



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
 DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN  
 SUPERIOR TECNOLÓGICA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.VICTORIA

SECRETARÍA DE  
 EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

# TecnoINTELECTO

## Órgano de Divulgación Científica

Una Publicación del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

Volumen 10

No.1

Abril 2013

ISSN 1665-983X

### CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

**Tabla de vida de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) de la región centro del estado de Tamaulipas, México.** C. H. Lugo-Garza, C. A. Salazar-Olivo & O. J. González-Gaona..... 1

**Estudio preliminar de productividad vegetal estacional en diversos ecosistemas de agostadero en el estado de Tamaulipas, México.** Y. A. García-Carbonell, A. Mora-Olivo, A. Moreno-Valdez & O. S. Escamilla-Gallegos..... 7

**Nivel de preferencia de plantas en Alta Cimas (Reserva de la Biosfera El Cielo), Tamaulipas, México.** S. G. Medellín-Morales, L. Barrientos-Lozano, S. Del Amo-Rodríguez, P. Almaguer-Sierra & C. S. Venegas-Barrera..... 12

**Degradación física del suelo por actividades antrópicas en la Zona II de la Cuenca de Burgos, Tamaulipas, México.** F. Arias-Miño, M. Espinosa-Ramírez, E. Andrade-Limas, B. Castro-Meza, F. Briones-Encinia & W. Salinas-Castillo..... 25

**Contribución al conocimiento de la fauna Orthoptera (Insecta) en la “Sierra de Tamaulipas”, México.** L. Barrientos-Lozano, J.B. Ramírez-Núñez, A.Y. Rocha-Sánchez, J.V. Horta-Vega & P. Almaguer-Sierra..... 32

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**Fórmulas para el cálculo de deflexiones en armaduras isostáticas de cuerdas paralelas.** A. Zambrano-Santacruz & C. Jiménez-Ybarra..... 43

**Factibilidad técnica del uso de paneles solares en la zona de Xoxocotla, Veracruz.** A. González-Alvarado, C. F. Pacheco-Alamillo, A. Champián-Coria, M. Salgado-Rodríguez & A. Álvarez-Castillo..... 53

### INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

**Cómo fortalecer la competencia de aritmética básica para ingresar al Instituto Tecnológico de Querétaro.** R. Vargas-Alba & J. A. Saldierna-Loredo..... 62

## DIRECTORIO

### **C. MTRO. JUAN MANUEL CANTÚ VÁZQUEZ**

Director General de Educación Superior Tecnológica

### **Ing. David Zepeda Sánchez**

Director

### **Dra. Araceli Maldonado Reyes**

Subdirectora Académica

### **Lic. Arturo Huesca Benavides**

Subdirector de Servicios Administrativos

### **Ing. Hilario Aguilar Izaguirre**

Subdirector de Planeación y Vinculación

### **Dr. Pedro Almaguer Sierra**

Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

## COMITÉ EDITORIAL

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

## COORDINACIÓN EDITORIAL

Ludivina Barrientos-Lozano, Ph. D.

Pedro Almaguer-Sierra, Dr.

## Asistencia Editorial:

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**Dr. Claudio Castellanos Sánchez.** División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

**Dra. Claudia Guadalupe Gómez Santillán.** Instituto Tecnológico de Cd. Madero

**Ing. David Burgos Quiroz.** Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

**Dr. Edgard Iván Benítez Guerrero.** Universidad Veracruzana.

**Ing. Jaime Ibarra Hinojosa.** Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

**Dra. Laura Cruz Reyes.** Instituto Tecnológico de Cd. Madero.

**Dra. María del Carmen Mezura Godoy.** Universidad Veracruzana.

**Dr. Pedro Luis Sánchez Orellana.** División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

### CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

**Dr. Alfonso Correa Sandoval.** División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tam.

**Dr. Crystian S. Venegas Barrera.** División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

**Dr. Gonzalo Guevara Guerrero.** División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tam.

**Dr. Jorge Víctor Horta Vega.** División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tam.

**M.C Joel Ávila Valdez.** INIFAP-Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM).

**Dra. Ludivina Barrientos Lozano.,** División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tam.

**Dr. Luis Samaniego Moreno.** Depto., de Riego y Drenaje. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah.

**Dr. Pablo Octavio Aguilar.** División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

**Dr. Pedro Almaguer Sierra.** División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tam.

**M.C. Reyna Ivonne Torres-Acosta.** INIFAP-Campo Experimental General Terán, Nuevo León.

TecnoINTELECTO (ISSN 1665-983X y reserva: 04-2004-072626452400-102) es un órgano de divulgación científica de forma semestral del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México; Tels. (834) 153 20 00. El contenido y la sintaxis de los artículos presentados son responsabilidad del autor (es). Editor Principal: División de Estudios de Posgrado e Investigación. Apoyo editorial-informático: **M.C. Aurora Yazmín Rocha Sánchez.** Envío de documentos, consultas y sugerencias al correo electrónico: [ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com), [almagavetec@hotmail.com](mailto:almagavetec@hotmail.com). Todos los derechos son reservados y propiedad del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria-Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica. TecnoINTELECTO, Vol. 10 No. 1. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.



Consultanos en el Índice Latinoamericano [www.latindex.org](http://www.latindex.org) y en el Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias PERIÓDICA [www.dgb.unam.mx/periodica.html](http://www.dgb.unam.mx/periodica.html)



## EDITORIAL

**TecnoINTELECTO**, una revista de divulgación científica resultado del esfuerzo de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, con el apoyo del Comité Editorial y la administración del plantel. Nuestra Revista se ha permitido, con regularidad y con cierto equilibrio, un mayor énfasis en el carácter técnico-científico de los artículos publicados hasta ahora, sin descuidar el aspecto de la divulgación propiamente. Es decir, ha logrado incidir no sólo en el aspecto de la difusión de la ciencia sino también en el de la expresión del conocimiento científico original o de nueva generación, lo que le ha permitido llegar a un mayor número de instituciones e investigadores.

Dada la antigüedad, extensión y áreas del conocimiento que se desarrollan en el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST), es necesario que estos esfuerzos de mantener vigente publicaciones periódicas continúen, y que además, se multipliquen.

En este número agradecemos la contribución de los autores del Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas; Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de Ciencias Básicas; Instituto Tecnológico de Matamoros, Departamento de Ciencias de la Tierra; Instituto Tecnológico de Orizaba, Departamento de Ingeniería Eléctrica; Instituto Tecnológico de Zacatepec, División de Estudios de Posgrado–Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica; Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias; INIFAP-Río Bravo, Tamaulipas; Universidad Veracruzana, Centro de Eco-Alfabetización y Diálogo de Saberes, Campus USB; Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.

En espera permanente de contribuciones, reiteramos que las normas editoriales para publicar en **TecnoINTELECTO** pueden consultarse al final de este número.

**COMITÉ EDITORIAL**  
**TecnoINTELECTO**

## TABLA DE VIDA DE *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO

C. H. Lugo-Garza, C. A. Salazar-Olivo & O. J. González-Gaona

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87010. [cokillo\\_master@hotmail.com](mailto:cokillo_master@hotmail.com), [salazar\\_olivo@yahoo.com.mx](mailto:salazar_olivo@yahoo.com.mx), [othonjavier@hotmail.com](mailto:othonjavier@hotmail.com)

**RESUMEN.** Para la región centro del Estado de Tamaulipas, la citricultura es una importante actividad económica, por lo que la presencia del psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de *Candidatus Liberibacter americanus*, agente causal de la enfermedad conocida como “huanglongbing de los cítricos” (HLB), representa un riesgo de gran magnitud. Conocer aspectos de la biología de este insecto es importante para el manejo de esta enfermedad devastadora. Se estudió la estructura de edad y supervivencia, y se construyó una tabla de vida de una población de *D. citri*. Se empleó el procedimiento horizontal de toma de datos, en una plantación de naranjos de 2 años de edad de la variedad “Valencia.” Bajo las condiciones del área de estudio, la población del psílido está formada por 28% de huevecillos, 24% son ninfas de primer instar, 16% de segundo, 13% de tercero, 10% del cuarto, 7% del quinto, y 2% son adultos; en cuanto a la proporción de sexos el 68% son hembras y 32% machos. La mortalidad mayor se observó entre el primero ( $d_1$ ) y segundo instar ninfal ( $d_2$ ), con un  $d_1 = 130$ , es decir no sobreviven el 64.95% y entre el último instar ninfal ( $d_5$ ) y adultos ( $d_6$ ) con una  $d_5 = 73$ , no sobreviven el 50.68%. Así mismo el rango de mortalidad en edad específica es para  $q_1 = 0.3504$  y  $q_5 = 0.6636$ . La esperanza de vida ( $e_x$ ) observó los valores más bajos en el último instar ninfal y adulto con  $e_5 = 0.344$  y  $e_6 = 0.086$ , respectivamente. El rango neto de reproducción  $R_0 = 17.33$ , y el tiempo generacional  $T = 75.1$ ; el valor de  $r$  en la aproximación es de 0.03798 y substituyendo en la ecuación de Lotka  $r = 0.6679$ . La curva de supervivencia resultó de tipo II.

**PALABRAS CLAVE:** Psílido asiático, estructura de edad.

**ABSTRACT.** The citrus industry is an important economic resource for the central region of the State of Tamaulipas, so that the presence of the Asiatic Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, vector of *Candidatus Liberibacter americanus*, etiological agent of the citrus “huanglongbing” (HLB) disease, is a risk of great magnitude. Considering the above, knowledge on the biology of *D. citri* is essential for management of this disease. We studied the age structure and survival of a population of *D. citri* and a life table was built. The Horizontal method was used for data collection in an orange grove two years old of the variety “Valencia”. Under the conditions of the study area, the population of *D. citri* consisted of 28% eggs, 24% first instar nymphs, 16% second instar, 13% third instar, 10% fourth instar, 7% five instar and 2% adults; in reference to sex proportion 68% was females and 32% males. Highest mortality was observed between the first ( $d_1$ ) and the second ( $d_2$ ) instars, with  $d_2 = 130$ , i.e., 64.95% did not survive and between the last instar ( $d_5$ ) and adults ( $d_6$ ) with a  $d_6 = 75$ , i.e., 50.68% did not survive. Also the range of age-specific mortality was for  $q_1 = 0.3504$  and for  $q_5 = 0.6636$ . Life expectancy ( $e_x$ ) presented the lowest values during the last nymphal instar and as adults, with  $e_5 = 0.344$  and  $e_6 = 0.086$ , respectively. The net reproduction range ( $R_0 = 17.33$ ) and the generation time ( $T = 75.1$ ) were estimated by the interaction of  $r = 0.03798$  and substituted in the Lotka equation  $r = 0.6679$ . The survival curve was type II.

**KEY WORDS:** Asiatic psyllid, age structure.

### 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, una de las enfermedades más destructivas de los cítricos es la llamada huanglongbing (HLB), “dragón amarillo”, “greening” o “enverdecimiento de los cítricos”, la cual es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp; en México se presenta la

forma *americanus*; sus síntomas son muy severos, de rápida dispersión, afecta a todas las especies comerciales de cítricos; es una enfermedad difícil de controlar y aun no tiene cura; es transmitida por el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama. (Ramos, 2010; Sechler, *et al.*, 2009; Knapp, *et al.*, 2006). En nuestro país la citricultura representa una actividad socioeconómica

relevante, ya que se cuenta con una superficie de 549 mil hectáreas, de las cuales se obtienen alrededor de 6.9 millones de toneladas por año, lo que nos coloca como el quinto país en producción de cítricos en el mundo. Con la producción de esta fruta se mueven anualmente más de 9,600 millones de pesos. (Trujillo, *et al.*, 2010, Anónimo, 2012). El HLB ha ocasionado la pérdida de más de diez millones de árboles alrededor del mundo, en México se ha detectado en los estados de Campeche, Colima, Jalisco, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán; ante esta situación, aunada a la presencia de su vector *D. citri* en el país, las autoridades han implementado desde el año 2008 una campaña fitosanitaria para la atención de esta peligrosa enfermedad y su vector (Trujillo, *et al.*, 2010; Sánchez, 2010).

*Diaphorina citri* (Figura 1) es una especie cuya longevidad se incrementa con el decremento de la tempera, no obstante que el promedio de huevecillos depositados por hembra se incrementa con incremento de la temperatura, pudiendo alcanzar un máximo de 825 huevos a 25°C a 748 en 28°C; llegando a vivir hasta 52 días bajo estas condiciones (Liu & Tsai, 2000; Knapp, 2006).

En Tamaulipas, desde el 2004 se reportó la presencia del psílido asiático (Coronado & Ruiz, 2004), y tomando en cuenta la alta probabilidad de que el agente causal del HLB, *Candidatus Liberibacter spp.*, llegue a estas latitudes, conocer del comportamiento y la dinámica poblacional y estructural del vector nos permitirá planear estrategias para el manejo de la enfermedad y el control su agente transmisor.



Figura 1. Adulto de *Diaphorina citri*.

Los objetivos del presente estudio son los de conocer la estructura de edades, la supervivencia y construir una tabla de vida de la población de *D. citri* que habita bajo las condiciones climatológicas de la región centro de Tamaulipas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron colectas representativas en una huerta del ejido Santa Juana, Municipio de Padilla, Tamaulipas, que se ubica geográficamente en las coordenadas 24.05192 de latitud norte y 98.97987 de longitud oeste a una elevación de 176 msnm, en la porción norte-centro del territorio de la entidad.

La distribución topológica de la huerta es de 8 x 4 m, cuenta con riego rodado y la edad de la plantación es de 2 años de la variedad "Valencia" con porta injerto agrio. Las colectas se realizaron durante el mes de mayo del 2011.

### 2.1. Características del área de estudio

El área de estudio se encuentra en el centro norte del estado, con clima semi-seco y semiárido con lluvias escasas todo el año; la temperatura fluctúa de 24 a 26°C, con una precipitación anual de 600 mm.

El rango de altitud en el que se localiza es de 150 hasta un poco más de 400 m.s.n.m. Los suelos son de tipo vertisol cuyas características principales es que se agrietan en épocas de sequia y contienen porcentajes muy altos de arcilla debido a que son derivados de aluviones muy arcillosos.

La vegetación predominante es el matorral alto espinoso o también llamado mezquital. La altura promedio de las especies arbóreas dominantes es de 2 a 4m existiendo individuos que llegan a medir hasta los 6 o 7m. (INEGI, 1983).

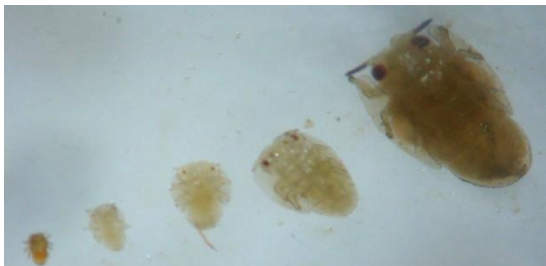
### 2.2. Colectas y manejo del material biológico

A lo largo de la huerta se marcaron dos transectos, en cada uno, se tomaron al azar diez arboles, en los cuales se cortaron cuatro brotes tiernos ubicados hacia cada uno de los puntos cardinales, a una altura aproximada de 1.5 m.

Una vez cortados los brotes, se conservaron en frascos al 60% de su capacidad con alcohol al

95%; los adultos se recolectaron con la ayuda de un aspirador, y conservados en frascos con alcohol al 95%.

Posteriormente, las muestras se llevaron al laboratorio donde se le retiró el excedente de material vegetal utilizando cajas Petri y bisturí, se limpiaron bajo un microscopio estereoscópico para contar el número de individuos en los estadios de huevecillo, instar ninfal y adultos (Figura 2).



**Figura 2.** Estadios ninfales de *Diaphorina citri*.

Los conteos preliminares mostraron un traslape de generaciones, por lo que se ajustaron los grupos de edad utilizando métodos estadísticos (regresión exponencial) para eliminar las variaciones debidas al muestreo. Se estimaron los estadísticos de la tabla de vida normales según, Suthwood (1994).

**Los parámetros a calcular en la tabla de vida, fueron:**

- ( $x$ ): edad o edad intervalo.
- ( $n_x$ ): número de individuos vivos en la edad  $x$
- ( $l_x$ ): proporción de sobrevivientes de una edad a la siguiente.
- ( $d_x$ ): número de decesos por edad:  $dx = l_x - l_{x+1}$ .
- ( $q_x$ ): proporción de mortalidad  $qx = dx/l_x$
- ( $L_x$ ): Promedio de individuos vivos durante el intervalo.  $L_x = l_x + l_{x+1}/2$
- ( $T_x$ ): total de tiempo de vida en el que permanecen todos los individuos al alcanzar la edad  $x$ .  $T_x = L_{x0} + L_{x1} + L_{x2} + L_{x3} + \dots + L_{xn}$
- ( $e_x$ ): esperanza de vida de un individuo a la edad  $x$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra con los individuos de *D. citri* recolectados, estuvo compuesta por un total de 1525, los cuales estuvieron repartidos en cada

uno de los estados de desarrollo que se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Número de individuos por estadio

| Estado fenológico | Número de individuos |
|-------------------|----------------------|
| Huevecillo        | 427                  |
| Ninfa I           | 371                  |
| Ninfa II          | 241                  |
| Ninfa III         | 193                  |
| Ninfa IV          | 146                  |
| Ninfa V           | 110                  |
| Adulto            | 37                   |

En cuanto al número de huevecillos ovipositados por hembra, bajo las condiciones del muestreo, se estimó que en promedio cada hembra oviposita 382.2 huevos. En comparación con este resultado Liu y Tsai, (2000) encontraron que bajo condiciones controladas, *D. citri* puede llegar a ovipositar en promedio 859 y 748 huevos a temperaturas de 25°C y 28°C, respectivamente.

#### 3.1. Estructura de edades y proporción de sexos

Los datos de la colecta mostraron que la población está formada por 28.0% de huevecillos, 24.32% de ninfas de primer instar, 15.8% de segundo, 12.65% de tercer instar, 9.57% para el cuarto instar, 7.21% de quinto instar, y 2.43% de adultos (Grafica 1). La proporción sexual resultó de 32% machos y 68% hembras, es decir de 1:2.08. Sánchez (2010), señala que en los cítricos del centro-sur de Veracruz, los estados de desarrollo de *D. citri* están presentes todo el año, pero la mayor cantidad de ninfas se encuentra en marzo y junio, huevecillos en marzo y mayo, adultos en junio; Lo cual al parecer ocurre de manera similar que en el centro de Tamaulipas.

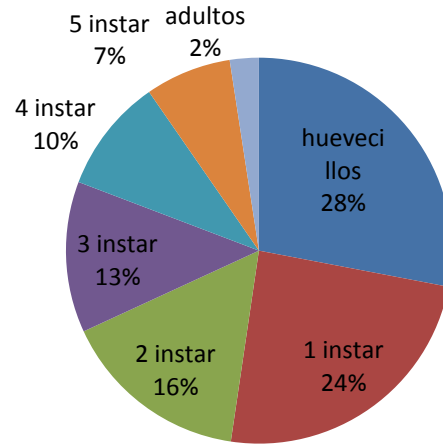
#### 3.2. Tabla de vida

Con los datos de estructura de edades y la supervivencia para cada clase de edad, se construyó la tabla de vida, la cual arroja que la mortalidad mayor ocurre entre los individuos que van a pasar del primero al segundo estadio ninfal, con un  $d_1 = 130$ , es decir no sobreviven el 64.95%, y entre el quinto instar ninfal y el adultos con una  $d_5=73$ , no sobreviven el

50.68%. Así mismo el rango de mortalidad en edad específica es para  $q_1 = 0.35$  y  $q_5 = 0.66$ .

La esperanza de vida ( $e_x$ ) observó los valores más bajos en el último instar ninfal y adulto con  $e_5 = 0.34$  y  $e_6 = 0.08$ , respectivamente. La estimación del rango o tasa neta de reproducción  $R_0 = 17.33$  y el tiempo generacional  $T = 75.1$ , con la iteración para  $r$  ( $\sum l_x m_x e^{-rx} = 1$ ), se obtuvo una  $r = 0.6679$ , por lo que la tasa finita de crecimiento  $\lambda = 1.95$  (Cuadro 2).

Liu & Tsai (2000) en un estudio de tabla de vida por cohorte y bajo condiciones controladas, encontraron que la mayor mortalidad de *D. citri* se registró entre los estadios tercero al quinto; así mismo obtuvieron un  $r = 0.199$ , con un  $R_0 = 292.2$  y un  $T = 28.6$  días.



**Gráfica 1.** Proporción de individuos por categoría de edad o instar de *Diaphorina citri*.

| $x$ | $n_x$ | $l_x$    | $m_x$ | $d_x$ | $q_x$    | $e_x$    |
|-----|-------|----------|-------|-------|----------|----------|
| 0   | 427   | 1        | 0     | 56    | 0.131148 | 3.571429 |
| 1   | 371   | 0.868852 | 0     | 130   | 0.350404 | 2.571429 |
| 2   | 241   | 0.564403 | 0     | 48    | 0.19917  | 1.702576 |
| 3   | 193   | 0.451991 | 0     | 47    | 0.243523 | 1.138173 |
| 4   | 146   | 0.34192  | 0     | 36    | 0.246575 | 0.686183 |
| 5   | 110   | 0.257611 | 0     | 73    | 0.663636 | 0.344262 |
| 6   | 37    | 0.086651 | 200   | 37    | 1        | 0.086651 |

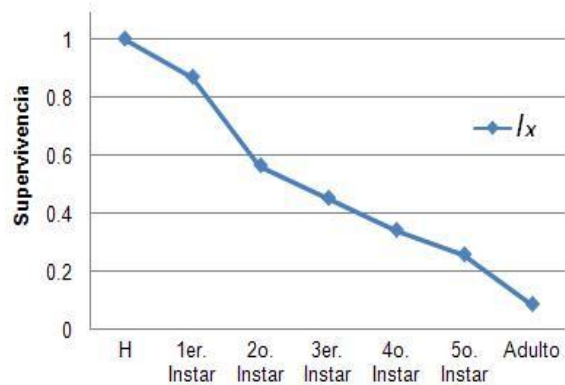
**Cuadro 2.** Tabla de vida de *Diaphorina citri*.

### 3.3. Curva de supervivencia

Se obtuvo una curva de supervivencia tipo II, lo cual quiere decir que un número constante de individuos muere en cada estado de desarrollo, pero como se observa en la gráfica, del primero al segundo instar y del quinto al sexto instar, la mortalidad es mayor que en el resto, todo ello independientemente del número de individuos que ha sobrevivido.

Las curvas de supervivencia, no son una característica constante de las poblaciones o de las especies; por el contrario es una forma de expresar la mortalidad a que está sujeta una población y por ello, muy sensible a las condiciones ambientales, al sexo, al genotipo de los individuos, y a su posición en la comunidad en que viven (Rabinovich, 1980). (Gráfica 2). Durante el desarrollo del presente estudio se pudo observar una alta mortalidad ocasionada por parasitoides, y la presencia de

diversos depredadores (Figuras 3 y 4), este factor hace variar la esperanza de vida en cada uno de los estados de desarrollo de *D. citri*.



**Gráfica 2.** Curva de Supervivencia de *Diaphorina citri*.



**Figura 3.** Ninfas de *D. citri* con huellas de haber sido parasitadas.



**Figura 4.** *Tamarixia radiata*, parásito de *D. citri*.

#### 4. LITERATURA CITADA

- Anónimo, 2012. *Diaphorina citri* Kuwayama, vector del enverdecimiento de los cítricos. 02/2012. <http://cedhyp.uat.edu.mx/pdf/Diaphorina%20citri.pdf>
- Caughley, G. 1977. Analysis of invertebrate populations Wiley Publish. N.York, USA.
- Coronado-Blanco, J.M.; Ruíz-Cancino, E. 2004. Registro del "psílido asiático de los cítricos" *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera:Psyllidae) para México. Folia Ento,ol. Mex. 43: 165-166
- Gastaminza G; Lizondo M; Argañarás M; (2006). Revista de la sociedad entomológica Argentina. Presencia de *Diaphorina citri* en el noreste de Argentina.Arg. Mc. Graw Hill. Pp. 103-103, Buenos Aires Arg 02/2012 [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802006000200010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802006000200010).
- INEGI. (1983) Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. Secretaría de programación y presupuesto. México, D.F. 157 pp.
- Knapp, J. L.; S. Halbert; R. Lee; M. Hoy; R. Clark and M. Kesinger. 2006. Asian Citrus Psyllid and Citrus Greening Disease. University of Florida. IFAS Extension 02/2012. <http://ipm.ifas.ufl.edu/agriculture/citrus/asian.shtml>
- Liu, Y. H., y J. H. Tsai. (2000). Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Ann. Applied Biol. 137:210-216.
- Ramos. M. C. 2010. Huanglongbing ("Citrus greening") y el psílido asiático de los cítricos, una perspectiva de su situación actual. 02/2012. [www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/.../CaracterizacionHLB.p](http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/.../CaracterizacionHLB.p)
- Sechler, A., E.L. Schuenzel, P. Cook, S. Donnva, N. Thereechai, E. Posnikova, A.L. Stone, U.L. Schneider, U.D. Domsteegt y N.W. Schoad. 2009. Cultivation of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Ca Liberibacter africanus* and *Ca Liberibacter americanus* associated with huanglongbing. *Phytopatology* Vol. 99. N° 5 pp 480-486.
- Suthwood, T. 1994 Ecological Methods. 2nd. Edition. London UK, Chapman y Hall Publish. P. 520.
- Ravinovich, J. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones. México Edit. Continental, S.A. p. 313.
- Sánchez, B. M. 2010. Biología, ecología y control de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Posgrado en Fitosanidad, Centro de Entomología y Acarología. Campus Montecillo.
- Trujillo, A. J.; Sánchez, A.H.; Robles, G. P. L.; De La Rosa, A. A.; Delgadillo, V. I.; Marques, S. M. 2010. Antecedentes y situación actual del Huanglongbing de los cítricos en México. Memoria 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del psílido asiático de los cítricos y el huanglongbing. México, 2010.



## ESTUDIO PRELIMINAR DE PRODUCTIVIDAD VEGETAL ESTACIONAL EN DIVERSOS ECOSISTEMAS DE AGOSTADERO EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO

Y. A. García-Carbonell<sup>1</sup>, A. Mora-Olivo<sup>1</sup>, A. Moreno-Valdez<sup>2</sup> & O. S. Escamilla-Gallegos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Avenida División del Golfo 356, La Libertad, C.P. 87019, Ciudad Victoria, Tamaulipas. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 C.P. 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas. [alicarbonell@hotmail.com](mailto:alicarbonell@hotmail.com), [amorao@uat.edu.mx](mailto:amorao@uat.edu.mx), [leptonyceris@hotmail.com](mailto:leptonyceris@hotmail.com), [escamillagos@hotmail.com](mailto:escamillagos@hotmail.com)

**RESUMEN:** El estudio tuvo por objetivo la evaluación de la productividad de biomasa seca por hectárea en vegetación de pastizal con uso de agostadero en 25 predios, localizados en diversos municipios del Estado de Tamaulipas. Se tomaron 21 muestras de biomasa en cada sitio equivalente a 5.30m<sup>2</sup> por cada predio, durante las cuatro estaciones del año, existiendo diferencia estadística significativa entre los periodos, siendo la temporada de otoño la más productiva con un total de 6 mil 409.43 kg por hectárea, y la de menor producción en el invierno de 3 mil 857.42 kg por hectárea, arrojando esto como resultado la evaluación de una calidad regular en cuanto al coeficiente de agostadero presente en los predios.

**PALABRAS CLAVE:** Productividad, biomasa, vegetación, agostadero, Tamaulipas.

**ABSTRACT:** This study aimed at evaluating the productivity of dry biomass per hectare in grassland vegetation with grazing use in 25 properties located in various municipalities in the state of Tamaulipas. 21 samples of biomass were taken, equivalent to 5.30m<sup>2</sup> each property sample, during the four seasons of the year. There was a statistically significant difference between periods, yielding the fall season as the most productive with a total of 6,409.43 kg per hectare, and winter was the less productive with 3,857.42 kg per hectare. This resulted in a medium quality assessment of the coefficient of rangeland present on the localities.

**KEY WORDS:** Productivity, biomass, vegetation, rangeland, Tamaulipas.

### 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Consejo Técnico de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA, 1973), la vegetación del noreste de México se puede agrupar en cuatro asociaciones vegetales: selvas caducifolias bajas y medianas, bosque, matorral y pastizal. Los pastizales, denominados agostaderos, históricamente se han definido como áreas de tierras no cultivadas dedicadas al pastoreo de animales domésticos (Hall, 1998).

Los agostaderos son áreas de reserva de especies nativas, espacio recreativo y superficie captadora de lluvia; todas estas características en conjunto permiten calificarlos como tierras de uso múltiple (Ortega, 1999). La característica común de los agostaderos es su avanzado estado de degradación, tanto en la vegetación como en el suelo, derivado del sobre pastoreo al que se encuentran sujetos (Lebaron *et al*, 1979). Para un manejo de los agostaderos, es necesario el conocimiento de

la vegetación de cada área, respecto al aporte de cada uno de sus componentes para el aprovechamiento ganadero, que permite determinar los coeficientes de agostadero y los periodos óptimos para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales (Miranda y Alcalá, 1985). El coeficiente de agostadero o capacidad de carga es definida como la máxima carga animal (ha/Unidad Animal) sin causar deterioro en la vegetación y los recursos relacionados y que puede variar año con año en la misma área debido a las fluctuaciones en la producción forrajera (Society for Range Management, 1974).

Las estimaciones hechas por Jaramillo *et al*. (1991) en agostaderos en buena condición en la región noreste del país, reportan coeficientes de agostadero de .8 a 1.0 Ha por U.A. por año en una pequeña área de Tamaulipas localizada en el extremo sureste; pero en el otro extremo tenemos coeficientes de agostadero en donde se necesitan de 45 a 80 ha para sostener una unidad animal por año.

En algunos estudios hechos en la región del noreste, Martínez y Valenzuela (1995) concluye que los agostaderos estudiados en general están sobre pastoreados y que tienen una condición pobre.

Considerando lo anterior el objetivo del presente estudio fue realizara una evaluación de la productividad de biomasa seca con que

cuentan 25 predios localizados en el estado de Tamaulipas en diversos municipios, que cuenten con vegetación de pastizal; que nos indique en qué estado se encuentran actualmente considerando las estimaciones realizadas por Jaramillo *et al.* (1991); así como distinguir las fechas favorables de productividad máxima de biomasa (Tabla 1).

**Tabla 1.** Predios muestreados, en el estado de Tamaulipas, México. Los predios tienen asignada una clave, nombre, y las coordenadas en formato UTM (Unidad Transversal de Mercator) y geográficas, para efectos de necesidad de sistemas de información geográfica.

| SITIO | BS PROMKg/Ha | BS PROMKg/Ha | BS PROMKg/Ha | BS PROMKg/Ha | suma    | promedio | d.std. | c.v.  |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------|--------|-------|
| 1     | 262.26       | 310.11       | 357.96       | 214.41       | 1144.74 | 286.19   | 61.77  | 21.59 |
| 2     | 188.67       | 242.44       | 290.29       | 140.82       | 862.22  | 215.56   | 64.85  | 30.08 |
| 3     | 216.98       | 264.83       | 312.68       | 169.13       | 963.62  | 240.91   | 61.77  | 25.64 |
| 4     | 188.67       | 200          | 247.85       | 140.82       | 777.34  | 194.34   | 43.94  | 22.61 |
| 5     | 169.81       | 14.66        | 62.51        | 121.96       | 368.94  | 92.24    | 67.83  | 73.54 |
| 6     | 188.67       | 330.77       | 378.62       | 140.82       | 1038.88 | 259.72   | 113.09 | 43.54 |
| 7     | 322.64       | 371.66       | 419.51       | 274.79       | 1388.6  | 347.15   | 62.38  | 17.97 |
| 8     | 322.64       | 410.77       | 458.62       | 274.79       | 1466.82 | 366.71   | 83.23  | 22.70 |
| 9     | 209.43       | 205          | 252.85       | 161.58       | 828.86  | 207.22   | 37.30  | 18.00 |
| 10    | 179.24       | 95.87        | 143.72       | 131.39       | 550.22  | 137.56   | 34.41  | 25.01 |
| 11    | 86.79        | 136.66       | 184.51       | 38.94        | 446.9   | 111.73   | 62.82  | 56.23 |
| 12    | 283.01       | 260.33       | 308.18       | 235.16       | 1086.68 | 271.67   | 31.22  | 11.49 |
| 13    | 258.49       | 101.88       | 149.73       | 210.64       | 720.74  | 180.19   | 68.60  | 38.07 |
| 14    | 143.39       | 171.44       | 219.29       | 95.54        | 629.66  | 157.42   | 51.80  | 32.91 |
| 15    | 228.3        | 200          | 247.85       | 180.45       | 856.6   | 214.15   | 29.84  | 13.94 |
| 16    | 222.64       | 189          | 236.85       | 174.79       | 823.28  | 205.82   | 28.82  | 14.00 |
| 17    | 132.07       | 145          | 192.85       | 84.22        | 554.14  | 138.54   | 44.66  | 32.24 |
| 18    | 222.64       | 190          | 237.85       | 174.79       | 825.28  | 206.32   | 28.99  | 14.05 |
| 19    | 249.05       | 215          | 262.85       | 201.2        | 928.1   | 232.03   | 28.75  | 12.39 |
| 20    | 105.66       | 272.44       | 320.29       | 57.81        | 756.2   | 189.05   | 126.96 | 67.16 |
| 21    | 275.47       | 315          | 362.85       | 227.62       | 1180.94 | 295.24   | 57.52  | 19.48 |
| 22    | 132.07       | 199.88       | 247.73       | 84.22        | 663.9   | 165.98   | 72.27  | 43.54 |
| 23    | 60.37        | 17           | 64.85        | 12.52        | 154.74  | 38.69    | 27.75  | 71.73 |
| 24    | 254.71       | 253.44       | 301.29       | 206.86       | 1016.3  | 254.08   | 38.55  | 15.17 |
| 25    | 150          | 100          | 147.85       | 102.15       | 500     | 125.00   | 27.65  | 22.12 |

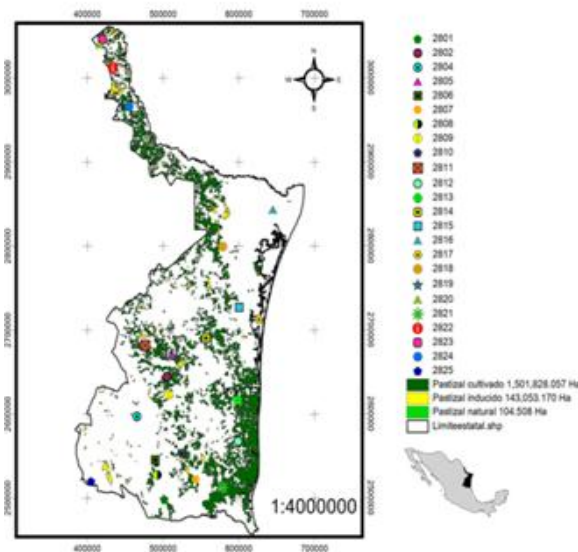
## 2. METODOLOGÍA

El Estado de Tamaulipas está situado en la parte noreste de la República Mexicana, entre los 22° 12 '21'' y los 27° 40'52'' de Latitud Norte y los 97° 08'38'' y los 100° 08'51'' de Longitud Oeste. Tiene una superficie de 78 380.03 km<sup>2</sup>, y limita al norte con los Estados Unidos de América, al sur con los Estados de Veracruz y San Luis Potosí, al oeste con Nuevo

León y al oriente con el Golfo de México (INEGI, 2009; Fig. 1).

