

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

GARCÍA-MEJÍA, José*†, ZARAZÚA-SÁNCHEZ, José, GONZÁLEZ-SILVA, Marco y ZAMUDIO-GARCÍA, Víctor.

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Boulevard Acceso a Tolcayuca #1009 Ex Hacienda de San Javier, Hidalgo, México

Recibido Octubre 3, 2016; Aceptado Noviembre 15, 2016

Resumen

Durante las últimas décadas el concepto de infraestructura verde urbana se ha convertido en un área de investigación importante. En este trabajo se presenta el desarrollo de un micro invernadero como una especie de infraestructura verde para la producción de vegetales sobre un sistema de cultivo hidropónico con el fin de tener una opción de auto consumo sostenible de alimentos saludables y una opción importante para mejorar la calidad de vida de los residentes de la ciudad. Además se usa un enfoque de memorias asociativas para el aprendizaje de variables ambientales. Las memorias asociativas tienen una serie de características incluyendo un método de clasificación rápido y eficiente, así como la tolerancia intrínseca al ruido que las hace ideales para diversas aplicaciones. En este artículo se utilizarán las memorias asociativas Alfa-Beta con el fin de recomendar las variables ambientales correctas con base en diversos parámetros.

Infraestructura verde urbana, micro invernadero, memorias asociativas Alfa-Beta, reconocimiento de patrones

Abstract

During the last decades, the urban green infrastructures have become an important research area. This work presents the development of micro greenhouse as a kind of green infrastructure of vegetable production in a hydroponics system in order to have sustainable self-consumption and it is a way to improve the high living quality for urban residents. Furthermore an associative memories approach is using in order to learning environmental variables. The associative memories have a number of characteristics including a fast and efficient classification method, as well as intrinsic tolerance to the noise that it makes ideal them for variety of applications. This paper will use the alpha-beta associative memories with the purpose of recommending correct environmental variables based on different parameters. The objective of this paper is to present the alpha-beta memories as a possibility to resolve real problems in the urbangreen infrastructure.

Urban Green infrastructure, micro greenhouse, Alpha-Beta associative memories, pattern recognition

Citación: GARCÍA-MEJÍA, José, ZARAZÚA-SÁNCHEZ, José, GONZÁLEZ-SILVA, Marco y ZAMUDIO-GARCÍA, Víctor. 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. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2016, 2-6: 1-12

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jag.cic.ipn@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En una sociedad en constante crecimiento, en la que el 50% de la población mundial vive en áreas urbanas y que además, la tendencia se proyecta a alcanzar 6.3 billones en el 2050 (United Nations, 2013), el desarrollo de infraestructura verde ha tomado importancia en las últimas décadas. Una infraestructura verde considera aquellas áreas como: parques, bosques, áreas recreacionales y jardines (botánicos, invernaderos), los cuales toman una crucial importancia en la vida de los residentes urbanos. Además este tipo de espacios son la principal razón de proveer servicios de ecosistemas y una opción para mejorar la calidad de vida de los residentes (Haase Nuissi, 2007).

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), además es una forma de apoyar el suministro de alimentos saludables en casa a través de micro invernaderos (Barthel et al., 2013). Como concepto ha sido desarrollado desde las últimas dos décadas, comúnmente se refiere a los espacios conectados de áreas verdes que se encuentran dentro y alrededor de la periferie urbana (Mell, 2008), algunos otros investigadores lo mencionan como sistemas de espacios verdes urbanos o periurbanos (Tzoulas et al., 2007).

Debido a los beneficios ecológicos, económicos y sociales que presentan, el desarrollo de infraestructura verde urbana permite a los planificadores no solo a presentar un desarrollo funcional sino a desarrollar espacios innovadores y sustentables (Mell, 2008), además se promueve el desarrollo de ecosistemas como un bienestar saludable para los residentes urbanos (Tzoulas et al., 2007). Otro beneficio que presenta es contribuir en una urbanización verde sustentable (Ahern, 2007).

En este trabajo se presenta el desarrollo de un microinvernadero autónomo como un tipo de infraestructura verde (Barthel et al., 2013), para la producción de vegetales mediante un sistema de cultivo hidropónico, capaz de adaptarse como un electrodoméstico en casa, siendo monitoreado y controlado a través de una aplicación móvil implementada sobre la plataforma Android. El proyecto fue desarrollado en la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo (UPMH), institución de educación que como parte de sus objetivos estratégicos, es promover el desarrollo de la tecnología a través de la investigación aplicada con la participación de profesores de tiempo completo y estudiantes.

Los parámetros ambientales críticos que afectan el crecimiento de los vegetales en el microinvernadero son: la temperatura, la humedad relativa y el dióxido de carbono (CO₂). El monitoreo en tiempo real y continuo de la respuesta fisiológica del cultivo a los cambios del microambiente, proporcionan información importante para controlar el microclima del invernadero de forma precisa. El control climático al interior del microinvernadero está enfocado a mantener las variables climáticas tan cerca como sea posible de las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo.

Se han reportado diversos modelos en los últimos años usados en el área agrícola. Para modelar variables ambientales como la temperatura del aire en invernaderos, utilizando modelos autoregresivos con variables externas (Lopez et al., 2007). El uso de modelos de redes neuronales artificiales (RNA) ha sido un tema de interés (Salazar et al., 2008), los modelos neuro-difusos para la predicción de variables ambientales como la temperatura y humedad fueron implementados por (Lopez y Hernandez, 2010).

Estos modelos han demostrado ser una alternativa para su utilización en sistemas complejos, por su capacidad de aprendizaje, capacidad de identificar una relación no lineal (Hashimoto, 1997). Algunos otros modelos como los de mapas auto-organizativos logran una convergencia rápida y buena generalización (Moshou et. al., 2001). Otras arquitecturas como el *Generalized Softmax Perceptron* (GSP) y el *Posterior Probability Model Selection* (PPMS) se han usado para clasificación de imágenes con buenos resultados (Arribas et. al., 2011).

Las memorias asociativas son consideradas como redes neuronales sin peso, sin embargo tienen otras cualidades que las hacen perfectas para su aplicación en diversos problemas. El propósito principal de las memorias asociativas es recuperar patrones completos a partir de su aprendizaje a priori, que pueden contener ruido aditivo, sustractivo o mixto (Acevedo-Mosqueda, M. E., et al., 2007). Las memorias asociativas tienen dos fases funcionales, la fase de aprendizaje y la fase de recuperación, en la primera fase la memoria asociativa es construida con información a priori, y los patrones de entrada y de salida son asociados.

La referencia histórica de las memorias asociativas se pueden observar desde el año 1961 con el trabajo de Karl Steinguch con su modelo de memoria asociativa Learnmatrix (Steinbuch, K., 1961), memoria heteroasociativa capaz de trabajar como clasificador de patrones binarios. Anderson en el año 1972, presentó su modelo Linear Associator (Anderson, J.A., 1972), así como Kohonen en el mismo año de forma independiente un modelo similar (Kohonen, T., 1972).

El trabajo más relevante de la memoria asociativa fue desarrollado por Hopfield en 1982, su modelo demuestra la interacción de elementos simples de procesamiento, similares al funcionamiento de las neuronas, demostrando propiedades computacionales colectivas, así como la estabilidad de las memorias (Hopfield, J.J., 1982). Este modelo sin embargo tiene inconvenientes en la limitada capacidad de recuperación.

El modelo de memoria asociativa usado en este trabajo es llamado memoria asociativa Alfa-Beta (C. Yáñez, 2002), cuya ventaja es la recuperación completa del conjunto fundamental de información, un método de clasificación rápido y eficiente, así como la tolerancia intrínseca al ruido

El objetivo de este trabajo es el uso de las memorias asociativas Alfa-beta, como herramienta para la recuperación de las variables ambientales, con el fin de recomendar las variables correctas con base en diversos parámetros.

Microinvernadero en un Sistema Hidropónico

A. 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. La hidroponía puede ser denominada una tecnología de cultivo en espacios pequeños.

La productividad potencial de los cultivos hidropónicos, cuando son realizados en condiciones tecnológicas óptimas, son superiores a las obtenidas mediante el sistema tradicional de cultivo hortícola (Guzmán Díaz, G. A., 2004). El diseño del prototipo se muestra en la Figura 1.

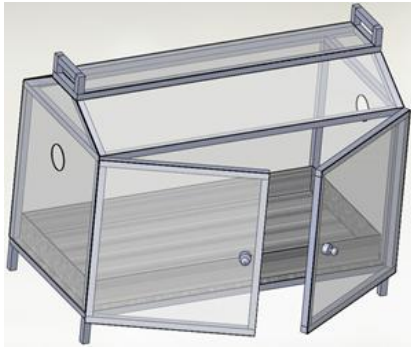


Figura 1 Diseño del prototipo del sistema hidropónico

B. Aspectos Importantes

El sistema de automatización del prototipo del microinvernadero permite regar el cultivo, detectando mediante un sensor la humedad, la disminución de agua y retroalimentando los datos para su monitoreo.

Permite además una ventilación adecuada, cuando la temperatura es demasiado elevada se activan los ventiladores. Además controla la luz en el microambiente.

Según Bernat et al. (1987) los principales objetivos de un microinvernadero, son: a) conseguir producciones determinadas en zonas cuyo clima no lo permite al aire libre en condiciones comerciales; b) conseguir producciones “fuera de temporada”; c) aumentar las producciones por unidad de superficie, acortar los ciclos de las plantas permitiendo un mayor número de ciclos por temporada; d) disponer de condiciones de cultivo idóneas para el estudio o la investigación.

Con el prototipo por hidroponía se tiene un aumento en la tasa de crecimiento de producción de los vegetales. Con una configuración adecuada, las verduras pueden madurar hasta un 25% más rápido y se producen hasta un 30% más que las mismas plantas que crecen en suelos.

La producción de vegetales se cultiva más rápido, debido a que los nutrientes son proporcionados de manera sistemática. Incluso se puede observar un sistema de raíces pequeñas, por lo que la producción se centra más en el crecimiento de la planta de arriba, en lugar de expandir el sistema radicular de la planta baja.

Con un sistema hidropónico también se utiliza menos agua que las plantas a base de suelo ya que el sistema está cerrado, por lo que se obtiene como resultado tener menos evaporación. Este tipo de sistema aporta ventajas para el medio ambiente, debido a la reducción de los residuos y la contaminación de la escorrentía del suelo (Espinoza R., et al., 1989).

C. Sistema de control electrónico

Por otra parte el equipo de ingeniería electrónica, desarrolló la interfaz de comunicación de adquisición de datos, estos leen los múltiples sensores de datos como: temperatura (T, C°), luminosidad (%), humedad relativa (HR, %) del aire, la concentración de CO_2 (ppm), flujo de aire al sistema de medición (lpm), también se tiene que controlar y equilibrar el pH y los niveles de nutrientes diariamente.

Adicionalmente el equipo de trabajo también realizó el diseño de la tarjeta electrónica para leer señales digitales y analógicas, así como una base de datos en la plataforma MySQL considerada para el conjunto de análisis de datos.

Estadísticas e informes fueron generados para el monitoreo y control con el fin de que variables ambientales del entorno se ajusten en la producción de vegetales para lograr óptimos resultados en tiempo real. La tarjeta utiliza Arduino como parte de su diseño. El prototipo de tarjeta de adquisición se muestra en la Figura 2.

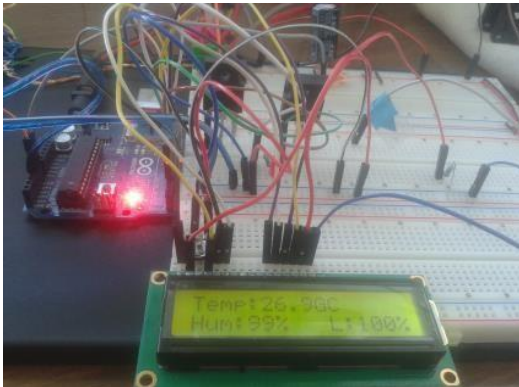


Figura 2 Diseño de la tarjeta de adquisición electrónica.

D. Sistema de aplicación de Software

El esquema general de la aplicación de software se presenta en la Figura 3. Este tiene básicamente tres módulos: una interfaz web para el administrador, el módulo de la base de datos para la recolección de datos, y la aplicación móvil para el monitoreo y control remoto.



Figura 3 Esquema del modelo de la aplicación.

De esta manera, el cliente puede modificar los parámetros del software con los objetivos de producción del proyecto, ya que puede introducir cambios funcionales o prioridad al inicio de cada nueva iteración sin ningún problema. El esquema general del control y monitoreo del microinvernadero y las variables ambientales se observa en la Figura 4.

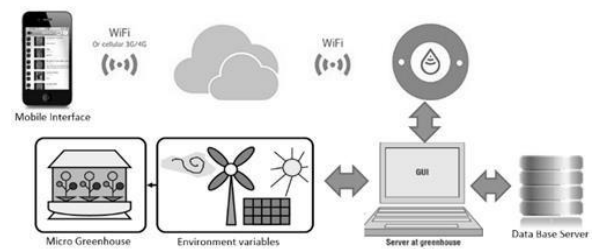


Figura 4 Esquema general del monitoreo y control del microinvernadero.

Memorias asociativas Alfa-Beta

El propósito de la 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. Los conceptos se presentan en (Acevedo-Mosqueda, M. E., et al., 2007).

Una memoria asociativa M es un sistema que relaciona patrones de entrada y salida de la siguiente forma: $x \rightarrow M \rightarrow y$ con x e y , respectivamente, como los vectores-patrones de entrada y salida. Cada vector entrada está relacionado con su correspondiente vector salida. Para cada k entero positivo, la asociación será denotada como: (x^k, y^k) . La memoria asociativa M es representada por una matriz de la cual su ij -ésima componente es m_{ij} (Kohonen, T., 1972).

La memoria M es generada *anticipadamente* de un conjunto finito de asociaciones conocidas, llamado conjunto fundamental de asociaciones. Si μ es un índice, el conjunto fundamental es representado como: $\{(x^\mu, y^\mu) \mid \mu = 1, 2, \dots, p\}$ donde n y m son la dimensión de los patrones de entrada y salida, respectivamente, decimos que $\exists \mu \in \{1, 2, \dots, p\}$ para cada $x^\mu \neq y^\mu$. Si consideramos el conjunto fundamental de patrones $\{(x^\mu, y^\mu) \mid \mu = 1, 2, \dots, p\}$ donde n y m son la dimensión de los patrones de entrada y salida, respectivamente, decimos que $x^\mu \in A^n$, $A = \{0, 1\}$ y $y^\mu \in A^m$. Entonces la j -ésima componente del patrón de entrada es $x_i^\mu \in A$, de la misma forma, la j -ésima componente del patrón de salida es representada como $y_i^\mu \in A$. Una versión distorsionada de un patrón x^k para ser recuperado será denotado como \tilde{x}^k . Si se presenta un patrón de entrada desconocido x^ω con $\omega \in \{1, 2, \dots, k, \dots, p\}$ a una memoria asociativa M , de tal forma que la salida corresponde exactamente con el patrón asociado y^ω se dice que la recuperación es perfecta.

La memoria asociativa Alfa-Beta matemáticamente está basada en dos operadores binarios: α y β (C. Yáñez, 2002). El operador Alfa es usado en la fase de aprendizaje mientras que el operador Beta es usado en la fase de recuperación. Las propiedades matemáticas de estos operadores, permiten a las memorias asociativas α β poseer características similares a la versión binaria de las memorias asociativas morfológicas, en el sentido de: la capacidad de aprendizaje, la memoria es robusta para soportar cierto tipo y cantidad de ruido y posee las características necesarias para una recuperación perfecta (Acevedo-Mosqueda, M. E., et al., 2006). Primero, definimos un conjunto $A = \{0, 1\}$ y un conjunto $B = \{00, 01, 10\}$, entonces los operadores α y β pueden ser definidos en la Tabla 1.

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

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

Tabla 1 Operadores Alfa α , y Beta β .

