

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

CARACTERIZACIÓN DEL MATORRAL CON CONDICIONES PRÍSTINAS EN LINARES N. L., MÉXICO

Jorge García Hernández y Enrique Jurado
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 1-21



e-revist@s



CARACTERIZACIÓN DEL MATORRAL CON CONDICIONES PRÍSTINAS EN LINARES N. L., MÉXICO

CHARACTERIZATION OF SCRUB IN PRISTINE CONDITIONS AT LINARES, N. L., MEXICO

Jorge **García-Hernández**¹ y Enrique **Jurado**²

¹Profesor del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil 1301, Cd. Victoria, Tam., México. 87010 Apdo. Postal 175. Correo electrónico: jjorgar@prodigy.net.mx. ²Profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Carretera Nacional No. 85, km 145, Linares N. L., México. 67700, Apdo. Postal 41. Correo electrónico: ejurado@fcf.uanl.mx

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio para la ubicación y caracterización de vegetación de matorral con condiciones prístinas en el municipio de Linares, N.L. Para este fin son empleadas como herramientas la clasificación e identificación de los diferentes usos del suelo, a través del análisis multitemporal de imágenes de satélite, su verificación de campo y complementada por la caracterización fisonómica, estructural y florística, que permitan conocer la condición original de la vegetación primaria de la zona. El resultado de este trabajo muestra las consecuencias de una histórica falta de planeación en el aprovechamiento de los recursos naturales en este municipio, ya que de la superficie ocupada por el matorral en 1994, estimada en 58% del territorio municipal, menos del 1% guarda condiciones de virginidad. Como resultado de estos hechos una gran parte de las áreas abiertas para actividades agrícolas, pecuarias o forestales, están ahora cubiertas por vegetación secundaria o en el caso extremo se encuentran desnudas.

Palabras clave: Estructura, composición, análisis multitemporal.

SUMMARY

The present study involved the location and characterization of scrub vegetation in pristine conditions in Linares, Nuevo León, México. A classification and identification of land-use were used as tools to make a multitemporal analysis of satellite image with field verification including a physonomic, structural and floristic characterization of the original vegetation in the area. The results of this work show the consequences of a historic lack of planning in the use of natural resources in this municipality. The area covered by scrub in 1994, was about 58% of the territory, however less than 1% remained in original conditions. A large portion of those areas cleared for agricultural and forestry activities are now covered by secondary growth vegetation, or in some cases those areas lack plant cover.

Key words: Structure, composition, multitemporal analysis.

INTRODUCCIÓN

En México se reconoce la necesidad de detener y revertir el deterioro de los elementos naturales, comenzando por un adecuado conocimiento de la cuantía y localización de nuestros bosques, selvas y vegetación de zonas áridas, de su ritmo de deforestación y del análisis de las causas de ésta, con el fin de aplicar las estrategias necesarias en las que se involucre a la sociedad en su conjunto.

Bajo estas premisas es de suma importancia estudiar el matorral puesto que es el recurso más abundante e históricamente también el más utilizado en las zonas áridas y semiáridas del país.

Las comunidades vegetales de matorral de México han sido clasificadas desde un punto de vista práctico como matorral xerófilo por Rzedowski (1978), atendiendo esencialmente al origen de las mismas y por ser de estructura y composición similares. Se considera que este tipo de formación vegetal cubre alrededor de 40% de la superficie del territorio nacional por lo que su cobertura es la más amplia de las que encontramos en el mosaico vegetal de nuestro país. Su distribución está asociada con la presencia de climas cálidos y secos que se localizan sobre todo en el área del altiplano mexicano y en las planicies costeras tanto del Pacífico, como del Golfo de México.

Los matorrales del noreste de México son utilizados para la obtención de productos para la construcción de cercas (como postera) y para la elaboración de implementos agrícolas, además de la extracción de leña, la producción de carbón y sobre todo, la utilización de sus superficies para el establecimiento de áreas de cultivo y de pastoreo (Correa, 1996).

Las áreas prístinas en su conceptualización general deberán ser consideradas bajo la premisa de que difícilmente se puede asegurar la integridad de áreas por períodos de 250 años o más, que es el tiempo considerado para su determinación por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN/PNUMA/WWF, 1991). Sin embargo, todos los esfuerzos por reconocer el más alto grado de originalidad de las comunidades nos brindará las bases más objetivas para la gestión de las mismas. Sobre todo, hoy en día, en que las necesidades de las poblaciones humanas crecen, se precisa hacer un análisis de los

posibles impactos en los ecosistemas causados por su actividad, al promover cambios en el uso del suelo.