El 58% del estado presenta clima cálido sub húmedo; el 38% presenta clima seco y semi-seco en el centro, el norte y hacia el suroeste del estado; el 2% es templado su húmedo en la región suroeste; y el restante 2% presenta clima cálido húmedo localizado hacia el suroeste. La temperatura media anual fluctúa

alrededor de 22°C, la temperatura máxima promedio es de 22.5°C, y se presenta en los meses de junio a agosto, y la temperatura mínima promedio es de 10°C, y se presenta en el mes de enero. La superficie estatal forma parte de las provincias de la Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 2009).



**Figura 1.** Localización de Tamauilipas, México, y de los sitios de estudio. Los sitios de muestreo están codificados por color y números, los cuales se detallan en la Tabla 1.

Se eligieron al azar 25 sitios para realizar muestreos de productividad de biomasa (Tabla 1, Fig. 1), cada uno de los sitios presenta vegetación de pastizal, y el cuadrante mide 1.5 km por 1.5 km.

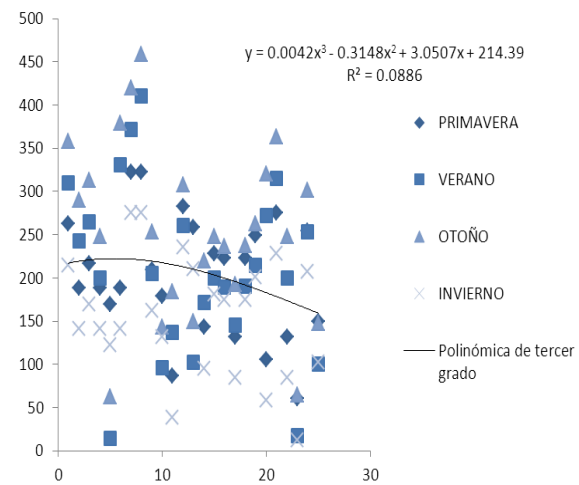
Dentro de cada cuadrante se tomaron 21 muestras, cada uno obteniendo muestras con un radio de 1.69 m equivalente a 5.30 m<sup>2</sup>. Se colectaba la biomasa a 5 cm de la superficie del suelo y se almacenaban en bolsas de papel, marcadas con los datos de campo (sitio, fecha, estación del año), para posteriormente pesarse en fresco, registrar su valor y ser llevada al laboratorio para secado hasta obtener el peso seco absoluto para generar los

promedios totales de cada uno de los sitios. Los tratamientos fueron evaluados y separados en las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio de análisis de varianza; ANOVA, para el diseño experimental los bloques completamente al azar, las diferencias de las medias se analizaron a través de la prueba de Duncan, con una confiabilidad de .05, y la elaboración de una gráfica de dispersión para observar el comportamiento de la productividad por estaciones (Burnham, 2002).

### 3. RESULTADOS

Los resultados muestran una diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos, haciendo referencia a la productividad de la biomasa seca.

La producción de biomasa seca fue mayor durante el otoño generando un promedio de 6 mil 409.43 Kg/ Ha (Tabla 2) y manifestándose la menor producción en primavera con 5 mil 053.67 Kg/ Ha. Se ajustó el modelo polinomial de tercer grado ( $R^2 = 0.0886$ ; Fig. 2), con el propósito de analizar y observar la dispersión entre las épocas del año.



**Figura 2.** Gráfica de dispersión, con tendencia polinomial de tercer grado, generada a partir del análisis de los 25 predios localizados en el estado de Tamauilipas, México.

**Tabla 2.** Kilogramos por Hectárea total de biomasa seca, en las diferentes estaciones climatológicas, en el estado de Tamaulipas, México.

| Lugar      | Promedio de biomasa seca Kg/Ha Primavera | Promedio de biomasa seca Kg/Ha Verano | Promedio de biomasa seca Kg/Ha Otoño | Promedio de biomasa seca Kg/Ha Invierno |
|------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Tamaulipas | 5053.67                                  | 5213.18                               | 6409.43                              | 3857.42                                 |

#### 4. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

De acuerdo a Velásquez (2004), y González (2005), no se confirma el resultado de que la biomasa seca en pastizales es durante la primavera y que en verano y otoño disminuye, si no que en otoño fue producida la mayor cantidad de materia seca y primavera fue la más pobre. Esto de acuerdo a Hanna (1990), se puede deber a diversos factores presentes en las diversas épocas del año, ya que en los pastos influyen factores como la intensidad lumínica; temperatura y estacionalidad.

Los agostaderos o pastizales son un recurso de gran importancia a nivel mundial. (Williams *et al* 1968). El 47 % de la superficie mundial es pastizal, de ellos provienen otros recursos como especies vegetales para combustible y madera, medicinales, alimenticias, industrializables y para la construcción, suelen alojar recursos minerales de importancia económica; son hábitat de innumerables especies de la fauna silvestre y constituyen una importante fuente de recarga de los acuíferos, puesto que en buen estado aumentan la tasa de infiltración y protegen al suelo de la erosión.

La productividad de la materia seca fue regular, de acuerdo a Holechek, 1981, donde clasifica las coberturas como pobre, regular, bueno y excelente en base a su productividad. Esto fue debido a la sequía que se ha manifestado constantemente en los últimos años, esta información será confirmada en otro documento con datos proporcionados por la CONAGUA.

#### 5. LITERATURA CITADA

Burnham, K. P. y Anderson, D. R. 2002. Model Selection and Multimodel Inference. Springer-Verlag. New York.

Consejo Técnico de Coeficientes de agostadero. COTECOCA. 1973.

Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. SARH.

González, M. 2005. Estimación de la producción de material seco de gramíneas bajo condiciones de agostadero. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Tesis de Maestría en Ciencias en Biología.pp.30.

Hall, D.B.1998. Grazing suitability determination methods on western Rangelands. <http://www.gunnisonbiodiversity.org/suitability.html>

Hanna, W. W. 1990. Mejoramiento genético de zacates tropicales. Memorias de la Cuarta Conferencia Internacional sobre Ganadería Tropical. Variedades Forrajeras para Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria de Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tmaulipas.pp.10-20.

Hodgson. 1982. Variation in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass Forage Sci. 36:49-57.

Holechek, J.L. 1981. A brief history of range management in the United State. Rangelands 3:16-18.

Martínez, M.A. y P.S. Valenzuela, 1995.Habitat and population condition of desert mule deer (*Odocoileus hemionus crooki*) in the Chihuahuan desert Region of Nuevo León and Coahuila. Fifth Conference on Annual desert Development. (En Prensa).

Miranda, Z.H. y Alcalá,G.1985. Inventario Florístico del rancho demostrativo La Granada CIPES, Carbo, Sonora. Avances de Investigación pecuaria en el Estado de Sonora.

Ortega, R. L. 1999. Agostaderos. Publicaciones proyectos de gestión ambiental. Boletín

RED No.15,C .E. Mocochoá, Yucatán.  
INIFAP.

INEGI. 2009. *Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación*. México.

Jaramillo, V.V, Villegas,D.G.,Méndez,I.R. y Ríos, G.D., 1991. Coeficientes de Agostaderos de la República Mexicana. Mapa COTECOCA, SARH.

Lebaron, A., Bond, Aitken, P.S y Michaelsen, L. 1979. An explication of the Bolivian highlands erosion síndrome grazing. *J. Range Manage.*32:201-208.

Society for Range Management. 1974. A glossary of terms used in range management. 2nd. Ed. Society for Range Management, Denver, Colorado.

Velasquez, G.G.2004. Efecto de la carga animal sobre la productividad del Bermuda Tifton 68 (*Cynodon lemfuensis vanderyst*) en praderas sometidas a pastoreo rotacional con corderos. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad autónoma de Tamaulipas. Tesis de Licenciatura.pp.14.

Williams R.E., Allred, B.W, Denio, R.M & Paulsen Jr, H.A. 1968 .Conservation, development and use of the world's reangelands. *Journal of Range Management* . Vol . 21: 355 – 360

## NIVEL DE PREFERENCIA DE PLANTAS EN ALTA CIMAS (RESERVA DE LA BIOSFERA EL CIELO), TAMAULIPAS, MÉXICO

S.G. Medellín-Morales<sup>1</sup>, L. Barrientos-Lozano<sup>1</sup>, S. Del Amo-Rodríguez<sup>2</sup>, P. Almaguer-Sierra<sup>1</sup> & C.S. Venegas-Barrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División de Estudios de Posgrado e investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas, C.P. 87010. [sgmede@gmail.com](mailto:sgmede@gmail.com),

<sup>2</sup> Universidad Veracruzana, Centro de Eco-Alfabetización y Diálogo de Saberes, Campus USBI, Av. de las Culturas Veracruzanas No. 1, Col. Emiliano Zapata, Xalapa, Veracruz, C.P. 91060.

**RESUMEN:** El presente trabajo se realizó en el Ejido Alta Cimas, Gómez Farías, Tamaulipas; en el periodo diciembre 2012-febrero 2013. El objetivo fue determinar la riqueza de plantas útiles de acuerdo a categorías de uso en la comunidad mencionada, así como calcular el nivel de preferencia de los pobladores respecto a las plantas útiles en las diferentes unidades de manejo, a saber: solares, cultivos (milpas y huertas) y vegetación natural. Para la obtención de la información en campo fueron realizadas entrevistas semi-estructuradas a integrantes del 25% de los hogares de la comunidad. Para ello se elaboró la "Ficha de entrevista etnobotánica estandarizada". En gabinete, las especies mencionadas por los informantes fueron identificadas; la información se vació a una base de datos realizada ex profeso, para realizar el análisis correspondiente. Para evaluar las preferencias de los pobladores, se empleó el concepto de valor de uso (VU) (Phillips y Gentry, 1993). Esta valoración muestra la cantidad de usos que se otorga a una determinada planta, y permite asimismo evaluar los valores por familias botánicas y por usos. Los resultados mostraron, 88 plantas usadas, preferidas por los habitantes de Alta Cimas, correspondientes a 47 familias botánicas. Los principales usos fueron: comestibles (42%), ornamentales (28%), medicinales (24%), artesanales (15%), bebidas (13%) y condimentos (11%). Las especies con mayor VU fueron: romero (*Rosmarinus officinalis*) (3.0%), venadilla morada (*Porophyllum ruderale*) (3.0%), alamillo (*Liquidambar styraciflua*) (2.5%), naranja dulce (*Citrus sinensis* var. *valencia*) (2.5%), hierbabuena (*Mentha spicata*) (2.2%) y encino blanco (*Quercus polymorpha*) (2.14%). Se concluye que los VU muestran la preferencia de los entrevistados por las plantas útiles en la comunidad, pero no necesariamente estos valores de uso están relacionados con el valor económico o la importancia ecológica o social que las mismas poseen.

**PALABRAS CLAVE:** Reserva de la Biosfera El Cielo, Alta Cimas, etnobotánica, plantas útiles.

**ABSTRACT:** This project was carried out at Ejido Alta Cimas, Gómez Farías, Tamaulipas, from December 2012-February 2013. The work aimed to determine the wealth of useful plants according to categories of use at the community mentioned above, as well as assessing the level of preference of people regarding useful plants in different ecosystem, such as home gardens, cultivars (cornfields and orchards) and natural vegetation. In order to obtain field information semi-structured interviews were performed to 25% of the community members. For This purpose the "ethnobotany standardized interview" was elaborated and used. The species mentioned were identified. Data were transferred to a database designed specifically to perform the corresponding analysis. To assess the preferences, we used the concept of value in use (VU) (Phillips and Gentry, 1993). This assessment shows the number of applications granted to a particular plant, and also allows estimating the values per botanical family and uses. The results showed that there are 88 plants used preferently by the people of Alta Cimas, corresponding to 47 botanical families. Main uses are: edible (42%), ornamental (28%), medicine (24%), craft (15%), beverage (13%) and condiment (11%). The species with the highest VU were: rosemary (*Rosmarinus officinalis*) (3.0%), Bolivian coriander (*Porophyllum ruderale*) (3.0%), sweetgum (*Liquidambar styraciflua*) (2.5%), valencia orange citrus (*Citrus sinensis* var. *valencia*) (2.5%), spear mint (*Mentha spicata*) (2.2%) and mexican white oak (*Quercus polymorpha*) (2.14%). It is concluded that the VU show the preference of respondents for the useful plants in the community, but these VU are not necessarily related to the economic value, ecological or social importance that the plants possess.

**KEY WORDS:** El Cielo Biosphere Reserve, Alta Cimas, ethnobotany, useful plants.

## 1. INTRODUCCIÓN

La flora silvestre, semi cultivada y cultivada útil representa un componente central en el conjunto de estrategias e insumos que conforman los medios de vida y por tanto la sobrevivencia de las comunidades rurales (Chambers y Conway, 1992), así como elemento clave de los agro-ecosistemas locales. Sobre esta base, el presente estudio parte de la necesidad de llevar a cabo estudios etnobotánicos que permitan inventariar estos recursos, comprender las formas de manejo y explorar en los conocimientos y valores que las personas de estas comunidades construyen en torno a ellos. Finalmente los atributos en términos de la función ecológica de estas especies pueden entenderse al conocerse los saberes locales que dan sustento a las prácticas de manejo.

La importancia de hacer estudios etnobotánicos en bosques de neblina como en la Reserva de la Biósfera El Cielo, se explica en función de la alta biodiversidad que albergan, el cual a pesar de ocupar 0.8% del territorio mexicano contiene el 10% de la biodiversidad vegetal del país (Williams-Linera, 2007). Resulta evidente la necesidad de conocer el abanico de recursos vegetales de los que las comunidades hacen uso, así como examinar los conocimientos y prácticas de manejo asociadas con esta utilización, de manera que sea posible proponer estrategias que favorezcan la sustentabilidad de estos recursos, al mismo tiempo que se garantiza la sobrevivencia material y la función simbólica que éstos representan para las comunidades locales en el marco de la declaratoria de reserva de la biosfera.

En el caso particular de Alta Cimas hay dos trabajos específicos que versan sobre la diversidad etnobotánica. González-Romo y Gispert (2005) realizaron el inventario de plantas útiles en solares de dos comunidades de las inmediaciones de El Cielo (Alta Cimas, Mpio. de Gómez Farías y Aniceto Medrano, Mpio. de Jaumave). Para el caso de Alta Cimas, encontraron 99 especies de plantas útiles, correspondiendo la mayoría a plantas ornamentales (54%), medicinales (24%) y comestibles (22%). Pérez-Quilantán *et al.* (2005), en un estudio sobre el potencial agroindustrial de plantas comestibles realizado en el año 2002, registraron 16 taxa.

**Tabla 1:** Investigaciones etnobotánicas que incluyen a la RB El Cielo en general, y al Ejido Alta Cimas en particular.

| Autor                                     | Comunidad y/o tipo de vegetación          | # spp | Uso                                                                                  |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Lara-Villalón, 1989                       | El Cielo (bosque de neblina)              | 60    | Melíferas (100%)                                                                     |
| Hernández-Sandoval y González-Romo, 1990  | El Cielo (Ejido Alta Cimas)               | 84    | Ornamentales (54%)<br>Medicinales (24%)<br>Comestibles (22%)                         |
| Hernández-Sandoval, <i>et al.</i> , 1991  | Estado de Tamaulipas (Región Serrana)     | 135   | Medicinales (41%),<br>Maderables (21%),<br>Comestibles (21%)<br>Ornamentales (18%).  |
| Mora-López y Medellín-Morales, 1992       | El Cielo (Ejido Lázaro Cárdenas)          | 33    | Plaga (Arvenses) (59%)<br>Comestible (31%)<br>Tutor cultivos (20%)<br>Medicinal (9%) |
| González-Romo y Gispert, 2005             | El Cielo (Ejido Alta Cimas)               | 99    | Ornamentales (54%)<br>Medicinales (24%)<br>Comestibles (22%)                         |
| Pérez-Quilantán, <i>et al.</i> , 2005     | El Cielo (Ejido Alta Cimas)               | 16    | Comestibles (100%)                                                                   |
| Mora-Olivo, <i>et al.</i> , 2005          | El Cielo (bosque neblina)                 | 14    | Forrajeras (100%)                                                                    |
| Garza-Castillo <i>et al.</i> , 2005       | El Cielo (matorral desértico)             | 30    | Leña (50%)<br>Construcción (50%)<br>Medicinal (37%)<br>Comestibles (33%)             |
| Berrones-Benítez y Medellín-Morales, 2007 | Huasteca Tamaulipeca (Región de El Cielo) | 66    | Comestibles (86%)<br>Bebidas (29%)<br>Condimentos (3%)                               |
| Medellín-Morales y Osorio-Cruz, 2007      | Huasteca Tamaulipeca (Región de El Cielo) | 45    | Medicinales (100%)                                                                   |

## 2. HIPÓTESIS

Existe un mayor nivel de preferencia hacia las especies con mayor valor económico entre los habitantes de la comunidad de Alta Cimas.

### 3. OBJETIVO

Obtener el nivel de preferencia de los pobladores respecto a las plantas útiles en los diferentes ecosistemas manejados y no manejados.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

El Ejido Alta Cimas, con una extensión de 1,158 ha. se sitúa en el bosque de neblina de la Reserva de la Biosfera El Cielo; se localiza entre la Sierra de Cucharas y la Sierra Chiquita, en una porción de la Sierra Madre Oriental conocida como Sierra de Guatemala. La reserva tiene una extensión de 144,530.51 ha y comprende territorios de los municipios de Jaumave, Llera, Gómez Farías y Ocampo, al suroeste del Estado de Tamaulipas (Gobierno de Tamaulipas y TNC, 2011).

El ejido Alta Cimas comprende un territorio de 1,158 ha, abarcando básicamente tres tipos de vegetación: Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de *Quercus-Pinus* (Medellín-Morales, *et al.*, 2005).

Esfuerzos de conservación a nivel regional y global, han identificado reiteradamente a El Cielo en general, y al ejido Alta Cimas en particular, como un área prioritaria para la conservación de la biodiversidad y es un componente importante en el paisaje, al favorecer la conectividad entre hábitats, tanto altitudinal como latitudinalmente, además de ser un hábitat crítico para un importante número de aves migratorias (Gobierno de Tamaulipas y TNC, *op cit.*).

Alta Cimas una localidad que pertenece municipio de Gómez Farías, en el estado de Tamaulipas. Está situada a 920 msnm, sus coordenadas geográficas son Latitud 23°03'35". Longitud: -99° 11' 55". Cuenta con una población de 142 habitantes. 72 (50.70%) son hombres y 70 (49.30%) son mujeres, la población mayor de 18 años es de 67. Para alojar a sus habitantes Alta Cimas cuenta con 29 viviendas, el 100% son propiedad de sus moradores. El 85.21% de los habitantes mayores de 5 años son católicos, estando casada o unida en pareja el 51.69% de la población mayor de 12 años. El grado medio de escolaridad es de 5.58 (la media en el municipio de Gómez Farías es de 5.49, en el

Estado de Tamaulipas de 8.04). La población económicamente activa en la localidad de Alta Cimas es de 36 personas (25.35% de la población total), las que están ocupadas se reparten por sectores de la siguiente forma: 26 personas (72.22%), Sector Primario: agricultura, explotación forestal, ganadería, minería, pesca; 8 (22.22%), Sector Secundario: construcción, electricidad, gas y agua, industria manufacturera; 2 (5.56%), Sector Terciario: comercio, servicios, transportes. (INEGI, 2012).



Figura 1. Entrada al Ejido Alta Cimas.

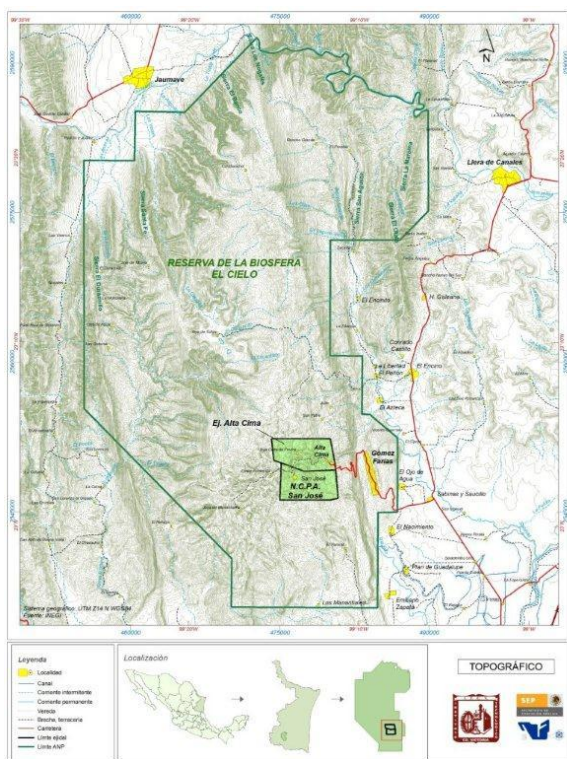


Figura 2. Área de cultivo en Alta Cimas.

Tabla 2. Nivel de ingresos en Alta Cimas (INEGI, 2012).

| Nivel de ingresos                 | No (%)      |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 Salarios mínimos (sin ingresos) | 4 (11.43%)  |
| - de 1 Salario mínimo:            | 25 (71.43%) |
| 1-2 Salarios mínimos              | 6 (17.14%)  |
| 2-5 Salarios mínimos              | 0 (0.00%)   |





**Figura 3.** Localización del Ejido Alta Cimas y de la RB El Cielo, Tamaulipas, México.

### 3.2. Trabajo de Campo

El trabajo fue realizado en el Ejido Alta Cimas, municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, inmersa en el bosque de neblina de la Reserva de la Biosfera El Cielo. Para la obtención de la información en campo se realizaron entrevistas semi-estructuradas al 25% de las unidades familiares (Alexaides, 1996). Para ello se elaboró la “Ficha de encuesta etnobotánica estandarizada”, en la cual se anotaron todos aquellos datos útiles a la investigación que deben quedar reflejados en las encuestas (Blanche *et al.*, 1996; Casana-Martínez *et al.* 1996).

### 3.3. Trabajo de Gabinete

#### 3.3.1 Análisis de la información

La elección de los informantes fue de manera aleatoria, tratando de tener representatividad por género, edad, ocupación y lugar de nacimiento. A partir de la información obtenida durante las entrevistas semi-estructuradas, se procedió a agrupar a las especies en categorías de uso, de acuerdo con lo señalado por los entrevistados en 16 categorías de uso,

basadas en Cárdenas *et al.* (2002): (1). *Alimento*: incluye especies cultivadas y del bosque, usadas como comestibles; (2). *Artesanal*: incluye especies utilizadas como fibras para cestería, maderas para talla, semillas y recipientes de uso diario; (3). *Aserrío*: Especies maderables empleadas en procesos de transformación industrial como ebanistería, chapas, triplex y otros; (4). *Colorante*: Plantas usadas para obtener tintes naturales; (5). *Combustible*: Plantas utilizadas para leña o carbón; (6). *Construcción*: Especies usadas en la edificación de viviendas, como vigas, cercas, techos, amarres, etc.; (7). *Mágico-Religiosa*: Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales; (8). *Forraje*: Plantas que sirven para alimento animal; (9). *Medicinal*: Plantas usadas para tratar o prevenir enfermedades; (10). *Ornamental*: incluye especies con uso actual o potencial en el ornato y decoración de espacios; (10). *Psicotrópica*: incluye especies que producen efectos sobre el sistema nervioso; (11). *Tóxica*: incluye especies empleadas como venenos para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o los animales. Se incluyeron otras categorías que no sólo estaban consideradas como “Otros”, a saber: (12). *Veterinario*: plantas usadas para afecciones de los animales domésticos y el ganado; (13). *Bebida*: aquellas que sirven para elaborar bebidas, fermentadas o no así; (14). *Cerca*: para vallas y cercas; (15). *Melífera*: las identificadas como fuente de néctar y polen para las abejas nativas o introducidas; (16). *Condimento*: las que se usan para agregar sabor a los alimentos. Adicionalmente, el formato de entrevista incluía información como: (a). Edad; (b). Género; (c). Lugar de nacimiento; (d). Ocupación; (e). Tiempo de residencia en la comunidad. Las muestras botánicas recolectadas serán prensadas y secadas en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, según la técnica estándar que propone Alexaides (1986).

#### 3.3.2 Riqueza etnoflorística

Para calcular la riqueza etnoflorística se usó el índice de etnobotanicidad, credo por Porteres (1970), este índice (IE) consiste en dividir el número de especies utilizadas en el área de estudio (NTEU), multiplicado por 100, entre la cantidad total de plantas que crecen en la zona, para expresar así su riqueza etnobotánica.

**Cuadro 1.** Índice de Etnobotanicidad (IE)

$$IE_m = \frac{NTEU_m \times 100}{NTEV}$$

Donde:

**IE** = Índice de Etnobotanicidad.

**NTEU** = Número de especies utilizadas en el área de estudio.

**NTEV** = Número total de plantas del área de estudio.

### 3.3.3 Nivel preferencial hacia las especies

Para evaluar las preferencias del pueblo hacia las plantas utilizadas, se empleó el concepto de Valor de Uso (VU) (Philips y Gentry 1993). Esta valoración muestra la cantidad de usos que se otorga a una determinada planta. Para determinar esta valoración se realizarán entrevistas a los informantes “de calidad” acerca de los nombres y usos locales de las plantas, cada vez que un informante indica un uso se cataloga como evento. La fórmula es la siguiente:

**Cuadro 2.** Fórmula para el Valor de Uso

$$VUis = \frac{\sum Uis}{nis}$$

Donde:

**VUis** = valor de uso atribuido a una especie particular (s) por un informante (i).

**Uis** = número de usos mencionado por el informante.

**nis** = número total de eventos.

Luego el valor general de uso se obtiene con la sumatoria de los valores de uso calculados anteriormente:

$$VUs = \frac{\sum VUis}{Ns}$$

Donde:

**VUs** = valor de uso atribuido a una especie particular (s) por un informante (i).

**ns** = número total de informantes entrevistados acerca de una especie particular (s).

Una entidad puede ser más utilizada que otra, por razones de abundancia, preferencia, o bien, puede tener más de una aplicación dentro de cada categoría.

Para capturar estas variables se adoptó en el presente trabajo el concepto de **Valor de Uso (VU)** utilizado por Prance *et al.* (1995). Se establece que el mayor VU de una especie para una determinada categoría adopta el valor 1, y el menor VU 0.5. El valor de uso total de una especie se obtiene sumando los valores de uso de cada categoría. Para obtener el V.U. de la familia botánica correspondiente, se suman los VU totales de las especies y se divide por el número de especies que contiene dicha familia.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los campesinos que participaron en el estudio correspondieron a 60% hombres y 40% mujeres, con un promedio de edad de 45 años para los hombres y de 50 años para las mujeres, con rangos de edades entre 24 y 80 años. El 80% de ellos fueron oriundos de la región (50% de la propia comunidad y 30% de la vecina comunidad de Gómez Farías) han vivido toda su vida allí. El otro 20% es originario de una comunidad serrana del Estado de Hidalgo y emigraron hace más de 40 años a la región para trabajar en extracción de la madera.

Se reporta una baja inmigración de personas a la región y se menciona que la emigración es más frecuente por la necesidad de búsqueda de nuevas fuentes de ingresos, implicando una pérdida de vínculos de los pobladores locales con su entorno natural, lo que podría traer como consecuencia erosión cultural.

### 4.1 Riqueza etnoflorística

El total de especies vegetales silvestres señaladas como útiles en la comunidad es de 110 (Medellín-Morales, *et al.* 2005), las cuales representan 14.80% de la diversidad vegetal reportada para El Cielo, que según Johnston *et al.* (1989) es de 743 entidades.

En lo que respecta a este trabajo, se identificaron 88 taxa, que representan el 11.84%. El índice de etnobotanicidad según las plantas reportadas para la zona es de 14.80, en tanto que, para este estudio es de 11.84.

**Cuadro 3.** Índice de etnobotanicidad.

| Región y/o Comunidad           | İE    |
|--------------------------------|-------|
| El Cielo (Sierra de Guatemala) | 14.80 |
| Alta Cimas                     | 11.84 |

En Alta Cimas fueron reportadas 88 especies en total, de las cuales 38 estuvieron relacionadas con un uso exclusivo y 50 con varios empleos. Al analizar el número de plantas registradas por categoría de utilidad en esta localidad, se observa que las más abundantes fueron las comestibles, medicinales, ornamentales, artesanías y para bebidas. Con menor frecuencia se ubicaron las forrajeras, las utilizadas como forrajeras, psicotrópicas y para uso veterinario. Las menos repetidas resultaron ser las de uso ornamental y para elaborar artesanías (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Categorías de uso y número de especies vegetales útiles en el Ejido Alta Cimas

| Categorías de Uso | A          | B         | C          |
|-------------------|------------|-----------|------------|
| Comestibles       | 39         | 15        | 24         |
| Artesanías        | 13         | 6         | 7          |
| Aserrío           | 0          | 0         | 0          |
| Colorante         | 0          | 0         | 0          |
| Combustible       | 7          | 0         | 7          |
| Construcción      | 8          | 1         | 7          |
| Mágico-Religiosa  | 6          | 1         | 5          |
| Forrajera         | 1          | 0         | 1          |
| Medicinal         | 24         | 3         | 21         |
| Ornamental        | 23         | 11        | 12         |
| Psicotrópico      | 1          | 0         | 1          |
| Tóxico            | 0          | 0         | 0          |
| Veterinario       | 1          | 0         | 1          |
| Bebida            | 13         | 0         | 13         |
| Cerca             | 2          | 0         | 2          |
| Melífera          | 5          | 0         | 5          |
| Condimento        | 10         | 1         | 9          |
| <b>Totales</b>    | <b>152</b> | <b>38</b> | <b>115</b> |

A: Número de especies registradas en cada categoría.

B: Número de especies con sólo el tipo de uso indicado.

C: Número de especies de la categoría indicada, con otros tipos de usos.

Nota: El total indicado en la columna C no es la suma de las cantidades parciales debido a que las especies consideradas presentaron más de un uso, motivo por el cual tuvieron que contabilizarse varias veces (una por cada categoría de uso en la que hubo de ubicarse).

Estos resultados muestran que la vegetación provee a estas comunidades principalmente con productos básicos, además, resultó notorio que las categorías con mayor especificidad de uso fueron las ornamentales, comestibles y para artesanías, pues más de 40% de las plantas ubicadas en esas categorías fueron empleadas con un solo propósito. En contraste, las plantas combustibles, para construcción, medicinales, condimentos y mágico-religiosas resultaron ser multifuncionales en cuanto a que tuvieron cuando menos un uso más, aparte del principal. Hoffman y Gallaher (2007) resaltan que la medición de la importancia de las plantas y la vegetación para la gente local es un enfoque central en la etnobotánica cuantitativa. En otros estudios se ha demostrado el amplio conocimiento que la gente local conserva en relación con las plantas que la rodean (Casas y Caballero, 1996; Albuquerque *et al.*, 2006).

#### 4.2 Las especies útiles y el nivel de preferencia hacia las especies

Este estudio, encontró a 88 especies de plantas útiles, las cuales correspondieron a 47 familias botánicas. Las familias más frecuentes fueron: Labiatae (6 especies), Fabaceae (6 especies), Asteraceae (5 especies), Rosaceae (6 especies), Moraceae (3 especies) y Solanaceae (3 especies) entre las demás.

**Cuadro 5.** Familias con plantas útiles en Alta Cimas.

| Familia Botánica | %  |
|------------------|----|
| Labiatae         | 7% |
| Fabaceae         | 7% |
| Asteraceae       | 6% |
| Rutaceae         | 6% |
| Rosaceae         | 6% |
| Moraceae         | 3% |
| Solanaceae       | 3% |



**Figuras 4 y 5.** Preparación de las flores de pata de vaca (*Cercis canadensis*) para alimentación, en tortitas de huevo.