Estos dos operadores binarios junto con el operador máximo (\vee) y mínimo (\wedge) establecen las herramientas matemáticas que le conciernen al modelo Alfa-Beta.

Las definiciones de α y β presentadas en la Tabla 1, implican que: α incrementa a la izquierda y decrementa a la derecha, β incrementa a la izquierda y a la derecha, β es el inverso izquierdo de α . De acuerdo al tipo de operador que es usado en la fase de aprendizaje, dos tipos de memorias asociativas Alfa-Beta pueden ser obtenidas. Si el operador máximo (\vee) es usado, se obtiene una Memoria Asociativa Alfa-Beta de tipo *MAX*, llamémosla M ; de manera análoga, si el operador mínimo (\wedge) es usado, se obtiene la Memoria Asociativa Alfa-Beta tipo *min*, será llamada W (Acevedo-Mosqueda, M. E., et al., 2007). En cualquier caso, los patrones fundamentales de entrada y salida son representados de la siguiente forma:

$$x^\mu = \begin{pmatrix} x_1^\mu \\ x_2^\mu \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n^\mu \end{pmatrix} \in A^n \quad y^\mu = \begin{pmatrix} y_1^\mu \\ y_2^\mu \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_m^\mu \end{pmatrix} \in A^m$$

Para entender cómo se lleva a cabo las fases de aprendizaje y recuperación, serán definidas algunas operaciones matriciales.

α máx Operación: $p_{m \times r} \nabla_{\alpha} Q_{r \times n} = [f_{ij}^{\alpha}]_{m \times n}$, donde $f_{ij}^{\alpha} = \bigvee_{k=1}^r \alpha(p_{ik}, q_{kj})$ β máx Operación: $p_{m \times r} \nabla_{\beta} Q_{r \times n} = [f_{ij}^{\beta}]_{m \times n}$, donde $f_{ij}^{\beta} = \bigvee_{k=1}^r \beta(p_{ik}, q_{kj})$ α mín Operación: $p_{m \times r} \Delta_{\alpha} Q_{r \times n} = [f_{ij}^{\alpha}]_{m \times n}$, donde $f_{ij}^{\alpha} = \bigwedge_{k=1}^r \alpha(p_{ik}, q_{kj})$ β mín Operación: $p_{m \times r} \Delta_{\beta} Q_{r \times n} = [f_{ij}^{\beta}]_{m \times n}$, donde $f_{ij}^{\beta} = \bigwedge_{k=1}^r \beta(p_{ik}, q_{kj})$

Tabla 2 Operaciones matriciales Alfa-beta.

Siempre que un vector columna de dimensión m es operado con un vector fila de dimensión n , ambas operaciones ∇_{α} y Δ_{α} , son representadas por \oplus ; consecuentemente, la siguiente expresión es válida:

$$y \nabla_{\alpha} x^t = y \oplus x^t = y \Delta_{\alpha} x^t \quad (1)$$

Si se considera el conjunto fundamental de patrones $\{(x^{\mu}, y^{\mu}) \mid \mu = 1, 2, \dots, p\}$ entonces la ij -ésima entrada de la matriz $y^{\mu} \oplus (x^{\mu})^t$ es expresada como:

$$[y^{\mu} \oplus (x^{\mu})^t]_{ij} = \alpha(y_i^{\mu}, x_j^{\mu}) \quad (2)$$

Fase de aprendizaje

Encontrar los operadores adecuados y una manera de generar la matriz M , esta guardará las p asociaciones del conjunto fundamental $\{(x^1, y^1), (x^2, y^2), \dots, (x^p, y^p)\}$, donde $x^{\mu} \in A^n$ y $y^{\mu} \in A^m \forall \mu \in \{1, 2, \dots, p\}$.

Paso 1. Para cada asociación de patrones fundamentales $\{(x^{\mu}, y^{\mu}) \mid \mu = 1, 2, \dots, p\}$, generar p matrices de acuerdo a la siguiente regla:

$$[y^{\mu} \oplus (x^{\mu})^t]_{m \times n} \quad (3)$$

Paso 2. Para obtener la Memoria Alfa-Beta tipo MAX , aplicar el operador tipo $MAX(\vee)$ de acuerdo a la siguiente regla:

$$M = \bigvee_{\mu=1}^p [y^{\mu} \oplus (x^{\mu})^t] \quad (4)$$

Paso 3. Para obtener una Memoria Alfa-Beta tipo min aplicar el operador binario min (\wedge) de acuerdo a la siguiente regla:

$$W = \bigwedge_{\mu=1}^p [y^{\mu} \oplus (x^{\mu})^t] \quad (5)$$

En consecuencia, la ij -ésima entrada de la Memoria Alfa-Beta de tipo MAX está dada por la siguiente expresión:

$$v_{ij} = \bigvee_{\mu=1}^p \alpha(y_i^{\mu}, x_j^{\mu}) \quad (6)$$

Análogamente, la ij -ésima entrada de la Memoria Alfa-Beta de tipo min está dada por la siguiente expresión:

$$\psi_{ij} = \bigwedge_{\mu=1}^p \alpha(y_i^{\mu}, x_j^{\mu}) \quad (7)$$

Fase de recuperación

La fase de recuperación encuentra los operadores adecuados y las condiciones suficientes para obtener un patrón fundamental de salida y^{μ} cuando una memoria M o una memoria W es operada con un patrón fundamental de entrada x^{μ} .

Un patrón x^{ω} , con $\omega \in \{1, 2, \dots, p\}$, es presentado a la Memoria Asociativa Alfa-Beta, entonces, x^{ω} es recuperado de acuerdo a una de las siguientes reglas.

Memoria Asociativa Alfa-Beta de tipo MAX :

$$M \Delta_{\beta} x^{\omega} = \bigwedge_{j=1}^n \beta(v_{ij}, x_j^{\omega}) = \bigwedge_{j=1}^n \{[\bigvee_{\mu=1}^p \alpha(y_i^{\mu}, x_j^{\mu})], x_j^{\omega}\}$$

Memoria Asociativa Alfa-Beta de tipo min :

$$WV_{\beta} x^{\omega} = \bigvee_{j=1}^n \beta(\psi_{ij}, x_j^{\omega}) = \bigvee_{j=1}^n \{ [\bigwedge_{\mu=1}^p \alpha(y_i^{\mu}, x_j^{\mu})], x_j^{\omega} \}$$

Sin importar el tipo de Memoria Asociativa Alfa-Beta usado en la fase de recuperación, se obtiene un vector columna de dimensión n .

Conjunto de variables ambientales

Los valores de las variables ambientales fueron coleccionadas realizando una bitácora con base en muestreos y recolectando cada 10 segundos los valores de los sensores y en promedio cada minuto almacenados en registros. La experimentación básica consistió en recolectar del microinvernadero datos por 24 hrs., con una constante de los sensores y actuadores. La base de datos generada contiene aproximadamente 3320 instancias, a estos datos se le denomina *conjunto fundamental*. El conjunto fundamental contiene la siguiente estructura: {*temperatura, luminusidad, humedad, CO₂*}, donde los primeros tres aspectos son los principales atributos a analizar y la concentración de CO₂ la mejor opción por elegir.

Implementación

Se uso las memorias asociativas Alfa-Beta tipo *min*, autosociativas, estas memorias fueron combinadas con el código Johnson-Möbius (C. Yáñez, E.M.F. et al., 2006). Esto debido a que las memorias asociativas Alfa-Beta clasifican patrones de entrada con ruido aditivo o sustractivo, pero presentan desventajas con ruido combinado, por lo que se incluyo la codificación de Johnson-Möbius, en las memorias asociativas Alfa-Beta para clasificar patrones con ruido combinado. La propiedad importante de esta codificación es porque el valor codificado en Johnson-Möbius, preserva el ruido aditivo o sustractivo pero no mixto.

Para generar el código Johnson-Möbius de un número de cero a $(n-1)$, se requieren $\frac{n}{2}$ bits. Si modificamos el código Johnson-Möbius para solo usar los códigos entre cero y $\frac{n}{2}$, donde $\frac{n}{2}$ es el número máximo representado (denotado como n_{max}) e invertimos el orden de los bits de la forma siguiente. El bit más significativo se convierte en el bit menos significativo, y viceversa. Por lo tanto, para representar un número que va de cero a n_{max} , se necesitan n_{max} bits.

El algoritmo para generar un número codificado en Johnson-Möbius es:

1. seleccionar el mayor de los valores dados.
2. escribir el número como una concatenación de bits con el valor 1.
3. completar con bits de valor 0 de izquierda a derecha hasta alcanzar la longitud n .

Ejemplo:

Valores 3, 5, 10, 6, 13

- 1.- Se selecciona el mayor de los valores dados, en este caso es 13, $n=13$.
- 2.- escribir el número como una concatenación de bits con el valor 1

3:	111
5:	11111
10:	1111111111
6:	11111
13:	1111111111111

Tabla 3 Concatenacion de bits.

- 3.- Completar con bits de valor 0 de izquierda a derecha hasta alcanzar la longitud n .

3: 000000000111
5: 000000011111
10: 000111111111
6: 000000111111
13: 111111111111

Tabla 4 Concatenacion de bits complementados.

Debido a características del desarrollo se diseñaron dos Memorias Asociativas Alfa-Beta tipo *min* autoasociativas, una *estricta* y otra *flexible*, estas dos memorias proporcionan un mejor rango de soluciones, las dos memorias fueron entrenadas usando el mismo conjunto fundamental. La memoria de tipo *estricta*, utiliza el conjunto fundamental completo de características en la fase de aprendizaje-recuperacion. La memoria de tipo *flexible*, utiliza un conjunto reducido de características en la fase de aprendizaje-recuperacion. El uso de la memoria asociativa Alfa-Beta tipo *min estricta* se obtiene un excelente resultado, si el patrón objetivo, es un patrón del conjunto fundamental, sin embargo si el patrón seleccionado no pertenece al conjunto fundamental se utiliza la memoria asociativa Alfa-Beta tipo *min flexible*.

La memoria asociativa flexible se realizó utilizando la técnica de selección de características que nos ofrece las memorias Alfa-Beta, con esto seleccionamos las características principales, que son CO₂ y humedad.

Después de codificar el patrón de entrada con el código de Johnson-Möbius se utiliza la memoria asociativa Alfa-Beta tipo *min estricta* para buscar un buen resultado, si se encuentra, se muestra la información de la variable correcta, si no, el patrón de entrada va a la Memoria Asociativa Alfa-Beta tipo *min flexible* donde se busca un mejor resultado.

Ejemplo Sea $p = 5$, $n = 4$, $m = 4$. Dados los patrones fundamentales $\{(x^\mu, y^\mu) \mid \mu = 1, 2, \dots, p\}$, se obtiene una memoria asociativa Alfa-Beta.

Las asociaciones fundamentales serán escritas como: $\{(x^1, y^1), (x^2, y^2), \dots, (x^5, y^5)\}$.

$$x^1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad x^2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad x^3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$y^1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad y^2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad y^3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$x^4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad x^5 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$y^4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad y^5 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(8)

Fase de aprendizaje. Obtenemos las matrices correspondientes M_1, M_2, \dots, M_5 , de acuerdo al paso 1, indicado en el proceso de aprendizaje.

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

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

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

(9)

De acuerdo al paso 2, se obtiene la memoria asociativa Alfa-Beta de tipo *MAX* representada por *M*. Análogamente de acuerdo al paso 3, se obtiene la memoria asociativa Alfa-Beta de tipo *min* representada por *W*.

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} ; W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Fase de recuperación. Se obtiene el correspondiente patrón de salida, realizando las operaciones $M \Delta_{\beta x^\mu}$, $\forall \mu \in \{1,2,\dots,p\}$, para fines practicas, se muestra solo la fase de recuperación de las memorias Alfa-Beta tipo *MAX*.

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

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

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

$$M \Delta_{\beta x^4} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \Delta_{\beta} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = y^4$$

$$M \Delta_{\beta x^5} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \Delta_{\beta} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = y^5$$

Se puede verificar que la fase de recuperación de la memoria Alfa-Beta de tipo *MAX* puede recuperar perfectamente y por completo el conjunto fundamental de patrones.

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 y observar el porcentaje de recuperación de los patrones. En la Tabla 5 se muestra un ejemplo de los valores medidos y recuperados para las variables ambientales.

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)

Los resultados obtenidos en el uso de las memorias asociativas Alfa-beta se compararon con algoritmos de *open source* bajo licencia GNU, en la plataforma WEKA (M. Hall, et. al., 2009) utilizando el mismo conjunto fundamental, en la Tabla 6 se observan los porcentajes obtenidos.

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, en este trabajo se desarrolló un microinvernadero con el propósito de aportar beneficios para la mejora de la calidad de vida de los usuarios y la obtención sustentable de alimento saludable. 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, con el propósito de recomendar el uso correcto de CO₂ en el suministro al micro invernadero. Se observa que el uso de las memorias asociativas se pueden recuperar el conjunto fundamental de datos de manera correcta, así como un buen desempeño en la recomendación y predicción de valores.

Referencias

- A. Rodríguez et al., "The management of scientific and technical knowledge at the university: a case and a project", **Cuadernos de gestión**, Vol. 1, No. 1, 2001, pp. 13-30
- Acevedo-Mosqueda, M. E., Yáñez Márquez, C., & López-Yáñez, I.: Alpha-Beta bidirectional associative memories: theory and applications. *Neural Processing Letters*, 26 (2007)
- Acevedo-Mosqueda, M. E., Yáñez-Márquez, C., & López-Yáñez, I.: A New Model of BAM: Alpha-Beta Bidirectional Associative Memories. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 4263, 286-295 (2006)
- Ahern, J. (2007). "Green infrastructure for cities: The spatial dimension." *Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management*, V. Novotny, and P. Brown, eds., IWA Publishing, London, 267-283.
- Anderson, J.A.: A simple neural network generating an interactive memory. *Math Biosci* 14:197-220 (1972)
- Barthel, S., Parker, J., and Ernstson, H. (2013). "Food and green space in cities: A resilience lens on gardens and urban environmental movements." *Urban Stud.*, 1-18.
- Bernat, J.C., Andrés, V.J., Martínez, R.J. 1987. *Invernaderos. Construcción, manejo, rentabilidad*. Edit. Aedos. Barcelona, España. 189 p.
- C. Yáñez, E.M.F. Riverón, I. López-Yáñez, R. Flores-Carapia: A novel approach to automatic color matching. In: *CIARP*, pp. 529-538 (2006)
- C. Yáñez (2002). *Memorias Asociativas basadas en Relaciones de Orden y Operadores Binarios*, Tesis Doctoral, Centro de Investigación en Computación, Ciudad de México.
- C. Clemenza et al., "University Research as a Path to Strengthening the University-

Productive Sector Relationship: The University of Zulia Case”. **Revista Multiciencias**, Vol. 4, No 2, 2004, pp. 104-112

Dimitrios Moshou, Els Vrindts, Bart De Ketelaere, Josse De Baerdemaeker, Herman Ramon: A neural network based plant classifier, *Computers and electronics in agriculture*, 31, 5-16 (2001)

Espinoza R., P. Resh M., H. Sánchez del C. F. y E. Escalante R. 1985. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1989. Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero.

Guzmán Díaz, Guillermo A. Hidroponía en casa: una actividad familiar / Guillermo A. Guzmán Díaz.- San José, C. R.: MAG, 2004

Haase, D., and Nuissl, H. (2007). “Does urban sprawl drive changes in the water balance and policy? The case of Leipzig (Germany) 1870–2003.” *Landscape Urban Plann.*, 80(1–2), 1–13. Hopfeld, J.J.: Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. In: *Proc Nat AcadSci* 79:2554-2558 (1982)

Hashimoto Y. : Applications of artificial neural networks and genetic algorithms to agricultural systems. *Computers and electronics in agriculture*, 18, 71-72 (1997)

Juan Ignacio Arribas, Gonzalo V. Sánchez-Ferrero, Gonzalo Ruiz-Ruiz, Jaime Gómez-Gil: Leaf classification in sunflower crops by computer vision and neural networks, 78, 9-18 (2011)

Kohonen, T.: Correlation Matrix Memories. *IEEE Transactions on Computers*, 21, 353-359 (1972)

López, C. I. L.; Rojano, A. A.; Ojeda, B. W. y Salazar, M. R. 2007. Modelos ARX para predecir la temperatura del aire de un invernadero: una metodología. *Agrociencia*. 41: 181-192.