Tomando en cuenta lo anterior, se debe rescatar la importancia de la información que nos presentan los estudios dinámicos de las comunidades, dado que nos proveen las bases documentales para poder establecer de manera objetiva, cuál es la relación gestión-impacto, y cuál la dirección del desarrollo sucesional de las distintas asociaciones vegetales.

Los estudios de la dinámica vegetal deben partir de la determinación de la composición de la diversidad biológica, atendiendo a sus densidades y a la distribución de las diferentes entidades biológicas a través de patrones de estratificación, tanto vertical como horizontal, tomando en cuenta que esta distribución es condicionada o favorecida por la acción de los diversos gradientes ambientales y por las intrincadas relaciones entre estos y los organismos que constituyen las comunidades bióticas.

Algunos autores han hecho aportaciones al conocimiento del matorral de la región. Villegas (1972) describe un total de seis unidades de vegetación, destacando como más importante el matorral alto subinerme ubicándolo en la zona de la Planicie Costera y en los lomeríos bajos de la zona de Piedmont, en alturas entre los 200 y los 1000 msnm, cubriendo un 35 % de la superficie de Linares y Hualahuises. Un estudio anónimo (1973) incluye en su clasificación para el municipio de Linares, N.L., los siguientes tipos de vegetación afines al matorral: matorral alto subinerme de *Helietta parvifolia* con *Diospyros palmeri*; matorral alto subinerme de *H. parvifolia* con *Capparis incana*; matorral mediano subinerme con *Cordia boissieri* y *Pithecellobium brevifolium*; matorral alto espinoso con espinas laterales de *Acacia rigidula* y *A. berlandieri*; y el bosque caducifolio espinoso de *Prosopis glandulosa* con *Acacia berlandieri*. Alanís en 1977 describió al matorral alto subinerme como una comunidad vegetal dominada por arbustos con alturas de tres a cinco metros, distribuida a partir de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental desde Monterrey hasta Tamaulipas en su parte norte. Heiseke y Foroughbakhck (1985) caracterizaron la estructura de dos tipos de matorral en Linares, N.L., citando los datos más relevantes de las especies más comunes, como: frecuencia, abundancia, dominancia y valor de importancia. Jurado (1986) analizó la influencia, asociación y correlación de las especies con respecto de los

factores físicos del suelo, la topografía y el disturbio. Sugiere que el agua es probablemente el principal factor limitante para la distribución de especies del matorral. Jurado y Reid (1989) caracterizaron un área del matorral espinoso tamaulipeco, analizando la influencia que el disturbio y los factores edáficos y topográficos, tienen sobre la distribución de sus especies. Reid, et al. (1990), realizaron un estudio sobre la variación florística y estructural en el matorral tamaulipeco en el noreste de México, y entre sus resultados generales mencionan que los cambios en factores tales como clima, suelo y topografía son los que originan los diferentes patrones de distribución de las especies. Rodríguez (1994) determinó la composición florística y estructural de dos comunidades diferentes de matorral en el área de Linares, comparándolos a través del uso de diferentes índices de diversidad. Medina (1995) estudió fragmentos de vegetación de matorral de diferentes tamaños comparándolas mediante el uso de índices de diversidad, determinando que no existen diferencias substanciales entre los valores de diversidad para fragmentos grandes de vegetación (mayor de 100 hectáreas) y pequeños (menor de 10 hectáreas). González (1996) analizó la vegetación secundaria del municipio de Linares, N.L., encontrando para su área de estudio un total de 64 especies leñosas y determinó además que la diversidad de la vegetación secundaria está relacionada con los períodos de aprovechamiento de los predios, encontrando que existe una mayor diversidad en los predios que son utilizados por períodos más cortos de tiempo en relación con aquellos que son explotados durante muchos años. En este estudio se determinó también que las especies que aparecen como pioneras después de un aprovechamiento son: *Acacia farnesiana*, *A. berlandieri* y posteriormente *A. rigidula*.

El ritmo acelerado de alteración en la cubierta vegetal de la región, precisa de la adopción de una tecnología que permita hacer un monitoreo satelital de los cambios en las diferentes unidades de vegetación reconocibles. Treviño (1992) desarrolló un trabajo para ejemplificar la aplicación de las imágenes de satélite en la cartografía de la vegetación. Determinando que estas imágenes conjuntamente con el uso de fotografías aéreas de pequeña escala permiten el registro dinámico de las formas de uso de suelo y las formas de vegetación a nivel regional. Correa (1996) evaluó los cambios del uso de suelo mediante imágenes de satélite de los años de 1973 y 1994, en los municipios de Linares y Hualahuises, N. L. Este autor analiza y compara un total de 10 unidades descriptivas de acuerdo a sus superficies concluyendo que los matorrales de estos municipios son los que han sido impactados de