Estas 88 especies se definen como “especies culturales claves” (Garibaldi y Turner, 2004; Núñez y Simberloff, 2005) y por tanto corresponden al patrimonio etnobotánico local (Pardo de Santilla y Gómez, 2003) punto de partida clave para los planes de manejo con fines de uso y conservación. Los índices de VUis calculados para todas las especies útiles encontradas, muestran que las especies que obtuvieron el mayor valor de uso fueron el romero (*Rosmarinus officinale*) y la venadilla morada (*Porophyllum ruderale*), con un valor de 3.00 seguido por el alamillo (*Liquidambar styraciflua*) y la naranja dulce (*Citrus sinensis*), con valores de 2.50; enseguida se sitúan la hierbabuena (*Mentha spicata*) con 2.20 y el encino blanco (*Quercus polymorpha*) con un valor de 2.14, entre otros (Tabla 1). Estas fueron por tanto, las especies más usadas y demandadas en la comunidad de Alta Cimas. De las seis especies mencionadas, nótese que, al menos la mitad (tres especies) corresponden a especies de origen exógeno, el romero, la naranja dulce y la hierbabuena, lo que denota

la alta importancia cultural que han adquirido estas especies para los pobladores locales.

Según Núñez y Simberloff (2005), cuando las especies exóticas adquieren altos índices de valor de importancia, estas pueden actuar como un obstáculo para la conservación biológica e incluso pueden empezar a actuar como especies invasoras que amenacen la permanencia de la biodiversidad nativa. Sin embargo, consideramos que éste no es el caso y que estas especies han adquirido carta de naturalización, formando parte inclusive de diferentes manifestaciones culturales presentes.

De 88 especies encontradas, sólo una obtuvo valores muy bajos de VUis, (por debajo de 1.00) lo que hace referencia a bajos reportes en toda la muestra, correspondiendo a una ornamental que está entrando en desuso y que por tanto su permanencia en la zona está en manos de los usuarios más conocedores que aún la usan así sea esporádicamente.

Las categorías de uso más demandadas fueron, comestible (42%), ornamental (28%) y medicinal (24%). Sin embargo, las plantas medicinales son más demandadas que las ornamentales, tal como se constata en su valor de demanda (20.91 vs 20.83). Las categorías que permanecen con algún grado de importancia, fueron artesanías (15%), para elaboración de bebidas (11%), materiales para construcción (9%), combustibles (9%), para prácticas mágico-religiosas (7%) y para producir néctar y polen para abejas (7%). Según los usuarios, estas categorías jugaron un papel importante en la vida local, pero los procesos de transculturalización y la declaratoria de la Reserva transformaron el conocimiento y el papel de éstos tipos de uso en la vida cotidiana, lo que ha provocado el desuso de varias especies pertenecientes a estas categorías, especialmente las usadas para aserrío, las tóxicas (especialmente para el ganado), las colorantes, las forrajeras y las de uso veterinario. Otras, por el contrario, se han revalorado en tiempos recientes, como las usadas para elaboración de artesanías (sobre todo para collares y aretes de semillas) y las usadas para elaboración de bebidas (especialmente licores caseros de frutas).

Las categorías de uso con mayor número de especies, es decir las más diversificadas,

fueron las comestibles con 39 especies, seguida por las medicinales (24 especies), las ornamentales (23 especies), artesanías (13 especies), para elaboración de bebidas (13 especies) y condimentos (10 especies), que muestran valores cercanos a la demanda que tienen (Cuadro 6).

Pese a la riqueza de especies de estas categorías de uso, los resultados muestran que estas categorías parecen no jugar un papel principal en los medios de vida desarrollados en la actualidad, dado a que las practicas ancestrales de cuidados de enfermedades con plantas medicinales se han ido perdido con el tiempo, al igual que la recolección y consumo de especies alimenticias silvestres.



Figura 6: Collar de semillas confeccionado con semillas de cuchillito ó colorín (*Ehrytrina americana*), ojo de perico (*Rhynchosia phaseoloides*) y jacaranda (*Jacaranda equisetifolia*).

**Cuadro 6.** Número de especies y demanda de las mismas en Alta Cimas, RB El Cielo, Tamaulipas.

| Categoría de uso | No. especies | Demanda (Sumatoria VU) | %   |
|------------------|--------------|------------------------|-----|
| Comestible       | 37           | 34.19                  | 42% |
| Medicinal        | 21           | 20.91                  | 24% |
| Ornamental       | 25           | 20.83                  | 28% |
| Artesanía        | 13           | 8.84                   | 15% |
| Bebida           | 11           | 8.38                   | 13% |
| Condimento       | 10           | 6.83                   | 11% |
| Construcción     | 8            | 6.60                   | 9%  |
| Combustible      | 7            | 5.50                   | 8%  |
| Mágico-Religioso | 6            | 5.25                   | 7%  |
| Melífera         | 6            | 1.40                   | 7%  |
| Forrajera        | 1            | 0.83                   | 1%  |
| Cerca            | 2            | 0.77                   | 2%  |
| Psicotrópico     | 1            | 0.50                   | 1%  |
| Veterinario      | 1            | 0.50                   | 1%  |
| Aserrío          | 0            | 0.00                   | 0%  |
| Colorante        | 0            | 0.00                   | 0%  |
| Tóxico           | 0            | 0.00                   | 0%  |

Las especies con mayor VU fueron: el romero (*Rosmarinus officinalis*) (3.00), venadilla morada (*Porophyllum ruderale*) (3.00%), alamillo (*Liquidambar styraciflua*) (2.50), naranja dulce (*Citrus sinensis* var. *valencia*) (2.50), hierbabuena (*Mentha spicata*) (2.20) y encino blanco (*Quercus polymorpha*) (2.14) (Véase Tabla 3). Se concluye que los valores de uso (VU) muestran la preferencia de los entrevistados por las plantas útiles en la comunidad, pero no necesariamente estos valores de uso están relacionados con el valor económico, la importancia ecológica o social que las mismas poseen.



**Figura 7.** Ejemplar silvestre de árnica (*Senecio confusus*), una de las plantas más usadas frecuentemente en medicina en Alta Cimas.

## 5. LITERATURA CITADA

- Albuquerque, U., R. Lucena, J. Monteiro, A. T. N. Florentino y C. de F. Almeida. 2006. Evaluating two quantitative ethnobotanical techniques. *Ethnobot. Res. & Appl.* 4: 51-60.
- Alexiades, M. N. 1996. Standard techniques for collecting and preparing herbarium specimens. In: Alexiades, M. N. (ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. *Advances in Economic Botany* 10. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA. 326 pp.
- Berrones-Benítez, E. y Medellín-Morales, S.G. 2007. El Uso de las plantas en la gastronomía de la huasteca tamaulipeca. Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Populares (PACMyC). Gobierno del Estado de Tamaulipas – Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes - Consejo Nacional para la Cultura y Las Artes. Cd. Victoria, Tam. 149 pp.
- Blanche, C., Bonet, M.A., Muntane, J. y Valles, J. 1996. Bases de datos en etnobotánica: elaboración de los resultados. *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba* 3: 63-68.
- Cárdenas, D., Marín, C., Suárez, S., Guerrero, C. & Nofuya, P. 2002. Plantas útiles en dos comunidades del departamento del Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas–Sinchi. Bogotá.
- Casana-Martínez, E., Galán, R. y Hernández-Bermejo, J.E. 1996. Registro de datos: preparación y estrategia del trabajo de campo. *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba* 3: 57-62.
- Casas A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Econ. Bot.* 50(2): 167-181.
- Chambers, R. and Conway, G. 1992. *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century*. IDS Discussion Paper 296, Brighton: IDS
- Garibaldi, A. and N. Turner. 2004. Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society* 9(3): 1.
- Garza-Castillo, M.; R. López de León y T Medina-Martínez. 2005. Los sistemas de producción en la vertiente semiárida. En: G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. (Capítulo VII: La Dimensión Humana). Instituto de Ecología y Alimentos – Universidad Autónoma de Tamaulipas. pp. 619 – 624.
- Gobierno de Tamaulipas y The Nature Conservancy. 2011. *Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Cd. Victoria, Tamps. 126 pp.
- González-Romo, C. y M. Gispert. 2005. Etnobotánica de los solares. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Instituto de Ecología y Alimentos – Universidad Autónoma de Tamaulipas. pp. 579-590.
- Hernández-Sandoval, L.; C. González-Romo y F. González-Medrano. 1991. Plantas Útiles de Tamaulipas. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 62 (1): 1-38. México, D.F.
- Hoffman, B. y T. Gallaher. 2007. Importance indices in ethnobotany. *Ethnobot. Res. & Appl.* 5: 201-218.

- INEGI. 2012. Censo de Población y Vivienda. México, D.F.
- Johnston, M.C.; K. Nixon, G.L. Nesom y M. Martínez. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas de la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotam* 1(2): 21-33.
- Lara-Villalón, M. 1989. Estudio preliminar de las especies vegetales visitadas por *Apis mellifera* en la Reserva de la Biosfera El Cielo. *Biotam* 1(1): 14-18.
- Medellín-Morales, S., Reséndiz, C., Garza, A., Mora-López, J., González-Romo, C., Lacaille, J. y Herrera, O. 2005. Diagnóstico para el Establecimiento de la Reserva Campesina del Ejido Alta Cima (Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México). Pronatura Noreste A.C., Instituto de Ecología y Alimentos y el US Fish & Wildlife Services. 81 pp.
- Medellín-Morales, S. y H. Osorio-Cruz. 2007. Manual de Medicina Veterinaria Tradicional en la Huasteca Tamaulipeca. Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Populares (PACMyC). Gobierno del Estado de Tamaulipas – Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes - Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Cd. Victoria, Tam. 72 pp.
- Mora-López, J.L. y S. Medellín-Morales. 1991. Los Núcleos Campesinos de la Reserva de la Biosfera El Cielo: ¿Aliados en la Conservación?. *BIOTAM* (1992) Vol. 4 (2): 13 - 40. Instituto de Ecología y Alimentos – Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps.
- Mora-Olivo, Arturo; J. Valdés-Reyna y G. Nava-Villarreal. 2005. Las Plantas Forrajeras. En: G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. (Capítulo VII: La Dimensión Humana)*. Instituto de Ecología y Alimentos – Universidad Autónoma de Tamaulipas. pp. 610 – 618.
- Núñez, M. A.; D. Simberloff. Invasive species and the cultural keystone species concept. *Ecology and Society*, Nova Scotia, v.10, n. 1, art.4, 2005.
- Pérez-Quilantán, L.M.; A. Mora-Olivo y S. Medellín-Morales. 2005. Las Plantas Comestibles Silvestres. En: Gerardo Sánchez-Ramos, Pedro Reyes-Castillo y Rodolfo Dirzo (Editores). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. (Capítulo VII: La Dimensión Humana)*. Instituto de Ecología y Alimentos – Universidad Autónoma de Tamaulipas. pp. 604 – 609.
- Pardo, S. M. y E. Gómez P. 2003. Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales Jard. Bot. Madrid* 60(1): 171-182.
- Phillips, O. L., y Gentry, A. H. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis tested with a new quantitative technique. *Economic Botany* 47 (1):15-32.
- Porteres, R. 1970 *Curse d’Ethnobotanique*. Paris: Musee National d’Histoire Naturelle.
- Prance, G.; W. Balee, B.M. Boom and R.I. Carneiro. 1995. Quantitative ethnobotany and the Case for Conservation in Amazonia. In Schultes R. E.: *Ethnobotany, evolution of a Discipline*. ed. Chapman & Hall. 157- 174.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del Centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. *CONABIO*. México, D.F. 204 pp.

**Tabla 3.** Plantas útiles encontradas en Alta Cimas, RB El Cielo, Tamaulipas, México y su índice de Valor de Uso (VU).

| No. | NOMBRE COMÚN          | NOMBRE CIENTÍFICO                                        | FAMILIA BOTÁNICA | CATEGORÍA DE USO           | HÁBITAT | VALOR DE USO POR ESPECIE |
|-----|-----------------------|----------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|---------|--------------------------|
| 1   | Agapanto              | <i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns.              | AMARYLLIDACEAE   | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 2   | Aguacate              | <i>Persea americana</i> Mill.                            | LAURACEAE        | Com, Mel                   | S       | 1.50                     |
| 3   | Alamillo              | <i>Liquidambar styraciflua</i> L.                        | HAMAMELIDACEAE   | Const, Orn, Med            | V, S    | 2.50                     |
| 4   | Albahacar             | <i>Ocimum basilicum</i> L.                               | LABIATAE         | Med, Mag-Rel               | S       | 1.75                     |
| 5   | Alcatraz              | <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.              | ARACEAE          | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 6   | Anonilla              | <i>Annona globiflora</i> Schtdl.                         | ANNONACEAE       | Art                        | V, Vs   | 1.00                     |
| 7   | Árnica                | <i>Senecio confusus</i> Elmer                            | ASTERACEAE       | Med, Orn                   | V, Vs   | 2.00                     |
| 8   | Azafrán               | <i>Curcuma longa</i> L.                                  | ZINGIBERACEAE    | Cond                       | M, S    | 1.00                     |
| 9   | Begonia               | <i>Begonia</i> spp.                                      | BEGONIACEAE      | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 10  | Belén                 | <i>Impatiens balsamina</i> L.                            | BALSAMINACEAE    | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 11  | Belén de sala         | <i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.                     | BALSAMINACEAE    | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 12  | Berro                 | <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Schinz & Thell. | BRASSICAEAE      | Com                        | Vs      | 1.00                     |
| 13  | Calabaza              | <i>Cucubirta maxima</i> L.                               | CUCURBITACEAE    | Com, Cond                  | M       | 1.50                     |
| 14  | Cedro                 | <i>Cedrela odorata</i> L.                                | MELIACEAE        | Const, Art                 | V       | 1.00                     |
| 15  | Cedro chino           | <i>Juniperus deppeana</i> Steud.                         | CUPRESSACEAE     | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 16  | Chayote               | <i>Sechium edule</i> Swartz.                             | CUCURBITACEAE    | Com                        | S, M    | 1.00                     |
| 17  | Coyulillo             | <i>Canna indica</i> L.                                   | CANNACEAE        | Art, Orn                   | V, S    | 1.50                     |
| 18  | Cuchillitos ó Colorín | <i>Erythrina americana</i> (Dryand) Mill.                | FABACEAE         | Com, Art, C                | V, S    | 1.80                     |
| 19  | Durazno               | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch var. Prisco            | ROSACEAE         | Com, B                     | M, S    | 1.67                     |
| 20  | Encino Blanco         | <i>Quercus polymorpha</i> Cham. & Schtdl.                | FAGACEAE         | Comb, Art, Const, Med, Com | V       | 2.14                     |
| 21  | Encino Rojo           | <i>Quercus germana</i> Trusted.                          | FAGACEAE         | Med                        | V       | 1.00                     |
| 22  | Epazote               | <i>Teloxys ambrosioides</i> (L.) Weber                   | CHENOPODIACEAE   | Med, Cond, Vet             | Vs      | 2.00                     |
| 23  | Frijol negro          | <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. Negro                  | FABACEAE         | Com                        | M       | 1.00                     |
| 24  | Gladiola              | <i>Gladiolus communis</i> L.                             | IRIDACEAE        | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 25  | Guaje                 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit               | FABACEAE         | Comb, Com                  | Vs      | 1.00                     |
| 26  | Guajillo ó Tepeguaje  | <i>Leucaena pulverulenta</i> (Schl.) Benth.              | FABACEAE         | Comb, Com                  | Vs      | 1.00                     |
| 27  | Guayaba               | <i>Psidium guajaba</i> L.                                | MYRTACEAE        | Com, B                     | S, M    | 1.67                     |
| 28  | Hierbabuena           | <i>Menta spicata</i> Crantz                              | LABIATAE         | Med, Cond                  | S       | 2.20                     |
| 29  | Higo                  | <i>Ficus carica</i> L.                                   | CARICACEAE       | Com                        | S       | 1.00                     |
| 30  | Higuerilla            | <i>Ricinus communis</i> L.                               | EUPHORBIACEAE    | Art, Med                   | Vs, S   | 1.00                     |
| 31  | Hortensia             | <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.               | HYDRANGEACEAE    | Orn                        | S       | 1.00                     |
| 32  | Hueso de tigre        | <i>Wimmeria concolor</i> Schtdl. & Cham.                 | CELASTRACEAE     | Const                      | V       | 1.00                     |
| 33  | Huizache              | <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.                     | FABACEAE         | Comb, Mel                  | Vs      | 1.60                     |
| 34  | Istafiate             | <i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.                       | ASTERACEAE       | Med                        | S       | 1.00                     |



|    |                              |                                                              |                |                     |       |      |
|----|------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|-------|------|
|    |                              | subsp. mexicana (Willd.)<br>Keck                             |                |                     |       |      |
| 35 | Jaboncillo                   | <i>Sapindus saponaria</i> L.                                 | SAPINDACEAE    | Art                 | V     | 1.00 |
| 36 | Jabonero ó<br>Cóngora        | <i>Phytolacca icosandra</i> L.                               | PHYTOLACCACEAE | Com                 | Vs    | 1.00 |
| 37 | Jacubo                       | <i>Acanthocereus tetragonus</i><br>(L.) Humm.                | CACTACEAE      | Com                 | V     | 1.00 |
| 38 | Juanjilón                    | <i>Pseudobombax ellipticum</i><br>(Kunth) Dugand             | MALVACEAE      | Com, Orn            | V, S  | 1.00 |
| 39 | Laurel                       | <i>Litsea glaucescens</i> Kunth.                             | LAURACEAE      | Cond, B             | V     | 2.00 |
| 40 | Limón<br>dulce               | <i>Citrus limetta</i> Risso                                  | RUTACEAE       | Com, Mel            | S     | 1.00 |
| 41 | Limoncillo                   | <i>Esenbeckia berlandieri</i><br>Baillon                     | RUTACEAE       | Comb, Art           | V     | 1.00 |
| 42 | Lirio Rojo                   | <i>Hippeastrum hybrid</i>                                    | AMARYLLIDACEAE | Orn                 | S     | 1.00 |
| 43 | Lirio<br>Blanco en<br>racimo | <i>Crinum commelynii</i> Jacq.                               | AMARYLLIDACEAE | Orn                 | S     | 1.00 |
| 44 | Lirio Rosa<br>en racimo      | <i>Crinum asiaticum</i> L.                                   | AMARYLLIDACEAE | Orn                 | S     | 0.50 |
| 45 | Magnolia                     | <i>Magnolia tamaulipana</i><br>Vazquez                       | MAGNOLIACEA    | Med, Orn            | V, S  | 2.00 |
| 46 | Maíz                         | <i>Zea mays</i> L.                                           | GRAMINAE       | Com, Med,<br>Forr   | M     | 1.40 |
| 47 | Mandarina                    | <i>Citrus reticulata</i> Blanco                              | RUTACEAE       | Com, B              | M, S  | 1.25 |
| 48 | Mariposa                     | <i>Hedychium coronarium</i> J.<br>Koenig                     | ZINGIBERACEAE  | Orn, Mag-<br>Rel    | S     | 2.00 |
| 49 | Mejorana                     | <i>Origanum majorana</i> L.                                  | LABIATAE       | Med, Cond           | S     | 1.33 |
| 50 | Mirto                        | <i>Salvia microphylla</i> Kunth                              | LABIATAE       | Med, Mag-<br>Rel    | S     | 1.50 |
| 51 | Monilla                      | <i>Ungnadia speciosa</i> Endl.                               | SAPINDACEAE    | Art                 | V     | 1.00 |
| 52 | Mora                         | <i>Clorophora tinctoria</i> (L.)<br>Gaud.                    | MORACEAE       | Const, C            | V     | 1.00 |
| 53 | Muicle                       | <i>Justicia spicigera</i><br>Schlechtendal                   | ACANTHACEAE    | Med, Orn            | Vs, S | 1.00 |
| 54 | Naranja                      | <i>Citrus sinensis</i> L. var.<br>Valencia                   | RUTACEAE       | Com, B,<br>Mel      | S     | 2.50 |
| 55 | Naranjita<br>japonesa        | <i>Fortunella margarita</i> (Lour.)<br>Swingle.              | RUTACEAE       | Com, B,<br>Orn, Mel | S     | 1.60 |
| 56 | Níspero                      | <i>Eryobotria japonica</i> (Thunb.)<br>Lindl.                | ROSACEAE       | Com, B              | S     | 1.00 |
| 57 | Nogal                        | <i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i><br>(Engelm.) Manning | JUGLANDIACEAE  | Art                 | V     | 1.00 |
| 58 | Nopal<br>verdulero           | <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.)<br>Miller                   | CACTACEAE      | Com                 | M, S  | 1.00 |
| 59 | Nuez<br>Encarcelad<br>a      | <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.)<br>Koch.                 | JUGLANDIACEAE  | Art                 | V     | 1.00 |
| 60 | Ojite                        | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw.                               | MORACEAE       | Com                 | V     | 1.00 |
| 61 | Orcajuda                     | <i>Cestrum dumetorum</i><br>Schlechtendal                    | SOLANACEAE     | Mag-Rel             | V     | 1.00 |
| 62 | Orégano<br>hoja chica        | <i>Lippia graveolens</i> Kunth.                              | LABIATAE       | Cond, Med           | S     | 2.00 |
| 63 | Palmilla                     | <i>Chamaedorea radicalis</i> Mart.                           | ARECAEAE       | Orn                 | V, S  | 1.00 |
| 64 | Palo bolero                  | <i>Ficus pertusa</i> L.                                      | MORACEAE       | Comb,<br>Constr     | V     | 1.00 |
| 65 | Papaya<br>cimarrona          | <i>Carica cauliflora</i> Jacq.                               | CARICACEAE     | Com                 | Vs    | 1.00 |
| 66 | Pata de<br>vaca              | <i>Cercis canadensis</i> L.                                  | FABACEAE       | Com                 | V     | 1.00 |
| 67 | Pino nylon                   | <i>Pinus patula</i> Schl. et Cham.                           | PINACEAE       | Const, Orn          | V, S  | 1.67 |

|    |                                 |                                                                 |                |                      |       |             |
|----|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------------|
|    | ó triste                        |                                                                 |                |                      |       |             |
| 68 | Pino tecatón                    | <i>Pinus cembroides</i> Zucc.                                   | PINACEAE       | Comb, Const          | V     | <b>1.33</b> |
| 69 | Quelite blanco                  | <i>Amaranthus hybridus</i> L.                                   | AMARANTHACEAE  | Com                  | Vs    | <b>1.00</b> |
| 70 | Quelite blanco ó Quintonil      | <i>Amaranthus palmeri</i> S.Wats.                               | AMARANTHACEAE  | Com                  | Vs    | <b>1.00</b> |
| 71 | Quelite morado                  | <i>Solanum nigrecens</i> M. Martens & Galeotti                  | SOLANACEAE     | Com                  | Vs    | <b>1.00</b> |
| 72 | Rosa de Castilla                | <i>Rosa centifolia</i> L.                                       | ROSACEAE       | Med, Orn             | S     | <b>2.00</b> |
| 73 | Romero                          | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                                | LABIATAE       | Medic, Mag-Rel, Cond | S     | <b>3.00</b> |
| 74 | Ruda                            | <i>Ruta graveolens</i> L.                                       | RUTACEAE       | Med, Mag-Rel         | S     | <b>2.00</b> |
| 75 | Salvia                          | <i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton                      | LABIATAE       | Med, Orn             | S     | <b>2.00</b> |
| 76 | San Pedro ó Tronadora           | <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.                        | BIGNONACEAE    | Art, Orn             | V, S  | <b>2.00</b> |
| 77 | Talayote                        | <i>Marsdenia coulteri</i> Hemsl.                                | ASCLEPIADACEAE | Com                  | Vs    | <b>1.00</b> |
| 78 | Té huasteco                     | <i>Bidens squarrosa</i> Kunth.                                  | ASTERACEAE     | Med                  | Vs, M | <b>1.00</b> |
| 79 | Trompeta de ángel ó Floripondio | <i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. | SOLANACEAE     | Orn, Med, Psi        | S     | <b>2.00</b> |
| 80 | Uva de monte                    | <i>Vitis cinerea</i> Engelmann                                  | VITACEAE       | Com, B               | Vs    | <b>1.67</b> |
| 81 | Uva de monte                    | <i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.,      | VITACEAE       | Com, B               | Vs    | <b>1.67</b> |
| 82 | Venadilla ó Tepehua.            | <i>Porophyllum macrocephalum</i> DC.                            | ASTERACEAE     | Com, Cond            | Vs, S | <b>2.00</b> |
| 83 | Venadilla ó Tepehua morada      | <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass                        | ASTERACEAE     | Com, Cond            | Vs, S | <b>3.00</b> |
| 84 | Verdolaga                       | <i>Portulaca oleracea</i> L.                                    | PORTULACACEAE  | Com                  | Vs    | <b>1.00</b> |
| 85 | Zacate Limón                    | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Staff.                         | GRAMINAE       | Med, B               | S     | <b>2.00</b> |
| 86 | Zarza                           | <i>Rubus sapídu</i> s Schtdl.                                   | ROSACEAE       | Com, B               | Vs    | <b>1.83</b> |
| 87 | Zarza                           | <i>Rubus coriifolius</i> Liebm.                                 | ROSACEAE       | Com, B               | Vs    | <b>1.83</b> |
| 88 | Zarzaparrilla                   | <i>Smilax dominguensis</i> Willd.                               | SMLACACEAE     | Art                  | V, Vs | <b>1.00</b> |

Claves:

CATEGORÍAS DE USO: (Com): Comestible; (Art): Artesanía; (As): Aserrío; (Col): Colorante; (Comb): Combustible; (Const): Construcción; (Mág-Rel): Mágico-Religioso; (Forr): Forrajera; (Med): Medicinal; (Orn): Ornamental; (Psi): Psicotrópico; (Tox): Tóxico; (Vet): Veterinario; (B): Bebida; (C): Cerca; (Mel): Melífera; (Cond): Condimento.

HÁBITAT: (V): Vegetación primaria; (Vs): Vegetación secundaria; (S): Solar; (M): Milpa ó Huerta.

## DEGRADACIÓN FÍSICA DEL SUELO POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA ZONA II DE LA CUENCA DE BURGOS, TAMAULIPAS, MÉXICO

F. Arias-Miño<sup>1</sup>, M. Espinosa-Ramírez<sup>2</sup>, E. Andrade-Limas<sup>1</sup>, B. Castro-Meza<sup>1</sup>, F. Briones-Encinia<sup>1</sup> & W. Salinas-Castillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

<sup>2</sup> INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas.

[bcastro@uat.edu.mx](mailto:bcastro@uat.edu.mx)

**RESUMEN:** El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la degradación física del suelo debido a las actividades antrópicas, durante los años 2007 y 2008, en la Zona II de la Cuenca de Burgos, Tamaulipas, México. En esta región, la acción del ser humano se manifiesta por actividades como la agricultura, ganadería y la industria. La agricultura convencional, basada principalmente en el cultivo de sorgo, se caracteriza por una mayor mecanización y laboreo del suelo, lo que ha contribuido en gran medida a agravar los procesos erosivos. En la zona existe cierta explotación forestal, principalmente para la producción de carbón vegetal y, recientemente, se ha sumado la exploración y explotación de gas natural por actividades industriales. La cartografía y el procesamiento de datos fue realizado con el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView 3.2 tomando como base la imagen de satélite SPOT multi-espectral del año 2003, escala 1:25,000. Se utilizó la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre (ASSOD por sus siglas en inglés); para identificar, localizar y definir los tipos de degradación dentro de las unidades fisiográficas del suelo. En los resultados sugieren que cerca del 74% del área de estudio presenta algún tipo de degradación. El proceso principal de degradación fue la erosión hídrica, le siguieron la compactación y la erosión eólica. Los factores causativos fueron esencialmente el sobre pastoreo y las prácticas agrícolas inadecuadas. Aproximadamente el 60% de las unidades evaluadas presentaron un nivel moderado de degradación, pero la rapidez de este proceso indica que se precisan obras de conservación para revertirlo.

**PALABRAS CLAVE:** erosión, compactación, sobre pastoreo, SIG, ASSOD.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to characterize the physical degradation of the soil for antropic activities during the years 2007 and 2008 in the II zone of the Burgos Basin in Tamaulipas, México. In this region, human action manifests itself due to activities such as agriculture, livestock and industry. The conventional farming, based mainly on the cultivation of sorghum, is characterized by greater mechanization and tilling the soil which has contributed in large measure to aggravate erosion processes. There is also some logging, mainly for charcoal production and, recently, has joined the exploration and exploitation of natural gas. The mapping and data processing was done with the geographic information system (GIS) ArcView 3.2 on the basis of the SPOT multispectral satellite image of 2003, 1:25000 scale. We used the methodology for Assessment of Soil Degradation (ASSOD) to identify, locate and define the types of soil degradation within physiographic units. Results showed that nearly 74% of the study area presents some kind of degradation. The main process was water erosion, followed by compaction and wind erosion. The causative factors are essentially overgrazing and inadequate farming practices. Approximately 60% of the units evaluated presented a moderate level of degradation, but the speed of this process indicates that maintenance works are needed to reverse.

**KEY WORDS:** erosion, compaction, overgrazing, SIG, ASSOD.

### 1. INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es la pérdida de la productividad y utilidad como resultado de factores naturales o antrópicos, los cuales afectan sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Lal, 1997). Factores como la erosión, la compactación, la desertificación, la reducción de biodiversidad, la

contaminación, la impermeabilización, y la salinización se encuentran entre los problemas más graves que afectan a los suelos (López, 2002). De igual manera Lal *et al.* (1989), señalan que el desarrollo sustentable del recurso suelo depende del entendimiento de atributos moderados y procesos que están sirviendo al ecosistema o funciones de importancia terrenal, y las transformaciones que ocurren a través de esas

interacciones con el medio ambiente. El término susceptible, cuando es aplicado al suelo implica la posibilidad de cambios adversos en las propiedades del mismo y procesos que conducen a la reducción en la habilidad para desarrollar funciones en el ecosistema. Los productos de dichos cambios adversos son colectivamente llamados degradación de suelos. Estudios recientes muestran que en México el 45 % de los suelos presentan problemas de degradación por la acción humana (que van de ligera a extrema), mientras que los terrenos estables o sin degradación aparente representan el 29 % y los terrenos sin uso el 26% (SEMARNAT-CP, 2002). En el norte de Tamaulipas, específicamente en la Cuenca de Burgos, la acción antrópica se manifiesta de manera negativa en la conservación del suelo (INE, 2006).

Las actividades más generalizadas en la región son la ganadería, la agricultura e industria. El factor de alteración más evidente es el sobrepastoreo, particularmente de ganado bovino y

caprino. La agricultura convencional, basada principalmente en el cultivo de sorgo, se caracteriza por una mayor mecanización y laboreo del suelo, lo que ha contribuido en gran medida a agravar los procesos erosivos. Recientemente, una actividad antrópica que ha afectado marcadamente el ecosistema, y por ende el suelo, es la exploración y explotación de gas natural. Ante este escenario de degradación del suelo es necesario caracterizar la degradación física del suelo por actividades antrópicas en la Zona II de la Cuenca de Burgos, Tamaulipas, México.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Zona II de la Cuenca de Burgos, la cual se localiza en la porción NO del estado de Tamaulipas, México (Figura 1), entre los paralelos 25°35' y 25°45' de latitud Norte y 98°24' y 98°40' de longitud Oeste. Comprende una superficie agropecuaria aproximada de 53 291 ha.

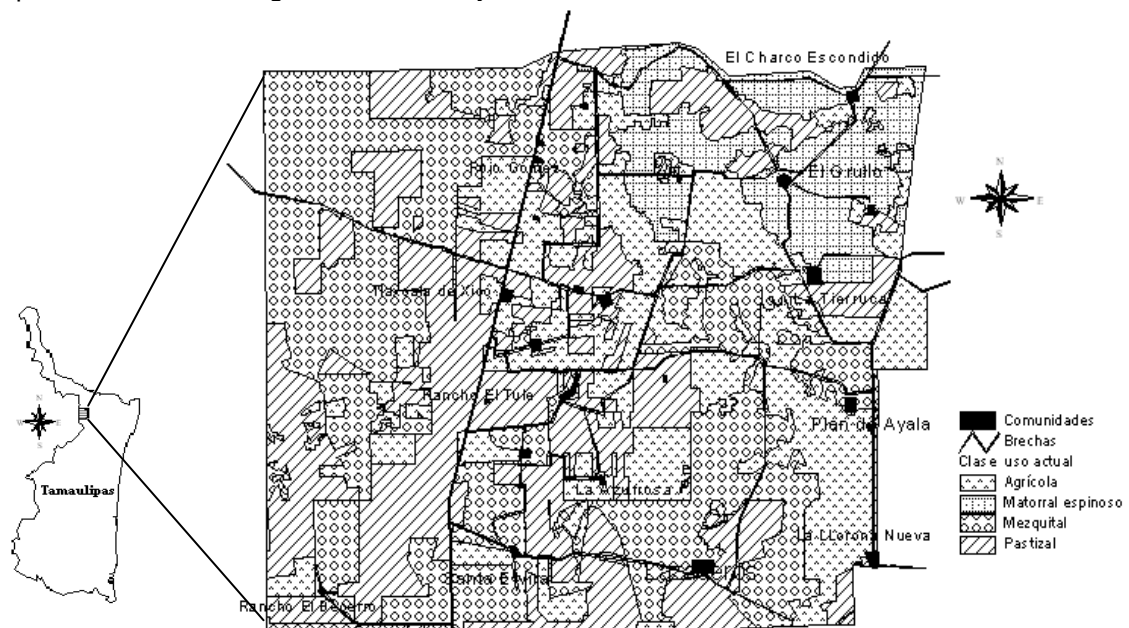


Figura 1. Localización de la zona de estudio y uso actual de los suelos.

El área se encuentra comprendida dentro de la planicie costera del Golfo de México. Esta región presenta un relieve sensiblemente ondulado con una ligera pendiente (alrededor del 4 %) del Oeste al Este y está considerada como una zona de producción de sedimentos que se encuentra influenciada por los continuos desbordes de las corrientes superficiales (Carrillo, 2002).

El clima es Cálido Semi-seco (BS(h')), con una precipitación media irregular y escasa de 540 mm anuales y temperatura de 24.3°C con oscilaciones térmicas extremas, generalizando condiciones de sequía y temperatura variables en la zona. Se presentan heladas ocasionales, que abaten la temperatura hasta 6° C bajo cero, sobre todo en el período de noviembre a febrero.