López, C. I. L. y Hernández, L. L. 2010. Modelos Neurodifusos para temperatura y humedad del aire en invernaderos tipo cenital y capilla en el centro de México. *Agrociencia*. 44: 791-805.

Matsuoka, R. H., and Kaplan, R. (2008). “People needs in the urban landscape: Analysis of landscape and urban planning contributions.” *Landscape Urban Plann.*, 84(1), 7–19.

Mell, I. C. (2008). “Green infrastructure: Concepts and planning.” *FORUM: Int. J. Postgraduate Stud. Archit. Plann. Landscape*, 8(1), 69–80.

Salazar, M. R.; López, C. I. L. and Rojano, A. A. 2008. A neural network model to control greenhouse environment. Sixth Mexican International Conference on Artificial Intelligence. Special Session. 311-318 pp.

Steinbuch, K.: Die Lernmatrix. *Kybernetik* 1(1):36-45 (1961)

Tzoulas, K., et al. (2007). “Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review.” *Landscape Urban Plann.*, 81(3), 167–178.

UICN, WWF, PNUMA 1990 Sustentabilidad: una estrategia para el cuidado del planeta.

United Nations. (2012). “World urbanization prospects: The 2011 revision.” Dept. of Economic and Social Affairs, New York.

Propuesta de centro de conservación y educación ambiental mazahua

TORRES-SÁNCHEZ, Merced*†, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio y VERA-NOGUEZ, Raúl.

Universidad Autónoma del Estado de México, Universitaria, 50130 Toluca de Lerdo, Méx., México

Recibido Octubre 10, 2016; Aceptado Noviembre 21, 2016

Resumen

La propuesta de Centro de Conservación y Educación Ambiental Mazahua (CCEAM) para comunidades mazahuas de San Felipe del Progreso, Estado de México. Tiene como objetivo aplicar acciones multidisciplinarias que se concretan en el turismo, conservación de especies endémicas y uso de energías limpias. Se parte de la importancia del turismo sustentable en regiones indígenas, con los siguientes objetivos: a) Contribuir en la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, b) Promover y capacitar los usos sustentables del manejo forestal, así como en el uso de energías limpias, c) Apoyar con componentes de infraestructura para el desarrollo regional turístico sustentable, d) Ejecutar acciones orientadas al desarrollo comunitario para la adaptación en los impactos del cambio climático, creando y fortaleciendo criterios turísticos que den impulso al desarrollo regional. El proyecto da prioridad a la identidad cultural y a la conservación de especies endémicas, optimizando los recursos existentes, sin modificar las actividades de la población y dirigiéndolo a diferentes sectores de la población, como un lugar de atracción, en el cual se atiendan los aspectos económicos, socioculturales y ambientales, así como la formulación de estrategias de seguimiento y evaluación que fortalezcan el manejo integral del hábitat de las especies de vida silvestre nativas a través de las UMA (SEMARNAT).

Propuesta, educación ambiental, conservación

Abstract

The proposal of the Center for Conservation and Environmental Education Mazahua, is for the Mazahua Communities of San Felipe del Progreso, Mexico State. It aims to implement actions that are specified multidisciplinary expertise in tourism, conservation of endemic species and use of clean energy. It is part of the importance of sustainable tourism in indigenous regions, with the following objectives: a) To contribute to the conservation, restoration and sustainable use of natural resources. b) Promote and provide training in sustainable uses of natural resources and the use of clean energy. c) Support with infrastructure components for sustainable tourism regional development, creating tourist sites. d) To implement activities aimed at community development for adaptation to the impacts of climate change by creating and strengthening tourist criteria to give impetus to regional development. The project contributes giving priority to cultural identity and conservation of endemic species, optimizing existing resources. Unchanged activities of the population. This being a center aimed at different segments of the population are plans to turn it into a place of attraction, in which economic, social, cultural and environmental aspects are addressed, and the formulation of strategies for monitoring and evaluation of the project to strengthen the management comprehensive habitat of species of native wildlife through UMA (SEMARNAT).

Proposal, Ambiental education, conservation

Citación: TORRES-SÁNCHEZ, Merced, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio y VERA-NOGUEZ, Raúl. Propuesta de centro de conservación y educación ambiental mazahua. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales 2016, 2-6: 13-21

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mtorress@uaemex.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción**Antecedentes de la educación ambiental**

Resultaría difícil señalar una fecha que fije la aparición del movimiento que denominamos Educación Ambiental (E.A.). La fundación del Council for Environmental Education (Consejo de Educación Ambiental) en la Universidad de Reading, Inglaterra (año 1968), suele ser el punto de referencia. Este organismo, de carácter planificador y coordinador, pretendía aglutinar e impulsar el naciente trabajo sobre el medio ambiente que estaban desarrollando algunas escuelas y centros educativos del Reino Unido (Maldonado Teresita, 2003).

El Seminario Internacional celebrado en Belgrado en 1975 es el primer encuentro fundacional de la educación ambiental, organizado por la UNESCO y el PNUMA como plataforma de lanzamiento del Programa Internacional de Educación Ambiental y en 1977 llevan a cabo la primera Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental en Georgia (URSS). En 1983 se constituyó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, más conocida como «Comisión Brundland» (“Revista de Educación, número extraordinario 2009, pp. 195-217 - Buscar con Google,” n.d.)

En México los primeros Centros de Educación Ambiental surgen en los ochentas, posteriormente los Centros de Educación y Cultura Ambiental se fortalece en 2007 y es hasta 2010 que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de Centros de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable fortalece la estrategia de educación Ambiental.

El Centro de Educación y Cultura Ambiental (CECA) está constituido por un proyecto integral (conformado por el programa educativo, ambiental social y administrativo), un equipo pedagógico, infraestructura, recursos e instalaciones que posibilitan la atención a los usuarios. (Maldonado Teresita. 2003).

Antecedentes de los centros de conservación de animales en peligro de extinción

El 2 de diciembre de 1946 se implementaron acciones para la conservación de las grandes ballenas a través de la Comisión Ballenera Internacional para la Caza de la Ballena (CBI). Está en vigor en 1986.

En el ámbito internacional el 15 de octubre de 1978 fue aprobada por la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) la Declaración Universal de los Derechos de los Animales y, posteriormente, acogida por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Avellaneda & Peñuela, 2010)

La NOM-ECOL-059/94 establece protección de especies de cuatro formas: las de protección especial, las raras, las amenazadas y las que están en peligro de extinción, añadiendo las del medio silvestre.

En 1997 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) puso en operación el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 19972000 (SEMARNAP 1997; INE 2000), con el propósito de integrar las estrategias ambientales, económicas, sociales y legales enfocadas a la vida silvestre que permitieran promover una participación social amplia y crear incentivos económicos realistas para su correcto manejo.

Para tales situaciones México cuenta con Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre (UMA) o bien dentro del marco del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). (Sonia A. Gallina-Tessaro, 2008)

El proyecto sustentable de un Centro de Conservación y Educación Ambiental Mazahua (CCEAM), como una institución dedicada a la difusión, capacitación protección y rescate del patrimonio cultural de México. En donde se involucra la educación ambiental y regional, la cual es la formación orientada a la enseñanza del funcionamiento de los ambientes naturales para que los seres humanos puedan adaptarse a ellos sin dañar a la naturaleza.

El CCEAM se ubica en la localidad de Agua Zarca Nichi, Municipio de San Felipe del Progreso; siendo éste uno de los municipios de mayor concentración de la cultura mazahua del Estado de México y desde este lugar se tienen vistas hermosas del valle y la topografía propicia para su desarrollo.

El CCEAM es importante porque se quiere fomentar el turismo dentro de la región mazahua, como un factor principal en el desarrollo y crecimiento de la región, de ahí la necesidad de incorporar la planeación estratégica como las acciones a desarrollar aprovechando los recursos para la implementación, seguimiento y evolución de dicho proyecto y que los objetivos se logren de acuerdo a lo previsto.

El estudio de este binomio permite reconocer los alcances medioambientales, encaminados a: asegurar que todo 'desarrollo' sea compatible con el mantenimiento de los procesos esenciales ecológicos y diversidad biológicas; asegurar que todo 'desarrollo' incremente el nivel de vida de los habitantes, que sea compatible con los valores socio-culturales de los mismos habitantes y que además mantenga y fortalezca la identidad de las comunidades y que todo 'desarrollo' sea económicamente eficiente y que los recursos naturales ambientales sean administrados racionalmente de tal manera que puedan ser utilizados por las generaciones futuras.

Agua Zarca Nichi

Agua Zarca Nichi se localiza en el Municipio San Felipe del Progreso del Estado México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud (dec): -100.024658 y Latitud (dec): 19.567572.

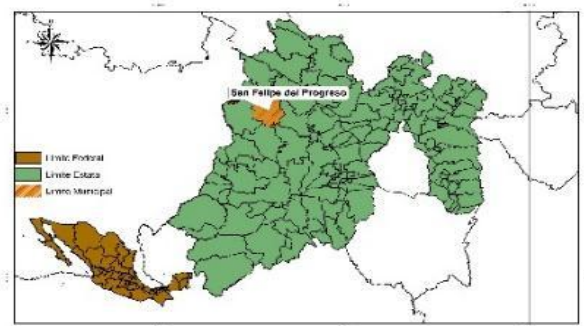


Figura 1 localización de San Felipe del Progreso, INEGI

Hay un total de 63 viviendas y 350 habitantes. Las condiciones de las viviendas se muestran en la tabla 1.

Viviendas	63
Tienen piso de tierra	6
Carecen de drenaje	55
No tienen energía eléctrica	6
No disponen de agua entubada	56
No tienen sanitario	28

Tabla 1 Condiciones de las viviendas, CONAPO 2010

De la tabla anterior se observa que el 88% de las viviendas no dispone de agua entubada, lo cual es traducido a 56 viviendas que no disponen de este servicio.

La Educación escolar en Agua Zarca Nichi se muestra en la tabla 2

	Porcentaje
Poblacion	100%
Quince años o más y es analfabeta	20%
Habitantes de entre 6 y 14 años que no van a la escuela	11%
Poblacion con quince años o más que tiene educacion basica incompleta	76%

Tabla 2 Educación en Agua Zarca Nichi, CONAPO

El índice de rezago social es de 0.40410, su grado es alto y ocupa el lugar 30,365 en el contexto nacional.

Agua Zarca Nichi y sus alrededores se caracteriza por tener asentamientos de pobladores mazahua que viven primordialmente del paisaje; es decir, trabaja y obtiene ingresos de la naturaleza, las actividades principales que realizan son la agricultura, siembran: maíz, calabaza, frijol, haba y algunos frutos que generalmente autoconsumen. Una parte porcentual del maíz lo destinan a la venta, y los recursos que se generan se destinan al consumo de ropa y utensilios que necesitan. Hablando de sus actividades económicas se dedican a la producción de artesanías, tales como: la elaboración de cobijas, fajas, tapetes, morrales, manteles, quexquémitl, chalecos y gabanes de lana.

Dentro de su naturaleza encontramos árboles de pino, encino y ocote, además de animales que actualmente se encuentran en peligro de extinción, tales como: el conejo teporingo y la codorniz Moctezuma.

Actualmente la comunidad Mazahua enfrenta problemas de escasez de agua, además su actividad principal (agricultura) está en peligro, consecuencia de la erosión y la degradación de terreno, por lo tanto también su flora enfrenta problemas latentes.

Es importante destacar que este grupo étnico tiene una conciencia sustentable pues dentro de sus actividades económicas elaboran fibra con la raíz del pasto sacatón.

Considerando el hermoso paisaje de la región y las especies en peligro de extinción que habitan ahí, además de la situación económica de los pobladores, en una primera visita se planteo la posibilidad de proyectar un parque ecológico y esta primera idea se fue transformando con las visitas a la comunidad y las platicas con algunos de sus habitantes que nos sirvieron de guías y nos fueron mostrando la riqueza cultural y ambiental que tienen. En la última visita y en una reunión al término de la misma se decisivo que lo que debíamos proyectar era un centro de conservación y educación ambiental mazahua que abra sus puertas al turismo con los objetivos siguientes:



Figura 2 Bosque Agua Zarca Nichi.

Objetivos

Contribuir a la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como es el agua a través de sistemas de tratamiento a base de humedales artificiales. Promover y capacitar en los usos sustentables de los recursos naturales bajo los principios del manejo forestal sustentable.

Apoyo componente de infraestructura y aprovechamiento en el manejo forestal mediante la ejecución de obras y acciones para el desarrollo regional turístico sustentable, creando sitios de interés turístico

Ejecutar proyecto orientado al desarrollo comunitario para la adaptación en los impactos del cambio climático creando y fortaleciendo rutas, círculos o criterios turísticos he impulsado al desarrollo regional.

Metodología

En lo general se emplea el sistema de Permacultura acuñado por primera vez por los australianos Bill Mollison y David Holmgren en 1978 en combinación con los principios de la Economía Circular propuestos McKinsey & Company en enero 2012 y en lo particular se emplean: el catálogo de programas de la federación 2016 y las especificaciones de certificación LEED y BIM.

La permacultura es un sistema de principios de diseño agrícola y social, político y económico basado en los patrones y las características del ecosistema natural. Tiene muchas ramas, entre las que se incluyen el diseño ecológico, la ingeniería ecológica, diseño ambiental, la construcción y la gestión integrada de los recursos hídricos, que desarrolla la arquitectura sostenible y los sistemas agrícolas de automantenimiento modelados desde los ecosistemas naturales.

La Economía Circular considera la oportunidad económica y empresarial para la transición a un modelo circular restaurativo ("Circular Economy System Diagram - Ellen MacArthur Foundation," n.d.), bajo la premisa de que en la naturaleza no existen la basura ni los vertederos: todos los elementos cumplen una función de manera continua y son reutilizados para su aprovechamiento en diferentes etapas.

Para asegurar la eficiencia energética y el diseño sostenible, se empleará y adaptará la normatividad Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) en las edificaciones que se construyan.

El modelado de la construcción se realizará empleando el proceso de generación y gestión de datos del CCEAM durante su ciclo de vida, empleando software para modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real (BIM, Building Information Modeling) buscando aumentar y optimizar la eficiencia y calidad en la entrega del proyecto integral y reduciendo con ello el riesgo en el proceso de construcción.

Centro de Conservación y Educación Ambiental Mazahua

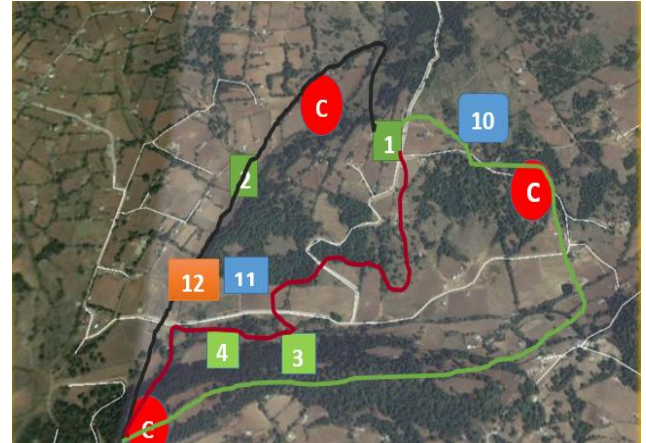
El Centro de Conservación y Educación Ambiental Mazahua (CCEAM) es un proyecto basado en las propuestas y experiencias de un trabajo basado en conocimientos multidisciplinarios conformado por Merced Torres Sánchez, Angel Albiter Rodríguez, Horacio Ramírez De Alba, Alejandro Escamilla Hernández, Raúl Vera Noguez todos profesores investigadores de la Facultad de Ingeniería de la UAEM con la participación de alumnos de servicio social; David García Solórzano y Adriana Bobadilla Santillán de la Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre A.C. y Sebastian Carreon Sánchez con su grupo de alumnos de Facultad de Arquitectura del UIEM.