manera más severa. Treviño, *et al.*, (1996) evaluaron los cambios ocurridos en un período de 21 años y para ello utilizaron datos del suelo, del clima y de la vegetación integrados en un sistema de información geográfica. Sus resultados nos indican que aproximadamente 60% de los matorrales han sido eliminados para el establecimiento de cultivos agrícolas o áreas de pastoreo, teniendo como consecuencia: la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y cambios microclimáticos sensibles. Treviño, *et al.*, (1997) realizaron un análisis retrospectivo multitemporal, respecto de la situación de la vegetación en el municipio de Linares, N. L., utilizando imágenes de satélite LANDSAT, y encontraron que la tasa anual de remoción de la vegetación está dentro del rango 0.94 a 1.06 % de la superficie total del municipio.

El presente trabajo pretende definir una metodología para el establecimiento de unidades descriptivas de vegetación prístina que puedan ser referenciadas como unidades tipo, dada su original naturaleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El municipio de Linares, N. L., se encuentra en la región Noreste de México (Figura 1), entre las coordenadas geográficas límites de 25° 09' y 24° 34' de latitud norte y los 99° 07' y los 99° 54' de longitud oeste. Con una extensión territorial de aproximadamente 2,445 km de los cuales cerca del 60 por ciento está dominada por matorrales xerófilos (Correa, 1996).

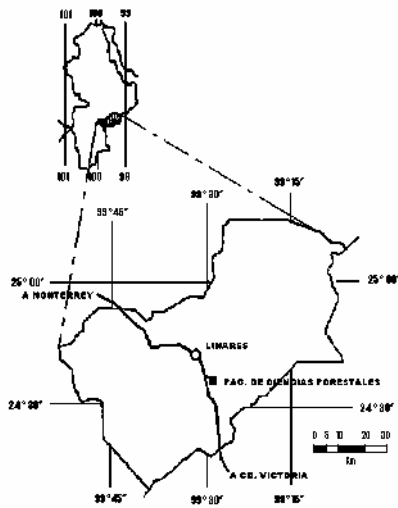


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

Fisiografía y topografía

El municipio de Linares pertenece desde el punto de vista fisiográfico, a dos regiones, en su parte más occidental se ubica en la denominada Sierra Madre Oriental con una topografía bastante irregular, aunque su extensión es reducida con altitudes que varían entre los 550 y los 1850 msnm; la mayor parte del municipio está dentro de la región denominada Planicie Costera del Golfo, caracterizada por un relieve poco accidentado representado por pequeños lomeríos y extensas áreas llanas o planas con una altura promedio de 350 msnm (Estrada y Marroquín, 1988).

Clima

Según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1988), se define para el área de estudio un clima semicálido subhúmedo con lluvias principalmente en verano, entre los meses de abril a noviembre y con la presencia de un periodo de sequía intraestival denominado canícula, la precipitación total anual oscila entre los 600 y 1000 milímetros, con un promedio de 749, en tanto que las temperaturas medias anuales son siempre mayores a los 18° C con un promedio anual de 22.3 °C (Figura 2).

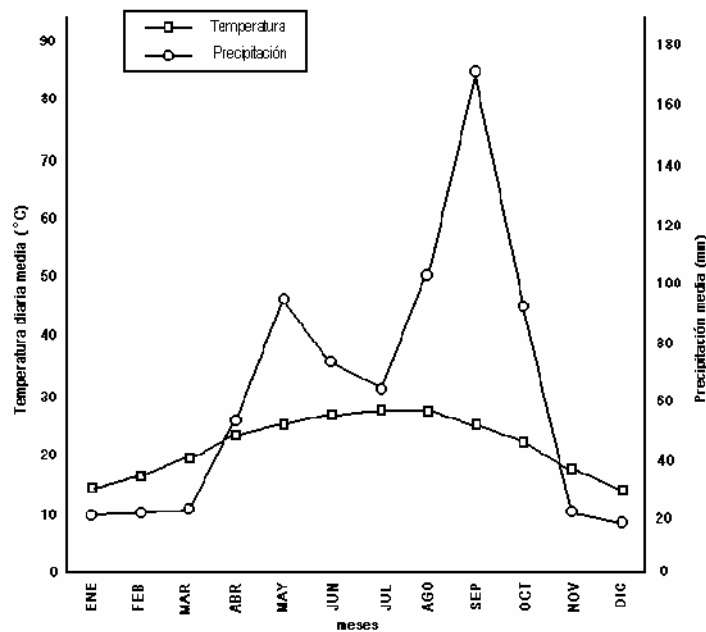


Figura 2. Diagrama ombrotérmico, basado en 24 y 47 años de observaciones sobre temperatura y precipitación respectivamente (tomado de González, 1996).