Generalmente, las lluvias son irregulares y escasas durante todo el año, concentrándose el 74 % durante los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes azotan en dirección SE-NO con intensidades de  $18 \text{ km h}^{-1}$  en promedio, alcanzado hasta  $37 \text{ km h}^{-1}$  durante el período de enero a mayo, convirtiéndose en formadores de dunas en áreas desprovistas o con poca vegetación (Espinosa *et al.*, 2006).

Los tipos de suelo dominantes en la zona son los Calcisoles, Kastañozems, Leptosoles y Vertisoles en menor proporción, de acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO (1988). El área se encuentra dominada por el mezquital (selva de follaje micrófilo caducifolio) y el matorral espinoso tamaulipeco (INEGI, 2001).

Según lo expresado por Carrillo (2002), se observa que la vegetación primaria ha sido perturbada por los desmontes para dar paso a las actividades agrícolas y ganaderas.

La clasificación del uso actual y cobertura del suelo se realizó mediante la fotointerpretación de la imagen de satélite SPOT multi-espectral del año 2003, escala 1:25,000; esto fue corroborado mediante recorridos de campo. La evaluación de la degradación del suelo fue realizada bajo la metodología ASSOD por sus siglas en inglés (Van Lynden y Oldeman, 1997), la cual toma como base la delimitación directa de áreas erosionadas en la misma imagen de satélite. El área mínima cartografiable fue de  $1 \text{ cm}^2$  (6.25 ha). La evaluación de la degradación de los suelos (ASSOD), se realizó a través de recorridos de campo con el apoyo de la imagen de satélite, para identificar, localizar y definir los tipos de degradación de suelo dentro de las unidades fisiográficas (facetas terrestres). Las evaluaciones fueron realizadas en 75 puntos de muestreo, las cuales representaron el área de estudio y fueron

escogidos utilizando transectos. La elección dependió del tipo de suelo y uso actual de este. En cada punto se recolectó aproximadamente 1 kg de suelo de la capa arable o capa superficial (0 – 30 cm de profundidad), con el objetivo de determinar el grado de compactación. Con el fin de diferenciar el grado de compactación como característica natural del suelo o como un proceso de degradación, se realizaron cálculos a partir de la densidad aparente y los contenidos de arcilla (%) de los puntos de muestreo. La densidad aparente fue determinada mediante el método del terrón parafinado (método AS-03, NOM-021-RECNAT-2000) y los porcentajes de contenido de arcillas a partir del procedimiento de Bouyucos (método AS-09, NOM-021-RECNAT-2000). El grado de compactación fue obtenido usando las fórmulas de Canarache (1987).

El procesamiento de datos y cartografía fue realizado con Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView 3.2. Las características de cada unidad se registraron con una fotografía terrestre y su ubicación se georreferenció mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global), para su posterior análisis con el SIG ArcView. Los resultados fueron utilizados para generar una capa del grado de compactación, el grado de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficiales) que ocupa y las tasas actuales que presentan.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Uso actual del suelo

Se determinaron cuatro grupos de uso actual y cobertura del suelo, los cuales fueron: Agrícola, Matorral Espinoso, Mezquital y Pastizal (ver Figura 1). Su distribución porcentual en la zona se observa en la Figura 2.

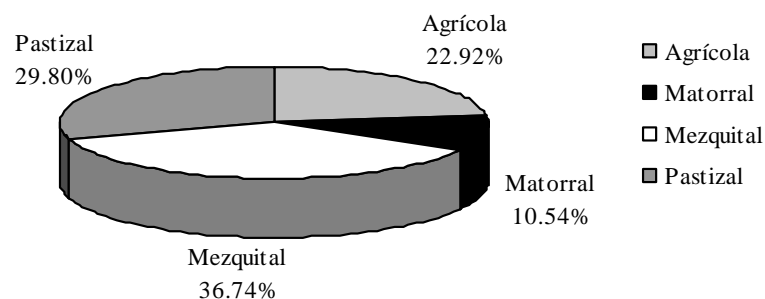


Figura 2. Uso actual del suelo en la zona de estudio.

### 3.2 Grado de compactación

Los resultados obtenidos (Figura 3) indican que sólo el 6.18% del área de estudio no presenta ningún grado de compactación. El 18.74%, 13.92% y 61.16% presentan ligera, moderada y alta compactación, respectivamente.

Posteriormente, se superpusieron las capas de información correspondientes a uso actual de suelo y grado de compactación. Esto permitió delimitar las áreas altamente compactadas; éstas se presentan principalmente en pastizales y parcelas agrícolas, producto de las actividades agropecuarias, principalmente el pastoreo intensivo y sobre-mecanización.

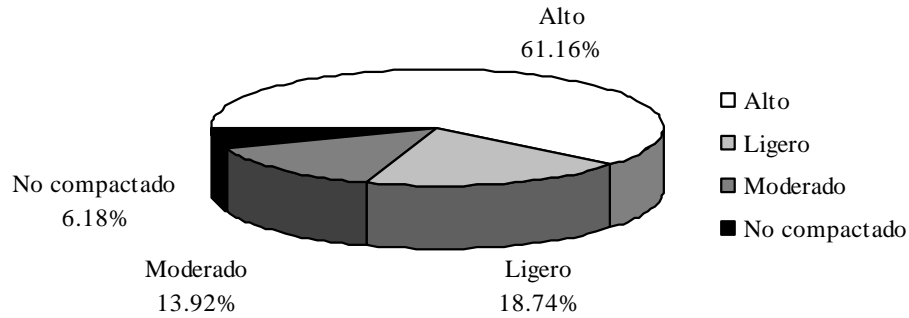


Figura 3. Grado de compactación del suelo en la zona de estudio.

### 3.3 Evaluación de la degradación del suelo

Las unidades cartográficas obtenidas fueron 321, encontrando que el 73.52% de la superficie de estudio está afectada por algún tipo de degradación (Figura 4). Esto coincide con lo encontrado por Espinosa *et al.* (2006), quien evaluó la degradación en el Municipio de Reynosa el periodo desde 1996 al 2003 encontrando que el 85 % de la zona de estudio presentaba algún signo de degradación y resaltando como principal proceso degradativo la erosión eólica e hídrica a una escala de 1: 50 000.

| Tipo de degradación                | Superficie (ha) |
|------------------------------------|-----------------|
| Fc: Compactación                   | 12775.73        |
| Ha: Erosión hídrica fuera de sitio | 8861.58         |
| Hs: Erosión hídrica laminar        | 5683.78         |
| Et: Erosión eólica fuera de sitio  | 5344.36         |
| Es: Erosión eólica superficial     | 5172.66         |
| Hc: Erosión hídrica en cárcavas    | 1339.60         |
| SH: Sin degradación aparente       | 14113.09        |

En el Cuadro 1 se muestran las superficies sin degradación aparente (SH) y las que están afectadas por diversos procesos de degradación.

El tipo de degradación dominante es la erosión hídrica con casi el 30% del área (Figura 5). En el área de estudio se registraron los tres tipos de erosión hídrica: con efectos fuera de sitio (Ha), con pérdida de suelo superficial (Hs) y con deformación del terreno en forma de cárcavas (Hc). Estos procesos están favorecidos por la pendiente y la falta de cobertura vegetal.

Cuadro 1. Extensiones superficiales de los tipos de degradación y áreas estables.

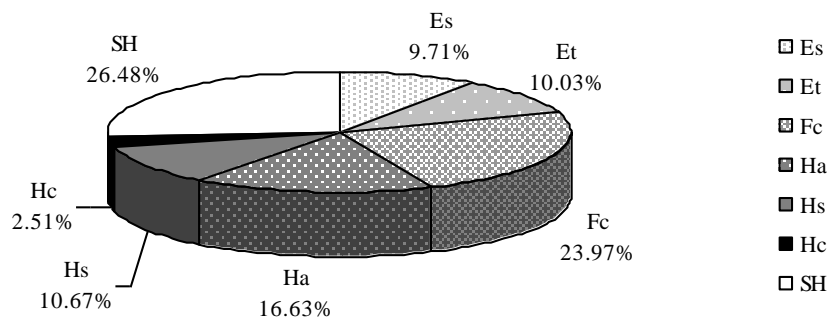
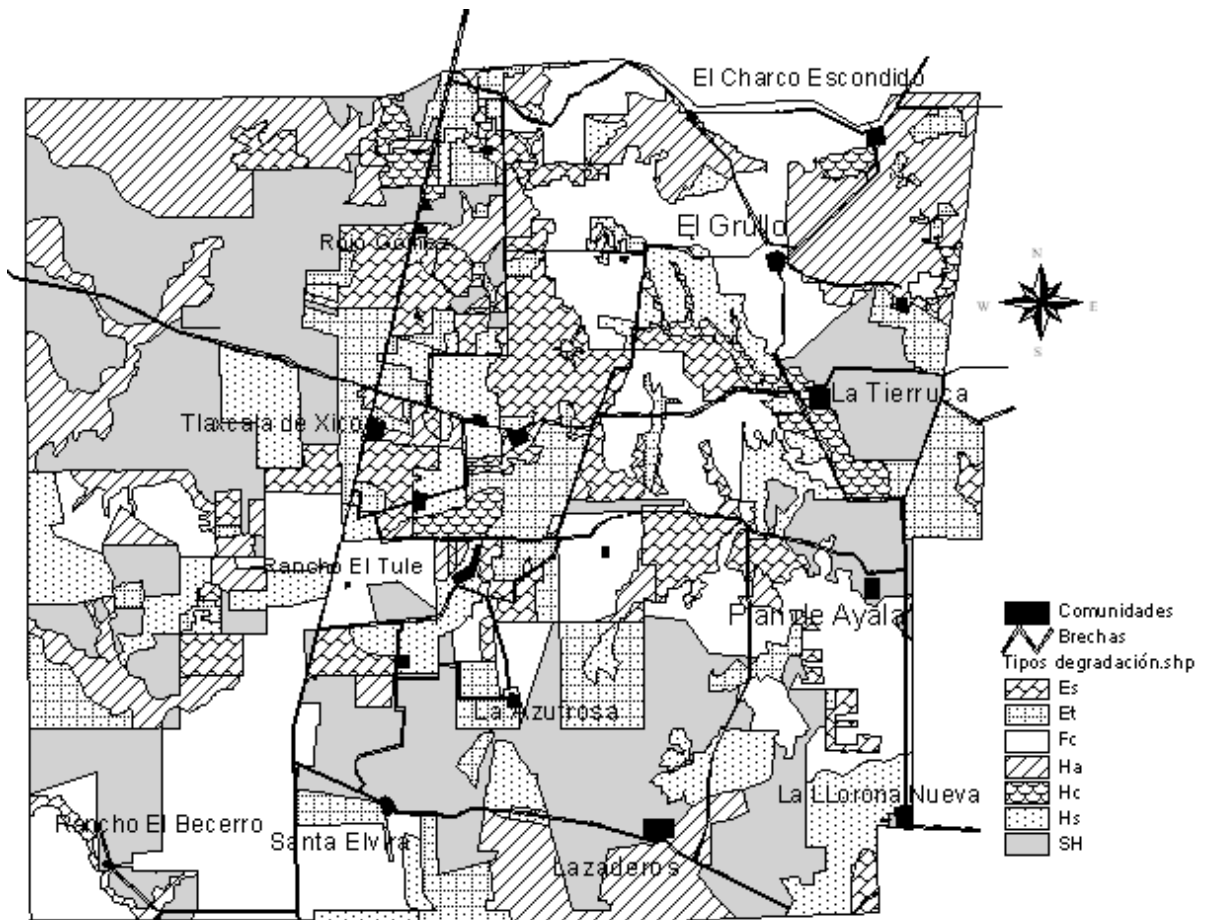


Figura 5. Tipos de degradación de suelos presentes en la zona de estudio.



**Figura 4.** Mapa de tipos de degradación presentes en la zona de estudio. Es (erosión eólica superficial), Et (Erosión eólica fuera de sitio), Fc (Compactación), Ha (Erosión hídrica fuera de sitio), Hc (Erosión hídrica en cárcavas), Hs (Erosión hídrica laminar), SH (Sin degradación aparente).

En el caso erosión hídrica con efectos fuera de sitio (Ha), las comunidades afectadas son: “La Blanquita”, “El Charco Escondido” y proximidades de “El Grullo”. La principal consecuencia es la sedimentación en partes bajas.

Los poblaciones afectadas por erosión hídrica laminar (Hs) son: “La Llorona Nueva”, “Francisco Villa” e inmediaciones de “Escuadrón 201”. En estos sitios los efectos producen la disminución del espesor del suelo (horizonte A) por remoción del material superficial. De acuerdo con Espinosa *et al.* (2006) se ubica en la parte media de la ladera donde la actividad agrícola se hace presente. Los efectos de erosión hídrica en forma de cárcavas (Hc) no abarcan superficies extensas,

sin embargo, se los aprecia de manera notable en el paisaje, donde hay concentraciones de escurrimientos.

La segunda forma importante de degradación es la compactación que ocupa el 23.97% de la zona de estudio (12775.73 ha). El pastoreo intensivo y la mecanización excesiva en áreas agrícolas están ligados íntimamente al grado de compactación existente en el suelo. Esto provoca cambios en las condiciones físicas y disminución de la tasa de infiltración del suelo, lo que afecta al crecimiento de las plantas y aumenta la susceptibilidad a la erosión.

Durante los recorridos de campo se observó que muchas praderas y parcelas agrícolas en

la zona han disminuido su potencial productivo, consecuencia de dicha forma de degradación.

En importancia le sigue, la erosión eólica, que afecta aproximadamente el 20% del área evaluada (10517.02 ha). La erosión eólica fuera de sitio (Et) y la pérdida de la capa superficial (Hs) afectan a parte de las poblaciones de “La Tierrauca”, “Aniceto López” y “Escuadrón 201”.

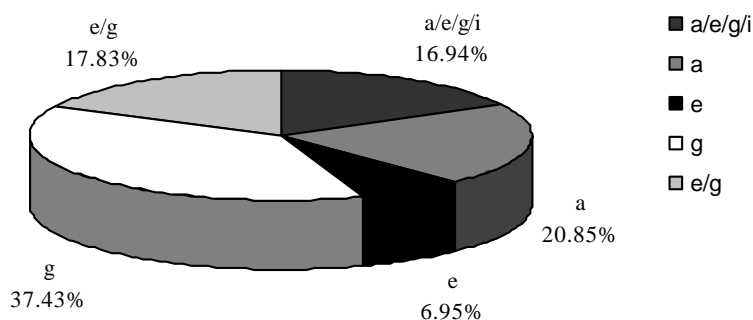
Las principales causas son la insuficiente protección de la cubierta vegetal, las condiciones de sequía que prevalecen en gran parte del año en la región y la destrucción de la estructura del suelo por uso excesivo de labores superficiales (rastras continuas). El mapa de suelos indica que la mayor parte de este proceso degradativo se produce en los Calcisoles, que concuerda con lo formulado por Carrillo (2002). El 26.48% se encuentra estable bajo influencia humana donde se realizan principalmente ganadería y actividades de PEMEX (Petróleos Mexicanos). Estas zonas son muy vulnerables a los pequeños cambios que ocasionan las actividades humanas y tienden a degradarse en corto tiempo.

Las unidades evaluadas mostraron diferentes niveles de degradación de sus suelos. En gran medida, 57.70% de la superficie, presentó degradación en forma moderada, fuerte en un 22.37% y ligeramente en un 19.93%, Esto reveló que hay una marcada reducción de la productividad agropecuaria que precisa obras de conservación para su recuperación.

Las factores causales sobresalientes son el sobre pastoreo (g) en un 37.43% y las prácticas agrícolas (a) con 20.85%. La sobreexplotación de la vegetación (e) como recolección de leña y producción de carbón también contribuyen en el proceso de degradación afectando el 6.95% del área.

Del mismo modo, las actividades industriales (i) de exploración y perforación de PEMEX generan deterioro, y su acción se encuentra combinada con la de los factores mencionados anteriormente afectando un 17% de la superficie evaluada.

En la Figura 6 se muestra la contribución de los factores antes mencionados y sus distintas combinaciones, que ejercen presiones sobre los suelos y ocasionan su degradación.



**Figura 6.** Factores causales de la degradación de suelos en la zona de estudio. a (Prácticas agrícolas), e (Sobreexplotación de la vegetación), g (sobre pastoreo), i (Actividades industriales).

Por último, la tasa de degradación del suelo, que indica la rapidez o velocidad de la degradación en los últimos 10 años o su tendencia, mostró que el 40% se encuentra en un proceso positivo, lo cual revela que está en aumento.

#### 4. CONCLUSIONES

El 74% del área de estudio presenta algún tipo de degradación. El resto se encuentra estable

bajo influencia humana. El tipo de degradación dominante es la erosión hídrica, le siguen la compactación y la erosión eólica. Los principales factores causativos de la degradación del suelo en la zona son principalmente el sobre pastoreo y las prácticas agrícolas inadecuadas. Cerca del 60% de las unidades evaluadas presentan un nivel moderado de degradación, pero la rapidez de



este proceso indica que se precisan obras de conservación para revertirlo.

## 5. LITERATURA CITADA

- Canarache, A. 1987. Romanian experience with land classification related to soil tillage. *Soil Tillage Research* 10: 39-54.
- Carrillo, O. 2002. Erosión eólica en distritos de riego y temporal del norte de Tamaulipas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México. 138 p.
- Espinosa, M.; Andrade, E.; Faz, A. & Muñoz, M. 2006. Preliminary Soil Characterization in Zone II, Burgos Basin, Mexico, as tool to establish agricultural, cattle and industrial activities impact. 2006. 5th International Congress Of European Society For Soil Conservation: Changing Soils in a Changing World: the Soils of Tomorrow. Palermo. Italia
- FAO-UNESCO. 1988. Soil Map Of World, Revised Legend. World Soil Resources Report 60, Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Roma. Italia. 119 p.
- INE. 2006. Términos de Referencia para el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos. Memoria Técnica. Instituto Nacional de Ecología. México.
- INEGI. 2001. Cuaderno Estadístico del Municipio de Reynosa. Gobierno del Estado de Tamaulipas y H. Ayuntamiento de Reynosa. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Lal, R. 1997. Degradation and resilience of soils. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 352 (1356): 997-1010.
- Lal, R.; May, G. F. and Miller, F. P. 1989. Soil degradation: Basic processes. *Land Degradation Rehabil.* 1: 51-69.
- López, R. 2002. Degradación del suelo. Causas, procesos, evaluación e investigación. Serie: Suelos y Clima. SC-75. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 280 p.
- NOM-021-RECNAT-2000. 2001. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. *Diario Oficial de la Federación*. México. 17 p.
- SEMARNAT-COLPOS. 2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250000. Memoria Nacional. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. México. 68 p.
- Van Lynden, G. W. and Oldeman, L. R. 1997. The Assessment of the Human – Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen. 41 p.

## CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FAUNA ORTHOPTERA (INSECTA) EN LA “SIERRA DE TAMAULIPAS”, MÉXICO

L. Barrientos-Lozano, J.B. Ramírez-Núñez, A.Y. Rocha-Sánchez, J.V. Horta-Vega & P. Almaguer-Sierra.

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil. No. 1301. Cd. Victoria, Tam. México. 87010. [ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com)

**RESUMEN.** La Sierra de Tamaulipas es un macizo montañoso ubicado en los límites del trópico de Cáncer, en el centro-sur del Estado de Tamaulipas, aislado de las llanuras tropicales por la elevación propia del terreno y del corredor Neártico por la ubicación geográfica y orientación del macizo; comprende los municipios de Abasolo, Aldama, González, Llera de Canales, Soto La Marina y Villa de Casas. El presente trabajo reporta 73 especies, distribuidas en 43 géneros y 13 subfamilias, las cuales representan solo una pequeña parte de la fauna Orthoptera de esta gran área natural. Se dan a conocer tres nuevas especies endémicas de la Sierra de Tamaulipas, dos pertenecen al género *Huastecacris* Fontana & Buzzetti y una al género *Dichopetala* Brunner von Wattenwyl. Se reportan dos nuevos registros para México: *Cyrtoxipha* sp. (Brunner von Wattenwyl, 1873) y *Phylloptera* (*Phylloptera*) sp. (Stål, 1874); y se describe a *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez-Núñez, 2013. En referencia a la diversidad el Índice de Simpson (D) fue de 0.1 y el Índice de Diversidad de Simpson fue de 0.9.

**PALABRAS CLAVE:** México, Tamaulipas, Biodiversidad, Orthoptera, *Dichopetala neomexicana* n. sp.

**ABSTRACT.** Sierra de Tamaulipas is a mountain range located on the edge of the Tropic of Cancer, south-central of the state of Tamaulipas, isolated from the tropical lowlands by the elevation of the land itself and from the Nearctic corridor by the geographic location and orientation of the mountain range. Sierra Tamaulipas includes part of the municipalities of Abasolo, Aldama, González, Llera de Canales, Soto la Marina and Villa de Casas. In the present work we report 73 species of Orthoptera, representing 43 genera and 13 subfamilies, which render only a small part of the Orthoptera fauna of this great natural area. Three new species endemic to Sierra Tamaulipas are reported, two of them belong to the genus *Huastecacris* Fontana & Buzzetti and one to the genus *Dichopetala* Brunner von Wattenwyl. Two new records are reported for Mexico: *Cyrtoxipha* sp., (Brunner von Wattenwyl, 1873) and *Phylloptera* (*Phylloptera*) sp., (Stål, 1874); and *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano and Ramírez-Núñez, 2013 is described. Simpson index (D) was estimated at 0.1 and Simpson's diversity index was 0.9.

**KEY WORDS:** Mexico, Tamaulipas, Biodiversity, Orthoptera, *Dichopetala neomexicana* n. sp.

### 1. INTRODUCCIÓN

La Sierra de Tamaulipas es un macizo montañoso ubicado en los límites del trópico de Cáncer, en el centro-sur del Estado de Tamaulipas, aislado de las llanuras tropicales por la elevación propia del terreno y del corredor Neártico por la ubicación geográfica y orientación del macizo; este macizo montañoso comprende los municipios de Abasolo, Aldama, González, Llera de Canales, Soto La Marina y Villa de Casas. En términos de paisaje, la Sierra de Tamaulipas es una isla de montaña que contiene especies de origen boreal junto

con elementos neo-tropicales y organismos adaptados a condiciones xéricas. La parte Norte está cubierta por Matorral Espinoso Tamaulipeco, las tierras bajas y ladera oriental con vegetación de tipo Selva Baja, las tierras bajas y ladera occidental por Selva Espinosa Baja, en la parte media y alta, por encima de los 600 msnm, dominan los bosques de encino y por encima de los 1,000 msnm los de pino-encino (CONANP, 2005). La Sierra de Tamaulipas es uno de los sitios con mayor capital natural de Tamaulipas y por ello la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) la reconoció

como una región prioritaria y definió una superficie de 340,000 hectáreas, sujetas a conservación. La compleja historia geológica, geomorfología, topografía y tenencia del suelo, junto con los fenómenos de insularidad y la fragmentación por cambio de uso del suelo, convirtieron a la sierra de Tamaulipas en un reto de manejo y uso ambiental.

El estudio de los ortópteros en esta área tiene gran relevancia, no solo por su diversidad, sino también porque una gran cantidad de especies se convierten en plagas agrícolas y forestales y algunas más son fuente de alimento. En un estudio preliminar sobre ortópteros de Tamaulipas se reportaron 152 especies agrupadas en 14 subfamilias (Barrientos Lozano, 2005). Para México Barrientos-Lozano (2004) enlistó 274 géneros y 920 especies; Fontana *et al.*, (2007) reportaron 250 géneros y 651 especies. Dado que se desconoce la diversidad de especies del orden Orthoptera en la Sierra de Tamaulipas, el presente trabajo tuvo por objetivo contribuir al conocimiento de la ortóptero-fauna, mediante el estudio de la diversidad y abundancia del grupo en esta Área Natural Protegida.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Colecta, preparación y determinación de insectos.

La Sierra de Tamaulipas se encuentra ubicada entre las coordenadas Lat. 23°00'20" a 23°55'40"N y Long. 98°03'38" a 98°39'18"O. La colecta de ortópteros se realizó entre los meses de Julio de 2009 a Abril de 2010. Se realizaron cinco muestreos abarcando tres de los seis municipios que comprende la Sierra de Tamaulipas; la recolecta se realizó en Selva Baja, Matorral Espinoso y Bosque de Encino-Pino. La técnica para la colecta diurna fue en forma manual por medio de red entomológica (Borror *et al.*, 2001), para la recolecta nocturna se utilizó trampa de luz blanca. Se trazaron cuadrantes de aproximadamente 50 x 50m y se muestreó por un mínimo de 2 horas. También se caminó sobre valles, cañones, laderas de la montaña y en varias ocasiones a orillas de caminos, estas caminatas fueron diurnas. Los ortópteros recolectados fueron eviscerados (Rosas-Costa, 1966) y preparados en laboratorio. Los datos de colecta fueron: fecha,

coordenadas, altitud, notas ecológicas. Para la toma de datos se usó un GPS marca Magellan explorist 100. Para la determinación y ubicación taxonómica del material recolectado se consultaron claves taxonómicas (Rehn & Hebard 1914, Otte 1981, Otte 1984, Otte 2007, Fontana & Buzzetti 2007, Barrientos *et al.*, 2009, Colección de Orthoptera en el Instituto Tecnológico de Cd. Victoria-ITCV, Eades *et al.*, OSSF2 online). El material recolectado fue determinado, etiquetado y depositado en la colección ortopterológica del ITCV. La abundancia y diversidad del grupo se estimó mediante el Índice de Simpson (D). Este índice describe la probabilidad de que un segundo individuo recolectado en un área de muestreo determinada pertenezca a la misma especie que el primero (D), así como la probabilidad de recolectar un individuo del grupo en estudio en una área de muestreo determinada (1-D); estos valores se estimaron siguiendo la metodología de Southwood (2000).

### 2.2. Descripción de *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez Núñez, 2013.

*Dichopetala neomexicana* n. sp., fue recolectada por primera vez en 2009 por Barrientos-Lozano *et al.* Subsecuentemente mencionada *in litteris* por Barrientos-Lozano *et al.* (2011, 2013). No obstante, la especie no fue descrita formalmente, por lo que **en el presente trabajo se hace la descripción formal**. De acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, 1999) artículo 22A.2.2, se asignó la fecha de publicación para citar esta especie: ***Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez Núñez, 2013.**

**Definición de caracteres. Machos.** *Longitud del cuerpo*: desde el fastigio del vértex al ápice del abdomen, incluyendo el plato subgenital. *Longitud del pronotum*: distancia, a lo largo de la línea media, entre el margen anterior y el posterior. *Longitud de las tegmina*: mayor distancia entre margen posterior del pronotum y margen posterior del tegmen, en vista dorsal. *Longitud fémur anterior*: distancia entre la base y el ápice del fémur, alineado al cuerpo del insecto. *Longitud fémur medio*: distancia entre la base y el ápice del fémur, alineado al cuerpo del insecto. *Longitud fémur posterior*: distancia

entre la base y el ápice del fémur, alineado al cuerpo del insecto. **Hembras.** *Longitud del cuerpo*, desde el fastigio del vértex al ápice del abdomen incluyendo los cercos, excluyendo ovipositor. *Longitud del pronotum*: distancia, a lo largo de la línea media, entre el margen anterior y el posterior. *Longitud de las tegmina, longitud fémures anterior, medio y posterior*: de igual manera que en los machos. *Ovipositor*: distancia entre la base y el ápice, en línea recta, en vista lateral. Espacio entre-tegmina: distancia entre tegmen, vista dorsal.

Figuras (1-12) y medidas fueron realizadas con un estero-microscopio marca Motic, Modelo 43-FBGG-C, 3.0 mp. Las medidas fueron realizadas a 10X; las figuras de los cercos a 20x y la genitalia interna a 40x.

### 2.3 Depósito de ejemplares tipo

*Dichopetala neomexicana* n. sp. ♂ Holotipo, ♀ alotipo y paratipos. L. Barrientos-Lozano collection-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (ITCV), Tamaulipas, México. (L. Barrientos-Lozano-ITCV).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 669 ejemplares, que representan 43 géneros y 73 especies (Tabla N° 1) agrupadas en 13 subfamilias: Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae, Melanoplinae, Oedipodinae, Ommatolampinae y Romaleinae (Acridoidea); Tetrigininae (Tetrigoidea); Gryllinae, Oecanthinae y Trigonidiinae (Grylloidea); Conocephalinae, Phaneropterinae y Listroscelinae (Tettigonioidea). De las 73 especies encontradas 69 fueron determinadas a nivel específico, tres a nivel de género y otra a nivel de subgénero. Se reportan tres nuevas especies endémicas para la Sierra de Tamaulipas, dos del género *Huastecacris* Fontana & Buzzetti 2007 y una del género *Dichopetala* Brunner von Wattenwyl, 1878, la cual se describe como *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez-Núñez, 2013. Se reportan dos nuevos registros para México: *Cyrtoxipha* sp. (Brunner von Wattenwyl, 1873), cuya distribución se conocía solo para el este de Estados Unidos, el Caribe y Parte de Brasil y *Phylloptera*

(*Phylloptera*) sp. (Stål, 1874) la cual solo se tenían registros para Brasil (Eades *et al.*, OSSF2/06-01-2010). La diversidad de géneros encontrados por subfamilia fue la siguiente: Gomphocerinae (9), Oedipodinae (8), Melanoplinae (8), Phaneropterinae (7), Conocephalinae (2), Romaleinae (2); para Cyrtacanthacridinae, Ommatolampinae, Tetrigininae, Gryllinae, Oecanthinae, Trigonidiinae y Listroscelinae un género, respectivamente. Las subfamilias con mayor diversidad de especies fueron: Melanoplinae (26), Phaneropterinae (10), Gomphocerinae (11), Oedipodinae (9); las subfamilias restantes presentaron un número mucho menor de especies como: Cyrtacanthacridinae (4), Conocephalinae (3), Romaleinae (3), Tetrigininae (2), Ommatolampinae (1), Gryllinae (1), Oecanthinae (1), Trigonidiinae (1) y Listroscelinae (1). Las especies más abundantes fueron *Phaedrotettix sabinito* Barrientos *et al.*, 2011 con 166 ejemplares y *Phaedrotettix blancae* Barrientos *et al.*, 2011 con 117.

Las subfamilias Melanoplinae, Gomphocerinae, Oedipodinae y Phaneropterinae presentaron la mayor diversidad. La gran riqueza específica de la subfamilia Melanoplinae en el noreste de México fue enfatizada por Barrientos *et al.*, (2009) en estudios previos sobre diversidad de ortópteros en el noreste de México. En el presente trabajo ésta subfamilia presentó la mayor riqueza, 26 especies, siendo la más importante en cuanto a diversidad en el área de estudio.

El índice de Simpson (D) se estimó en 0.1 y el Índice de Diversidad de Simpson (1-D) es de 0.9. En este Índice el 1 representa la diversidad más alta. Los resultados obtenidos concuerdan con los de Otte (2007) y Barrientos *et al.* (2009), quienes reportaron la abundancia y diversidad de Orthoptera en el noreste de México, particularmente de la subfamilia Melanoplinae.

### 3.1. Descripción de *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez-Núñez, 2013. (Figs. 1-16).

**Material tipo.** Holotipo ♂ y alotipo ♀. México, Tamaulipas, Rancho San José de las

Cañadas, Aldama, 325 m, Lat. 23°03'39.7"N, Long. 98°16'57.6"O, 22.VII.2009, Barrientos-Lozano L.

**Paratípos. Tamaulipas:** 1 ♂, mismos datos que el holotipo, col. L. Barrientos-Lozano-ITCV; 1 ♀, Carretera 70, Villa de Casas-Soto La Marina, km 74, 466 m, Lat. 23°34.316"N, Long. 98°30.917"O, 13.VIII.2009, Barrientos-Lozano L., Méndez-Gómez B.R. & Rocha-Sánchez A.Y., col. L. Barrientos-Lozano-ITCV; 2 ♂ y 1 ♀, El Puerto, Rancho El Picacho, Villa de Casas, 808 m, Lat. 23°24'48.91"N, Long. 98°32'05.96"O, 23.X.2009, Ramírez-Núñez J. B., col. L. Barrientos-Lozano-ITCV.

**Diagnosis.** Especie similar a *D. mexicana* Brunner von Wattenwyl, 1878. Sin embargo, puede diferenciarse fácilmente de ésta por los cercos de los machos que son basalmente mucho más robustos y el brazo axial de los mismos es más corto y curvado (Figs. 3-5); el segmento abdominal disto-dorsal presenta, hacia la parte media caudal, dos proyecciones sub cónicas distintivas (Fig.3). Las hembras pueden separarse por la placa subgenital que es transversal, pequeña, en forma digitiforme y los escleritos basales sub triangulares grandes y robustos (Figs. 10-11). Este conjunto de caracteres no es así en *D. mexicana*.