La entrada del CCEAM está ubicada en la entrada a la comunidad y desde ahí se puede caminar por los senderos educativos, desde donde se podrán ver varias técnicas para rescatar terrenos degradados y prevenir erosión, así también para filtrar agua al subsuelo con barreras de pasto zacatón, magueyes, árboles y zanjas a nivel, Admirar las especies de vida silvestre y en peligro de extinción como la conservación del Conejo Teporingo y la Codorniz Moctezuma. Los senderos cruzan por los manantiales para observar su conservación, así mismo se observará como se usa el agua en forma eficiente en las casas, las cabañas y talleres.

Se puede aprender en el vivero como crecer árboles nativos y como hacer la reforestación. Durante el recorrido por los senderos se van a conocer los diferentes tipos de árboles y arbustos, sus características y funciones. En el Jardín Etnobotánico se va aprender de tipos y usos de plantas medicinales, cuando sea temporada se va a aprender cómo opera un sistema de cultivo de maíz, haba, chicharo etc. En los valles y zonas altas se ubicaran generadores eólicos y paneles fotovoltaicos para generar la electricidad que requieran las diferentes áreas del CCEAM y también será un taller al aire libre para aprender sobre el aprovechamientos de la luz solar y el aire para generar energías limpias. Por otro lado, la construcción de todos los edificios del CCEAM será tradicional y ecológica, es decir se usarán materiales como el adobe, madera y paja, con sistema de losa en arco y terrado. El salón de eventos se podrá alquilar para reuniones o fiestas, con y sin servicio de comida tradicional mazahua. En los talleres se va a aprender cómo opera una estufa ecológica hecha de adobe por gente de la comunidad y la preparación y elaboración de platillos típicos de la región mazahua de acuerdo a las diferentes estaciones del año. También se puede entretener a niños y padres de familia en los ecojuegos y gimnasios al aire libre del Parque, la tirolesa, y sobre todo de la zona de arquería, donde los visitantes podrán aprender y practicar el tiro con arco. La zona de cria de venado y la zona donde los visitantes se puedan a cercar, alimentar a los venados y tomarse la fotografía del recuerdo. Para resaltar la identidad cultural, por los senderos se ubicaran esculturas y simbolismos de la cultura mazahua para acompañar el recorrido de ciclistas y paseantes.

En épocas de fiestas regionales los visitantes tendrán la oportunidad de conocer y apreciar las danzas, bailables y la música regional en el salón de eventos especiales y en el centro ceremonial mazahua que se encuentra a 20 minutos de Agua Zarca Nichi.

Finalmente la visita a los miradores brindaran las vistas panorámicas del Valle y puestas del sol espectaculares.



Área administrativa y entrada al centro
 Zona de arquería
 Restaurante y salón de usos múltiples
 Taller de gastronomía
 Taller de artesanías
 Zona de Cabañas C
 Ruta de senderismo Negra (3.5 horas)
 Ruta de senderismo Oro (4.0 horas)
 Ruta de senderismo verde (1.5 horas)
 Reserva de especies en peligro de extinción
 Zona de cría de venado
 Zona de contacto con los venados

Figura 3 Partes que integran el CCEAM



Resultados Esperados

Dado que existen diferentes programas de apoyo en el Catálogo de Programas Federales para los municipios 2016 ("Catalogo_de_Programas_Federales_2016"), el proyecto de Centro de Conservación y Educación Ambiental Mazahua puede tramitarse a través de los programas siguientes:

Programa de Infraestructura, cuyo objetivo es mejorar la disponibilidad y calidad de la infraestructura básica y complementaria, así como del equipamiento, imagen y entorno de las áreas urbanas, suburbanas y en proceso de urbanización, que permita aumentar el grado de cohesión social, así como reducir la incidencia de marginación y atender las necesidades de vivienda de la población en situación de pobreza.

Considerando el Programa de Espacios Públicos y Participación Comunitaria para construir, ampliar, habilitar o rehabilitar espacios públicos de uso comunitario para el desarrollo de actividades recreativas, culturales, turísticas, deportivas que favorezcan procesos de activación, convivencia y cohesión social comunitaria, así como de movilidad sustentable con sentido de accesibilidad universal.

Empleando el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible con el objetivo de contribuir a fortalecer las ventajas competitivas de la oferta turística en los destinos y en las regiones turísticas, mediante la ejecución de obras y acciones para el desarrollo turístico sustentable. Cumpliendo con criterios como estar alineados a la Política Turística establecida en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial de Turismo 2013-2018, contar con la participación económica del ejecutor, formar parte de proyectos estratégicos turísticos como la creación de sitios de interés turístico que busquen mayor estadia, mayor gasto y mayor derrama económica en el destino, tales como centros de visitantes culturales y ambientales, salas de exhibición artística, parianes

Gastronómicos y Artesanales

Haciendo uso del programa de apoyos a la cultura, con el objetivo de contribuir a promover y difundir el arte y la cultura como recursos formativos privilegiados para impulsar la educación integral mediante el otorgamiento de financiamiento de proyectos de apoyo a la cultura para: conservar las expresiones culturales del patrimonio cultural inmaterial; preservar los bienes que integran el patrimonio cultural material; acrecentar y conservar la infraestructura cultural disponible y para fomentar la cultura, en la modalidad de difusión de las diversas expresiones culturales de la región para el fortalecimiento de la identidad de la comunidad.

Realizando el trámite en el programa comunidad diferente, que tiene como objetivo contribuir a mejorar las condiciones sociales de vida en las localidades de alta y muy alta marginación, a través de la conformación de Grupos de Desarrollo que implementen, de manera autogestiva, proyectos comunitarios, con la participación activa, organizada, sistemática y voluntaria de sus integrantes. En el aspecto de promover la producción, el ingreso, el empleo, la comercialización, el autoconsumo, el ahorro y la eficiente administración de los recursos financieros familiares y comunitarios.

Finalmente en el Fondo Nacional Emprendedor, con el objetivo de identificación y promoción de proyectos de Residuos Sólidos, incorporando la participación del sector privado en la prestación de los servicios para disminuir el costo que eroga el municipio por los servicios del manejo integral de los Residuos Sólidos, y a su vez mejorar la calidad del servicio en beneficio de la población.



Figura 4 Agua Zarca, Google Earth

Considerando los elementos de la figura 2, se estima que la inversión inicial para la construcción y equipamiento del CCEAM es de aproximadamente \$7, 760, 000 (Siete millones setecientos sesenta mil pesos 00/100 m.n).

Para evaluar el anteproyecto se empleo el método del Valor Presente Neto (VPN), técnica de evaluación financiera más empleada en la evaluación de un proyecto de inversión, por su sencillez y porque relaciona el cálculo de los ingresos y egresos futuros, traídos a valores presentes, es decir, que se puede visualizar claramente si los ingresos son mayores que los egresos. En términos de valor, cuando el VPN es menor que cero implica que existe una pérdida a una tasa de interés específica, el caso contrario cuando el valor del VPN es mayor que cero, se puede afirmar que existe una ganancia.

Considerando que una condición indispensable para aceptar o no un proyecto, es la tasa de interés que se utilice y el VPN se elaboró la tabla 3 que muestra los resultados, el proyecto es viable y se recupera la inversión en 16 años con una tasa de interés del 5%. Esto sin considerar los beneficios ambientales y la protección de las especies en peligro de extinción que no tienen precio por que son esenciales para la vida tal y como la conocemos ahora.

Año	Flujo de efectivo	Valor presente	Tasa=	4.32%
0	-\$7,760,000.00	-\$7,760,000.00		
1	0	\$0.00		
2	0	\$0.00		
3	\$ 853,420.80	\$751,727.59		
4	\$ 853,420.80	\$720,597.76		
5	\$ 853,420.80	\$690,757.06		
6	\$ 853,420.80	\$662,152.09		
7	\$ 853,420.80	\$634,731.68		
8	\$ 853,420.80	\$608,446.78		
9	\$ 853,420.80	\$583,250.36		
10	\$ 853,420.80	\$559,097.36		
11	\$ 853,420.80	\$535,944.55		
12	\$ 853,420.80	\$513,750.53		
13	\$ 853,420.80	\$492,475.58		
14	\$ 853,420.80	\$472,081.66		
15	\$ 853,420.80	\$452,532.26		
16	\$ 853,420.80	\$433,792.43		
	VPN=	\$351,337.70		
		\$351,337.70		
	TIR=	5%		

Tabla 3 Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

Conclusiones

El centro de conservación y educación ambiental mazahua, permitirá fomentar el manejo de los recursos naturales de forma sustentable y educacional, promoviendo el turismo local, nacional e internacional.

El proyecto cuenta con conocimientos multidisciplinarios, dirigido a todos los integrantes de la sociedad desde niños hasta adultos mayores con la finalidad de aprender sobre educación sustentable y rescate del patrimonio cultural mazahua.

Aunque resulta difícil encontrar un equilibrio entre lo económico, tecnológico y biológico no obstante se hace un esfuerzo por establecer un proceso que permita identificar medidas de planeación, gestión de los recursos biológicos para alcanzar el objetivo principal de sustentabilidad.

El proyecto se encuentra en la primera fase de su desarrollo, la segunda fase será la aprobación del anteproyecto por parte de las autoridades municipales. La tercera etapa se encuentra en desarrollo y consiste en la realización de los proyectos arquitectónicos, estructurales, instalaciones, viveros y corrales. Actualmente el grupo de arquitectura trabaja la propuesta arquitectónica con base en el diseño bioclimático y los materiales de la región, el grupo de ingenieros trabaja el diseño estructural y las alternativas de instalaciones, buscando un adecuado comportamiento estructural y el ahorro energético. El grupo de veterinarios la propuesta de corrales, viveros y áreas de protección, el grupo de educadores la logística de las diferentes actividades que se van a desarrollar en el CCEAM.

Desde el punto de vista social y ambiental el proyecto es viable, porque se está asegurando que no se va a deforestar y se van a mantener las especies en peligro de extinción.

Referencias

Maldonado Teresita. (2003). Espacios de Educación Ambiental: Líneas para diseñar un programa educativo en centros de recreación y cultura ambiental. CECADESU. México. 85p - Buscar con Google. (n.d.). Retrieved August 17, 2016, from [https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=2+Maldonado+Teresita.+\(2003\).+Espacios+de+Educaci%C3%B3n+Ambiental:+L%C3%ADneas+para+dise%C3%B1ar+un+programa+educativo+en+centros+de+recreaci%C3%B3n+y+cultura+ambiental.+CECADESU.+M%C3%A9xico.+85p](https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=2+Maldonado+Teresita.+(2003).+Espacios+de+Educaci%C3%B3n+Ambiental:+L%C3%ADneas+para+dise%C3%B1ar+un+programa+educativo+en+centros+de+recreaci%C3%B3n+y+cultura+ambiental.+CECADESU.+M%C3%A9xico.+85p)

Avellaneda, D. M. V., & Peñuela, M. N. (2010). El Maltrato Animal. Una Reflexión Desde La Sostenibilidad Y Las Tradiciones Culturales. Retrieved August 22, 2016, from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231116434005>

Catalogo_de_Programas_Federales__2016.pdf. (n.d.). Retrieved from http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/92116/Catalogo_de_Programas_Federales__2016.pdf

Circular Economy System Diagram - Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). Retrieved August 22, 2016, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/interactive-diagram>

Revista de Educación, número extraordinario 2009, pp. 195-217 - Buscar con Google. (n.d.). Retrieved August 17, 2016, from <https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Revista+de+Educaci%C3%B3n+n%C3%BAmero+extraordinario+2009%2C+pp.+195-217>

Sonia A. Gallina-Tessaro - Buscar con Google. (n.d.). Retrieved August 22, 2016, from <https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Sonia+A.+Gallina-Tessaro>

Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie

CAMACHO-IXTA, Ixchel*†, BOJORQUEZ-MORALES, Gonzalo y FABELA-BLAS, Claudia.

Recibido Octubre 20, 2016; Aceptado Diciembre 24, 2016

Resumen

El uso de los materiales tradicionales ha generado el encarecimiento de la casa-habitación, se busca proponer materiales nuevos para disminuir sus costos de construcción y un ahorro energético mayor. En el presente artículo se muestra como esta tardanza (en costo tiempo) en construir de esta manera la construcción habitual, no es la mejor, se busca mostrar el uso de materiales alternativos que tienen la ventaja que mediante su retraso térmico puedan hacer comfortable los espacios con bajo costo energético por operación de sistemas de climatización artificial. Al proponer materiales constructivos que proporcionan una alternativa para disminuir los efectos que se provoca por materiales utilizados en la regionalmente, los cuales no son eficientes, se pretende ofrecer alternativas para la casa-habitación con sistemas adecuados al entorno climático. La casa-habitación que se construye no toma en cuenta opciones viables energéticamente convenientes, para tener espacios confortables que cumplan con las necesidades propias de una familia; por ello se propone tener opciones constructivas con posibilidades de ahorro energético, para que no se impacte la economía de sus habitantes, y al mismo tiempo, se evite dejar una huella ecológica considerable.

Bioclimatismo, sustentabilidad ahorro de energia, termico

Abstract

The use of traditional materials has generated the increased cost of house, seeks to propose new materials to reduce construction costs and major energy savings. In this article it shows how this delay (in cost time) in building this way the usual construction is not the best, it seeks to demonstrate the use of alternative materials which have the advantage that through its thermal lag can make comfortable spaces with low energy cost per operation of artificial air conditioning systems. When proposing building materials that provide an alternative to reduce the effects of materials used in the regionally causes, which are not efficient, it is intended to offer alternatives to the house adequate systems to climate environment. The house is built not take into account energy viable options convenient to have comfortable spaces that meet the needs of a family own; therefore it is proposed to have constructive options with potential for energy savings for the economy of its inhabitants is not impact, and at the same time, avoid leaving a considerable ecological footprint.

Bioclimatic, saving energy sustainability, thermic

Citación: CAMACHO-IXTA, Ixchel, BOJORQUEZ-MORALES, Gonzalo y FABELA-BLAS, Claudia. Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales 2016, 2-6: 22-26

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ixchel_ixta@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de materiales tradicionales a provocado que el costo de la construcción y como esta provoca la tardanza en realizar la construcción con los materiales que se escuchan en la actualidad para realizar la casa-habitación.

Mostrar la eficacia de la utilización de materiales alternativos en la construcción y como estos puede ayudar en el ahorro de energía y disminuir la carga térmica .

Como objetivo el poder crear la casa-habitación de interés social con los materiales correctos y propios de la región e innovar en en los materiales de construcción bioclimática.

Para poder lograr este objetivo, se simularon los materiales, con un programa computacional Ener-habitat (UNAM).

Desarrollo

Durante el auge que se vivió en la creación en masa de la vivienda de interés social en Tijuana, un nuevo problema se ve aparecer por excesiva construcción de vivienda.

Aparte de ser el sector industrial de mayor consumo de materiales, la construcción es además responsable de aproximadamente del consumo del 40% de energía en el mundo.

Parte de la problemática de vivienda en Tijuana, cuenta con condiciones distintas al resto del país dada las elevadas tasas de inmigración, dadas las dificultades que se presentan para acceder a una vivienda de interés social, pueden generar una problemática de impacto social.

La vivienda es una necesidad primordial de la población y es la causa principal de la expansión de la mancha urbana, dada la alta densidad de población en la ciudad de Tijuana y como alternativa se ha apostado por un crecimiento horizontal lo que provoca que se expanda la las orillas de la orbe.

Zonificación



Figura 1 Localización

En la zona de Valle de las Palmas (VP) en la ciudad de Tijuana B. C., ubicada en el sector 1, conurbado Tijuana-Tecate, considerada potencialmente como una reserva territorial para el crecimiento futuro no tanto para Tijuana sino también para la Zona Metropolitana. (implantijuana.org, 2014)

El clima predominante es árido, templado y seco (mejor conocido como mediterráneo) el cual presenta veranos cálidos y secos, y lluvias en invierno; presenta temperatura promedio anual de 21°C y en verano la media asciende a los 26°C; como también se presenta fuertes vientos, conocidos como vientos de Santana que pueden ser cálido seco en verano, o frío y secos en invierno; son vientos muy fuerte, y provienen de la sierra madre, los cuales bajo condiciones climáticas adversas pueden superar los 140 km/h.

Como parte de las características con las que cuenta la casa-habitación de interés social se demuestra la dificultad de acceso a ésta necesitando de un sector de la población y si este tiene los medios necesarios; donde la vivienda es una necesidad primordial de la población.

Se tiene de ejemplo las casas construidas no solo en Tijuana sino en VP, en su mayoría, de concreto vaciado, resultan susceptibles a los cambios climáticos de la región de estudio y por ello es necesario suplir su falta de confort, si se hace la correcta selección de materiales (envolvente térmica (ET)), reduciría el tiempo del uso de los sistemas electromecánicos, con ello el confort térmico y aumentaría el ahorro energético de cada vivienda.

Se observará cuál de todos los materiales es menos susceptible a la radiación y el tiempo de exposición solar, con esto se determinara el tiempo de confort y el material idóneo para esta región de Tijuana (Valle de las Palmas); ayudaremos a suministrar de manera óptima la energía solar dentro de nuestra vivienda. (Tabla 1).

Materiales de la Región	Materiales Actuales de la Región
Muros	Muros
Adobe	Concreto Vaciado (vivienda realizadas a base de moldes y concreto)
Bloque Común	Tablaroca
Ladrillo	Bloque Común
Recubrimiento	Recubrimiento
Adobe	Yeso
Yeso	Cemento
Cemento	Redemix
Cubiertas	Cubiertas
Concreto	Concreto
Adobe	

Tabla 1 Materiales de estudio (Ixta, 2015).

Evaluación de Materiales

Buscáremos el proponer materiales como: tabique y concreto, hemos simulado con el programa Ener-habitat que durante la época de verano el tabique se encuentra 10 horas dentro del estándar de la zona de confort y que el concreto se encuentra 3 horas, de la temperatura óptima de la zona de confort térmico.

Materiales para la Evolución.

En la búsqueda de encontrar el material ideal para la zona de Tijuana. Se ingresaron en un programa computacional el cual muestra las variables de los materiales a través de graficas y tablas con las cuales pueden interpretar las propiedades de los materiales de estudio para ver cómo se comportaban según su: Densidad, Conductividad térmica, Calor específico; una vez obtenido los datos del programa se realizaron los cálculos, los cuales arrojará cuál material era más óptimo según sus propiedades, y el mes como su orientación hacia el sol.

Propiedades Térmicas de los Materiales			
Material	Densidad (kg/m ³)	Conductividad Térmica (W/(m.k))	Calor Específico
Adobe	1500	0.58	1480
Ladrillo	1800	0.8	840
Block	760	0.24	1000
Tablaroca	1000	0.16	600
Concreto	2200	1.4	837

Tabla 2. Propiedades Térmicas (Ixta, 2015)

Resultados

Se determino que durante los meses de verano (Julio-Agosto), los materiales en muros que se encuentran en su zona de confort es: el tabique es el que se encuentra con mayor tiempo en esta zona de confort con un tiempo aproximado de 10 horas, mientras que el concreto es el material que menos tiempo se encuentra en zona de confort durante el verano; mientras que en invierno (Diciembre-Enero) está el tabique con una duración 9 horas, mientras que el concreto se encontró con menos tiempo en la zona de confort con una duración de 3 horas.

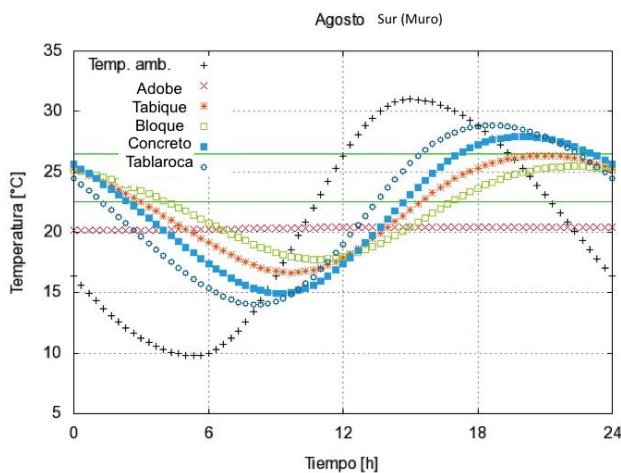


Gráfico 1 Simulación de materiales en Verano. (Ixta, 2015).

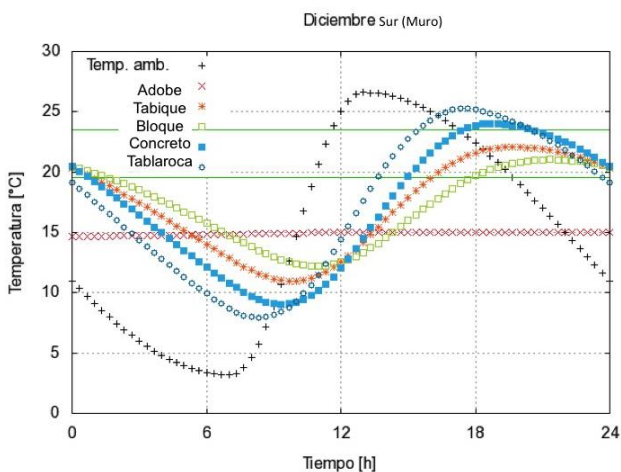


Gráfico 2 Simulación de materiales en Invierno. (Ixta, 2015).

Conclusiones

Se realizó una simulación de los materiales, su comportamiento en verano como en invierno, se observó una lista de materiales que se proponen utilizarse en una casa-habitación en la zona de Valle de San Pedro.

El análisis de estos materiales mostraron cual es el material que pasa el mayor tiempo en su zona de confort, durante el verano y el invierno, se encuentra el tabique es el material que cumplió con lo necesario utilizarse en Valle de San Pedro.

El tabique es un material óptimo para realizar una casa-habitación de interés social, al utilizarlo se puede reducir el consumo de eléctrico ya que se crea confort térmico dentro de ella.

Referencias

Castejon, A. F. (s.f.). Análisis Térmico comparativo por medio de la simulación numérica de tres viviendas de interés social en tres diferentes climas de la república mexicana. México, México.

López, O. A. (2013). El proceso de Transformación de La Vivienda Vernácula en la Región Centro de Guerrero. Guerrero, Guerrero, Mexico.

Barrios G, E. P. (2010). Analisis de Indicadores del desempeño térmico de la envolvente de una edificación no climatizada. *Memorias de la XXXIV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES*. Guanajuato, Gto., México.

Barrios G., H. G. (Octubre de 2010). Seccion de Materiales de muros y techos para mejorar el confor térmico en edificaciones no climatizadas. *III(3)*. (P. d. Sonora, Ed.) Mexico, Mexico: Estudios sobre la Arquitectura y Urbanismo del Desierto.

Gobierno del Estado de Baja California. (2002). Recuperado el 2016, de Cecytebc: [http://cecytebc.edu.mx/spf/compendio_normatividad/Programas%20\(Nivel%207\)/Programas%20Sectoriales/P.%20Vivienda.pdf](http://cecytebc.edu.mx/spf/compendio_normatividad/Programas%20(Nivel%207)/Programas%20Sectoriales/P.%20Vivienda.pdf)

Huelz G., B. G. (2010). Importancia del análisis de transferencia de calor dependiente del tiempo en la evaluación del desempeño térmico de la envolvente de una edificación. (A. 2. Castrejon, Ed.) Mexico, Mexico, Mexico: Editorial Limusa, UAM Azcapotzaco. *implantijuana.org*. (19 de septiembre de 2014). Recuperado el 08 de junio de 2016, de [implantijuana.org](http://www.implantijuana.org): <http://www.implantijuana.org>

Ixta, I. A. (07 de octubre de 2015). distribución de la energía solar en un modulo experimental. *distribucion de la energia solar en un modulo experimental* . Campeche, Campeche, mexico: ANES.

Pimentel, S. O. (Enero de 2010). *Revista RUA*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Veracruzana:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/37771/1/RUA3%209-13.pdf>

Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México

MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia*†, OROZCO-GUILLEN, Eber, y GALÁAN-HERNÁNDEZ, Néstor.

Programa Académico de Ingeniería en Energía, Universidad Politécnica de Sinaloa, Carretera municipal libre Mazatlán-Higueras Km 3, Colonia Genaro Estrada, 82119, Mazatlán, Sinaloa, México.

Recibido Octubre 7, 2016; Aceptado Noviembre 11, 2016

Resumen

Los residuos agroindustriales están siendo en las últimas décadas motivo de diversos estudios, debido a que gran parte de sus componentes pueden ser utilizados como materia prima para la generación de productos con valor agregado, condición que prevalece actualmente y que se prevé continúe en el futuro desde el punto de vista de la generación de bioenergéticos y la prioridad para reducir el impacto ambiental que ocasionan dichos residuos. El objetivo de esta revisión es analizar una serie de artículos que documentan el estado del arte del aprovechamiento biotecnológico y energético de los residuos agroindustriales a través del impacto ambiental que generan los mismos dado las malas prácticas en el sector agrícola y los aspectos relevantes que poseen, intentando con ello una perspectiva que contribuya al desarrollo sostenible del país. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos y la normativa energética y ambiental de México, con la intención de ofrecer una visión panorámica del potencial biomásico residual.

Residuos agroindustriales, bioenergéticos, desarrollo sostenible.**Abstract**

Agro-industrial residues has been in recent decades the subject of several studies, because many of its components can be used as raw material for the generation of value-added products, a condition that at present prevailing and which is expected to continue in the future from the perspective of the generation of bioenergy and priority to reduce the environmental impact caused for such residues.

The aim of this review is to analyze a selection of reports that documenting the art of biotechnological and energetic valorization of agro-industrial residues, through the environmental impact generated for agro-industrial residues, for practicals bad in agriculture, the relevant aspects of a variety of agro-industrial residues that can be leveraged for the development of bioenergy products that contribute to sustainable development. The research was conducted through literature review of scientific articles and regulatory framework of energy and environment in Mexico, with the intention of providing an overview of the residual biomass potential.

Agro-industrial residues, bioenergetics, sustainable development.

Citación: MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia, OROZCO-GUILLEN, Eber, y GALÁAN-HERNÁNDEZ, Néstor. Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2016, 2-6: 27-41

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: nmejias@upsin.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Cada vez es más frecuente los temas relacionados con el medioambiente tales como la concentración poblacional, el incremento del parque vehicular, los sistemas de transportes, los procesos industriales, que conllevan a otros temas como contaminación atmosférica, afectación de la capa de ozono, deterioro y pérdida de áreas verdes, generación de residuos y desechos, entre muchos otros, considerados todos problemas de interés público.

México, en la búsqueda de alternativas a esta problemática y su intención de elevar la calidad de vida de sus habitantes, se ha comprometido con el desarrollo sostenible como un paradigma viable a nivel mundial, firmando los acuerdos de la última Cumbre de las Naciones Unidas celebrada en 2015, donde la sostenibilidad provee una nueva visión, pues a partir del ambiente que se tiene se propone una transformación planificada y gradual que modifique el enfoque actual económico, cultural y social de nuestra relación social con la naturaleza.

Factores claves a atender para ese desarrollo sostenible eficaz y eficiente son la demanda energética, el cambio climático, la escasez de recursos naturales y el manejo de los residuos (ProMéxico, 2014).

Bajo este contexto, la agroindustria mexicana, sus cadenas de producción y servicios generan un gran número de residuos con calidad no comercial que pueden ser aprovechados para la generación de alternativas renovables como los bioenergéticos: biocombustibles y biolubricantes líquidos gaseosos y sólidos (Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos en México, 2008).

En su mayoría los residuos agroindustriales corresponden a biomasa lignocelulósica y lipídica que pese a su dificultad de degradación en algunos casos, es posible su desdoble a monosacáridos y ésteres más simples mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos.

Por tanto, el aprovechamiento de los residuos agroindustriales ha venido evolucionado a través de investigaciones implementadas en países desarrollados donde han dejado de ser productos desecho-problema para convertirse en materia prima potencial maximizando su potencial de uso al dar valor agregado a los mismos, que de no ser así presentan un gran problema ambiental debido a su disposición final.

En el caso contrario, países en desarrollo, México específicamente, existe un marco regulatorio para la generación de energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de tecnologías limpias; programas de apoyo a agricultores e investigaciones relacionadas con la producción de biocombustibles, pero todo ello sigue siendo aún precario, problemático, desconocido para muchas regiones, municipios y localidades del país, donde todavía la basura orgánica e inorgánica se destina en vertederos a cielo abierto.

Las publicaciones unas están enfocadas al tema agroindustria y otras a obtención de biocombustibles específicos. Por ello, el objetivo es crear el estado del arte que muestre el aprovechamiento de los residuos agroindustriales para el desarrollo energético de México, partiendo del eje central del país, la agroindustria, sus residuos y el impacto ambiental causado, su aporte a la biotecnología y la valorización energética que existe aplicando tecnologías limpias.

Agroindustria

Dada la articulación que existe entre la producción primaria (procedente del sector agrícola, pecuario, acuícola y forestal) y la transformación de la misma, se tiene en la actualidad una serie de enfoques que definen el término “Agroindustria”, todos ellos basados en los intereses de estudios propios de cada autor (Grass, 2011; Saval, 2012).

En tal sentido, los autores consideran adecuada la definición dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1997) donde agroindustria, es el conjunto de actividades económicas que favorecen la transformación de los productos procedentes de la agricultura, la ganadería, la pesca y lo forestal, es decir, elaboración de materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola.

Implica entonces que existen dos tipos de agroindustria, la alimentaria y la no alimentaria. La primera de ellas comprende materia prima proveniente del sector agrícola, pecuario, acuícola y forestal, dirigido exclusivamente a la obtención de alimentos, mientras que, la segunda, la agroindustria no alimentaria, se encarga de la transformación de productos del campo a productos como: maderas, flores, tabaco, fibras, colorantes, entre otros, es decir, no alimenticios (Escandón y Pineda, 2014).

Otra clasificación de agroindustria útil para este artículo dada por la FAO, es la que contempla a la industria proveedora de materias primas y a la industria consumidora de materias primas. La primera se dedica a la elaboración inicial de productos agrícolas como molinos, curtidos, prensado, aserrado y enlatado, mientras que, la segunda se encarga de la fabricación de artículos a base de productos intermedios derivados de las materias agrícolas como fabricación de papel, tejidos, ropa y calzado o manufactura de caucho.

Es de aclarar que, el sistema agroalimentario es un subconjunto del sistema agroindustrial y los dos conllevan a la existencia del sistema socioeconómico global, por tanto el desarrollo de agroindustrias competitivas sobre todo en países en desarrollo, es crucial para generar empleos e ingresos tanto para la población rural como urbana y no solo a nivel agrícola sino también en actividades como el procesamiento, envasado, transporte y comercialización de los productos, contribuyendo a la mejora de la calidad agrícola y su demanda (Grass, 2011).

En América Latina, el potencial de desarrollo agroindustrial está vinculado a la abundancia relativa de materias primas agrícolas que existen y al bajo costo de la mano de obra en la mayoría de los países. En estas condiciones, las agroindustrias más adecuadas son precisamente las que utilizan de forma relativamente más intensiva esas materias primas y mano de obra no especializada, mientras que, es relativamente menos intensiva la utilización de capital y mano de obra especializada que se presumen escasos (Gumucio, 2016).