**Descripción de los machos (vivos).** Tamaño mediano, 12.5 mm (11.8-12.9), en comparación con otras especies del género. Cuerpo extendido, de color verde-amarillo, ojos prominentes, vértex y occipucio marrón claro; fastigium del vértex comprimido, de color marrón oscuro, casi tocando el fastigium facial que es triangular, en vista frontal; antenas de color marrón oscuro-negro con uniones de color blanco-crema, escapo amarillo-anaranjado, pedicelo de color marrón oscuro-negro. Pronoto marrón-rojizo, decididamente constreñido hacia la parte media, márgenes laterales y posterior de color marrón oscuro, una banda post-ocular blanca se extiende hasta los márgenes inferiores de tegminas y abdomen; surco pronotal típico en forma de U profunda sobre la metazona, márgenes anterior y posterior del disco pronotal emarginados, margen posterior de color marrón oscuro-negro; lóbulos laterales del pronoto ligeramente más anchos que profundos, margen posterior

emarginado y obtuso angulado, el margen cefálico-ventral casi en ángulo recto. Tegmina ligeramente más cortas que la longitud del pronotum, margen posterior redondeado, margen ventral blanco. Fémures con la parte proximal de color verde, enseguida naranja y distalmente, un quinto aproximadamente, de color marrón oscuro-negro; la parte proximal de la tibia color café oscuro-negro, la parte restante amarillo-naranja. Abdomen ventralmente color verde, dorsalmente color verde-olivo-amarillo, con dos bandas dorso-laterales color café, una a cada lado; segmento disto-dorsal transversal, posteriormente ligeramente emarginado, con dos proyecciones caudales sub cónicas aproximadamente en la parte media. Cercos falciformes (Figs. 3, 4, 5) basalmente robustos, enseguida se curvan hacia afuera, luego hacia adentro y se estrechan gradualmente hacia el ápice agudo. Placa subgenital (Fig. 4) dos veces más larga que ancha, con márgenes sub paralelos, distalmente emarginada en forma de U amplia. Genitalia interna como se muestra en las Figuras 6 y 7.

**Descripción de las hembras (vivas).**

Similares a los machos, pero más robustas. Tamaño mediano, 13.5 mm (13.4-13.7). Color general verde. Ojos prominentes, fastigium del vértex y vértex color verde, occipucio verdoso-marrón claro, antenas de color marrón oscuro-negro, con uniones de color blanco-crema, escapo y pedicelo amarillo-naranja. Pronoto marrón-rojizo dorsalmente, notablemente estrecho hacia la parte media, márgenes laterales y posterior café oscuro, banda post-ocular de color blanco, extendiéndose sobre el margen ventral de las tegmina y dorso-ventral en el abdomen. Tegmina (Fig. 9) sub-cuadradas, ligeramente separadas-espacio entre-tegmina 0.5 mm (0.3-0.6) alcanzando o ligeramente sobrepasando el margen posterior del metanoto, margen ventral blanco, seguido por una banda color marrón-rojizo, la parte dorsal restante de color verde. Ovipositor corto, 8.4 mm (7.9-8.7) y ligeramente curvado, los  $\frac{3}{4}$  proximales del margen dorsal con una banda de color marrón oscuro, distalmente verde, con 6-7 espinas bien espaciadas, margen distal ventral con 8-9 espinas curvas, cercos amarillo-crema. La placa subgenital (Figs. 10, 11, 12) representada por dos pequeñas proyecciones

transversales digitiformes, distalmente redondas; lóbulos del ovipositor (Fig. 11) sub trapezoidales; escleritos basales (Figs. 10-11) compuestos por dos estructuras sub-trianguulares robustas, basalmente muy amplias y distalmente con ápices agudos. Abdomen con puntos marrones visibles dorsal y ventralmente.

**Medidas (mm). Machos:** longitud del cuerpo, desde el vértex al final del abdomen, incluyendo el plato subgenital:  $12.5.2 \pm 0.5$  (11.8-12.9). Longitud del pronotum:  $2.6 \pm 0.2$  (2.5-2.9). Longitud de las tegmina:  $3.1 \pm 0.4$  (2.8-3.6). Fémur anterior:  $7.4 \pm 0.3$  (7.0-7.8). Fémur medio:  $7.9 \pm 0.5$  (7.4-8.4). Fémur posterior:  $17.2 \pm 0.7$  (16.7-18.1). **Hembras:** longitud del cuerpo, desde el vértex al final del abdomen, excluyendo ovipositor:  $13.5 \pm 0.1$  (13.4-13.7). Longitud del pronotum:  $3.3 \pm 0.3$  (3.1-3.7). Longitud de las tegmina:  $0.9 \pm 0.1$  (0.8-1.1). Fémur anterior:  $8.3 \pm 0.4$  (8.0-8.8). Fémur medio:  $9.0 \pm 0.5$  (8.4-9.5). Fémur posterior:  $19.8 \pm 1.2$  (18.8-21.1). Ovipositor:  $8.4 \pm 0.4$  (7.9-8.7). Espacio entre-tegmina:  $0.5 \pm 0.1$  (0.3-0.6).

**Distribución (Fig. 14).** Especie recolectada en el sur del Estado de Tamaulipas, en tres localidades: Rancho San José de las Cañadas, municipio de Aldama; Carretera 70, Villa de Casas-Soto La Marina y Rancho El Picacho, municipio de Villa de Casas. Rango elevacional: 325 a 808 m.s.n.m.

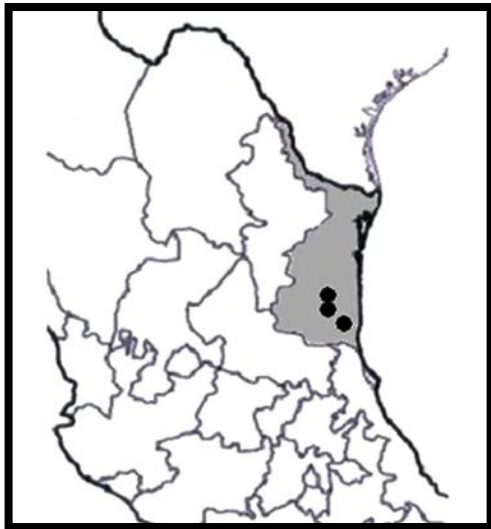


Figura 14. Distribución de *Dichopetala neomexicana* n. sp.

**Hábitat (Figs. 15-16).** Recolectada en selva baja, sobre plantas herbáceas, especies dominantes: *Ambrosia cordifolia*, *Eupatorium* sp., *Helianthus annuus* (Asteraceae); *Agave* sp. (Agavaceae); *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae); *Opuntia* sp. (Cactaceae); *Ipomoea* sp. (Convolvulaceae); *Cordia* sp. (Boraginaceae); *Centrosema molle*, *Pithecellobium* sp. (Fabaceae); *Pennisetum ciliare*, *Paspalum* sp., *Setaria* sp. (Poaceae).

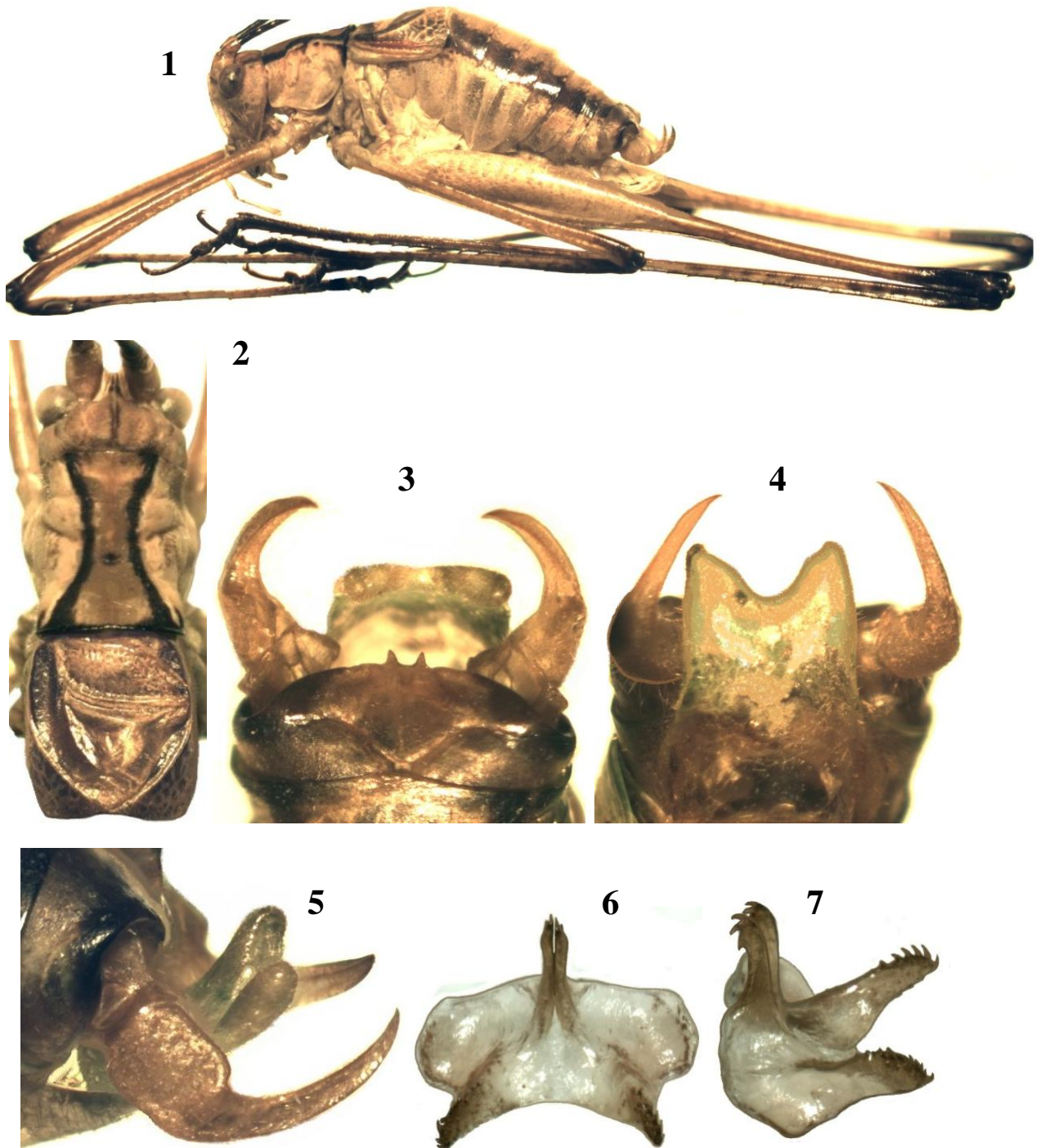
**Etimología.** El nombre de esta especie, “*neomexicana*”, es en referencia al parecido que tiene a primera vista con *D. mexicana* Brunner von Wattenwyl.



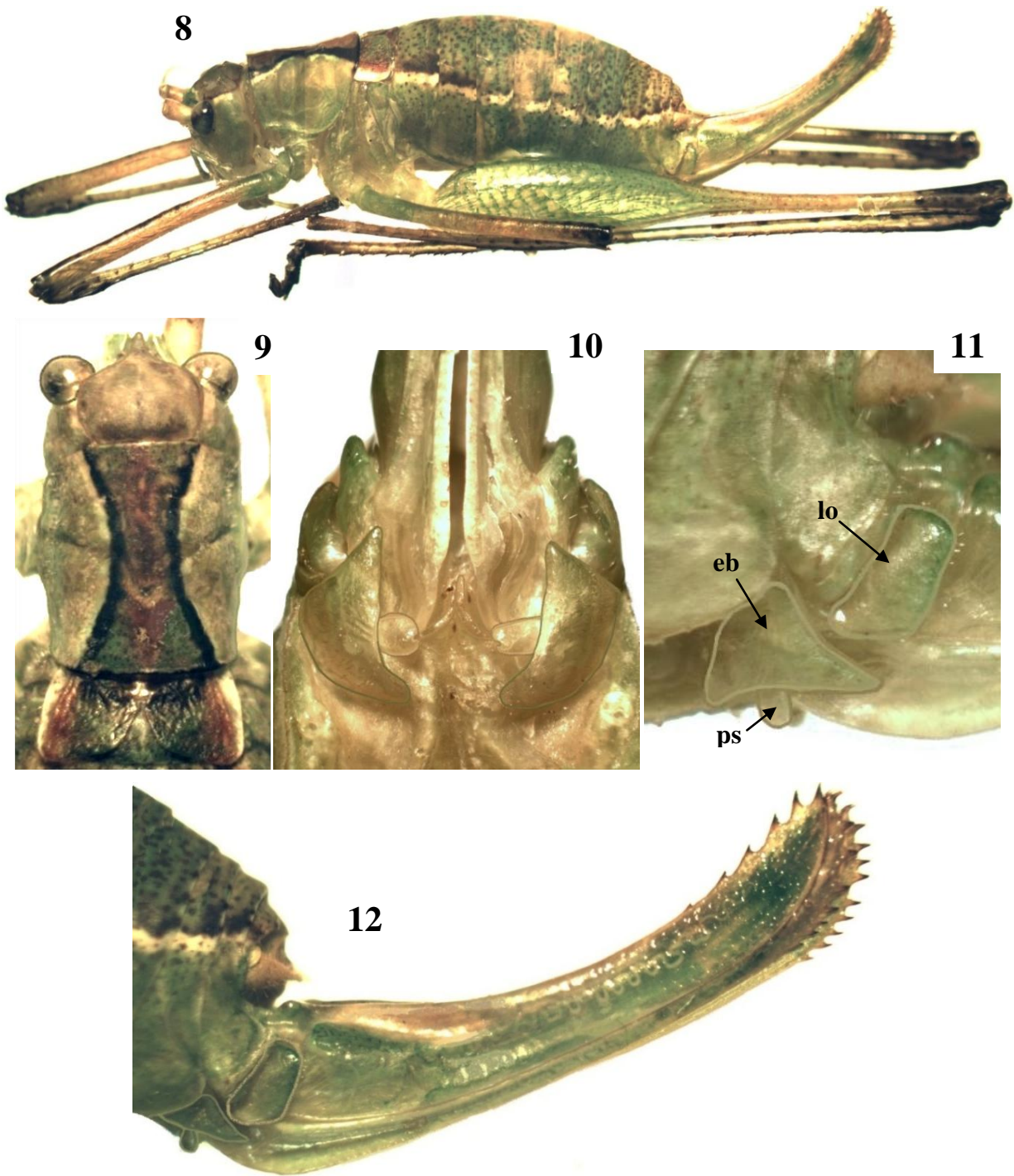
Figura 15. Hábitat de *Dichopetala neomexicana* n. sp. Rancho San José de las Cañadas, municipio de Aldama, Tam. México.



Figura 16. Hábitat de *Dichopetala neomexicana* n. sp. Rancho El Picacho, municipio de Villa de Casas, Tam. México.



**Figuras 1-7. *Dichopetala neomexicana* n. sp., macho.** Habitus (1); pronotum en vista dorsal (2); ápice del abdomen en vista dorsal (3); plato subgenital en vista ventral (4); cerco izquierdo en vista lateral (5); genitalia interna en vista dorsal (6) y en vista lateral (7).



**Figuras 8-12.** *Dichopetala neomexicana* n. sp., hembra. Habitus (8), pronotum en vista dorsal (9); plato subgenital y escleritos basales en vista ventral (10), lóbulo del ovipositor (lo), escleritos basales (eb) y plato subgenital (ps) en vista lateral (11); ovipositor en vista lateral izquierda (12).





**Figura 13.** *Dichopetala neomexicana* n. sp., macho (arriba) y hembra (abajo) en condiciones naturales.

#### 4. CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye al conocimiento de la diversidad y abundancia del orden Orthoptera en México, especialmente en el Estado de Tamaulipas, reportándose 73 especies, de las cuales tres son nuevas especies. Se describe *Dichopetala neomexicana* n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez-Núñez, 2013 y se reportan dos nuevos registros para México: *Cyrtoxipha* (Brunner von Wattenwyl, 1873 y *Phylloptera* (*Phylloptera*) (Stål, 1874). Estos resultados son preliminares, el Área Natural Protegida “Sierra de Tamaulipas” posee una gran diversidad, por lo que debe ser estudiada en forma más amplia.

#### 5. LITERATURA CITADA

- Barrientos-Lozano, L. 2004. Orthoptera. En: Lorente Bousquets *et al.* (eds). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen IV. Facultad de Ciencias, UNAM-CONABIO y BAYER. México
- Barrientos-Lozano, L. 2005. Orthoptera (Acridoidea y Tettigonioidae) del Estado de Tamaulipas, Noreste de México, 104-119. Biodiversidad Tamaulipeca Vol. 1. Dirección General de Educación Superior Tecnológica-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.
- Barrientos-Lozano, L., R. F. Medina & A. Y. Rocha-Sánchez. 2009. Contribution to Geographic distribution of some Mexican Melanoplinae and description of a new species. *Journal of Orthoptera Research*, 18: 37-50.
- Barrientos-Lozano L., J. B. Ramírez-Núñez, A. Y. Rocha-Sánchez y B. R. Méndez-Gómez. 2011. Abundancia y Diversidad de Orthoptera (Insecta) en la “Sierra de Tamaulipas”, México. *Entomología Mexicana*, Vol. 10: 756-760. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Barrientos-Lozano, L. A.Y Rocha-Sánchez, F. M. Buzzetti, B. R. Méndez-Gómez, J. V. Horta-Vega. 2013. Saltamontes y Esperanzas del Noreste de México (Insecta: Orthoptera). Guía Ilustrada. Editorial Miguel Ángel Porrúa. 388pp.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, N. F. Johnson. 2001. *Insects*. Houghton Mifflin Company. Boston New York. E.U.A. 864 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera “Sierra de Tamaulipas”. México, D.F. 89pp.
- Eades, D.C., Otte, D., Cigliano, M.M. & Braun, H. (2010) *Orthoptera Species File Online*. Version 2.0/4.1. 15/01/2010. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>
- Fontana P. & Buzzetti, F.M. 2007. New or little known Mexican Melanoplinae (Orthoptera: Acrididae). *Atti Acc. Rov. Agiati*, a. 257: 2007, ser. VIII, vol. VII, B: 73-130. Accademia Roveretana Degli Agiati. Italy.
- International Code of Zoological Nomenclature (ICZN). 1999. Fourth Edition. The International Trust for Zoological Nomenclature. The Natural History Museum-Cromwell Road-London SW7 5BD. UK.
- Otte D. 1981. *The North American Grasshoppers*, Vol. 1. Harvard University Press. Cambridge. 275pp.
- Otte D. 1984. *The North American Grasshoppers*, Vol. 2. Harvard University Press. Cambridge. 366pp.
- Otte, D. 2007. *Mexitettix* and *Mexacris*, two new genera of grasshoppers from eastern Mexico (Acrididae: Melanoplinae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, Vol. 156: 305-340.
- Rehn, J.A.G. y M. Hebard. 1914. A study of the species of the genus *Dichopetala* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, Vol. LXVI: 64-160.
- Rosas-Costa J.A. 1966. Preparación de Acridoidea y Tettigonioidae. *Geotrópica* Vol. 12 N.39.
- Southwood, T.R.E. 2000. *Ecological Methods*. Third Edition. Chapman and Hall, U.K. 523 pp.

**Tabla No. 1.** Abundancia y diversidad de Orthoptera en la Sierra de Tamaulipas, México.

| Subfamilia                                            | Nombre de las especies                                                        | Número de ejemplares | n(n - 1) | NE/N R |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|--------|
| <b>Cyrtacanthacridinae</b>                            | <i>Schistocerca damnifica</i> (Saussure, 1861)                                | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Schistocerca pallens</i> (Thunberg, 1815)                                  | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Schistocerca nitens nitens</i> (Thunberg, 1815)                            | 5                    | 20       |        |
|                                                       | <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> (Walker, 1870)                      | 1                    | 0        |        |
| <b>Gomphocerinae</b>                                  | <i>Achurum minimipenne</i> (Caudell, 1904)                                    | 7                    | 42       |        |
|                                                       | <i>Amblytropidia elongata</i> (Bruner, 1904)                                  | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Boopedon gracile</i> Rehn, 1904                                            | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Boopedon nubilum</i> (Say, 1825)                                           | 20                   | 380      |        |
|                                                       | <i>Cibolacris parviceps</i> (Walker, 1870)                                    | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Dichromorpha viridis</i> (Scudder, 1862)                                   | 14                   | 182      |        |
|                                                       | <i>Mermiria bivittata</i> (Serville, 1838)                                    | 24                   | 552      |        |
|                                                       | <i>Orphulella punctata</i> (De Geer, 1773)                                    | 22                   | 462      |        |
|                                                       | <i>Rhammatocerus viatorius viatorius</i> (Saussure, 1861)                     | 14                   | 182      |        |
|                                                       | <i>Syrbula admirabilis</i> (Uhler, 1900)                                      | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Syrbula montezuma</i> (Saussure, 1861)                                     | 4                    | 12       |        |
| <b>Melanopliinae</b>                                  | <i>Aidemona azteca</i> (Saussure, 1861)                                       | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Huastecacris fariensis</i> Barrientos-Lozano, Medina & Rocha-Sánchez, 2009 | 16                   | 240      |        |
|                                                       | <i>Huastecacris zenoni</i> Fontana & Buzzetti, 2007                           | 4                    | 12       |        |
|                                                       | <i>Huastecacris</i> n.sp.1                                                    | 1                    | 0        | NE     |
|                                                       | <i>Huastecacris</i> n.sp.2                                                    | 2                    | 2        | NE     |
|                                                       | <i>Melanoplus differentialis</i> (Thomas, 1865)                               | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Melanoplus femurrubrum</i> (De Geer, 1773)                                 | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Melanoplus sumichrasti sumichrasti</i> (Saussure, 1861)                    | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Necaxacris azura</i> Barrientos-Lozano, Rocha-Sánchez & Buzzetti, 2012     | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Necaxacris davidi</i> Barrientos-Lozano, Rocha-Sánchez & Buzzetti, 2012    | 21                   | 420      |        |
|                                                       | <i>Necaxacris afurculae</i> Barrientos-Lozano, Rocha-Sánchez & Buzzetti, 2012 | 17                   | 272      |        |
|                                                       | <i>Paraidemona cohni</i> Fontana & Buzzetti, 2007                             | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Phaedrotettix bistrigatus</i> (Scudder, 1897)                              | 25                   | 600      |        |
|                                                       | <i>Phaedrotettix blancae</i> Barrientos et al., 2011                          | 117                  | 13572    |        |
|                                                       | <i>Phaedrotettix sabinito</i> Barrientos et al., 2011                         | 166                  | 27390    |        |
|                                                       | <i>Phaedrotettix valgus</i> (Scudder, 1897)                                   | 2                    | 2        |        |
|                                                       | <i>Phaedrotettix violai</i> Fontana & Buzzetti, 2007                          | 1                    | 0        |        |
|                                                       | <i>Phaulotettix compressus</i> (Scudder, 1897)                                | 16                   | 240      |        |
|                                                       | <i>Phaulotettix opimus</i> Barrientos et al., 2011                            | 14                   | 182      |        |
|                                                       | <i>Phaulotettix adiaphoros</i> Barrientos et al., 2011                        | 1                    | 0        |        |
| <i>Phaulotettix ambrosius</i> Barrientos et al., 2011 | 2                                                                             | 2                    |          |        |

|                                           |                                                                               |                |              |    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|----|
|                                           | <i>Phaulotettix arcadius</i> Barrientos et al., 2011                          | 6              | 30           |    |
|                                           | <i>Phaulotettix flaccidus</i> Barrientos et al., 2011                         | 9              | 72           |    |
|                                           | <i>Phaulotettix affinis</i> Barrientos et al., 2011                           | 2              | 2            |    |
|                                           | <i>Phaulotettix adynatos</i> Barrientos et al., 2011                          | 2              | 2            |    |
|                                           | <i>Phoetaliotes nebrascensis</i> (Thomas, 1872)                               | 1              | 0            |    |
| <b>Oedipodinae</b>                        | <i>Arphia simplex</i> (Scudder, 1875)                                         | 7              | 42           |    |
|                                           | <i>Dissoisteira spurcata</i> Saussure, 1884                                   | 1              | 0            |    |
|                                           | <i>Encoptolophus subgracilis</i> (Caudell, 1903)                              | 1              | 0            |    |
|                                           | <i>Heliastus sumichrasti</i> (Saussure, 1861)                                 | 4              | 12           |    |
|                                           | <i>Lactista aztecus</i> (Saussure 1861)                                       | 3              | 6            |    |
|                                           | <i>Lactista punctata</i> (Stål, 1873)                                         | 8              | 56           |    |
|                                           | <i>Leuronotina orizabae</i> (Saussure, 1861)                                  | 3              | 6            |    |
|                                           | <i>Machaerocera mexicana</i> (Saussure, 1859)                                 | 5              | 20           |    |
|                                           | <i>Spharagemon cristatum</i> Scudder, 1875                                    | 1              | 0            |    |
| <b>Ommatolampinae</b>                     | <i>Vilerna pygmaea</i> (Saussure, 1861)                                       | 4              | 12           |    |
| <b>Romaleinae</b>                         | <i>Chromacris colorata</i> (Serville, 1838)                                   | 4              | 12           |    |
|                                           | <i>Chromacris speciosa</i> (Thunberg, 1824)                                   | 7              | 42           |    |
|                                           | <i>Taeniopoda tamaulipensis</i> (Rehn, 1904)                                  | 2              | 2            |    |
| <b>Tetriginae</b>                         | <i>Paratettix aztecus</i> (Saussure, 1861)                                    | 3              | 6            |    |
|                                           | <i>Paratettix schochi</i> (Bolívar, 1887)                                     | 3              | 6            |    |
| <b>Gryllinae</b>                          | <i>Gryllus assimilis assimilis</i> (Fabricius, 1775)                          | 4              | 12           |    |
| <b>Oecanthinae</b>                        | <i>Oecanthus varicornis</i> (Walker, 1869)                                    | 3              | 6            |    |
| <b>Trigonidiinae</b>                      | <i>Cyrtoxipha</i> sp. (Brunner von Wattenwyl, 1873)                           | 1              | 0            | NR |
| <b>Conocephalinae</b>                     | <i>Conocephalus (Xiphidion) ictus</i> (Scudder, 1875)                         | 7              | 42           |    |
|                                           | <i>Conocephalus magdalenae</i> Naskrecki, 2000                                | 2              | 2            |    |
|                                           | <i>Neoconocephalus triops</i> (Linnaeus, 1758)                                | 8              | 56           |    |
| <b>Phaneroptherinae</b>                   | <i>Pyrgocorypha uncinata</i> (Harris, 1841)                                   | 1              | 0            |    |
|                                           | <i>Amblycorypha huasteca</i> (Saussure, 1859)                                 | 3              | 6            |    |
|                                           | <i>Dichopetala castanea</i> Rehn & Hebard, 1914                               | 11             | 110          |    |
|                                           | <i>Dichopetala pollicifera</i> (Rehn & Hebard, 1914)                          | 6              | 30           |    |
|                                           | <i>Dichopetala neomexicana</i> n. sp. Barrientos-Lozano y Ramírez-Núñez, 2013 | 4              | 12           | NE |
|                                           | <i>Phylloptera (Phylloptera)</i> sp. (Stål, 1874)                             | 1              | 0            | NR |
|                                           | <i>Philophyllia guttulata</i> (Stål, 1873)                                    | 1              | 0            |    |
|                                           | <i>Scudderia furcata</i> (Brunner von Wattenwyl, 1878)                        | 1              | 0            |    |
|                                           | <i>Scudderia mexicana</i> (Saussure, 1861)                                    | 2              | 2            |    |
|                                           | <i>Stilpnochloa azteca</i> (Saussure, 1859)                                   | 2              | 2            |    |
| <b>Litroscelidinae</b>                    | <i>Neobarrettia spinosa</i> (Caudell, 1907)                                   | 2              | 2            |    |
|                                           | <b>Total (N); <math>\sum n(n-1)</math></b>                                    | <b>669</b>     | <b>45388</b> |    |
| <b>D= <math>\sum n(n-1)/N(N-1)</math></b> | <b>N(N-1); D=0.1; 1-D= 0.9</b>                                                | <b>446,892</b> |              |    |

NE: Nueva especie, NR: Nuevo registro

## FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES EN ARMADURAS ISOSTÁTICAS DE CUERDAS PARALELAS

A. Zambrano-Santacruz & C. Jiménez-Ybarra

*Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto Tecnológico de Matamoros*  
[agzambrano@prodigy.net.mx](mailto:agzambrano@prodigy.net.mx), [cjimenez61@hotmail.com](mailto:cjimenez61@hotmail.com)

**RESUMEN:** Las armaduras isostáticas de cuerdas paralelas son ampliamente utilizadas en la construcción de edificios comerciales e industriales de grandes claros. En este artículo se deducen fórmulas directas para el cálculo de las deflexiones máximas de varios tipos de estas armaduras. Este procedimiento se basa en el método de la carga unitaria y en las fórmulas para las fuerzas internas obtenidas en una investigación anterior. Luego se presentan ejemplos donde se comprueban los resultados utilizando el programa de computadora RISA-2D educacional. Finalmente se presentan conclusiones acerca de obtener más fórmulas para otros tipos de armaduras.

**PALABRAS CLAVE:** carga unitaria, cuerdas, diagonales, verticales.

**ABSTRACT:** The statically determined trusses of parallel-chords are very used in commercial and industrial buildings of large spans. In this paper direct formulas are derived for the calculations of maximum deflections of several types of those trusses. This procedure is based on the unit load method and on the formulas for internal forces obtained in a former research. Then, examples are presented and are tested the results using the educational software RISA-2D. Finally, conclusions are presented to obtain more formulas for other types of trusses.

**KEY WORDS:** unit load, chords, diagonals, verticals.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las armaduras isostáticas de cuerdas paralelas son muy utilizadas actualmente la construcción en edificios industriales y comerciales debido a su eficiencia para cubrir grandes claros con elementos relativamente ligeros. Estas armaduras, debidas a sus grandes claros, requieren de revisar las deflexiones porque pueden controlar el diseño.

Existen dos métodos fundamentales para el cálculo de estas deflexiones: el primer teorema de Castigliano y el método de la carga unitaria. Estos métodos se estudian en los textos básicos de análisis estructural (Hibbeler, 2012), (McCormac, 2010), Kassimali (2011), Norris (1977), Karnovsky (2010), pero estos métodos son muy laboriosos para usarse en la práctica.

El método de Castigliano requiere que se aplique una carga ficticia  $P$  y luego se resuelva un problema algebraico estáticamente determinado. Por otra parte, el método de la carga unitaria requiere que se resuelvan dos armaduras; una con las cargas reales y otra con una carga unitaria y luego combinar los resultados en una fórmula definida. Ambos métodos son muy laboriosos y propensos a

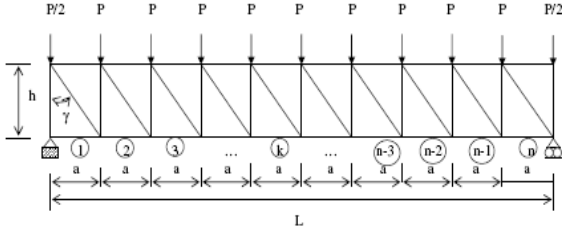
errores. Este problema también se puede resolver utilizando programas de computadora, sin embargo, estos programas son costosos, los cuales requieren de pagar un mantenimiento y de equipo igualmente costoso. Una forma alternativa presentada en este trabajo es desarrollar unas fórmulas directas para el cálculo de la deflexión máxima de algunos tipos de armaduras isostáticas más utilizadas. La derivación de estas fórmulas se obtiene utilizando las fórmulas obtenidas para las fuerzas internas deducidas en un trabajo anterior (Zambrano, 2012), luego, deducir nuevas fórmulas para las fuerzas internas debidas a una carga unitaria y luego aplicar el método de la carga unitaria para determinar la deflexión máxima.

Estas fórmulas son de fácil aplicación manual para los tipos de armaduras seleccionados y constituyen una alternativa a los laboriosos métodos clásicos y a los costosos programas de computadora. El análisis utilizado en por estas fórmulas es un análisis elástico lineal de primer orden, por lo que solamente puede utilizarse en el rango elástico de los materiales. Sin embargo, algunos Reglamentos de diseño permiten un análisis elástico con cargas factorizadas (ACI, 2011), (AISC, 2010).

## 2. MÉTODO

### 2.1. Geometría y sistema de carga

Las armaduras que se van a considerar como regulares son aquellas con carga uniforme en los nodos y de elementos verticales igualmente espaciados (Fig. 1).



**Figura 1.** Sistema regular de cargas y geometría

### 2.2. Supuestos básicos

- (1) Todos los elementos verticales están igualmente espaciados.
- (2) Todas las cargas son verticales aplicadas en los nodos de la cuerda superior.
- (3) Todas las cargas de los nodos interiores son de magnitud  $P$  y las extremas de magnitud  $P/2$ .
- (4) El peralte de la armadura es constante.
- (5) La armadura está simplemente apoyada.

### 2.3. Definiciones y notación

Un *tablero* es una región de la armadura encerrada entre dos elementos verticales consecutivos.

El *índice del tablero* es el número que le corresponde de izquierda a derecha (ver Fig. 1).

Un tablero cualquiera se indicará por el índice ' $k$ '. (Fig. 2).

La fuerza interna debida a la carga real en la cuerda superior correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $Fcs(k)$ .

La fuerza interna debida a la carga virtual unitaria en la cuerda superior correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $fcs(k)$ .

La fuerza interna debida a la carga real en la cuerda inferior correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $Fci(k)$ .

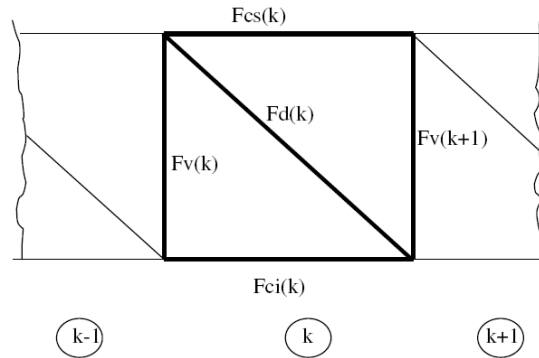
La fuerza interna debida a la carga virtual unitaria en la cuerda inferior correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $fci(k)$ .

La fuerza interna debida a la carga real en el elemento diagonal correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $Fd(k)$ .

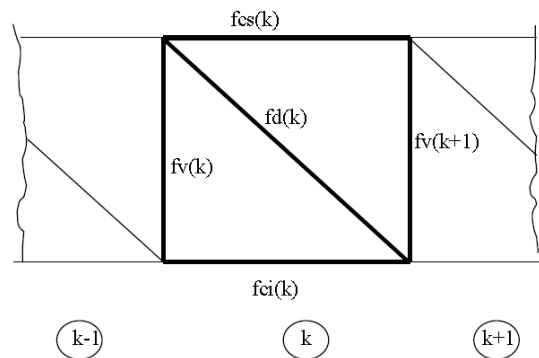
La fuerza interna debida a la carga virtual unitaria en el elemento diagonal correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $fd(k)$ .