El Banco Mundial reporta al término del año 2015 que las actividades agrícolas (siembra-cosecha) conformaron el 12 % del Producto Interno Bruto (PIB) de América Latina; pero al incluir las actividades agroindustriales (transformación de los productos del campo) el promedio se eleva al 21 %, lo que muestra la importancia que tiene la Agroindustria (PwC México, 2015).

En México, la agroindustria es uno de los principales empleadores del país, beneficiando a más de 6 millones de personas (INEGI, 2010).

En cuanto al PIB, el INEGI lo reporta como PIB del sector agroalimentario, que incluye actividades del sector primario (agricultura, ganadería y pesca) y actividades del sector agroindustrial. El dato más reciente corresponde al primer semestre del 2016 donde se reportó un aumento del 3.3 % respecto al mismo periodo semestral del 2014, de acuerdo a comunicado de prensa de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA.

De igual manera la tendencia también se observó al cierre del 2015, donde aportó el 8.12 % del PIB total del país, lo que permitió una alza general del PIB de 2.4 % en relación al mismo lapso de 2014 (INEGI, 2016). El comercio exterior también alcanzó un record histórico, con ventas por más de 24 millones de dólares (SAGARPA, 2016).

Sin embargo, a pesar del dinamismo de industrialización que se tiene, la agroindustria mexicana se desarrolla en un entorno ampliamente dominado por la presencia de empresas internacionales (Escandón y Pineda, 2014). Este crecimiento presenta problemas de equidad e inclusión dado el desequilibrio que existe en las agrocadenas, donde la adición de valor es limitada a unos pocos participantes, perjudicando al resto, como pequeños agricultores y/o productores, puesto que, estos al tener menos recursos quedan excluidos de las cadenas de abastecimientos. Esto implica que, es necesario contar con políticas y estrategias que promuevan el aprovechamiento de sus residuos y al mismo tiempo consideren los temas de competitividad, equidad e inclusión que permitan una sostenibilidad social y económica real (Da Silva, Baker, Shepherd, Jenane y Miranda da Cruz, 2013).

Residuos agroindustriales y su impacto ambiental

En la agroindustria mexicana los productos que se industrializan son: frutas, verduras, tubérculos y vainas, semillas, raíces, hojas; algunos comercializados en fresco y otros son transformados en harinas, aceites, néctares, jugos, vinos, mermeladas, ensaladas, concentrados en polvo, entre otros, por lo que es notable la generación de residuos, desde la cosecha misma, pasando por los centros de concentración y distribución y finalizando en la industrialización, comercialización y consumo. A muy groso modo se mencionan algunas agroindustrias y su generación de residuos:

- En lo agrícola, es decir, en la cosecha de cultivos se generan como residuos primarios hojas y tallos del maíz, tallos y vaina de sorgo, puntas y hojas de caña de azúcar, paja de trigo, paja de cebada y de frijol, así como cáscara de algodón. De la post-cosecha se generan residuos secundarios obtenidos del procesamiento entre los que están: bagazo de caña de azúcar, mazorcas y olotes, bagazo de maguey o agave, así como pulpa de café (Valdez, Acevedo y Hernández, 2010).
- La agroindustria azucarera durante la producción de azúcar genera residuos de cosecha, coproductos y subproductos tales como bagazos, cachazas, melazas, vinazas, sacarosa y aguas residuales (Zafranet, 2016). En este sentido, para la elaboración de productos como néctares, zumos y mermeladas únicamente se utiliza la pulpa y se desecha aproximadamente el 50 % del fruto (Ramos, 2015).

- En el caso del café y cacao sólo se aprovecha económicamente el grano que corresponde alrededor de un 10 % del peso del fruto fresco (Abarca, Martínez, Muñoz, Torres y Vargas, 2010).
- Las industrias de producción vegetal generan una elevada cantidad de residuos como tallos, hojas o frutos con calidad no comercial como resultado de las operaciones de poda, corte, clasificación y renovación de cultivos durante la cosecha y poscosecha. La agroindustria de origen animal genera también residuos como los estiércoles, purines y subproductos como pelos o plumas (Gavilanes, 2016).
- La industria del aceite de palma solo aprovecha el 9 % de la extracción, la industria de la cerveza utiliza un 8 % de los componentes del grano y la industria del papel utiliza menos del 30% para producción. (Saval, 2012).

En tal sentido es necesario definir el termino residuo, el cual de acuerdo a Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en México, es *“material o producto cuyo propietario desecha y que puede ser susceptible de ser valorizado o someterse a tratamiento o disposición final conforme a lo previsto en la misma ley”*. Este marco referencial, permite enunciar que, los residuos agroindustriales son productos orgánicos sólidos, semisólidos y líquidos generados a partir del uso directo de productos primarios o de su industrialización, no útiles para el proceso que los generó, pero si susceptibles de un aprovechamiento o transformación que genere otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social.

Bajo este contexto y dados los procesos necesarios para la generación de productos que brinden al país desarrollo económico, seguridad alimentaria y confort de sus habitantes, la agroindustria mexicana enfrenta una grave problemática referente a que no existe una legislación específica que promueva la gestión de sus residuos que asegure un manejo integral desde su generación hasta su disposición final, así como la falta de recursos económicos y capacidad tecnológica. Son pocos los productores que forman parte de proyectos gubernamentales ambientales que pudieran estar realizando cambios estructurales en sus formas de trabajo.

Las industrias, están reguladas por normativas ambientales gubernamentales, donde sin embargo, a cada nada es noticia derrames de químicos o sus gestión de residuos consiste en regalías de sus residuos a agricultores para alimento del ganado, por lo tanto es poca o nula la conciencia ecológica para el manejo de tales materiales.

La consecuencia es un efecto ambiental causado por el daño al suelo, agua, aire, el cual no es en sí causado por los cultivos, la ganadería, etc., sino por las malas prácticas realizadas por muchos agricultores, dueños de terrenos y las agrocadenas que a partir de aquí se enfrentan: distribución, procesos industriales, comercialización, exportación, y consumo como destino final del producto, conllevando a lo que se conoce como *impacto ambiental*.

Las prácticas comunes en el sector agroalimentario que generan problemas ambientales son: la *labranza intensiva*, basada en la práctica de arar el suelo totalmente a profundidad; el *monocultivo* a gran escala, adoptado cada vez más por agricultores; *intensivo uso de fertilizantes químicos sintéticos*, los cuales han dado incrementos significativos para el rendimiento de los cultivos; la *irrigación*, ya que muchos riegos de cultivo se realizan con agua del subsuelo, reservas y ríos con cauces modificados; *uso de plaguicidas* para el control químico de plagas; la fuerte dependencia en el *uso de combustibles* derivados de *fósiles* como el diésel y la gasolina para la alimentación de motores que hagan el arado de suelo, el riego de los cultivos y todos los procesos que en adelante se experimentan (Zúniga, 2011).

Los efectos ambientales más sobresalientes causados por toda esa generación residual enunciados ya por muchas organizaciones mundiales, gobiernos, académicos, grupos ecologistas son (Zúñiga, 2011):

- Rápido incremento de la polución y la contaminación, que genera crecientes problemas de salud, degradación del patrimonio natural, destrucción de ecosistemas esenciales y degradación/degeneración de funciones críticas de la biosfera. Actuando tanto por aire, por medio de contaminantes atmosféricos; como por suelo, a través de los residuos, aguas residuales, productos químicos usados; como por agua, por la contaminación de cauces, acuíferos y mares.

- Respecto a la salud, la existencia de "basurales" cerca de localidades alienta la proliferación de vectores epidémicos, siendo los sectores sociales menos favorecidos los que más sufren estas enfermedades infecto-contagiosas (como el cólera). Además, la acumulación de basura sin ningún tratamiento o manejo técnico adecuado, provoca la proliferación de ratas, cucarachas y mosquitos, agentes todos estos, de graves enfermedades. Por ejemplo, en 1 m² de basura a cielo abierto, se producen 2.500.000 de moscas/semana.
- Emisión de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, NO₂) a causa de productos químicos utilizados que han causado cambios en la utilización del suelo y la propia producción agraria, quedando claro entonces, que la agricultura no solo es una víctima del cambio climático, sino que contribuye a él.
- Problemas fuertes de erosión y desertificación, producto de una práctica agrícola tradicional que es la quema de restos de cultivos en el campo, muy desaconsejable para la fertilidad de suelos.
- Destrucción, sobreexplotación, agotamiento y degradación de recursos estratégicos, como agua, suelo, ecosistemas básicos, paisajes emblemáticos, etc.
- Rápida disminución de la biodiversidad, con pérdida de patrimonio genético, creciente inestabilidad de los ecosistemas y riesgo para la cadena alimentaria.

Valorización de los residuos agroindustriales: biotecnología y energía

Los residuos agroindustriales como ya se mencionó presentan una característica común *la fracción orgánica*, ideal para su valorización en un sinnúmero de procesos dentro del mismo sector y/o en el flujo económico del país. Sin embargo, es necesaria la caracterización de los mismos para conocer la cantidad generada, composición química, cantidad y calidad de sus componentes, con el objetivo de seleccionar el proceso o sector donde puede ser aprovechado sin sufrir transformación, o las tecnologías apropiadas para su transformación y con ello lograr productos con alto valor añadido o la disposición final del mismo por no tener un valor comercial, es decir su disposición como desecho orgánico.

Los criterios de selección más generales y resaltantes para su valorización tienen que ver con:

1. La disponibilidad del residuo a nivel local
2. La estabilidad, es decir, no sufra descomposición rápida bajo condiciones climáticas del sitio de generación
3. El no requerir pretratamientos en la medida de lo posible y de ser necesario que sea sencillo y económico
4. La disposición de cantidades apreciables que permitan la planificación del proceso en el cual se va utilizar y la fabricación de un producto
5. No poseer aplicaciones o usos que compitan con el proceso que se pretende promover.

Lo deseable en toda gestión propuesta es que los residuos agroindustriales **no generen otros residuos**, sino que sean utilizados mediante las llamadas tecnologías limpias con la intención de reducir el impacto ambiental.

A continuación se describen dos formas de aprovechamiento de los residuos agroindustriales: la primera, la biotecnológica, como la más sólida en investigaciones y aplicaciones en diferentes sectores de la industria y la segunda, la valorización energética, debido a las políticas energéticas del país por compromisos adquiridos a nivel internacional respecto a la reducción de emisiones contaminantes para cambio climático global y en pro de un desarrollo sostenible.

Valorización biotecnológica

A través de la biotecnología es posible la bioconversión de los residuos agroindustriales mediante procesos de extracción directa o de transformación microbiana o química en productos comerciales de mayor valor añadido (pigmentos, antibióticos, enzimas, etc.) y con mayor impacto la intención de mejorar la calidad ambiental a través de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales.

De igual manera uno de los retos de esta área de la ciencia es la adquisición de materias primas de fácil adquisición y bajo costos que sirvan como sustratos fermentables, es decir, ricos en carbono y nitrógeno (Barragán, Téllez y Laguna, 2008) y la agroindustria a través de un gran número de subproductos puede proporcionarlos.

Existen muchos reportes científicos respecto al aprovechamiento de los residuos agroindustriales, se hará mención a algunos de ellos.

- En el jimado del Agave tequilana con el que se fabrica tequila se desechan una gran variedad de productos (hojas y sus fibras, pencas, cutículas). Tronc y colaboradores, reportaron en el 2007, la transformación de los residuos de fibras y extractos de hojas para la obtención de resinas termoplásticas y para la extracción de ligninas, celulosa, glucósidos y etanol. En el 2008, Laguna y colaboradores dan uso a las pencas desechadas para ser utilizadas en la elaboración de fibras.
- Desechos de la uva pomace se han utilizado como fuente nutritiva y exclusiva para la fermentación y producción de enzimas hidrolíticas (celulasas y pectinasas) con aplicación en la industria textil, química y de alimentos usando cepas de *Aspergillus awamori*. El precio bajo de este material lo hace potencialmente prometedor para tales usos. (Botella, 2005).
- Fanchini y colaboradores, 2010 utilizaron bagazo de caña, avena, salvado de trigo, residuos de cebada y cascaras de yuca como sustrato junto con una cepa de *Penicillium janczewskii* obtuvieron enzimas para ser utilizadas para la fabricación de pastas, harina de trigo como aditivo en alimentos de aves de corral y procesos de blanqueo en la industria química.
- Se reporta la producción de proteasas de *Aspergillus oryzae* en fermentación sólida de residuos provenientes de la extracción de aceite de *Jatropha curcas*; las cuales pueden ser de utilidad en la industria de alimentos, farmacéutica y de papel (Thanapimmentha y col., 2012).
- Se tiene también la producción de materias primas para la producción de bioplásticos y elastómeros a partir de la fermentación de suero de queso (Povolo, 2010) y a partir de suero de leche con lodos activados de aguas residuales de la industria lechera (Bosco y Chiampo, 2010).
- En procesos de remoción de metales se han utilizado desechos de bagazo de caña de azúcar como soporte junto a una fuente microbiana y nutrientes que aceleran la degradación de hidrocarburos (Rodríguez y col., 2007) no sólo debido a su microflora nativa, sino también debido a sus actividades enzimáticas.
- El grano verde de café ha sido utilizado como soporte y como fuente de nutrientes en la biodegradación de plaguicidas organoclorados (Barragán y col., 2007).
- Algunos productos agroindustriales son desechos debido a que presentan problemas serios de disposición y que son objeto de estudio para convertirlos en productos útiles, como por ejemplo, el aserrín, el cual ha sido objeto de diversos estudios para la remoción de contaminantes tales como colorantes, sales y metales pesados a partir de agua y efluentes acuosos.

Valorización energética

Los bioenergéticos se definen de acuerdo a la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos en México como “combustibles obtenidos de la biomasa proveniente de materia orgánica de las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, acuícolas, pesqueras, domesticas, comerciales, industriales, de microorganismos y de enzimas, así como sus derivados producidos por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente en los términos que la Ley dispone”.

Por tanto subproductos y residuos provenientes de diferentes agroindustrias contienen cantidades importantes de biomasa rica en celulosa, hemicelulosa, lignina, glucósidos y ácidos grasos, todos sustratos potencialmente útiles cuando se les transforma mediante tratamientos químicos o microbiológicos para la producción de bioenergéticos. Al mismo tiempo, la combinación efectiva de necesidades y recursos naturales puede promover el desarrollo sostenible y mejorar la economía, la sociedad y el medio ambiente local.

La valorización energética de los residuos se realiza mediante numerosas tecnologías: incineración, gasificación, pirolisis, digestión anaerobia y compostaje, con un doble objetivo: otra forma eficiente de gestión de residuos y obtener una nueva fuente de abastecimiento energético que compita con los combustibles fósiles y que contribuya a reducir la dependencia con estos a nivel mundial (Arteaga, Cabrera, Rodríguez, Casas, 2014).

Los bioenergéticos reportados producto de las investigaciones científicas que se realizan a nivel mundial y apoyados por organizaciones mundiales como la FAO y la ONU que pueden obtenerse mediante biomasa natural y residual proveniente de la agroindustria son: bioalcoholes (principalmente bioetanol), biodiésel y biogás como los más desarrollados y con tecnologías establecidas y otros como biohidrógeno y pellets. La misma Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos solo define:

Biodiésel: Combustible que se obtiene por la transesterificación de aceites de origen animal o vegetal

Biogás: Gas que se produce por la conversión biológica de la biomasa como resultado de su descomposición;

Etanol Anhidro: Tipo de alcohol etílico que se caracteriza por tener muy bajo contenido de agua.

Biogás

Establecimientos del sector pecuario mexicano (ganado bovino, porcino, avícola y otros) en su producción primaria, feed-lot, explotaciones avícolas, establecimientos de cría y engorde de cerdos generan diariamente cantidades importantes de residuos sólidos y semi-líquidos con significativa carga orgánica y bacteriana que generan un alto impacto ambiental (Instituto Internacional de Recursos Renovables, IRRI, 2014).

Todo ello se da por los tratamientos precarios realizados sobre los efluentes, los cuales sin proyectos sustentables de ingeniería ambiental, pueden contaminar acuíferos, emitir gases de efecto invernadero como el metano que impacta 21 veces más que el anhídrido carbónico y el no aprovechamiento de nutrientes.

A esto se suman los desechos de los centros de concentración y distribución de frutas, hortalizas, donde siempre alguna parte se deteriora y se descarta. También las plantas de procesamiento de la industria frigorífica (vacunos, cerdos, aves), conserveras, congelados, vitivinícola, descartan constantemente buena cantidad de residuos orgánicos.

La biodigestión anaeróbica permite lograr que la energía contenida en los residuos (con alta entropía, degradada y con poca utilidad en ese estado) pueda ser transformada, liberada y reciclada en un combustible gaseoso: metano, como principal componente de la mezcla de gases producida y como energía de alta calidad (IRRI, 2014). Consecuentemente puede utilizarse para generar energía eléctrica, vapor, agua caliente; en sistemas de co-generación de alta eficiencia. También es posible obtener abonos orgánicos que aportan materia orgánica y nutrientes a los campos de cultivo; contribuyendo a mantener su fertilidad y asimismo reducir el impacto económico que significa depender de fertilizantes industriales (IRRI, 2014).

La Tabla 1 muestra un resumen de los residuos agroindustriales que sirven como materia prima para la generación de biogás a través de biodigestión anaerobia.

Tipo de Residuo	Producción de Biogás Litros de Biogás por cada Kg. de Sólido Fresco	Contenido de Sólidos (% de S.T.)	Contenido de Materia Orgánica Volátil (% de S.V.)
Estiércol Vacuno y Feed-Lot	15 - 40	18,00 - 20,00	83,00
Estiércol Porcino	19 - 30	7,00 - 11,00	84,00
Estiércol Aviar Parrilleros	228 (promedio)	80,00	79,00
Estiércol Aviar Ponedoras	74 (promedio)	24,00	60,00
Desechos de Huerta	39 - 63	11,00	94,00
Residuos Amiláceos o Azucarados (Papas, Mandioca, Remolacha)	100 (promedio)	18,00	94,00
Residuos de Comida	75 - 120	19 - 20	92,00 - 94,00
Sorgo Granífero	550 (promedio)	96,00	98,00

Tabla 1 Residuos agroindustriales utilizados para la producción de biogás

Bioetanol (etanol anhidro) y biodiésel

Las tecnologías de producción de bioetanol y biodiesel son diferentes. El bioetanol se produce a través de un proceso biotecnológico en el que los polisacáridos son convertidos en sacáridos y los sacáridos por fermentación en etanol, siendo destilado finalmente para su forma anhidra (Börjesson, 2009). Mientras que, el biodiésel, es obtenido a través de una ruta química conocida como transesterificación (Börjesson y Tufvesson, 2011), por ser un éster metílico. A pesar de que su procesamiento es distinto, ambos se agrupan en la misma cadena de abastecimiento, compuesta de las mismas etapas principales: obtención de materias primas, proceso de producción y uso del biocombustible, como se muestra en la Figura 1.

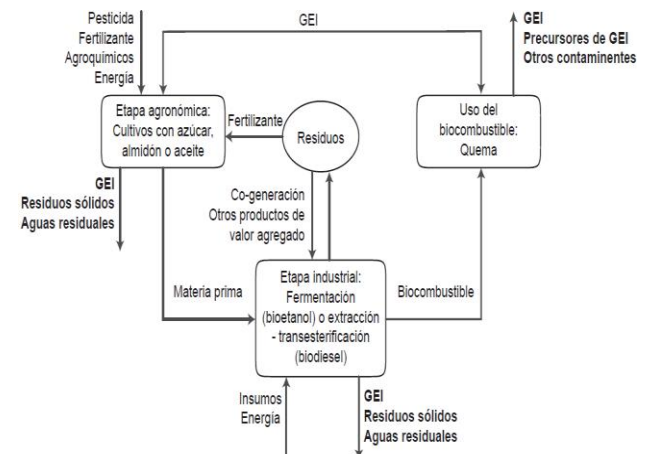


Figura 1 Gestión integral de bioetanol y biodiésel a través de la herramienta de ciclo de vida

El análisis de ciclo de vida, se refiere a un enfoque metodológico que se tiene para la evaluación de procesos químicos, biológicos, bioquímicos y biotecnológicos y su relación con su desempeño másico, energético y/o ambiental. Llevarlo a cabo implica la secuencia de cuatro etapas: definir el sistema, análisis de inventario, evaluación de impactos y la identificación de soluciones (Valencia y Cardona, 2013).

El bioetanol se produce principalmente a partir de cultivos agrícolas de caña de azúcar o maíz, cuyos sacáridos son fermentados a etanol por las levaduras del género *Saccharomyces* (Börjesson, 2009). De los dos, la caña de azúcar es la fuente más atractiva, ya que contiene mono y disacáridos fermentables directamente por las levaduras. El mayor inconveniente es que resulta cara como materia prima. Los cultivos como el maíz son ricos en almidón, polisacárido complejo que debe ser primero transformado en monosacáridos, proceso conocido como sacarificación (Arteaga, Cabrera, Rodríguez, Casas, 2014).

La producción también puede realizarse a partir de residuos agrícolas, forestales, industriales o municipales. Las materias primas ricas en celulosa, como los desechos agrícolas y forestales son las más abundantes y baratas, sin embargo la conversión de la celulosa en sacáridos fermentables es un proceso complejo y costoso que hace que la obtención de etanol por esta vía este en investigación por ahora, solo a escala laboratorio.

Es de resaltar que los autores de este artículo incentivan la producción de bioenergéticos a partir de biomasa residual agrícola y forestal, así como la de celulosa, más no apoyan la idea de plantaciones energéticas.

El biodiésel, se obtiene principalmente a partir de ácidos grasos contenidos por ejemplo en aceites vegetales como palma, soya, de frituras, usados y las grasas animales, a los que se aplican operaciones de esterificación y refinado (Castellar, Angulo, Cardozo, 2014).

El glicerol es un subproducto común para cualquier materia prima de primera generación. A diferencia de los subproductos de la producción de etanol cuyo principal uso está referido a sistemas de cogeneración energética, el glicerol puede ser empleado como materia prima en diferentes industrias como la farmacéutica, química, alimenticia y cosmética, entre otras (Valencia y Cardona, 2013).

El biodiesel puede utilizarse como un sustituto del diesel convencional, reduciendo la contaminación y alargando la vida del motor en los vehículos (Castellar, Angulo, Cardozo, 2014).

Como puede apreciarse la biomasa y su conversión a bioenergía a través de la producción de los diferentes biocombustibles, es una estrategia viable y competitiva que puede implementarse para el desarrollo local sostenible de México y de la región latinoamericana, a partir de toda la biomasa residual que se genera en la agricultura, la cual es razón suficiente para lanzar programas apoyados por el gobierno local, regional, nacional y académicos de Universidades y Centros de Investigación, que incentiven y motiven a pequeños agricultores, grandes productores y campesinos de zonas rurales o no a un máximo aprovechamiento de sus producciones para una mejora sustancial en la calidad de vida de los mismos, bien sea a partir de la producción de biogás para minorizar el uso de leña, producción de electricidad, calor, o para la producción de agrocombustibles para autoconsumo y en el mediano o largo plazo la comercialización con empresas del petróleo de la región, dado que estos son una fuente de combustible seguro y confiable, por lo que un uso más generalizado permitirá la disminución de costos, disminuyendo sus desventajas con el tiempo.

México está apto para la producción de todos ellos, es decir, biogás, biodiésel, bioetanol, pellets, combustibles de primera y segunda generación y biocombustibles sólidos, ya que el potencial técnico de bioenergía equivale a 3,569 PJ/a (PetaJoule por año), evaluado por Johnson, Alatorre, Romo y Liu, en el año 2009 y reportado por la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO) en el año 2011, tomando en cuenta solo las principales fuentes de bioenergía. Mientras que, el Plan Integral para el Desarrollo de las Energías Renovables en México 2013-2018, elaborado para la Secretaría de Energía por la empresa consultora PwC México, estimaron en 2013, que el potencial máximo teórico es de 3,700 MW (Mega Watts), considerando solo recursos biomásicos residuales de mayor viabilidad en el corto plazo (residuos agrícolas, ganaderos, forestales y urbanos). El desglose se muestra en la Tabla 2.

Conclusiones

Los desechos agroindustriales son de naturaleza orgánica y prácticamente están clasificados en origen, lo cual facilita su reciclaje transformando así **"un problema en una oportunidad"**; pudiéndose generar energía renovable a través de la producción de bioenergéticos.

De la revisión realizada, se puede decir que la mayor parte de los estudios para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales se queda a nivel de laboratorio, no se experimenta el escalamiento. Es muy importante considerar esta parte para visualizar un esquema completo del proceso que se pretenda desarrollar y con ello identificar los impactos ambientales de los residuos provenientes de cada parte de un proceso.

Una gestión ambiental adecuada sobre los residuos agroindustriales contribuye a mitigar el Cambio Climático, pudiéndose lograr en muchos casos proyectos de desarrollo limpio, con derecho a créditos de carbono, en el marco del Protocolo de Kyoto.

En el tema de bioenergéticos, es de importancia la necesidad de realizar análisis rigurosos como el análisis de ciclo de vida, para evitar con ello el error de utilizar cultivos con alta disponibilidad para el sector alimenticio, que demanden agua, que consuman energía y que generen más residuos.

Como investigadores en México, las investigaciones deben partir de los avances logrados a nivel mundial y no repitiendo experiencias sin éxito. Seguir sumando esfuerzos que convengan al gobierno que el mejor de los escenarios para la producción de biocombustibles debe ir dirigido a políticas de aprovechamiento de los residuos lignocelulosicos en general y residuos orgánicos urbanos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) y a la Universidad Politécnica de Sinaloa por el apoyo para la realización de este trabajo.

Tipo de biomasa y origen	Cantidad (MtMS/a)*	Producción estimada (PJ/a)	Porcentaje representativo (%)
Combustibles de madera			
Manejo de bosques y selvas nativos	101	1,515	42
Maderas de plantaciones de Eucalipto	26	345	10
Residuos industriales de la industria forestal	3	63	2
Combustibles agroindustriales			
Caña de azúcar para etanol	206	338	9
Sorgo grano para etanol	---	202	6
Aceite de palma aceitera para biodiesel	13	121	3
<i>Jatropha curcas</i> para biodiesel	4	57	2
Residuos agrícolas de cosechas	13	227	6
Residuos de cultivos alimenticios y forrajeros	15	114	3
Residuos agrícolas de cosechas de cultivos dedicados	8	86	2
Residuos industriales de cultivos dedicados (bagazo y otros)**	29	431	12
Residuos de ganado para biogás	35	35	1
Municipales			
Residuos sólidos municipales para biogás	---	35	1

Tabla 2 Potencial de producción sostenible de energía a partir de la biomasa

Referencias

Abarca, D. Martínez R., Muñoz J., Torres M., Vargas G. (2010). Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: Fuentes promisorias de fibra dietaria. *Rev. Tec. ESPOL-RTE*, 23(2), 63-69.

Arteaga-Pérez, L., Cabrera-Hernández, J., Rodríguez-Machín, L., y Casas-Ledón, Y. (2014). Termoconversión de residuos sólidos de la industria azucarera para incrementar la sostenibilidad de los procesos. *Rev. Centro Azúcar*, 41, 1-11. ISSN: 2223-4861.

Barragán-Huerta, B., Téllez-Díaz, Y., Laguna, T. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. *Rev. Sistemas ambientales*, 2(8), 44-50.

Börjesson, P. (2009). "Good or bad bioethanol from a greenhouse gas perspective- What determines this?". *Applied Energ*, 86(5), 589-594.

Börjesson, P. y Tufvesson, L. M. (2011). Agricultural crop-based biofuels-resource efficiency and environmental performance including direct land use changes. *J. of Cleaner Production*, 19 (2-3), 108-120.

Bosco, F. y Chiampo F. (2010). Production of polyhydroxyalcanoates (PHAs) using milk whey and dairy wastewater activated sludge. Production of bioplastics using dairy residues. *J. Biosci. Bioeng*, 109(4), 418-421.

Botella, C., Ory, I., Webb, C., Cantero, D. y Blandino, A. (2005) Hydrolytic enzyme production by *Aspergillus awamori* on grape pomace. *Biochem. Eng. J.* 26(2-3), 100-106.

Castellar-Ortega, G., Angulo-Mercado, E., Cardozo-Arrieta, B. (2014). Transesterification vegetable oils using heterogeneous catalysts. *Prospect.*, 12(2), 90-104.

Da Silva, C. A., Baker D., Shepherd A W Jenane Ch. y Miranda da Cruz S. (2013). *Agroindustrias para el desarrollo*. Roma: FAO. (2016).

El potencial y la diversificación de la caña de azúcar. Recuperado de www.zafranet.com/2016/01/entrevista-nriquez-poy/.

Escandón-Guichard, J. y Pineda-Domínguez, D. (2014). El comercio exterior agroindustrial mexicano y sus estrategias de exportación. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (200).

Fanchini, C. R., Temer, B., Teixeira, M. C. y Cano. E. (2010) Production of xylanolytic enzymes by *Penicillium janczewskii*. *Biores. Technol.* 101(11), 4139-4143.

FAO. (2007). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1997*. N° 30. (pp. 221-2589). Roma: FAO. ISSN: 0251-1371.

Gavilanes Teran, Irene. (2016). Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos. Tesis doctoral Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elcher.

Grass-Ramírez, J. F. (2011). El enfoque de sistemas agroindustriales. *Textual*. (56), 123-136.

Gumucio-Aguirre, M. A. (2016). Análisis macrosectorial. Recuperado de www.odepa.gob.cl. Pdf.

INEGI (2010). Censo general de población y vivienda, 2010. México. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx>.

IRRI (2014). *Manual para la implementación de proyectos de captura de metano emitido por la agricultura y ganadería en México*.

Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. (2008). Diario Oficial de la Federación, 01 de febrero de 2008, 10 pp.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (2007). Diario Oficial de la Federación, 08 de octubre de 2003, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de junio de 2007, 42 pp.

Masera Cerutti, O., Coralli, F., García Bustamante, C., Riegelhaupt E., Arias Chalico, T., Vega Gregg, J., Cecotti L. (2011). *La Bioenergía en México Situación actual y perspectivas* (1a ed.). México: Red Mexicana de Bioenergía A.C.

Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Documento A/70/L.1.

Povolo, S., Toffano, P., Basaglia, M. y Casella, S. (2010). Polyhydroxyalkanoates production by engineered *Cupriavidus necator* from waste material containing lactose. *Biores. Technol.* 101(20), 7902-7907.

ProMéxico Desarrollo sustentable y el crecimiento económico en México (2014). Recuperado de www.promexico.gob.mx/desarrollo-sustentable.

PwC, IMERE y WWF. (2013). *Plan integral para el desarrollo de las energías renovables en México 2013-2018: Propuestas de escenarios y acciones necesarias para su desarrollo*. México: PwC.

PwC México (2015). Agroindustria. Recuperado de: www.pwc.com/mx/es/industrias/agroindustria.html.

Ramos-Casselis, M. E. (2015). BUAP crea fibra, alimento y biocombustible de residuos frutales. Comunicación institucional BUAP. Recuperado de: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd.

Rodríguez, O. V., y Hansen, H. (2007). Obtención de dextrano y fructosa, utilizando residuos agroindustriales con la cepa *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512-F. *Rev. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)*, 7, 159-172.

SAGARPA (2016). Aumenta PIB agroalimentario 3.3 al primer semestre de 2016. Comunicado de prensa publicado 30 de agosto de 2016. Recuperado de: www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2016/agosto/Documents/JAC0368-30.PDF.

Saval, Susana (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16 (2).

Thanapimmentha, A., Luadsongkram, A., Titapiwatanakun, B. y Srinophakun, P. (2012) Value added waste of *Jatropha curcas* residue: Optimization of protease production in solid state fermentation by Taguchi DOE methodology. *Ind. Crops Prods.* 37(1): 1-5.