La fuerza interna debida a la carga real en el elemento vertical correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $Fv(k)$ .

La fuerza interna debida a la carga virtual unitaria en el elemento vertical correspondiente al tablero  $k$  se denotará por  $fv(k)$ .



**Figura 2.** Fuerzas internas en un tablero de armadura debido a la carga real.



**Figura 3.** Fuerzas internas en un tablero de armadura debido a la carga virtual unitaria.

## 2.4. Criterio de signos

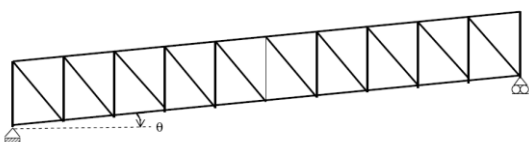
Las fuerzas internas de tensión se considerarán positivas y las fuerzas de compresión de considerarán negativas (Fig. 3).



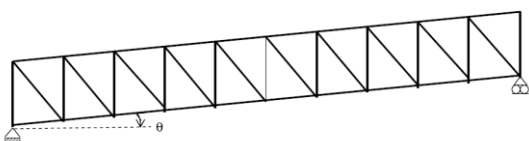
**Figura 4.** Criterio de signos para las fuerzas internas.

## 2.5. Tipos de armaduras

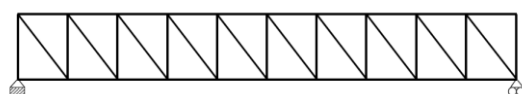
Se definieron seis tipos de armaduras que se muestran en las figuras siguientes.



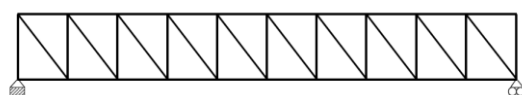
**Figura 5.** Armadura tipo I-A. Asimétrica inclinada con numero par de tableros.



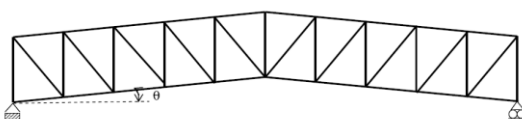
**Figura 6.** Armadura tipo I-B. Asimétrica inclinada con número impar de tableros.



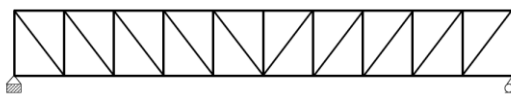
**Figura 7.** Armadura tipo II-A. Asimétrica horizontal con numero par de tableros.



**Figura 8.** Armadura tipo II-B. Asimétrica horizontal con número impar de tableros.



**Figura 9.** Armadura tipo III. Simétrica de dos aguas.



**Figura 10.** Armadura Tipo IV. Simétrica horizontal.

## 2.6. Deducción de fórmulas

Se presentara únicamente la deducción de las fórmulas de la armadura tipo I-A (Fig 5). El método de deducción es similar para el resto de los diferentes tipos de armaduras.

Las fuerzas internas en la armadura tipo I-A debidas a la carga real están dadas en la tabla 1.1.

TABLA 1.1. FUERZAS INTERNAS REALES PARA ARMADURA TIPO I-A

| Miembro              | Fórmula                                                          | Rango                                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Cuerda superior      | $-\alpha k(n-k)$                                                 | $k=1, 2, 3, \dots, n$                  |
| Cuerda inferior      | $\alpha(k-1)(n+1-k)$                                             | $k=1, 2, 3, \dots, n$                  |
| Elementos diagonales | $\beta(n+1-2k)$                                                  | $k=1, 2, 3, \dots, n$                  |
| Elementos verticales | $-\frac{1}{2}(nP)$<br>$-\frac{1}{2}P(n+3-2k)$<br>$-\frac{1}{2}P$ | $k=1$<br>$k=2, 3, \dots, n$<br>$k=n+1$ |

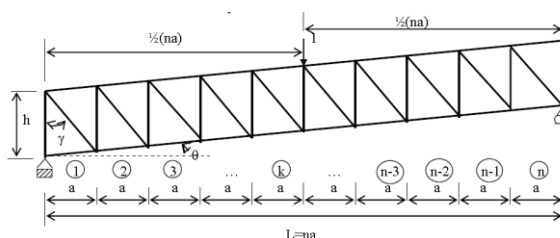
Donde:

$$\alpha = P*a/(2*h*cos\theta)$$

$$\beta = P*a/(2*h*sen\gamma)$$

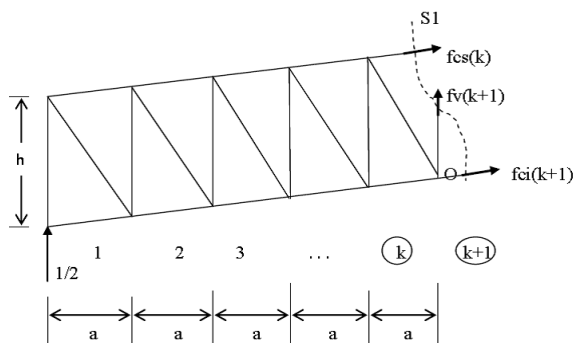
$$\gamma = \tan^{-1}[a/(h - a*tan\theta)]$$

Consideremos la armadura tipo I-A sujeta a una carga virtual unitaria en el nodo central como se muestra en la figura 11.



**Figura 11.** Armadura tipo I-A con carga virtual unitaria en el nodo central

Cortemos una sección S1 a través de los tableros  $k$  y  $k+1$ , a la izquierda de la carga virtual como se ve en la figura 12.



**Figura 12.** Diagrama de cuerpo libre de sección S1.

Por equilibrio de momentos en el punto O tenemos:

$$(1/2)*(k a) + fcs(k)*h \cos\theta = 0$$

$$\Rightarrow fcs(k) = - \frac{k a}{2 * h \cos\theta}$$

Si definimos la constante

$$\alpha_1 = \frac{a}{2 * h \cos\theta}$$

Entonces, se obtiene

$$\boxed{fcs(k) = - \alpha_1 * k} \quad (1 \leq k \leq n/2)$$

Por equilibrio de fuerzas verticales,

$$1/2 + fv(k+1) + fcs(k) \sin\theta + fci(k+1) \sin\theta = 0$$

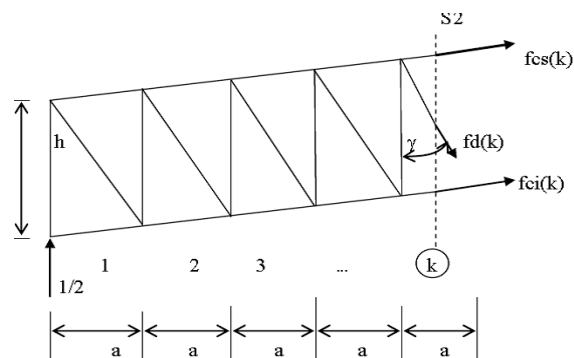
Pero,

$$fci(k+1) = - fcs(k)$$

Entonces:

$$\Rightarrow \boxed{fv(k) = - \frac{1}{2}} \quad (1 \leq k \leq n/2)$$

Consideremos ahora una sección S2 a la izquierda de la carga virtual como se muestra en la figura 13.



**Figura 13.** Diagrama de cuerpo libre de la sección S2.

Por equilibrio horizontal se tiene,

$$fcs(k) \cos\theta + fci(k) \cos\theta + fd(k) \sin\gamma = 0$$

$$fd(k) \sin\gamma = -fcs(k) \cos\theta - fci(k) \cos\theta$$

$$fd(k) \sin\gamma = [-fcs(k) - fci(k)] \cos\theta$$

$$fd(k) \sin\gamma = \frac{k a}{2h} - \frac{(k-1) a}{2h} = \frac{a}{2h} (k - k + 1)$$

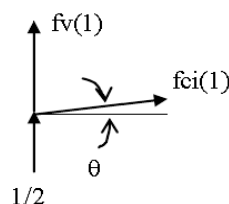
$$fd(k) = \frac{a}{2h \sin\gamma}$$

Si se define la constante

$$\beta_1 = \frac{a}{2 * h * \sin\gamma}$$

$$\Rightarrow \boxed{fd(k) = \beta_1} \quad (1 \leq k \leq n/2)$$

La fuerza interna vertical inicial se obtiene del equilibrio del nodo siguiente



Por equilibrio horizontal

$$fci(1) \cos\theta = 0$$

$$\therefore fci(1) = 0$$

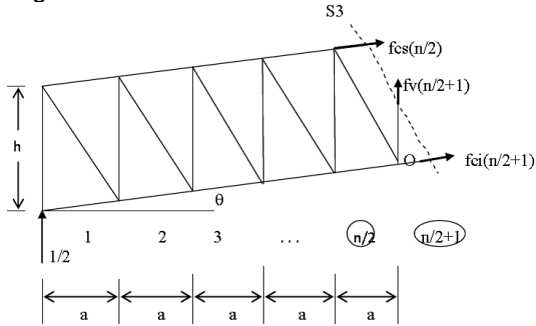


Por equilibrio vertical

$$\frac{1}{2} + f_v(1) = 0$$

$$\Rightarrow f_v(1) = -1/2$$

Ahora se considera la sección S3 mostrada en la figura 14



**Figura 14.** Diagrama de cuerpo libre de la sección S3.

Por equilibrio vertical

$$1/2 + f_{cs}(n/2) \cos \theta + f_{ci}(n/2+1) \cos \theta + f_v(n/2+1) = 0$$

Pero

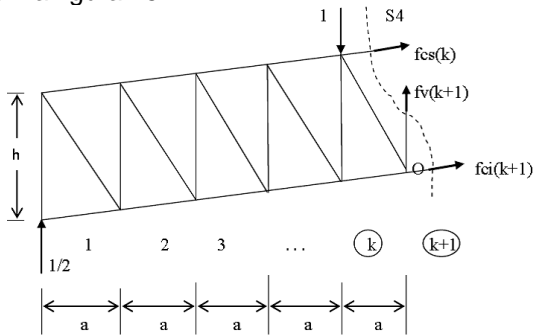
$$f_{ci}(n/2+1) = f_{cs}(n/2)$$

Entonces

$$1/2 + f_v(n/2+1) = 0$$

$$\Rightarrow f_v(n/2+1) = -1/2$$

Ahora se va a considerar la mitad derecha de la armadura con la sección S4 como se muestra en la figura 15



**Figura 15.** Diagrama de cuerpo libre de la sección S4.

Por equilibrio de momentos respecto al punto O se tiene

$$(1/2) * (k a) + f_{cs}(k) * h \cos \theta - 1 (ka - na/2) = 0$$

$$f_{cs}(k) * h \cos \theta = ka - ka/2 - na/2 = ka/2 - na/2 = - (n - k)a$$

$$\Rightarrow f_{cs}(k) = - \frac{(n - k) a}{2 * h \cos \theta}$$

Por lo tanto

$$f_{cs}(k) = - \alpha_1 (n - k) \quad (n/2+1 \leq k \leq n)$$

Por equilibrio horizontal,

$$f_{cs}(k) \cos \theta + f_{ci}(k+1) \cos \theta = 0$$

De donde se obtiene,

$$f_{ci}(k+1) = - f_{cs}(k)$$

En forma equivalente

$$f_{ci}(k) = - f_{cs}(k-1)$$

$$\Rightarrow f_{ci}(k) = \frac{(n - k + 1) a}{2 * h \cos \theta}$$

Por lo tanto

$$f_{ci}(k) = \alpha_1 (n + 1 - k) \quad (n/2+1 \leq k \leq n)$$

Por equilibrio vertical, se tiene

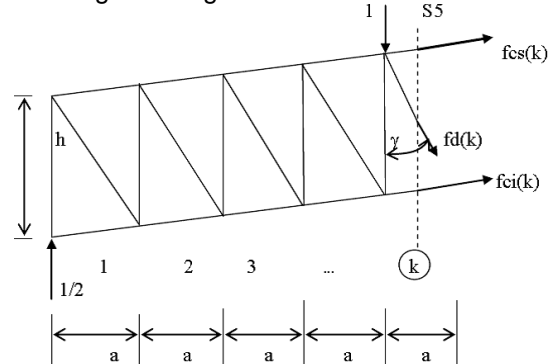
$$1/2 + f_v(k+1) + f_{cs}(k) \sin \theta + f_{ci}(k+1) \sin \theta = 0$$

Pero

$$f_{ci}(k+1) = - f_{cs}(k)$$

$$\Rightarrow f_v(k) = - \frac{1}{2} \quad (n/2+1 \leq k \leq n)$$

Consideremos ahora una sección S5 a la derecha de la carga virtual, como se muestra en la siguiente figura



**Figura 16.** Diagrama de cuerpo libre de sección S5.

Por equilibrio horizontal,

$$fcs(k) \cos \theta + fci(k) \cos \theta + fd(k) \sin \gamma = 0$$

$$fd(k) \sin \gamma = -fcs(k) \cos \theta - fci(k) \cos \theta$$

$$fd(k) \sin \gamma = [-fcs(k) - fci(k)] \cos \theta$$

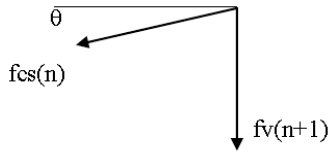
$$fd(k) \sin \gamma = \frac{(n-k) a}{2h} - \frac{(n-k+1) a}{2h} = \frac{a}{2h} (n-k-n+k-1)$$

$$fd(k) = - \frac{a}{2h \sin \gamma}$$

Por lo tanto

$$fd(k) = -\beta_1 \quad (n/2+1 \leq k \leq n)$$

La fuerza interna en el miembro vertical final se obtiene del equilibrio del nodo final



Por equilibrio horizontal

$$fcs(n) \cos \theta = 0$$

$$\therefore fcs(n) = 0$$

Por equilibrio vertical

$$-fv(n+1) = 0$$

$$\Rightarrow fv(n+1) = 0$$

Se resumen todas las fuerzas internas virtuales obtenidas en la tabla siguiente

TABLA 1.2a. FUERZAS INTERNAS VIRTUALES PARA ARMADURA TIPO I-A

| Miembro              | Fórmula                                | Rango                                                             |
|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Cuerda superior      | $-\alpha_1 k$<br>$-\alpha_1 (n-k)$     | $k = 1, 2, 3, \dots, n/2$<br>$k = n/2+1, \dots, n$                |
| Cuerda inferior      | $\alpha_1 (k-1)$<br>$\alpha_1 (n+1-k)$ | $k = 1, 2, 3, \dots, n/2$<br>$k = n/2+1, \dots, n$                |
| Elementos diagonales | $\beta_1$<br>$-\beta_1$                | $k = 1, 2, 3, \dots, n/2$<br>$k = n/2+1, \dots, n$                |
| Elementos verticales | $-1/2$<br>$1/2$<br>$0$                 | $k = 1, 2, 3, \dots, n/2+1$<br>$k = n/2+2, \dots, n$<br>$k = n+1$ |

Donde:

$$\alpha_1 = \frac{a}{2 \cdot h \cdot \cos \theta}$$

$$\beta_1 = \frac{a}{2 \cdot h \cdot \sin \gamma}$$

$$\gamma = \tan^{-1} \left( \frac{a}{h - a \cdot \tan \theta} \right)$$

La deflexión máxima se obtiene de una combinación de las fuerzas internas de las cargas reales y la carga unitaria, dada por la siguiente formula,

$$\Delta = \sum \frac{F_i f_i L_i}{A_i E_i}$$

Si todos los miembros son del mismo material, se puede escribir,

$$\Delta = \frac{1}{E} \sum \frac{F_i f_i L_i}{A_i}$$

Se puede descomponer la deflexión en las partes que aportan la cuerda superior, inferior, las diagonales y los elementos verticales. Entonces, queda:

$$\Delta = \Delta_{cs} + \Delta_{ci} + \Delta_d + \Delta_v$$

Donde:

$$\Delta_{cs} = \frac{1}{E} \sum \frac{F_{cs} f_{cs} L_{cs}}{A_{cs}}$$

$$\Delta_{ci} = \frac{1}{E} \sum \frac{F_{ci} f_{ci} L_{ci}}{A_{ci}}$$

$$\Delta_d = \frac{1}{E} \sum \frac{F_d f_d L_d}{A_d}$$

$$\Delta_v = \frac{1}{E} \sum \frac{F_v f_v L_v}{A_v}$$

Primero se va a determinar la deflexión debida a la deformación de la cuerda superior.

$$\Delta_{cs} = \frac{1}{E} \sum \frac{F_{cs} f_{cs} L_{cs}}{A_{cs}}$$

Sustituyendo las expresiones de la tabla 1.1 y 1.2a en la fórmula anterior, se obtiene:

$$\Delta_{cs} = \frac{L_{cs}}{A_{cs} E} \sum_{k=1}^{n/2} [-\alpha_1 k (n-k)] (-\alpha_1 k) + \frac{L_{cs}}{A_{cs} E} \sum_{k=n/2+1}^n [-\alpha_1 k (n-k)] [-\alpha_1 (n-k)]$$

Simplificando, queda:

$$\Delta_{cs} = \frac{\alpha \cdot \alpha_1 \cdot L_{cs}}{A_{cs} E} \left( n \sum_{k=1}^{n/2} k^2 - \sum_{k=1}^{n/2} k^3 + n^2 \sum_{k=n/2+1}^n k - 2n \sum_{k=n/2+1}^n k^2 + \sum_{k=n/2+1}^n k^3 \right)$$

Por otra parte, para cualquier función se cumple lo siguiente:

$$\sum_{k=n/2+1}^n g(k) = \sum_{k=1}^n g(k) - \sum_{k=1}^{n/2} g(k)$$

Entonces, queda:

$$\Delta_{cs} = \frac{\alpha \cdot \alpha_1 \cdot L_{cs}}{A_{cs} E} \left( n \sum_{k=1}^{n/2} k^2 - \sum_{k=1}^{n/2} k^3 + n^2 \sum_{k=1}^n k - n^2 \sum_{k=1}^{n/2} k - 2n \sum_{k=1}^{n/2} k^2 + 2n \sum_{k=1}^{n/2} k^3 - \sum_{k=1}^{n/2} k^3 \right)$$

Grupando términos, se obtiene:

$$\Delta_{cs} = \frac{\alpha \cdot \alpha_1 \cdot L_{cs}}{A_{cs} E} \left( 3n \sum_{k=1}^{n/2} k^2 - 2 \sum_{k=1}^{n/2} k^3 + n^2 \sum_{k=1}^n k - n^2 \sum_{k=1}^{n/2} k - 2n \sum_{k=1}^{n/2} k^2 + \sum_{k=1}^{n/2} k^3 \right)$$

Para evaluar las sumatorias se utilizan las siguientes fórmulas

$$\sum_{i=1}^n c = n \cdot c \quad (c = \text{constante})$$

$$\sum_{i=1}^n i = n \cdot (n+1) / 2$$

$$\sum_{i=1}^n i^2 = n \cdot (n+1) \cdot (2n+1) / 6$$

$$\sum_{i=1}^n i^3 = n^2 \cdot (n+1)^2 / 4$$

Entonces obtenemos

$$\Delta_{cs} = \frac{\alpha \cdot \alpha_1 \cdot L_{cs}}{A_{cs} E} \left[ 3n \cdot (n/2) \cdot (n/2+1) \cdot (n+1) / 6 - 2(n/2)^2 \cdot (n/2+1)^2 / 4 + n^2 \cdot n \cdot (n+1) / 2 - n^2 \cdot (n/2) \cdot (n/2+1) / 2 - 2 \cdot n \cdot (n+1) \cdot (n/2+1) / 6 + n^2 \cdot (n+1)^2 / 4 \right]$$

Simplificando la expresión anterior, queda

$$\Delta_{cs} = \frac{\alpha \cdot \alpha_1 \cdot L_{cs}}{A_{cs} E} \left( \frac{n^2 (5n^2 + 4)}{96} \right)$$

Sustituyendo lo siguiente

$$\alpha = \frac{P \cdot a}{2 \cdot h \cdot \cos \theta}, \quad \alpha_1 = \frac{a}{2 \cdot h \cdot \cos \theta}, \quad L_{cs} = \frac{a}{\cos \theta}$$

Se obtiene:

$$\Delta_{cs} = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2 (5n^2 + 4)}{384 \cdot h^2 \cdot A_{cs} E \cdot \cos^3 \theta}$$

Similarmemente, para la cuerda inferior se obtiene:

$$\Delta_{ci} = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2 (5n^2 + 4)}{384 \cdot h^2 \cdot A_{ci} E \cdot \cos^3 \theta}$$

Para las diagonales, la deflexión está dada por,

$$\Delta_d = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot A_d \cdot E \cdot \sin^3 \gamma}$$

Y, finalmente para los elementos verticales, la deflexión es:

$$\Delta_v = \frac{P \cdot h (n^2 + 2)}{8 \cdot A_v E}$$

Entonces, la deflexión total máxima está dada por,

$$\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2 (5n^2 + 4)}{192 \cdot h^2 \cdot A_{cs} E \cdot \cos^3 \theta} + \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot A_d \cdot E \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{P \cdot h (n^2 + 2)}{8 \cdot A_v E}$$

Simplificando la expresión anterior, queda:

$$\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{(5n^2 + 4)}{24 \cdot A_{cs} \cdot \cos^3 \theta} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3 (n^2 + 2)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} \right\}$$

Esta fórmula proporciona la deflexión máxima de la armadura tipo I-A.

Para verificarla, consideremos el siguiente ejemplo.

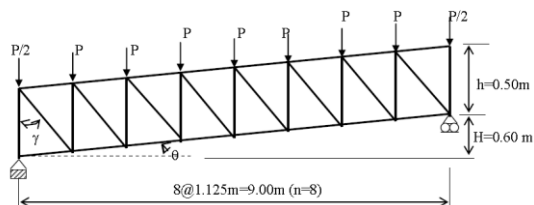


Figura 17. Ejemplo de armadura tipo I-A

Datos:

$P=0.684 \text{ ton}$ ,  $a=1.125 \text{ m}$ ,  $L=9.00 \text{ m}$   
 $A_c=8.39 \text{ cm}^2$ ,  $A_d=A_v=5.42 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Cálculos:

$$\theta = \tan^{-1}(H/L) = \tan^{-1}(0.60/9.00) = 3.814^\circ$$

$$\gamma = \tan^{-1}[a/(h - a \cdot \tan \theta)] =$$

$$\tan^{-1}[1.125/(0.50 - 1.125 \cdot \tan 3.814^\circ)] = 69.304^\circ$$

$$\frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} = \frac{(0.684 \times 1000)(1.125 \times 100)^3 (8)^2}{8(0.50 \times 100)^2 (2.1 \times 10^6)} = 1.484$$

$$\frac{5n^2 + 4}{5(8)^2 + 4} = \frac{1.620}{1} = 1.620$$

$$\frac{24 \cdot A_c \cdot \cos^3 \theta}{1} = \frac{24(8.39)[\cos^3(3.814)]}{1} = 0.225$$

$$\frac{A_d \cdot \sin^3 \gamma}{(5.42)[\sin^3(69.304)]} = 0.017$$

$$\frac{h^3(n^2 + 2)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} = \frac{(0.50 \times 100)^3 [(8)^2 + 2]}{(5.42)(1.125 \times 100)^3 (8)^2} = 0.017$$

La deflexión máxima en el centro de la armadura es

$$\Delta = 1.484(1.620 + 0.225 + 0.017) = \underline{2.763 \text{ cm}}$$

Si utilizamos el programa RISA-2D educacional, el modelo se muestra en las siguientes figuras

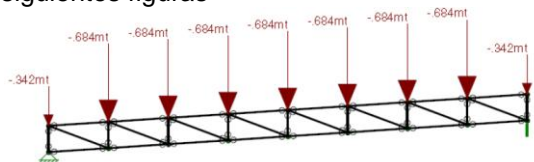


Figura 18(a). Modelo de carga de armadura I-A en programa RISA-2D Educacional

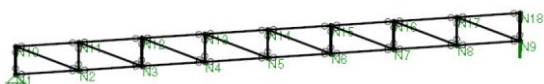


Figura 18(b). Numero de nodos en programa RISA-2D Educacional

Tabla de desplazamientos de los nodos

**Joint Displacements**

| Joint Label | X Translation (cm) | Y Translation (cm) | Rotation (radians) |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| N1          | 0                  | 0                  | 0                  |
| N2          | .073               | -1.09              | 0                  |
| N3          | .167               | -1.982             | 0                  |
| N4          | .265               | -2.561             | 0                  |
| N5          | .352               | -2.762             | 0                  |
| N6          | .418               | -2.561             | 0                  |
| N7          | .454               | -1.982             | 0                  |
| N8          | .454               | -1.091             | 0                  |
| N9          | .415               | 0                  | 0                  |
| N10         | .415               | -.012              | 0                  |
| N11         | .453               | -1.101             | 0                  |
| N12         | .453               | -1.989             | 0                  |
| N13         | .417               | -2.565             | 0                  |
| N14         | .351               | -2.763             | 0                  |
| N15         | .263               | -2.56              | 0                  |
| N16         | .165               | -1.978             | 0                  |
| N17         | .071               | -1.084             | 0                  |
| N18         | -.001              | -.002              | 0                  |

La deflexión vertical máxima ocurre en el nodo 14 y es igual a -2.763 cm. El signo negativo significa que es hacia abajo.

Las fórmulas para los restantes tipos de armaduras se deducen de forma similar. Se anexa un resumen de las fórmulas obtenidas para la deflexión máxima. Para comprobar las formulas se resuelve un ejemplo numérico para cada tipo de armadura con la fórmula y luego con el programa RISA-2D Educacional.

TABLA 1. FÓRMULAS PARA DEFLEXIONES MÁXIMAS EN ARMADURAS

| TIPO DE ARMADURA | FÓRMULA                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I-A              | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{(5n^2 + 4)}{24 \cdot A_c \cdot \cos^3 \theta} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3(n^2 + 2)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} \right\}$                           |
| I-B              | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2 (n^2 - 1)}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{(5n^2 + 3)}{24 \cdot A_c \cdot \cos^3 \theta} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3(n^2 + 5 - 2/n)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2 (n^2 - 1)} \right\}$ |
| II-A             | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{(5n^2 + 4)}{24 \cdot A_c} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3(n^2 + 2)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} \right\}$                                               |
| II-B             | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2 (n^2 - 1)}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{(5n^2 + 3)}{24 \cdot A_c} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3(n^2 + 5 - 2/n)}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2 (n^2 - 1)} \right\}$                     |
| III              | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{5n^2 + 4}{24 \cdot A_c \cdot \cos^3 \theta} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3[(n^2 + 2)^2 + 8(\Omega - 1)]}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} \right\}$         |
| IV               | $\Delta = \frac{P \cdot a^3 \cdot n^2}{8 \cdot h^2 \cdot E} \left\{ \frac{5n^2 + 4}{24 \cdot A_c} + \frac{1}{A_d \cdot \sin^3 \gamma} + \frac{h^3(n^2 + 2)^2}{A_v \cdot a^3 \cdot n^2} \right\}$                                               |

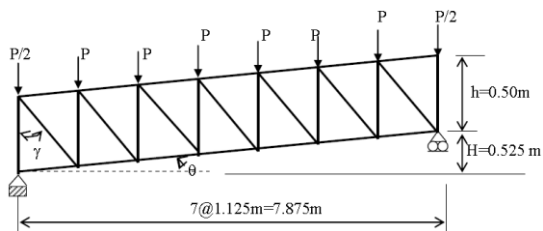


Figura 19. Ejemplo numérico I-B.

Datos:

$P=0.684 \text{ ton}$ ,  $a=1.125 \text{ m}$ ,  $L=7.875 \text{ m}$

$A_c=8.39 \text{ cm}^2$ ,  $A_d = A_v = 5.42 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

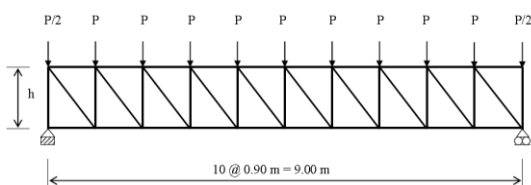


Figura 20. Ejemplo numérico II-A.

Datos:

$P=1 \text{ ton}$ ,  $h=0.75 \text{ m}$ ,  $a=0.90 \text{ m}$ ,  $L=9.00 \text{ m}$

$A_c=10 \text{ cm}^2$ ,  $A_d = A_v = 6 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

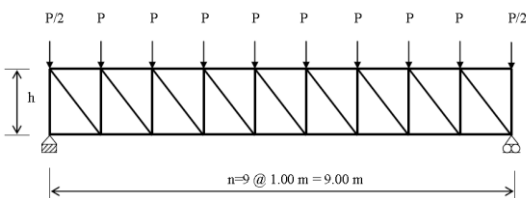


Figura 21. Ejemplo numérico II-B.

Datos:

$P=1.2 \text{ ton}$ ,  $h=0.75 \text{ m}$ ,  $a=1.00 \text{ m}$ ,  $L=9.00 \text{ m}$

$A_c=10 \text{ cm}^2$ ,  $A_d = A_v = 6 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

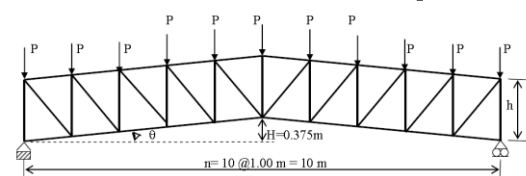


Figura 22. Ejemplo numérico III.

Datos:

$P=0.7 \text{ ton}$ ,  $h=0.75 \text{ m}$ ,  $a=1.00 \text{ m}$ ,  $L=10.00 \text{ m}$

$A_c=8.5 \text{ cm}^2$ ,  $A_d = A_v = 5.5 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

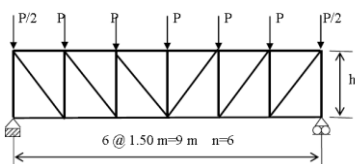


Figura 23. Ejemplo numérico IV

Datos:

$P=0.6 \text{ ton}$ ,  $h=0.80 \text{ m}$ ,  $a=1.50 \text{ m}$ ,  $L=9.00 \text{ m}$

$A_c=8.5 \text{ cm}^2$ ,  $A_d = A_v = 5.5 \text{ cm}^2$ ,  $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla siguiente se muestra la comparación de los resultados de las deflexiones calculadas con las fórmulas deducidas y con el programa RISA-2D Educacional, el cual utiliza el método directo de las rigideces para el análisis estructural.

Tabla 2. Comparación de resultados de deflexiones

| EJEMPLO | DEFLEXIÓN MÁXIMA (cm) |                     |
|---------|-----------------------|---------------------|
|         | FORMULA               | RISA-2D Educacional |
| I-A     | 2.763                 | 2.763               |
| I-B     | 1.651                 | 1.651               |
| II-A    | 1.979                 | 1.979               |
| II-B    | 2.134                 | 2.134               |
| III     | 2.156                 | 2.156               |
| IV      | 0.824                 | 0.824               |

### 3. RESULTADOS

Las fórmulas deducidas para el cálculo de la deflexión máxima en cada tipo de armadura pueden ser aplicadas en forma directa para el cálculo manual. Como en el ejemplo mostrado, pueden ser divididas en partes para que sea más sencillo su uso. Estas fórmulas que se muestran en la tabla 1 son función de las cargas reales en los nodos, la geometría, el área de las secciones transversales de los miembros, del modulo de elasticidad del material y el numero de tableros de la armadura. En la tabla 2 se muestra la comparación entre los resultados de las fórmulas para los ejemplos seleccionados y el programa RISA-2D Educacional, la cual muestra que coinciden exactamente en todos los casos.

### 4. DISCUSIÓN

El procedimiento de análisis elástico lineal utilizado en estas armaduras se basa en la regularidad de las armaduras en cuanto a la geometría y las cargas. Las fuerzas internas son derivadas mediante el método de las secciones y los nodos, y las deflexiones son derivadas del método de la carga unitaria. Estos métodos proporcionan una solución que no toma en cuenta las deformaciones por fuerza cortante ni por flexión, solamente por fuerza axial y dentro del rango elástico de los

materiales. Los resultados que se obtendrán son exactos con estas restricciones, como lo comprueba la tabla comparativa con los valores obtenidos con el programa de computadora RISA-2D Educacional, el cual utiliza el método directo de las rigideces con un análisis elástico de primer orden. El procedimiento desarrollado en este trabajo puede ser extendido a otros tipos de armaduras regulares.

## 5. CONCLUSIONES

- Con este método de análisis se obtienen fórmulas directas para el cálculo de la deflexión máxima en los seis tipos de armaduras definidos.
- Este cálculo es manual y no requiere del uso de una computadora.
- El procedimiento está basado en las ecuaciones de equilibrio y el método de la carga unitaria
- El procedimiento utilizado para la deducción de las fórmulas se puede extender a más tipos de armaduras isostáticas con miembros regularmente espaciados y estén sometidos a un sistema regular de cargas.
- Los métodos de diseño por resistencia actualmente utilizados, permiten el uso de un análisis elástico lineal usando cargas factorizadas.
- El uso de armaduras simplemente apoyadas, con un apoyo de articulación fija y uno móvil son ampliamente utilizados para modelar las armaduras de cuerdas paralelas.

## 6. LITERATURA CITADA

- American Institute of Steel Construction. Specification for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 360-10. USA.
- American Concrete Institute. Building Code Requirements for Structural Concrete. (ACI 318-11). USA. Capítulo 8.
- Hibbeler, R. C. 2012. Structural Analysis. Fourth Edition. Pearson Prentice Hall. USA. Capítulo 9.
- Karnovsky, I. A., y Lebed, O. 2010. Advanced Methods of Structural Analysis. Springer. USA. Capítulo 6.