Valdez-Vazquez, I., Acevedo-Benítez, J. A. y Hernández-Santiago, C. (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renew. Sust. Energy Rev.* 14 (7), 2147-2153.

Valencia Botero, M. y Cardona Alzate, C. (2013). Evaluación ambiental para procesos que usan residuos de la industria de los biocombustibles como materias primas. *Revista EIA*, 10 (19), ISSN 1794-1237 (2013).

Zúñiga González C. A. (2011). *Texto básico de economía agrícola: Su importancia para el desarrollo local sostenible*. Nicaragua: Editorial Universitaria, UNAN-León. ISBN: 978-99964-0-049-0.

El efecto térmico de la naturación en cubiertas

GARCÍA-VILLALOBOS, Ilse*† y LÓPEZ-DE JUAMBELZ, Rocío.

Recibido Octubre 7, 2016; Aceptado Noviembre 1, 2016

Resumen

Desde tiempos ancestrales se han buscado distintas formas de aislar térmicamente a las cubiertas de las edificaciones, dado que es el elemento constructivo donde se registran mayores fluctuaciones térmicas durante el día, las cuales afectan y trascienden al ambiente térmico en los espacios. Así surgió la naturación como una técnica constructiva de regulación térmica y es el componente sustrato quien brinda un mayor efecto térmico al sistema, debido a la buena capacidad de masa térmica que posee (García 2010, Minke 2010). Actualmente, en México es escasa la investigación sobre este material, provocando la limitación en sus beneficios; por tal motivo se estudia al sustrato como elemento primordial de la naturación, por medio del monitoreo y análisis térmico realizado a un modelo experimental factorial, donde se han obtenido registros que revelan el impacto térmico que genera

Sustrato, Naturación, Cubierta verde.

Abstract

Since ancient times have sought ways to isolate you térmicamen-covers buildings, since it is the constructive element where higher temperature fluctuations are recorded during the day, which affect and transcend the thermal environment in the spaces. Thus naturation emerged as a construction technique of thermoregulation and the substrate component is who provides greater thermal effect to the system, due to the good capacity thermal mass having (García, 2010; Minke & Lagrotta, 2010). Today in Mexico there is little research on this material, causing the limitation on benefits; for this reason the substrate is studied as a key element of naturation, by monitoring and thermal analysis a factorial experimental model, where they have obtained records that reveal the thermal impact it generates.

Substrate, Naturation, green cover.

Citación: GARCÍA-VILLALOBOS, Ilse y LÓPEZ-DE JUAMBELZ, Rocío. El efecto térmico de la naturación en cubiertas. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales 2016, 2-6: 42-46

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ilse1122@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La naturación es una técnica constructiva que permite el establecimiento vegetal sobre superficies edificadas, ya sean verticales en forma de muros o paredes, superficies inclinadas como taludes o rampas, y superficies horizontales tal es el caso de cubiertas, azoteas, terrazas, patios, etc. Su uso se remonta desde tiempos ancestrales, reconociéndose como uno de los primeros ejemplos a los Jardines Colgantes de Babilonia que se construyeron entre los años 605 y 562 a.C. (Neila 2004), la técnica fue empleada en distintas regiones climáticas (Minke y Lagrotta 2010), tanto en climas fríos y cálidos. Ejemplo de ello es la presencia de cubiertas naturadas como elemento constructivo para brindar mayor confort térmico al interior de los espacios en las casas tradicionales en regiones de Islandia, Escandinavia, Estados Unidos, Canadá, Tanzania, Marruecos, etc. (García 2011).

El sustrato en los sistemas de naturación es el componente físico que permite el establecimiento y desarrollo de la vegetación, dado que brinda soporte mecánico al proporcionar el lugar adecuado para el anclaje del sistema radical, además es el medio de donde la planta dispone y adquiere los nutrientes, el agua y el aire necesario para poder sobrevivir. Por tanto, el sustrato es un componente esencial en la naturación, simplemente sin él no podría establecerse ningún tipo de vegetación, aparte de su labor como sostén físico y de suministro de elementos requeridos para la existencia de la masa vegetal, el sustrato transfiere al sistema de naturación propiedades térmicas importantes, dado que es un material con una alta capacidad potencial de almacenamiento de calor, logrando crear el efecto de regulación térmica en el elemento edificado.

Estudios preliminares reafirman el efecto térmico que generan los sistemas de naturación (Palomo 1998, Briz 2004, Koehler 2004, Nürtingen 2005, Machado 2003, Vecchia 2006), la mayoría de estas investigaciones analizan al sistema como un solo elemento, definiendo características generales del sistema pero sin exaltar las propiedades de cada componente, por ello se decidió realizar esta investigación en donde se pretende enfatizar la acción del sustrato en los sistemas de naturación.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

El objetivo del análisis es determinar el efecto térmico del componente sustrato en los sistemas de naturación extensiva por medio del monitoreo térmico realizado sobre un modelo experimental factorial, el cual se integra por una serie de módulos de prueba donde se analiza el espesor del sustrato y la presencia de vegetación. En el modelo experimental se analizaron distintos tipos de mezclas de sustratos utilizados en Ciudad de México, en este documento sólo se hace énfasis en uno de ellos (García 2015).

El modelo experimental se encuentra ubicado en la azotea del edificio J de la Unidad Mixta de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en Ciudad de México, y se integra de módulos de prueba a base de contenedores de plástico con una dimensión de 0.60 m de largo por 0.30 m de ancho, ver Fig. 1. La especie vegetal utilizada es *Sedum x rubrotinctum*, la cual muestra buena adaptabilidad a las condiciones climáticas extremas y supervivencia en los sistemas de naturación extensiva.

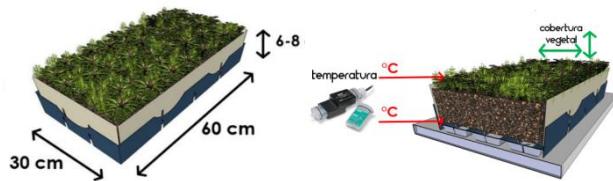


Figura 1 Módulos de prueba

El modelo experimental se instaló en mayo de 2015, ver Fig. 2. Desde entonces ha sido monitoreado, teniendo el registro de una serie de sensores ubicados en distintas posiciones en los módulos: en el lecho alto del sustrato (a) y otro en el lecho bajo del sustrato (b), empleando sensores Mca. Onset HOBO, modelo UA-01-64. Además se cuenta con estación meteorológica para el registro de las condiciones ambientales del lugar, utilizando un sistema de monitoreo ambiental Mca. Onset HOBO Modelo U30 con un sensor de temperatura y humedad relativa modelo S-THB-M002. Los datos serán comparados con los registros térmicos del lecho alto de una cubierta sin sistema de naturación utilizando un sensor S-TMB-M006.



Figura 2 Modelo experimental factorial

Efecto térmico del sustrato

Se tiene el registro térmico de una mezcla de sustrato el cual está conformado por un 1/3 de material drenante, 1/3 de materia orgánica y 1/3 de material estructural. Para el análisis se muestra el efecto térmico que provoca el espesor en el sistema de naturación definido por 6 y 8 centímetros en módulos con y sin presencia de vegetación.

Los datos recabados en las gráficas corresponden al día 21 de mayo, donde se registran los días más cálidos del año en la capital mexicana.

Efecto del espesor del sustrato

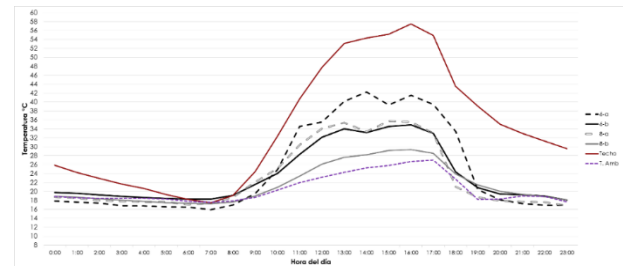


Gráfico 1 Comparativo térmico de los distintos espesores 6 y 8 cm del sustrato en módulos con vegetación

El Gráfico 1, muestra el monitoreo térmico en los distintos espesores 6 y 8 centímetros, en las dos posiciones de registro de temperatura en lecho alto (a – líneas discontinuas) y en el lecho bajo (b – líneas continuas) del sustrato en módulos con vegetación. Se observa la misma tendencia en los dos espesores, aunque es evidente el efecto de regulación térmica realizado por el sustrato. Teniendo una diferencia de la fluctuación total diaria de 7.35°C en el lecho alto y de 4.69°C en el lecho bajo entre los dos espesores; y de 27.92°C entre el registro del lecho bajo con espesor de 8 cm y la cubierta testigo sin sistema de naturación, y de 23.22°C entre el registro del lecho bajo con espesor de 6 cm y la cubierta testigo sin sistema de naturación; demostrando que a mayor espesor del sustrato mayor regulación térmica.

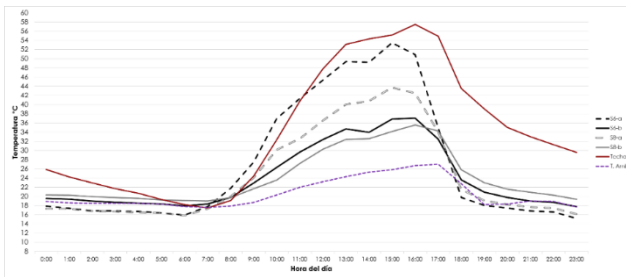


Gráfico 2 Comparativo térmico de los distintos espesores 6 y 8 cm del sustrato en módulos sin vegetación

El gráfico 2, muestra el monitoreo térmico en los distintos espesores 6 y 8 centímetros, en las dos posiciones de registro de temperatura en lecho alto (a – líneas discontinuas) y en el lecho bajo (b – líneas continuas) del sustrato en módulos sin vegetación. Se observa la misma tendencia en los dos espesores, aunque es evidente el efecto de regulación térmica realizado por el sustrato. Tiene una diferencia de la fluctuación total diaria de 10.41°C en el lecho alto y de 2.75°C en el lecho bajo entre los dos espesores; y de 12.17°C entre el registro del lecho alto con espesor de 8 cm y la cubierta testigo sin sistema de naturación, y de 1.76°C entre el registro del lecho alto con espesor de 6 cm y la cubierta testigo sin sistema de naturación; demostrando el efecto de regulación térmica que genera la vegetación comparando los registros con la gráfica 1.

Conclusiones

Las tendencias en los registros gráficos son muy parecidas en los dos espesores del sustrato, por lo que se muestra como un material con gran capacidad térmica.

El efecto térmico de la vegetación es evidente, aunque éste sólo ocurre de manera superficial, esto se demuestra con los registros en el lecho alto de los módulos donde la diferencia es notoria y en el lecho bajo los registros obtenidos no muestran gran diferencia de temperatura comparados con los módulos sin vegetación.

El mayor efecto de regulación térmica es dado por el sustrato, los registros revelan que a mayor espesor de sustrato existe menor fluctuación térmica en los módulos.

Es de suma importancia estudiar en cada componente de los sistemas de naturación para poder efficientar e incrementar los beneficios que genera su aplicación como herramienta básica arquitectónica. Con esta investigación se ha observado el efecto de regulación térmica que produce la vegetación en los sistemas de naturación, sin embargo, es evidente que el mayor impacto es el creado por la capa sustrato, así que podemos decir que es elemento clave no sólo porque permite el desarrollo vegetal sino también por su gran efecto térmico del sistema, es sin duda el sustrato.

El éxito de la naturación no actúa como la suma o conjunto de materiales bióticos y abióticos, sino como un verdadero sistema en donde se crean relaciones simbióticas entre ellos.

Analizando este tipo de correlaciones se logrará una mejor selección y uso de materiales, haciendo más eficiente el sistema y obteniendo mejores y mayores beneficios.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido realizado bajo el auspicio del proyecto PAPIME PE401613 “Consolidación del laboratorio para la conservación del patrimonio cultural y natural”, en la línea de investigación “Sustentabilidad para la Unidad Mixta de Posgrado”.

Referencias

Briz (2004) Naturación Urbana: cubiertas ecológicas y mejora medio ambiental. Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España

García (2010). Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones, XXXIV Semana Nacional de Energía Solar, Asociación Nacional de Energía Solar A.C., SNES2010-ABC-022, Guanajuato, México

García (2011). La vegetación como sistema térmico en la naturación extensiva de cubiertas (Tesis de Maestría). UNAM, Facultad de Arquitectura, México.

García (2015). Modelo experimental factorial para analizar el desempeño térmico e hídrico de sustratos utilizados en sistemas de naturación extensiva de cubiertas en México. II Congreso Internacional y IV Nacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes. Sevilla, España.

Koehler M. (2004) Energetic effects of green roofs to the urban climate near to the ground and to the building surfaces. 72-77. International Green Roof Congress.

Machado (2 Nürtingen (2005) Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. Elsevier. Vicenza, Italia003) El cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica. 65-75. Ambiente Construido

Minke (2010). Techos verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos. Montevideo, Uruguay: Fin de Siglo.

Neila. (2004). La Cubierta Ecológica en el Contexto de la Arquitectura Bioclimática. En En Naturación Urbana: cubierta ecológica y mejora medioambiental. Madrid, España: Grupo Mundi-Prensa.

Nürtingen (2005) Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. Elsevier. Vicenza, Italia

Palomo (1998) Analysis of the cooling potential of green roofs in buldings. Energy and buildings; Niachou A. et al. (200). Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance. Energy and Building, Vol. 33, 719-729

Vecchia (2006) Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales. Vol. 22 n.2. Tecnología y Construcción.

Instrucciones para Autores

[Título en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor
Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva

(Indicar Fecha de Envío:Mes,Día, Año); Aceptado(Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

Keyword

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.11

Cita: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Título del Paper. Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Instrucciones para Autores

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]

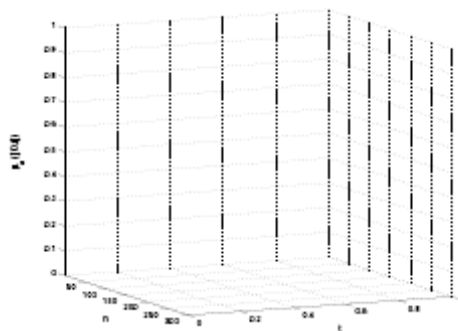


Grafico 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

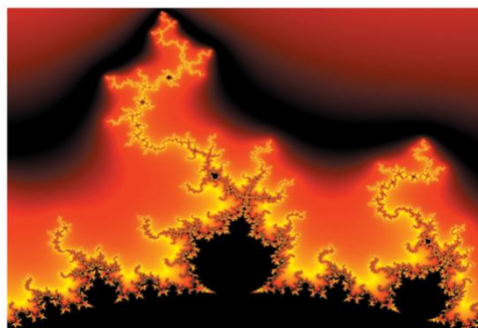


Figura 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato **.JPG**, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Instrucciones para Autores

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencia

Formato de Originalidad



Madrid, España a ____ de ____ del 20 ____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



Madrid, España a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Spain difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Spain to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

“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”

GARCÍA-MEJÍA, José, ZARAZÚA-SÁNCHEZ, José, GONZÁLEZ-SILVA, Marco y ZAMUDIO-GARCÍA, Víctor.

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

“Propuesta de centro de conservación y educación ambiental mazahua”

TORRES-SÁNCHEZ, Merced, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio y VERA-NOGUEZ, Raúl.

Universidad Autónoma del Estado de México

“Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie”

CAMACHO-IXTA, Ixchel, BOJORQUEZ-MORALES, Gonzalo y FABELA-BLAS, Claudia

“Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México”

MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia, OROZCO-GUILLEN, Eber, y GALÁN-HERNÁNDEZ, Néstor

Universidad Politécnica de Sinaloa

“El efecto térmico de la naturación en cubiertas”

GARCÍA-VILLALOBOS, Ilse y LÓPEZ-DE JUAMBELZ, Rocío