Kassimali, A. 2011. Structural Analysis. Fourth Edition, SI. Cengage Learning. USA. Capítulo 8.

McCormac, J. C. 2010. Análisis de estructuras (Métodos clásico y Matricial). Cuarta edición. Alfaomega. México. Capítulo 13.

Norris, CH. H., Wilbur, J. B., Utku, S. 1977. Elementary Structural Analysis. Third edition. McGraw Hill. USA. Capítulo 8.

Zambrano, A., 2012, Fórmulas para el análisis estructural de armaduras isostáticas de cuerdas paralelas, *TecnoINTELECTO*, Vol. 9(1), pp 39-48.

## FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE PANELES SOLARES EN LA ZONA DE XOXOCOTLA, VERACRUZ

A. González-Alvarado<sup>1</sup>, C. F. Pacheco-Alamillo<sup>1</sup>, A. Campión-Coria<sup>2</sup>, M. Salgado-Rodríguez<sup>2</sup>, A. Alvarez-Castillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Orizaba, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Av. Instituto Tecnológico No 852 Col Emiliano Zapata, CP 94320, Orizaba Veracruz. [ale\\_dj14@hotmail.com](mailto:ale_dj14@hotmail.com). <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Zacatepec, División de Estudios de Posgrado-Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica – Depto. de Ciencias Básicas – Depto. Metalmeccánica. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, México, C.P. 62780. [championac2000@yahoo.com.mx](mailto:championac2000@yahoo.com.mx), [nuabli@yahoo.com.mx](mailto:nuabli@yahoo.com.mx)

**RESUMEN:** Desde el punto de vista social y sustentable la generación de la energía eléctrica fotovoltaica es de vital importancia en la actualidad. En la presente comunicación se describe la factibilidad técnica de emplear paneles solares para dotar de electricidad a las comunidades rurales pertenecientes a las montañas del municipio de Xoxocotla, Estado de Veracruz, Sierra Náhuatl. El sitio carece de los servicios más indispensables como son: agua potable y particularmente electrificación.

**PALABRAS CLAVE:** Energía solar, energía fotovoltaica.

**ABSTRACT:** From the social and sustainable point of view, the generation of photovoltaic electricity is of vital importance at present. Due to this in the present communication the technical feasibility of using solar panels for providing electricity to the high mountains rural communities from municipality of Xoxocotla Veracruz State, MEXICO in the Náhuatl Sierra is described. The place does not have the more basic services such as potable water or electricity.

**KEY WORDS:** Solar energy, photovoltaic energy.

### 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el desarrollo de la sociedad humana se ha fundamentado en la obtención de energía proveniente de la quema de combustibles fósiles. Debido a su uso indiscriminado se ha generado un deterioro ambiental global que está llegando a niveles peligrosos y es necesario efectuar acciones y políticas de corrección oportunas.

Por esa razón, existió la necesidad imperiosa de desarrollar otras fuentes energéticas que reemplazaran los combustibles fósiles. Así, la segunda mitad del siglo XX ve el resurgimiento por una parte, y el nacimiento por otra, de un conjunto de fuentes energéticas ambientalmente inocuas, renovables y/o inagotables, y sustentables

Por otro lado, la CFE ha establecido como una de sus directrices la instrumentación de los lineamientos definidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Definidos particularmente en el Plan Estratégico Institucional de Desarrollo Sustentable

(PEIDES), en donde, se destacan la siguiente acción realizada entre enero y diciembre de 2010. Se participó con el Grupo de Electrificación Rural (CFE – ONGs) con la Propuesta de Proyecto “Manejo de la Energía Solar en una Comunidad Rural” en el contexto del Programa de Electrificación Rural con Energías Renovables del Gobierno Federal.

El desarrollo de la tecnología de generación de la energía eléctrica es actualmente un importante tema estratégico para las naciones de todo el mundo. Esto emerge, entre otras cosas, de la crisis que amenaza al mundo por los elevados precios del petróleo (Romero-Rivero y Chávez, 2008) y el calentamiento global (Guhl-Corpas, 2008), Una respuesta lógica e inmediata a estas problemáticas es desarrollar la tecnología necesaria o aprovechar la comercialmente existente para utilizar otras fuentes alternativas de generación de energía.

La energía solar, es decir, la energía radiante del sol recibida en la tierra, es una fuente de energía que tiene varias ventajas, entre las que se destacan, su naturaleza inagotable, es

prácticamente renovable y que no es generadora de contaminación (Rodríguez-Murcia, 2008) Esta energía, se transforma con la interacción con nuestro mundo en todas las formas de energía, como la energía bioquímica (biomasa), energía cinética (energía eólica o del viento), potencial (lluvia), calorífica (calor), eléctrica (bioelectricidad), etc..

Esta última transformación de la energía solar a eléctrica se ha tomado como una alternativa viable en prácticamente todo el mundo, para producir electricidad a pequeña escala. Es aquí donde el fenómeno fotovoltaico, descubierto en 1839 (Martín *et al.*, 2001), es de gran interés en el aprovechamiento de fuentes de energía alternativa que promueva el crecimiento económico. Este tipo de tecnologías es muy adecuado para dotar a las regiones atrasadas o aisladas con las áreas urbanas, con la finalidad de incentivar el desarrollo regional. Por otro lado, el **Costo total con Precios a mayo del 2013 M.N., proporcionado por CFE para la construcción de redes aéreas con una línea de distribución aérea (rural) utilizando Postes de Madera es de \$ 109, 711.05/Km (página web 1) comparado con el gasto de producción de energía fotovoltaica para una casa habitación que utiliza el sistema básico y se consideran 20 años el tiempo de vida promedio de un panel fotovoltaico, teniendo necesidad de reemplazar en 4 ocasiones la batería, el costo total del sistema asciende a \$18,000.00, que consta de cuatro lámparas fluorescentes compactas, una Televisión blanco y negro de 9" y un radio (página web 2).**

Esta comparación, debido al costo, hace muy pertinente, el uso de estos sistemas en comunidades donde el abastecimiento de energía eléctrica vía aérea es muy poco rentable, debido a que se necesita llevar esta energía desde una distancia de varios kilómetros desde donde se tiene la conexión a la red eléctrica.

Además en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (página web 3), estipula en su estrategia 15.11 "Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades remotas utilizando energías renovables en aquellos casos en que no sea técnica o económicamente factible la conexión a la red".

Así como también en este mismo documento, en la estrategia 15.12 se proponen acciones para "diversificar las fuentes primarias de generación", impulsando "el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales". Con esto se pretende evitar el desgaste progresivo que hemos hecho a nuestro planeta, reflejado en el calentamiento global. Por lo que, es muy importante generar un cambio mundial al utilizar energías limpias y renovables, tal como, la solar y la eólica, para evitar que nuestro planeta siga sufriendo daños por la quema de combustibles fósiles, generando gases contaminantes (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y CO<sub>2</sub>) (Rodríguez-Rosa *et al.*, 2008).

Para esto, el uso de paneles solares fotovoltaicos es muy adecuado ya que se pueden instalar fácilmente. Además de que por encontrarse alejadas de las cabeceras municipales y en lugares poco accesibles por su situación orográfica, dificultan la dispensación del servicio eléctrico normal para que se impulse el desarrollo local y regional y se cubran las necesidades básicas de las comunidades.

Debido a todo lo anterior, en la presente comunicación se estudió la factibilidad técnica de emplear paneles solares para dotar de electricidad a las comunidades rurales pertenecientes a la región montañosa de Xoxocotla Estado de Veracruz, Sierra Náhuatl, que carecen de los servicios más indispensables como son: agua potable y particularmente electrificación (página web 4).

Es importante aclarar que los habitantes de la comunidad del Pericón (comunidad analizada en esta comunicación) están concentrados, lo que permite hacer sistemas de producción de energía eléctrica fotovoltaica con reducidos costos de instalación de los sistemas.

## 2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 2.1 Radiación Solar y necesidades

Se consultó en internet la intensidad de la radiación solar que existe en México y en la región citada en este trabajo, con la finalidad de ver las zonas adecuadas para implementar las



tecnolog3as para obtener energ3a solar basadas en paneles solares. El documento consultado es el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energ3as Renovables de la SENER (p1gina web 5).

Se hizo un an1lisis del entorno regional de Orizaba con la finalidad de efectuar la Detecci3n de Necesidades El3ctricas en las comunidades aisladas. Esta detecci3n se hizo a trav3s de la consulta de p1gina del INEGI (p1gina web 6).

En la pagina, aparece datos de consulta de informaci3n de datos de viviendas para 1995, se selecciona en la secci3n de *Consultar informaci3n de;* el de *Ocupantes en viviendas particulares habitadas* y en la secci3n de selecci3n de variables se escoge para *Geogr1ficas*, seleccionar *Entidad municipio y loc* y para *De servicios*, **seleccionar Energ3a el3ctrica**. Acto seguido seleccionar ver consulta y aparece una tabla por *Entidad municipio y loc* y cuantos no disponen de energ3a el3ctrica. Una vez en la Tabla se selecciona *Veracruz de Ignacio de la Llave* con el signo m1s y aparecen todos los municipios. Seleccionar con el signo m1s, Xoxocotla como municipio de consulta del estado de Veracruz y aparecen todas las localidades. Ah3 se consulta la estad3stica de la localidad de "El Peric3n".

## 2.2 Consulta ciudadana

Una vez detectado las necesidades de electrificaci3n de la regi3n, se procedi3 a transportarse a las localidades marginadas para hacer una consulta ciudadana acerca de la energ3a el3ctrica. Esta consulta se realiz3 debido a que la respuesta social es muy importante para iniciar este tipo de proyectos de trascendencia social.

La consulta ciudadana se hizo mediante una encuesta personal con la ayuda de un cuestionario, con la finalidad de conocer la opini3n de los habitantes para la implementaci3n de un sistema de suministro de energ3a el3ctrica por m3todos alternativos

## 2.3 Caracterizaci3n el3ctrica del panel solar

**Panel Solar.** A continuaci3n se proporcionan las especificaciones del panel solar para definir

con qu3 tipo de panel estaremos trabajando en el desarrollo experimental.

### MARCA SIEMENS

| Mod M75                                   | Corriente                           |                   |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Potencia m1xima<br>48 WATTS               | Corto<br>circuito<br>3.35 A         | nominal<br>3.02 A |
| Tensi3n de<br>circuitos abiertos<br>600 V | Circuito<br>abierto<br>19.8 V       | nominal<br>15.9 V |
| Resistencia al<br>fuego<br>CLASE C        | Series de fusible<br>5 <sup>a</sup> |                   |

### COMERCIALIZADO POR CONDUMEX

**Inversores.** Los inversores utilizados en el desarrollo experimental son los siguientes:

#### INVERSOR STEREN

| Alimenta-<br>ci3n      | Voltaje<br>salida                                  | I Max | Potencia         |
|------------------------|----------------------------------------------------|-------|------------------|
| 12 V<br>CD, 3<br>polos | 127 V, CA,<br>Frecuencia<br>50 + 3hz /<br>60 + 3mz | 5 amp | 150 watts<br>Max |

#### INVERSOR AUKSON ASTRON

| Alimenta-<br>ci3n   | Voltaje<br>salida                                 | I Max                                | Potencia            |
|---------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 12 V CD, 3<br>polos | 127 V CA,<br>Frecuencia<br>50 + 3hz /<br>60 + 3mz | 3 amp<br>con<br>Salida<br>USB<br>5 v | 100<br>watts<br>Max |

**LTH.** Se utiliz3 una bater3a LTH, modelo L-42-500, especificada para veh3culos VW sed1n, con las siguientes caracter3sticas: c3digo de Decoraci3n 170XXX: 171597, BCI: 42, Referencia: DIN, Aplicaci3n: Arranque CA (2) 0°C: 625 Amp. CCA (3) -18°C: 500 Amp. Capacidad reserva: 90 Minutos, Largo: 256 mm., Ancho: 174 mm. Alto: 174 mm., Peso h3medo: 14 Kg. m1x., Polaridad Izq / Der: (-) / (+), Garant3a total: 48 meses con Reemplazo sin costo: 12 meses (p1gina web 7). Se seleccion3 esta bater3a por encontrarse al alcance de los que desarrollaron esta comunicaci3n, aun cuando no es la adecuada para este tipo de aplicaciones ya que existen bater3as solares LTH.

**Controlador de Carga Fotovoltaica.** Se utilizó el siguiente controlador de carga:

**Marca CONDUMEX**

| Entrada<br>12 - 24v cd                | Salida<br>12- 15<br>Max                 | I Max:<br>24 amp | Salida<br>batería<br>12 v |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Entrada de<br>modulo o panel<br>solar | Salida carga positivo y<br>negativo + - |                  |                           |

**2.4 Caracterización eléctrica del panel solar sin carga**

Primeramente, se tuvo que descargar completamente la batería para comprobar inicialmente el funcionamiento del panel. Posteriormente, se cargó completamente la batería conectada al regulador de carga fotovoltaica durante todo un día soleado y el experimento consistió en medir la creciente relación de voltaje con respecto al tiempo, conectando el panel solar con la batería. Con esto se pretende evaluar el voltaje que se genera a diferentes lapsos de tiempo en las terminales de la batería. El tiempo de evaluación que se manejó fue a diferentes horas del día. El tiempo de inicio del experimento fue después del alba, aproximadamente a las 6:30 am, ya que a esa hora el panel ya genera energía eléctrica debido a los rayos solares. Por lo que, a partir de esa hora se fueron tomando mediciones sucesivas hasta llegar a un máximo de voltaje. Se continuó cargando la batería hasta la puesta del sol, aproximadamente a las 18:00 horas. Posteriormente, después de que el panel solar dejó de funcionar (6 p.m.), se inició el proceso de descarga de la batería, el cual, duro 7 horas, se conectaron 4 focos ahorradores de 45 Watts, y un ventilador de 70 Watts y se tomaron medidas de voltaje y corriente consumidas.

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1 Radiación Solar en México**

El uso de paneles solares es definido como una energía alternativa renovable del tipo solar directa que genera electricidad mediante la radiación, de acuerdo a la **clasificación de las energías** descrita en la literatura (Posso, 2002). Por lo que es muy importante hacer un análisis de la intensidad de la radiación solar en México y en la zona de estudio. Por lo que, en

el documento de la secretaría de energía (SENER), "Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026", publicado en el año 2012, se cita que "México se localiza geográficamente entre los 14° y 33° de latitud septentrional; esta característica resulta ideal para el aprovechamiento de la energía solar, pues la irradiación global media diaria en el territorio nacional, es de alrededor de 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/d, siendo uno de los países con mayor potencial de aprovechamiento de la energía solar en el mundo" (página web 8). Este Recurso se encuentra distribuido de manera uniforme en el país, con muy buena intensidad y es considerada una de las mejores en el mundo (Huacuz-Villamar, 1999). Por lo que la generación de energía eléctrica fotovoltaica en México es factible técnicamente. Pero, se tiene que hacer un estudio más profundo para definir la factibilidad económica, en términos de la distancia que se tiene a la conexión de la red eléctrica. Esto es tan cierto que, en el documento "Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables" se tiene como un objetivo específico "ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables en aquellos casos en que no sea técnica o económicamente factible la conexión a la red" (página web 5). Finalmente, es adecuado citar las conclusiones del documento de la SENER y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) titulado "Costo de paneles fotovoltaicos para aplicaciones domésticas en comunidades aisladas" donde cita que "el uso de paneles fotovoltaicos tiene un alto costo inicial, su utilización en comunidades aisladas puede mejorar la economía familiar en el corto plazo" (página web 2) y así propiciar el desarrollo social. El estado de Veracruz tiene una irradiación global media arriba de 5.66 kWh/m<sup>2</sup> x día (página web 8), lo que hace posible técnicamente extraer electricidad por medios fotovoltaicos para comunidades pequeñas

**3.2 Selección de la región de estudio con Necesidades Eléctricas**

Se seleccionó el municipio de Xoxocotla que sus raíces náhuatl, Xoxo-oco-tlan, que significa "Lugar donde hay pinos verdes" o Xoxo "Lugar de ocotes viejos". A continuación se darán algunos datos para particularizar y ubicar la región.

Xoxocotla se encuentra ubicado en la zona centro del Estado, en las coordenadas 18° 39' latitud norte y 97° 09' longitud oeste a una altura de 2,100 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Soledad, al este con Tlaquilpa, al sur el Estado de Puebla. Su distancia aproximada de la cabecera municipal al suroeste de la capital del Estado, por carretera es de 100 Km (p1gina web 9). En la Figura 1 se da un mapa de la regi3n de las grandes monta1as de Veracruz, ubicando el municipio de Xoxocotla. Debido a esas grandes alturas y que es zona monta1osa los servicios son de dif3cil acceso a este municipio, particularmente la energ3a el3ctrica como lo veremos a continuaci3n.



**Figura 1.** Mapa de la regi3n de monta1as en el estado de Veracruz (Extra3da de la p1gina web 9).

La Tabla 1 enlista por poblaci3n los habitantes que cuentan con energ3a el3ctrica en sus hogares y cuantos no cuentan con este servicio (p1gina web 5). Como puede observarse, se seleccion3 la comunidad llamada "El Peric3n", debido a que ninguno de sus habitantes Disponen de energ3a el3ctrica.

Por otro lado, si se considera el criterio de que en el medio rural se requiere 30 Watts por habitante (p1gina web 4), y que "El Peric3n" cuenta con 40 habitantes (censo presencial realizado durante la encuesta), se requerir1n 1,200 Watts para su abastecimiento de electricidad. Este requerimiento comparando con los 5660 Wh/m<sup>2</sup> x d3a promedio disponible en esa regi3n, est1 muy sobrado el abastecimiento de energ3a el3ctrica mediante sistemas fotovoltaicos.

Considerando el potencial de generaci3n de m3dulos poli-cristalinos (p1gina web 10) que tienen una eficiencia de 200 W/m<sup>2</sup>, se requerir1 aproximadamente 6 m<sup>2</sup> de paneles. Pero tomando en cuenta que "en la vida real, aunque en las mejores condiciones bajo el sol del mediod3a, un panel produce solamente entre 75 y 85% de su capacidad" (p1gina web 11) debido a varios factores, tal como, la temperatura del panel, entre otros. Fibrnalmente, aplicando un factor de correcci3n promedio de 80 % tendremos que se necesitar1n 7.5 m<sup>2</sup>.

| Entidad municipio y loc | Energ3a el3ctrica - Total |   |   |   | Disponen de energ3a el3ctrica |   |   |   | No disponen de energ3a el3ctrica |   |   |   | No especificado |   |   |   |
|-------------------------|---------------------------|---|---|---|-------------------------------|---|---|---|----------------------------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|
|                         | ↑                         | ↓ | ↕ | ↕ | ↑                             | ↓ | ↕ | ↕ | ↑                                | ↓ | ↕ | ↕ | ↑               | ↓ | ↕ | ↕ |
| Llano Grande            |                           |   |   |   |                               |   |   |   |                                  |   |   |   |                 |   |   |   |
| El Peric3n              |                           |   |   |   |                               |   |   |   |                                  |   |   |   |                 |   |   |   |
| Tecuaque                |                           |   |   |   |                               |   |   |   |                                  |   |   |   |                 |   |   |   |

**Tabla 1.** Censo de INEGI que presenta las personas que disponen de energ3a el3ctrica en "El Peric3n" municipio de Xoxocotla (Extra3da de la p1gina web 5).

### 3.3 Consulta ciudadana para proveer de Electricidad las comunidades rurales

Con la información recabada de los cuestionarios contestados, se obtuvieron los siguientes resultados, que a continuación se detallan: Todas las familias no cuentan con energía eléctrica y tampoco cuentan con algún recurso para obtener energía eléctrica de manera alternativa.

La mayoría de las familias (57 %) utilizan lámparas de queroseno para alumbrar sus hogares, mientras que el 29 % utilizan veladoras y el 14 % el fuego de la leña. Es importante reconocer que cerca de la mitad de estas familias (43 %) viven en condiciones de peligro inminente ya que utilizan productos muy riesgosos para iluminar las viviendas. Como ha sucedido en otras partes de México, ha habido muertes por envenenamiento con monóxido de carbono (página web 12) y hasta unas recomendaciones ha sido expedidas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) para evitar este tipo de incidentes, denominado "Proteja su vida y la de su familia: Evite el envenenamiento con monóxido de carbono" (página web 13). Por esa razón es imperante abastecer de energía eléctrica esa y otras comunidades similares.

La comunidad no tiene cerca un abastecimiento de agua (tal como un río). Pero puede ser abastecida con la electricidad que se genera en las celdas solares y el uso de una bomba, ya que este tipo de proyectos ya se han implementado exitosamente en México y los detalles de sus requerimientos de operación se reportan en la literatura (página web 14).

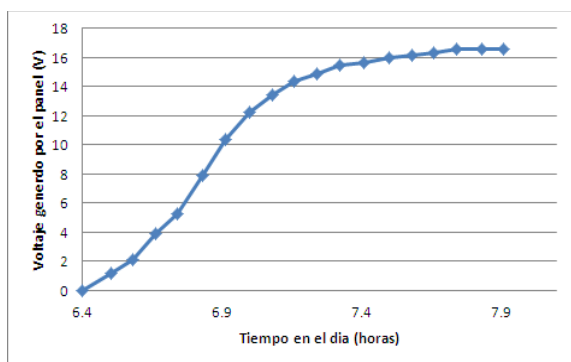
El 86% de las siete familias si les gustaría contar con luz para su comodidad y el mismo porcentaje acepta la idea de utilizar energía alternativa fotovoltaica para este fin, indicando el grado de aceptación social del proyecto en esta comunidad.

### 3.4 Desempeño del panel solar sin carga

En la Figura 2 se encuentra el voltaje de la batería respecto al tiempo de carga por el panel fotovoltaico. Como se puede apreciar al inicio del experimento (cuando aparece el sol), el panel inicia a generar voltaje (6:30 A.M. = 6.5 en la Figura) cinco minutos antes no arrojaba voltaje. A medida que avanza el tiempo el voltaje comienza a aumentar hasta alcanzar un máximo aproximadamente a las ocho de la mañana. Con esto podemos constatar que a

esa hora del día el panel alcanza su operación completa con un voltaje aproximado de 16.6, muy cercano al voltaje nominal reportado en las especificaciones del panel.

Mientras que en la Tabla 2 se enlista los valores de voltaje y de corriente que nos arroja la batería durante su etapa de cargado en un lapso de 10 horas, así como también se anexaron algunas observaciones. Como se puede apreciar, los valores de voltaje y de amperaje no cambiaron a partir de las dos horas de carga, esto significa que en el transcurso del día el panel solar carga totalmente la batería.



**Figura 2.** Voltaje enviado por el panel solar en función de la hora del día.

**Tabla 2.** Operación del panel solar en relación al voltaje y amperaje arrojado por la batería.

| Hora | Voltaje | Amp | Observaciones                                                                     |
|------|---------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 7 am | 12.40   | 1.2 | En cuanto sale la iluminación solar el panel empieza a funcionar mandando voltaje |
| 9 am | 12.60   | 1.6 | La iluminación solar es perfecta, el máximo voltaje que demanda el panel          |
| 12am | 12.60   | 1.6 | Iluminación solar perfecta                                                        |
| 2 pm | 12.60   | 1.6 | Máximo voltaje e intensidad luminosa                                              |
| 4 pm | 12.60   | 1.6 | Detectando el mismo voltaje y amperaje                                            |
| 5 pm | 12.60   | 1.6 | La iluminación                                                                    |

|      |       |     |                                                                     |
|------|-------|-----|---------------------------------------------------------------------|
|      |       |     | solar empez3 a disminuir                                            |
| 6 pm | 12.55 | 1.6 | Deja de funcionar el panel solar y empieza la funci3n de la bater3a |

A continuaci3n la Tabla 3 muestra los voltajes de descarga de la bater3a despu3s de la ausencia de radiaci3n solar. La descarga se hizo en un solo ciclo y con la carga variable ya que cuando no era suficiente la potencia acumulada en la bater3a para encender el ventilador y los focos, se fueron eliminando a trav3s del tiempo (ver observaciones).

Como se puede apreciar, el circuito del panel sigue enviando el suficiente amperaje para mantener al menos dos focos encendidos hasta las doce de la noche. A esta hora, la mayor3a de las familias se retiran a sus dormitorios, lo que hace que este sistema de conexi3n sea suficiente para mantener electrificado las necesidades b1sicas de una familia rural.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se seleccion3 la zona de Xoxocotla para este proyecto de electrificaci3n rural mediante paneles solares, particularmente se seleccion3 la poblaci3n de "El Peric3n" ya que ninguna familia cuenta con servicio de electricidad.

Si se considera el criterio de que en el medio rural se requiere 30 Watts por habitante, en la poblaci3n del Peric3n se requerir1n 1,200 Watts para su abastecimiento de electricidad. Considerando la compra de m3dulos poli cristalinos, que tienen una eficiencia de 200 W/m<sup>2</sup>, se requerir1 aproximadamente 6 m<sup>2</sup> de paneles. Aplicando un factor de correcci3n promedio de 80 % tendremos que se necesitar1n 7.5 m<sup>2</sup>.

Se tiene un buen grado de aceptaci3n social del proyecto en esta comunidad (86%).

A partir de las dos horas de inicio de la radiaci3n solar (el amanecer) el panel alcanza su operaci3n completa con un voltaje aproximado de 16.6, muy cercano al voltaje nominal reportado en las especificaciones del panel

El circuito del panel ya sin radiaci3n (descarga de la bater3a) sigue enviando el suficiente amperaje para mantener al menos dos focos

encendidos hasta las doce de la noche. A esta hora, la mayor3a de las familias se retiran a sus dormitorios, lo que hace que este sistema de conexi3n sea suficiente para mantener electrificado y abastecer las necesidades b1sicas de una familia rural.

Desde el punto de vista social y sustentable se comprob3 la factibilidad t3cnica de emplear paneles solares para dotar de electricidad a las comunidades rurales pertenecientes a las altas monta1as de Xoxocotla, Estado de Veracruz, Sierra N1huatl, que carecen de los servicios m1s indispensables como son: agua potable y particularmente electrificaci3n.

**Tabla 3.** Voltajes y amperaje de descarga de la bater3a.

| Hora  | Voltaje | Amperaje | Observaciones                                                                          |
|-------|---------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 pm  | 12.60   | 1.8      | Funcionando bien 4 focos ahorradores de 45m Watts, y un ventilador 50 Watts.           |
| 8 pm  | 12.40   | 1.8      | Funcionando bien 4 focos ahorradores de 45m Watts, y un ventilador 50 Watts.           |
| 9 pm  | 12.20   | 1.8      | Funcionando bien 4 focos ahorradores de 45m Watts, y un ventilador 50 Watts.           |
| 10 pm | 12.00   | 1.8      | Funcionando bien 4 focos ahorradores de 45m Watts, y un ventilador 50 Watts.           |
| 11 pm | 11.50   | 1.6      | Funcionando bien 4 focos conectados de 45 Watts y se desconect3 el ventilador          |
| 12 pm | 11.30   | 1.6      | Funcionando bien 2 focos conectados de 45 Watts y se desconectaron los otros dos focos |

#### 5. LITERATURA CITADA

Guhl-Corpas A, 2008. Aspectos 1ticos del Calentamiento Clim1tico Global, *Revista Latinoamericana de Bio1tica*,8(2), 20-29

- Huacuz-Villamar J. M., 1999. Energías renovables en la oferta energética nacional, *Boletín IIE*, Septiembre-Octubre, 195-203
- Martín N., Segura J. L., Gómez R., 2001. Células Solares de Plástico un reto para los nuevos materiales Orgánicos del Siglo XXI, *Anales de la Real Sociedad Española de Química, Segunda Etapa*, Enero-Marzo, 5-11.
- Posso F, 2002. Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: sistema Energético basado en energías alternativas, *GEOENSEÑANZA*, 7 (1-2). p.54-73.
- Rodríguez-Murcia H., 2008. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas, *Revista de ingeniería*, No. 28 Noviembre, 83-89.
- Rodríguez-Rosa, A. Echegaray Marcelo, E., Castro M., Palacios Carlos, Klaus H., Udaquiola S., 2008. Modelo y diseño de tren de lavado de gases provenientes de la incineración de residuos, *Ingeniería* **12-3**, 5-14
- Romero-Rivero D, Chávez M., 2008. La Energía Alternativa ya está aquí.. Contenido, Julio, 58-63
- Página web 1. Comisión Federal de Electricidad, <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/Aportaciones/concuotK08.asp?radio=1&Año=2013&Mes=5>. Accesada el 06/05/2013.
- Página web 2. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, [www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7067/2/04EstudioFV.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7067/2/04EstudioFV.pdf). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 3. Presidencia de la República, [http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND\\_2007-2012.pdf](http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 4. Secretaría de Energía, [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDsQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.sener.gob.mx%2FwebSener%2Fres%2F168%2FA8\\_Minihi.pdf&ei=TjOJUbrmBMGX8AGO1YCYBw&usg=AFQjCNEQM6y0FblaVFAQnHkTixlewkFQnA&sig2=3nhp9seM8v9aS7l\\_tMCutQ&bvm=bv.45960087.d.b2U](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDsQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.sener.gob.mx%2FwebSener%2Fres%2F168%2FA8_Minihi.pdf&ei=TjOJUbrmBMGX8AGO1YCYBw&usg=AFQjCNEQM6y0FblaVFAQnHkTixlewkFQnA&sig2=3nhp9seM8v9aS7l_tMCutQ&bvm=bv.45960087.d.b2U). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 5. Secretaria de Energía, <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.sener.gob.mx%2Fres%2F0%2FPrograma%2520Energias%2520Renovables.pdf&ei=IJ6KUcmWNoec9QTlnYCADg&usg=AFQjCNFY6IU1LPNUq5mvMmJjat2yJ1ygOg&sig2=-9ajd1tz69a9daTskVIXnQ&bvm=bv.46226182.d.dmg>. Accesada el 06/05/2013.
- Página web 6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo95/Viviendas.asp?s=est&c=11886&proy=cpv00\\_viviendas?s=est&c=11886](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo95/Viviendas.asp?s=est&c=11886&proy=cpv00_viviendas?s=est&c=11886). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 7. Acumuladores y Filtros del Balsas, S. de R.L. de C.V., <http://www.afbalsas.com/index.php/component/content/article/20-productos/acumuladores/lth/243-lth-l-42-500>. Accesada el 06/05/2013.
- Página web 8. Secretaría de Energía, [http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sener.gob.mx%2Fres%2FPE\\_y\\_DT%2Fpub%2F2012%2FPER\\_2012-2026.pdf&ei=GrKbUbKDPMGFqgGH7oHACA&usg=AFQjCNGKjchqzTT8vEjqpHQZeOfi0JN4Q&sig2=bwHPKGMkRvLZgreqtK3wGA&bvm=bv.46751780.d.aWc](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sener.gob.mx%2Fres%2FPE_y_DT%2Fpub%2F2012%2FPER_2012-2026.pdf&ei=GrKbUbKDPMGFqgGH7oHACA&usg=AFQjCNGKjchqzTT8vEjqpHQZeOfi0JN4Q&sig2=bwHPKGMkRvLZgreqtK3wGA&bvm=bv.46751780.d.aWc). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 9. Gobiernos Locales de México, <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM30veracruz/municipios/30195a.html>. Accesada el 06/05/2013.
- Página web 10. Compañía Geckologic, [http://www.geckologic-mex.com/especificaciones/200%20-%20230W\\_ITS\\_EcoProject%20UL.pdf](http://www.geckologic-mex.com/especificaciones/200%20-%20230W_ITS_EcoProject%20UL.pdf). Accesada el 06/05/2013.
- Página web 11. DeltaVolt, energía renovable <http://deltavolt.pe/solar/placas-cristalinas> Accesada el 06/05/2013.

P1gina web 12. Peri3dico Principal el pueblo de Chihuahua, martes 23 de Enero del 2012, consultado en l3nea, el 15 de Marzo del 2013

[http://www.elpueblo.com.mx/notas/20130122/encuentran\\_a\\_pareja\\_de\\_ancianitos\\_sin\\_vida\\_inhalaron\\_mon\\_xido](http://www.elpueblo.com.mx/notas/20130122/encuentran_a_pareja_de_ancianitos_sin_vida_inhalaron_mon_xido), Accesada el 06/05/2013.

P1gina web 13. Agencia de Protecci3n Ambiental, EPA (por sus siglas en ingl3s),

[http://www.epa.gov/iaq/pdfs/co\\_factsheet\\_sp.pdf](http://www.epa.gov/iaq/pdfs/co_factsheet_sp.pdf) Accesada el 06/05/2013.

P1gina web 14. *New Mexico State University*,

[http://solar.nmsu.edu/wp\\_guide/bombeo.html](http://solar.nmsu.edu/wp_guide/bombeo.html). Accesada el 06/05/2013.

## CÓMO FORTALECER LA COMPETENCIA DE ARITMÉTICA BÁSICA PARA INGRESAR AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO (ITQ)

R. Vargas-Alba & J. A. Saldierna-Loredo

*Departamento de Ciencias Básicas. Instituto Tecnológico de Querétaro*

[rvargasitq@yahoo.com](mailto:rvargasitq@yahoo.com)

**RESUMEN:** Se presenta un ambiente de aprendizaje que desarrolle en el estudiante habilidades que potencien sus aptitudes aritméticas y uso del lenguaje español; a través del aprender a hacer gráficas de ecuaciones. Con éste se podrán regularizar los conocimientos de matemáticas básicas para iniciar un programa escolarizado de estudios superiores en ingeniería.

**PALABRAS CLAVE:** ambiente, aprendizaje, regularizar, conocimiento.

**ABSTRACT:** In this work we present a learning environment to develop in students skills that enhance their arithmetical aptitudes and use of the Spanish language, through learning how to make graphs of equations. With this, the knowledge of basic mathematics will be able to be regularized in order the students continue with superior engineering studies.

**KEY WORDS:** Learning environment, regularization, knowledge.

### 1. INTRODUCCIÓN

Para encontrar el origen de la enseñanza media-superior en la física y las matemáticas en este país, se recurre al decreto publicado por el presidente interino de México Valentín Gómez Farías del 23 de octubre de 1833, en el que se especifican seis establecimientos de estudios superiores, uno de ellos fue: Ciencias físicas y matemáticas (Viesca Treviño, 2011).

La UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) (Delors, 1997) en varias ocasiones ha instituido una comisión temporal para realizar estudios sobre educación a nivel internacional; en 1963 se presentó la obra: La crisis mundial de la educación –un análisis de sistemas; en 1971 se instituyó la comisión Faure que publicó en 1972 Aprender a ser. A principios de 1993 se estableció: la Comisión Internacional sobre educación para el Siglo XXI dirigida por Jacques Delors y ésta publicó en agosto de 1997 “LA EDUCACIÓN ENCIERRA UN TESORO” encontrándose en ésta que, la educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares.

**Pilar 1:** Aprender a conocer, combinando una cultura suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en un pequeño número de materias. Lo que supone además aprender a aprender para

poder aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.

**Pilar 2:** Aprender a hacer a fin de adquirir no sólo una calificación profesional sino, generalmente, una competencia que capacite al individuo para hacer frente a gran número de situaciones y a trabajar en equipo. Pero, también, aprender a hacer en el marco de las distintas experiencias sociales o de trabajo que se ofrecen a los jóvenes y adolescentes, bien espontáneamente a causa del contexto social o nacional, bien formalmente gracias al desarrollo de la enseñanza por alternancia. En este trabajo para explicitar el pilar número 1, se conceptualiza el aprender a aprender como: el proceso que ejecuta intelectualmente el estudiante para apropiarse de conocimiento relacionando estructuras mentales internas con nuevos o diferentes conceptos y problemáticas que está leyendo u observando; con la finalidad de que él logre profundizar en el tema (problema, fenómeno...) y le asigne a éste significado.

### 2. MARCO DE REFERENCIA

Cada semestre en el Instituto Tecnológico de Querétaro (ITQ), se percibe en la experiencia docente de la enseñanza-aprendizaje de la física y matemáticas que existe una disparidad en el nivel de conocimientos de los estudiantes que ingresan al primer semestre con respecto a los siguientes temas: características y



clasificación de los números, representación de los números en una recta numérica y en un sistema cartesiano x-y, precisión en la ejecución de las operaciones aritméticas, uso racional de la calculadora o computadora, fundamentos del algebra y trigonometría, principios de geometría, así como dificultades en la lectura y comprensión de problemas de un libro de texto.

Con base en la historia semestral de cinco años se estructuró un instrumento de examen diagnóstico con las siguientes seis áreas: I clasificación de los números reales (dos reactivos), II aritmética elemental (tres), III operaciones elementales algebraicas (3), IV gráfica de funciones (4), V tipo de problemas que resuelve un ingeniero (3), VI horas de estudio extra clase (2). El instrumento se aplicó a treinta y cinco aspirantes. En el análisis de éste se infiere como problemática adicional, que veintisiete estudiantes desconoce tanto las responsabilidades de alto rendimiento (hábitos y costumbres con respecto al trabajo extra clase) que demandan los estudios de nivel preparatoria; como los problemas que cotidianamente resuelve un ingeniero en su desarrollo profesional.

**Tabla 1.** Concentrado de reactivos correctos (RC), obtenidos en un grupo piloto.

| RC | Áreas |    |     |    |    |    |
|----|-------|----|-----|----|----|----|
|    | I     | II | III | IV | V  | VI |
| 0  | 19    | 2  | 1   | 20 | 19 | 13 |
| 1  | 15    | 8  | 23  | 4  | 4  | 14 |
| 2  | 1     | 11 | 10  | 8  | 4  | 8  |
| 3  | -     | 14 | 1   | 2  | 8  | -  |
| 4  | -     | -  | -   | 1  | -  | -  |

En un curso de nivelación de matemáticas, se puede inducir coloquial o “semi formal” al estudiante que aspira a ingresar a los estudios superiores en ingeniería, de un modo paulatino, moderado o violento, a través del “aprender a hacer” en el área del conocimiento de la matemática; para ello, se podrían emplear los resultados del examen diagnóstico para elegir el nivel en que se debe desarrollar dicha inducción. Es recomendable el modo “semi formal” no violento, porque éste aporta la ventaja de que es semejante al nivel de preparatoria; ya que el enfoque formal es el que se proporciona en el nivel superior.

### 3. AMBIENTE DE APRENDIZAJE

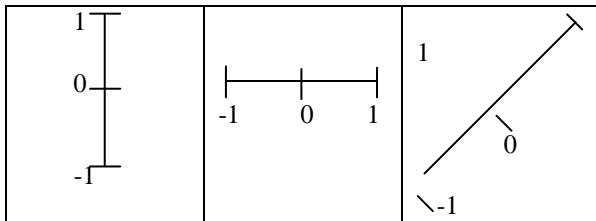
El objetivo de este trabajo es mostrar que el aprender hacer, facilita el aprendizaje de la aritmética, para ello se propone un ambiente de aprendizaje en el curso de nivelación, con el que se pretende propiciar que el estudiante participe activamente en el aula tanto en lluvia de ideas como individualmente, elaborando análisis y síntesis de problemas matemáticos en su pupitre. En cada clase se presentarán diversas estrategias de aprender a hacer en la línea de auto escudriñar en la estructura mental el análisis de problemas numéricos, por ejemplo: explicitar tres parejas de cantidades numéricas cuyo producto resulte ser 86. Alternativamente, se cuestiona a los participantes con respecto a la ecuación de la recta:  $y = 1 + 9x$ , que en ésta identifique los diversos valores que se le pueden asignar a la variable independiente (x) y determinar el valor que le corresponde a la variable dependiente (y). Además, se le solicitará al alumno identificar y resolver un problema real relacionado con la aritmética, que deberá ejecutar de manera individual en su pupitre. Cada dos o tres sesiones, ya para finalizar la hora de clase el estudiante resolverá un problema a nivel de evaluación por ejemplo graficar  $y = 5 - x$ , la revisión y análisis de su respuesta permitirá cualificar sus destrezas y progresos intelectuales, para emitir un reforzamiento o una recomendación que redunde en una progresiva madurez intelectual.

### 4. METODOLOGÍA

#### 4.1 Fase uno

En la primera clase del curso de nivelación, en el aula, el docente propone la posibilidad de establecer una representación visual de los números reales sobre una recta, a ésta se le asigna el nombre de recta numérica. La recta tiene tres posibles posiciones como una línea: horizontal, vertical o inclinada (formando un ángulo de 30° o 45° con respecto a la horizontal). Se le solicita a los estudiantes que divida en tres columnas la hoja del cuaderno, y que tracen en una de las columnas una línea recta vertical con una longitud de 2 cm; en la siguiente una línea recta horizontal; y en la tercera que se trace una línea formando un ángulo de 45° con respecto a la horizontal. Posteriormente, que en cada recta se intente localizar con un punto cada uno de los

siguientes números reales: 0, -2/4, 2/4, - 7/8, 7/8.



**Figura 2.** Trazar una recta numérica de longitud 2 cm.

#### 4.2 Fase Dos

Para estimular el uso de las operaciones aritméticas, así como el análisis y solución de un problema; con fundamento en el pilar de la educación número dos y esperando que los estudiantes que ingresarán al primer semestre, nivelen sus conocimientos y aptitudes, en términos generales se plantea el concepto de graficar en el sistema cartesiano  $x-y$ , la ecuación de una recta (parábola...). Para ello se dibujan en el pizarrón los ejes; además, se traza una graduación, tanto sobre el eje (recta) vertical ( $y$ ), como el eje horizontal ( $x$ ) con enteros positivos y negativos.

El desarrollo metodológico de este ambiente de aprendizaje se realiza en los siguientes cuatro pasos:

1.- Primeramente, en el pizarrón se inicia conceptualizando, la gráfica en el sistema cartesiano  $x-y$ , de la ecuación de la recta:

$$y = b + mx \text{ (por ejemplo, } y = -2 + 2x)$$

Esta gráfica se elabora colocando los cálculos aritméticos en una tabulación (empleando calculadora) en tres columnas: la primera para los valores de la variable  $x$ , la segunda para el valor que le corresponde a la variable  $y$ ; en la tercera se coloca la pareja de datos  $(x, y)$ , cada uno de éstos define un punto de la gráfica y se localiza en el plano cartesiano, previamente trazado en la hoja de papel cuadriculado o milimétrico; posteriormente, se debería elaborar esa misma gráfica empleando el software: Excel... Derive. Como trabajo extra clase se recomienda que, el estudiante grafique la ecuación de la recta:

$$y = b - mx; \text{ por ejemplo, } y = 3 - 5x$$

| Variable $x$ | Variable $y$ ( $y = -2 + 2x$ ) | $(x, y)$  |
|--------------|--------------------------------|-----------|
| $x = 0$      | , $y = -2 + 2 \cdot 0 = -2$    | $(0, -2)$ |
| $x = 1$      | , $y = -2 + 2 \cdot 1 = 0$     | $(1, 0)$  |
| $x = 2$      | , $y = -2 + 2 \cdot 2 = 2$     | $(2, 2)$  |

**Tabla 2.** Tabulación, conjunto de datos para elaborar la gráfica de la ecuación  $y = -2 + 2x$ .

2.- Después, en la segunda clase se resuelve en el pizarrón el problema 55 de la sección 3.1 de (Zill, 2012). “Construir una caja sin tapa de sección transversal rectangular, con una hoja de cartoncillo (papel) cuyas dimensiones específicas son las siguientes: largo “ $L$ ” y ancho “ $a$ ”; pretendiendo que la caja posea el volumen máximo factible”. La solución de este ejercicio requiere que, primeramente, se conceptualice en el aula, el cómo construir la caja.

El análisis del problema se inicia identificando los elementos físicos (dimensiones del cartoncillo) y geométricos (aristas de la figura y fórmula del volumen) que se involucran; se podría considerar que, si en cada uno de los vértices (extremos) de la hoja de cartoncillo “se recorta” un cuadrado de lado  $x$ ; implicando que después del corte, la longitud de la arista largo es  $(L-2x)$  y la que le corresponde a la arista ancho es  $(a-2x)$ ; entonces, ¿qué altura tendrá dicha caja? La respuesta se podrá encontrar, al doblar cada una de las cuatro nuevas aristas hasta la dimensión  $x$ , de la hoja de cartoncillo, con estos dobleces se forma la caja y se verifica que a la altura, le corresponde el valor de  $x$  (arista del cuadrado recortado).

Por lo tanto, como la fórmula para cuantificar el volumen es:

$$V = \text{largo} \cdot \text{ancho} \cdot \text{altura}; \text{ entonces}$$

$$V = (L-2x)(a-2x)x$$

El docente formula en el pizarrón el siguiente cuestionamiento: ¿será posible utilizar las matemáticas para determinar, el cómo se planea la fabricación de una caja? La respuesta es si; porque la solución del problema se puede visualizar elaborando la gráfica de la ecuación del volumen, representando sobre el eje horizontal, los valores de la variable independiente  $x$  (altura), mientras que, la variable dependiente  $V$  (volumen) se ubican en

el eje vertical, implicando que estos valores le corresponden al volumen V. Esto implicará buscar en la gráfica sobre el eje horizontal, a qué valor de x, le corresponde el máximo V. Para explicitar la tabulación se propone que, si  $L \geq a$ , los valores factibles de la variable x deberán ser mayores de cero y menores de  $(x = a/2)$ .

Entonces, en el análisis a nivel de conclusión se podrá resaltar que, el intervalo de los valores de x es abierto  $(0, a/2)$ ; la tabulación se establece (asignándole valores a la incógnita x desde 0.003 m con incrementos de 0.006 hasta  $a/2$ , encontrando para cada x, su correspondiente valor de V) y se gráfica; al observar ésta se concluye que, la solución del problema es el valor de x que produce el máximo valor de V. En la tabla 3 se muestra la tabulación parcial para las dimensiones de L y a, que son 0.4 m y 0.3 m respectivamente.

| x     | $V=(L-2x)(a-2x)x$                 | (x, V)             |
|-------|-----------------------------------|--------------------|
| 0.051 | $(0.4-2*0.051)(0.3-2*0.051)0.051$ | (0.051, 0.0030092) |
| 0.057 | $(0.4-2*0.057)(0.3-2*0.057)0.057$ | (0.057, 0.0030322) |
| 0.063 | $(0.4-2*0.063)(0.3-2*0.063)0.063$ | (0.063, 0.0030036) |

**Tabla 3.** Tabulación: la solución es  $x=0.057$  m.

3.- Finalmente, se le propone al estudiante que determine el espacio recorrido sobre una trayectoria rectilínea durante el intervalo de tiempo en segundos, t  $[0, 10.4]$ , por el cuerpo rígido representado como una partícula (un punto) en movimiento que se conceptualiza con la ecuación:

$$F(t) = t^3 - 6t^2 - 36t - 40 \text{ metros (m)}$$

Análisis, como el intervalo de los valores de t es cerrado  $[0, \text{número real}]$ . Después de que se ha elaborado la gráfica de F(t), en ésta se observa que, la partícula se ubica en la posición  $-40$  m en el tiempo  $t = 0$  s y continúa bajando hasta  $t = 6.1$  s que corresponde a la posición  $-255.879$  m; para valores de t, mayores a 6.1 s la partícula está subiendo, por ejemplo, en  $t = 10.04$  s ocupa la posición 5.798464 m.

De esta gráfica se concluye que la respuesta es: de 0 a 10.04 segundos la partícula recorre: **477.556464 m.**

4.- Epílogo, como trabajo extra clase el estudiante trazará la gráfica de la función velocidad del problema enunciado en el paso 3 en un sistema cartesiano, ésta es:

$$v(t) = 3t^2 - 12t - 36 \text{ m/s}$$

Los valores en el eje horizontal corresponderán a la variable t. En el reporte de este trabajo, el estudiante indicará gráficamente los valores de la variable t, que corresponden a la(s) cima(s), cima(s); y explícitamente para qué valores de la variable t, la velocidad v, es nula.

### 5. APRENDER A APRENDER

Ahora, se invita (reta) al estudiante a que adquiera la técnica para graficar una desigualdad como la siguiente:  $y < x$ ; éste se podría interrogar en su razonamiento, ¿cómo me podré apropiarse del procedimiento para graficar desigualdades? Mediante algunas estrategias el docente intenta propiciar que, el estudiante experimente en su razonamiento la siguiente inquietud ¿si puedo elaborar la gráfica de una igualdad (ecuación), cómo se graficará una desigualdad? Puede establecer la siguiente relación: cuando en ocasiones, dos entes (conceptos) del mismo tema tienen algo en común, se puede considerar que ellos son semejantes (tienen algo en común).

Por ejemplo, las condiciones agrestes entre los límites de dos estados geográficos contiguos de la república mexicana como: Guanajuato y Querétaro, son semejantes. El resultado esperado por la aplicación de una de las estrategias, es el de que, en el proceso mental del aprendiz podría surgir la siguiente pregunta, ¿esta desigualdad tiene semejanza con alguna igualdad? Sí, porque se parece a la ecuación de la recta. Por lo tanto, se tabula en pizarrón para  $y = x$ .

| x  | y (porque $y = x$ ) | (x, y)   |
|----|---------------------|----------|
| -1 | -1                  | (-1, -1) |
| 0  | 0                   | (0, 0)   |
| 3  | 3                   | (3, 3)   |

**Tabla 4.** A un valor de x, se asigna un solo valor de y.

Una acción adicional que puede acelerar el proceso de aprender lo que está ejecutando el estudiante, consiste en que el docente, trace en el pizarrón la gráfica de la ecuación:  $y = x$ ; hable, señale e identifique en dicha gráfica, que a un determinado valor de  $x$ , le corresponden varios valores a la variable  $y$ , que satisfacen la desigualdad  $y < x$ . Una tabulación parcial para conceptualizar la gráfica de la desigualdad ( $y < x$ ) se muestra en la tabla 5: cuando  $x = -1$ , algunos de los valores posibles que le corresponde a la variable  $y$  (segunda columna). Adicionalmente, se puede mostrar que, si  $x = 1$ , los valores posibles de la variable  $y$ , son cantidades reales menores que uno. Otro reto podrá ser: ¿Cómo se gráfica  $x^2 + y^2 = 9$ ?

| x  | y (porque $y < x$ ) | (x, y)      |
|----|---------------------|-------------|
| -1 | -1.1                | (-1, - 1.1) |
| -1 | -2                  | (-1, - 2)   |
| -1 | -3                  | (-1, - 3)   |

**Tabla 5.** A un valor de  $x$ , se asignan varios valores de  $y$ .

## 6. RESULTADOS

Se considera que el estudiante que ha acumulado horas presenciales en el aula, debe mostrar evidencias de madurez y destreza en el área de la aritmética básica, entonces con relativa facilidad resolverá satisfactoriamente 3 de los siguientes cuatro reactivos.

I.- Analice la siguiente expresión:  $(x - 2) (- x - 5) = 0$ , y determine dos valores para la variable  $x$ , que al sustituir cualquiera de ellos en la expresión, y ejecutar las operaciones se satisface la igualdad.

II.- Grafica completamente la ecuación,  $y = 1/x$ .

III.- Grafica completamente la ecuación,  $y^2 + x^2 = 4$ .

IV.- Explica con todo detalle cómo y dónde se utiliza una de las energías alternativas (solar, eólica, etc).

## 7. CONCLUSIONES

1.- El curso de nivelación podrá garantizar al aspirante la comprensión de: la clasificación de

los números reales, el graficar ecuaciones, la aritmética, el análisis y resolución de problemas; sí él utiliza un considerable porcentaje de su tiempo en el aula con el aprender a aprender (hacer), realizando trabajo autónomo.

2.- En el apartado cinco del examen diagnóstico, los aspirantes proporcionan información para inferir sobre el nivel, en que él tiene conceptualizado el grado de responsabilidad de un estudiante de alto rendimiento y su capacidad de comprensión del lenguaje español. Argumento suficiente para que, en el curso de nivelación de matemáticas, se promuevan estrategias personales que le permitan visualizar (descubrir) su potencialidad para disciplinar sus hábitos de estudio.

3.- Es recomendable insistir en el curso de nivelación que la tarea que se asigna diariamente no es opcional, se debe realizar el trabajo autónomo extra clase para cerrar el círculo del aprender a aprender.

*El ambiente que se propone se ha experimentado cinco semestres y consiste en que el alumno en el aula trabaje en su pupitre analizando y resolviendo problemas cotidianos (reales), así como identificando problemas reales.*

*Metodológicamente se debe observar un progreso gradual en la ejecución de operaciones aritméticas.*

*A través de asistir asiduamente al aula en cada clase se observará una maduración gradual que muestra evidencias de estar apropiándose de las estrategias propuestas.*

## 8. INSTRUMENTO (EXAMEN DIAGNOSTICO)

Nombre del alumno -----  
Carrera-----

**OBJETIVO GENERAL:** Conocer el nivel de aprendizaje sobre la clasificación de los números, operaciones aritméticas, algebraicas y comprensión del lenguaje escrito que posee el alumno de nuevo ingreso; así como contabilizar los horas que el estudiante le dedicó al trabajo extra clase.

**OBJETIVO ESPECÍFICO I:** identificar y agrupar con precisión los números reales, racionales, irracionales y naturales.

1.- Contesta las siguientes preguntas empleando notación de conjuntos.

1.1.-Expresa el conjunto de los números naturales.

1.2.- Expresa el conjunto de los números racionales.

1.3.- Expresa el conjunto de los números irracionales.

**OBJETIVO ESPECÍFICO II:** cuantificar la capacidad matemática para realizar operaciones aritméticas sin calculadora.

2.- Realiza las siguientes operaciones aritméticas.

2.1.-  $(255.879 \cdot 2 - 40 + 5.798464) =$

2.2.-  $10\,000/4 =$

2.3.-  $1/8 =$

**OBJETIVO ESPECÍFICO III:** cuantificar la capacidad matemática para realizar operaciones algebraicas.

3.- Resuelve o simplifica las siguientes ecuaciones.

3.1.- Resuelve la ecuación:  $x - 3 = 0$ .

3.2.- Resuelve la siguiente ecuación:  $4x - 1 = 4/(2x+8)$

3.3.- Simplifica la siguiente expresión algebraica:  $(x^2 - 2x + 4)/(x-2)$ .

**OBJETIVO ESPECÍFICO IV:** cuantificar la capacidad matemática para elaborar una gráfica en el plano cartesiano.

4.- Elabora una tabulación para cada ecuación o desigualdad, representa los datos de ésta con un punto en el plano cartesiano, y une los puntos con líneas.

4.1.- Gráfica la ecuación:  $y = 2 + 3x$ .

4.2.- Gráfica la ecuación:  $y = 2 - 3x$ .

4.3.- Gráfica la desigualdad:  $x - 3 > 0$ .

4.4.- Gráfica la igualdad:  $x = 2$ .

**OBJETIVO ESPECÍFICO V:** valorar el tiempo dedicado al trabajo extra clase y la capacidad de comprensión en el lenguaje escrito.

5.- Reflexiona cuantifica el tiempo que le dedicas al trabajo extra clase en cada una de las siguientes áreas del conocimiento en tu último semestre de preparatoria y tus actividades como futuro ingeniero.

5.1. Matemáticas

5.2. Física

5.3. Química

5.4. Historia

5.5.- Describe tres problemas que resolverás cuando poseas el título de ingeniero:

1.-Problema uno: \_\_\_\_\_

2.- Problema dos: \_\_\_\_\_

3.- Problema tres: \_\_\_\_\_

## 9. LITERATURA CITADA

Delors, J. 1997. LA EDUCACIÓN ENCIERRA UN TESORO. Compendio del Informe a la UNESCO de la comisión Internacional sobre la educación para el Siglo XXI, Paris.

Viesca Treviño, C. 2011. 1810-2010 Medicina mexicana, dos siglos de historia. Coordinador general (Carlos Viesca Treviño) Pharmaceuticals Bayer de México.

Zill, D.G. & Dewar, J. M. 2012. PRECÁLCULO con avances de cálculo, Quinta edición, Mc Graw Hill, China.



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

# **Instituto Tecnológico de Cd. Victoria**

## **División de Estudios de Posgrado e Investigación**

### **Maestría en**

# **CIENCIAS EN BIOLOGÍA**

**PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (SEP-CONACYT)**

**Especialidad:**

**Manejo y Conservación de Recursos Naturales (Terrestres o Acuáticos)**



**Becas Disponibles**

## Maestría en Ciencias en Biología

### PERFIL

El programa está diseñado para egresados de la carrera de biología o afines como médicos veterinarios, ingenieros agrónomos, ingenieros ambientales e ingenieros forestales. Podrán participar egresados de otras carreras con la aprobación del consejo de posgrado.

### REQUISITOS DE INGRESO Y DOCUMENTACIÓN

- Carta de exposición de motivos indicando porque desea cursar una maestría y porque desea ingresar a este programa, Maestría en Ciencias en Biología-ITCV.
- Carta de aceptación de Profesor adscrito al programa.
- Copia (s) de título profesional, certificado de calificaciones, diploma (s) y constancias de otros estudios.
- Constancia de promedio mínimo de 8 (ocho) en estudios de licenciatura.
- Currículum vitae con documentos probatorios adjuntos.
- Comprender el idioma inglés y aprobar examen de inglés del programa de MCB-ITCV.
- Dos fotografías tamaño credencial.
- Aprobar examen de admisión.
- Carta compromiso indicando que terminará su programa de maestría en dos años.
- Disposición para desarrollar e integrarse en proyectos de investigación.
- Entrevista con el comité de posgrado.
- Ser estudiante de tiempo completo.

### PLAN DE ESTUDIOS

El programa está diseñado para concluirse en dos años y consta de cuatro materias

básicas, cuatro optativas, cuatro seminarios de investigación y presentación de tesis de grado.

Áreas disponibles actualmente para investigación y desarrollo de tesis:

Malacología, Entomología, Micología, Mastozoología, Ciencias Forestales (Biodiversidad, Sistemática, Ecología y Fisiología).

### PLANTA DOCENTE

**Aguilar Pablo Octavio, Dr. INECOL A.C.**  
Genética (Biología Molecular), Manejo de Recursos Naturales (Ecología).

**Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.**  
Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponia.

**Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, College of Cardiff.** Reino Unido. Entomología Aplicada, Manejo Integrado de Plagas, Ecología y Sistemática de Orthoptera.

**Correa Sandoval Alfonso, Dr. UNAM**  
Malacología y Ecología Marina.

**Flores Gracia Juan, Dr. UANL.**  
Genética y Biotecnología.

**García Jiménez Jesús, Dr. UANL**  
Micología y Parasitología Forestal.

**Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.**  
Biotecnología y Micología.

**Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN**  
Neurociencias y Entomología.

**Venegas Barrera Crystian Sadiel, Dr. CIBNOR.**  
Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).

## INFORMES

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.  
VICTORIA**  
División de Estudios de Posgrado e  
Investigación

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,  
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175  
Tel. (834) 153 2000 Ext. 325

<http://www.postgradositcv.com>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

E-mail: [jhortavega@yahoo.com.mx](mailto:jhortavega@yahoo.com.mx)

E-mail: [almagavetec@hotmail.com](mailto:almagavetec@hotmail.com)







SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

# **Instituto Tecnológico de Cd. Victoria**

## **División de Estudios de Posgrado e Investigación**

# **Doctorado en CIENCIAS EN BIOLOGÍA**

**PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE  
CALIDAD (SEP-CONACYT)**

**Convocatoria: 2014**



# Recepción de solicitudes: Recepción de solicitudes: enero-mayo de 2014

## Líneas de investigación

- Biodiversidad y Ecología
- Manejo y Conservación de Recursos Naturales
- Procesos Biotecnológicos

## Requisitos y antecedentes académicos de ingreso de los candidatos

- Contar con grado de Maestría (indispensable estar titulado) en un programa experimental o de investigación en el área de las Ciencias Biológicas.
- Carta de aceptación de Profesor adscrito al programa.
- Promedio igual o superior a 8 (80 de 100) en estudios de maestría.
- Disponer de tiempo completo para cumplir con el programa doctoral.
- Aprobar el examen de conocimientos que aplica el programa o acreditar con al menos un 75% en conocimientos básicos y un 60% en habilidades de investigación en el EXANI-III del CENEVAL.
- Acreditar el examen de Inglés TOEFL, al ingresar al programa, mínimo 450 puntos. O bien acreditar este examen antes de egresar del programa, ya que este es un requisito para sustentar examen de grado y poder titularse.
- Presentar dos cartas académicas de recomendación expedidas por profesionistas reconocidos.
- Carta de exposición de motivos para el ingreso al doctorado, no mayor de una cuartilla, con fecha y firma.

- Visto bueno en entrevista con miembros del Claustro Doctoral.
- Presentar por escrito protocolo de investigación (3-5 cuartillas) para evaluar aptitudes y habilidades de experiencia previa, en el área de ciencias naturales.
- Carta de aceptación de uno de los miembros del Claustro Doctoral.

## PLANTA DOCENTE

**Aguilar Pablo Octavio, Dr. INECOL A.C.**  
Genética (Biología Molecular), Manejo de Recursos Naturales (Ecología).

**Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.**  
Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

**Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, College of Cardiff.** Reino Unido. Entomología Aplicada. Manejo Integrado de Plagas, Ecología y Sistemática de Orthoptera.

**Correa Sandoval Alfonso, Dr. UNAM**  
Malacología y Ecología Marina.

**Flores Gracia Juan, Dr. UANL.**  
Genética y Biotecnología.

**García Jiménez Jesús, Dr. UANL**  
Micología y Parasitología Forestal.

**Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.**  
Biotecnología y Micología.

**Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN**  
Neurociencias y Entomología.

**Venegas Barrera Crystian Sadiel, Dr.**

**CIBNOR.** Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).

## **INFORMES**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA.** División de Estudios de Posgrado e Investigación.

Bldv. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,  
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175.  
Tel. (834) 153 2000, Ext. 325

<http://www.postgradositcv.com>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

E-mail: [jhortavega@yahoo.com.mx](mailto:jhortavega@yahoo.com.mx)

E-mail: [almagavetec@hotmail.com](mailto:almagavetec@hotmail.com)



**CONVOCATORIA PARA PUBLICAR EN TecnoINTELECTO: TÍTULO CON MAYÚSCULAS DEBIDAMENTE ACENTUADAS, EN NEGRITAS, CENTRADO, ARIAL 10, INTERLINEADO SENCILLO**

*Autor(es) Arial 10 puntos, itálica, centrado, interlineado sencillo; principia con la inicial del nombre y apellidos completos, separados por un guión, sin grado académico, más de un autor separados con comas e indicadores para los datos siguientes: Institución(es) en 10 Arial, en itálica y centrado, interlineado sencillo, correo electrónico de los autores centrado, interlineado sencillo*

**RESUMEN:** Deberá ser lo más general y significativo posible, de manera que en pocas palabras exprese la aportación más relevante del artículo. Letra tipo Arial de 10 puntos, interlineado sencillo y espaciado anterior de 8 puntos y posterior de 6, iniciando con la palabra **RESUMEN** en negritas. Texto con alineación ajustada en todo el artículo. Si el artículo está en español, adjuntar el resumen inglés.

**PALABRAS CLAVE:** Colocar las palabras (tres a cinco) más significativas en el artículo, no repetir palabras del título, fuente de 10 puntos, dejando un espacio entre el párrafo anterior.

**ABSTRACT:** The abstract shall be as general and substantial as possible, in such a way that provides in a few words a clear idea of the paper's contribution. Please use Arial font 10 points, single space, space above 8 points and below 6 points, begin text with the word **ABSTRACT** in bold face. All text through the paper must be aligned to fit page. If paper is in Spanish abstract shall be in English.

**KEY WORDS:** Please use the most (three to five) significant words, font of 10 points, leaving a space between the preceding paragraphs.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los criterios para la revisión técnica son: importancia de la contribución a la divulgación científica, pertinencia de métodos empleados, correcta presentación de datos, soporte del manuscrito con literatura relevante y actualizada, discusión suficiente o necesaria. Además, figuras y tablas adecuadas. El manuscrito pasará al comité editorial, quien dictaminará si contiene el mínimo indispensable para ser publicado, lo cual se notificará vía electrónica en formato pdf.

## 2. CARACTERÍSTICAS

El cuerpo del artículo en dos columnas con 0.6 cm entre ellas y todos sus márgenes de 3 cm. Cada sección deberá contener un título numerado con formato de párrafo espaciado anterior de 12 y posterior de 6 puntos. La fuente de todo el manuscrito es Arial. En el cuerpo de 10 puntos, interlineado sencillo, con secciones numeradas con números arábigos.

**2.1 Idioma** Español o inglés.

### 2.2 Sub secciones

Las sub-secciones en formato tipo título, negritas, interlineado sencillo y espaciado anterior y posterior de 6 puntos.

### 2.3. Las gráficas y tablas

Serán en **escala de grises** y se ajustarán de acuerdo a las características de ellas y al gusto del investigador. Deberán ser posicionadas de acuerdo a la necesidad del investigador y bajo su responsabilidad.

## 3. LINEAMIENTOS

Los artículos deberán ser inéditos. Cada trabajo deberá presentarse en un mínimo de 5 y un máximo de 10 páginas. De 5 páginas se considerarán artículos cortos y se publicarán a recomendación del comité editorial.

## 4. RESPONSABILIDADES

El investigador es responsable del contenido, la sintaxis y el envío de su artículo en Word a la coordinación editorial actual de TecnoINTELECTO: [ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com), [almagavetec@hotmail.com](mailto:almagavetec@hotmail.com). El Instituto Tecnológico de Cd. Victoria será responsable de la revisión y aceptación o rechazo de los manuscritos, la edición de la revista, el índice, la impresión y distribución, apoyándose en el

Comité Editorial y otras instituciones, si lo considera pertinente.

señalar después del título si es profesional o de grado.

**Los artículos que no se ajusten a las normas editoriales serán rechazados para su adecuación.**

#### **Capítulo de libro:**

Navarrete-Heredia J. L. y A. F. Newton. 1996. Staphylinidae (Coleoptera). Pp. 369-380. *In*: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F.

#### **5. FECHAS IMPORTANTES**

Recepción de noviembre a enero y de junio a agosto. Respuesta y observaciones, desde su recepción hasta marzo o septiembre según corresponda. Publicación abril y octubre y su distribución en julio y enero

#### **Instituto Tecnológico de Cd. Victoria**

División de Estudios de Posgrado e Investigación-Coordinación Editorial de TecnoINTELECTO.

#### **6. LITERATURA CITADA**

##### **6.1 Referencias en texto**

Sin numerar, solo citar apellido(s) según el caso y el año separado por una coma, si son más citas separar por punto y coma; dos autores se separan “y” y si son más de dos autores solo se pondrá el apellido(s) del primer autor seguido de “*et al.*”.

Dra. Ludivina Barrientos Lozano:

[ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com),  
[almagavetec@hotmail.com](mailto:almagavetec@hotmail.com)

Al final, listar en orden alfabético sin numeración. Autor (es) iniciando con apellido (s) seguido por la inicial del nombre (s), si es el caso puede escribir los dos apellidos separados por un guión. Año. Título del artículo. Nombre de la Revista, Volumen y número de páginas, tipo Arial, 10 puntos, interlineado sencillo.

##### **Artículo científico**

Armenta, C. S., H. Bravo y R. Reyes. 1978. Estudios bio-ecológicos de *Epilachna varivestis* Mulsant, bajo condiciones de laboratorio y campo. *Agrociencia*, 34: 133-146.

Ávila-Valdez, J., L. Barrientos-Lozano y P. García-Salazar. 2006. Manejo Integrado de la Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae) en el sur de Tamaulipas. *Entomología Mexicana*, 5: 636-641.

##### **Libro o Tesis**

Jaffe K., J. Lattke y E. Pérez. 1993. El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196pp. En el caso de tesis