Suelos

En el municipio de Linares se pueden identificar varios tipos de suelo como resultado de diversos procesos ligados a la edafogénesis de la región (Jurado, 1986). Entre los tipos de suelo más conspicuos pueden citarse:

- a) En la parte de la Sierra Madre Oriental y en lomeríos que corren en forma paralela a la misma se encuentran suelos de tipo Litosol y Regosol. Los Litosoles caracterizados por ser someros y con una pedregosidad aflorante considerable, en tanto que los Regosoles aparecen como un manto de material suelto situado sobre el centro duro de la tierra.
- b) Los suelos más comunes en el municipio corresponden a los ubicados en las zonas planas y de lomeríos, entre los que destacan los Vertisoles y las Rendzinas. Los Vertisoles son propicios para la actividad agrícola en la zona, en tanto que las Rendzinas aparecen en las lomas con un estrato de cementación poco profundo de tipo caliche.

Vegetación

La vegetación de Linares N.L., se puede dividir en seis tipos de acuerdo al análisis hecho por Correa (1996):

1). Matorral Submontano

Se caracteriza por la presencia de especies arbustivas altas y árboles bajos con carácter espinoso o arbustivo y con alta fidelidad de elementos tales como: *Helietta parvifolia*, *Acacia rigidula*, *Cordia boissieri*, *Pithecellobium pallens*, *Diospyros texana*, *Neopringlea integrifolia*, *Pithecellobium flexicaule*, *Celtis pallida*, *Diospyros palmeri* y *Casimiroa pringlei*. Se le ubica en la región donde limita la Planicie Costera del Golfo con la Sierra Madre Oriental.

2). Matorral Espinoso Tamaulipeco

Esta comunidad se distribuye desde la parte este del municipio, siendo una extensión del matorral del estado de Tamaulipas, alcanzando también una distribución importante hacia la parte norte de la cabecera municipal. Predominan las asociaciones caracterizadas por estratos arbustivos altos o medianos y arbóreos altos, siendo más comunes las especies espinosas con hojas compuestas. Entre las especies principales se citan: *Pithecellobium pallens*, *Acacia rigidula*, *Pithecellobium flexicaule*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Leucophyllum frutescens*, *Forestiera angustifolia* y *Acacia spp.*

3). Mezquital

Se caracteriza por la dominancia de leguminosas arbóreas de entre uno y cinco metros de altura y ligados a zonas bajas con suelos aluviales con suministro de humedad más o menos constante. Entre las especies que dominan fisonómicamente se pueden mencionar: *Prosopis glandulosa*, *Pithecellobium flexicaule*, *Pithecellobium pallens*, *Acacia rigidula*, *Zanthoxylum fagara* y *Celtis pallida*.

4). Bosque de Encino

Esta comunidad esta constituida principalmente por especies de *Quercus* que van de los cinco a los 20 metros de altura. En su distribución altitudinal más baja limita con el matorral submontano. Entre las especies de Encino se pueden mencionara *Q. graciliformis*, *Q. aff. clivicola*, *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla* y *Q. grisea*. Por su relación con el matorral submontano están presentes especies como *Neopringlea integrifolia*, *Helieta parvifolia* y *Diospyros texana*.

5). Bosque de Encino-Pino

Conformado por especies de alturas superiores a los 4 metros y sus elementos típicamente poseen hojas esclerófilas o aciculares. Se localiza a partir de las laderas orientales de la Sierra Madre y es una mezcla de elementos de bosques vecinos de encino y de pino. Son especies constantes *Quercus polymorpha*, *Q. fusiformis*, *Q. lacey*, *Q. affinis*, *Pinus montezumae*, *P. arizonica*, *P. teocote* y *P. ayacahuite*.

6). Bosque de Pino

Este aparece como una consociación vegetal por la dominancia de *Pinus teocote* asociada con otras especies de pino y encino acompañantes en un estrato arbóreo muy evidente de más de 15 metros de altura. Entre las especies de encino que aparecen en están: *Quercus rugosa*, *Q. rysophylla* y *Q. graciliformis*.

Interpretación Visual de Imágenes de Satélite

La primera fase del trabajo consistió en una clasificación de los usos de suelo determinados para el municipio de Linares, N.L., utilizando para este fin imágenes de satélite LANDSAT MSS y LANDSAT TM de los años de 1973 y 1994, respectivamente, ambas de escala 1:250 000.

Sobre las imágenes se realizó una estratificación determinando las distintas clases a identificar, con este procedimiento se puede hacer un análisis multitemporal del área dando como resultado la detección de cambios en el uso del suelo y la ubicación de aquellas áreas de matorral conservado.

Como resultado de este análisis primario de las áreas a través de la interpretación visual de las imágenes fueron seleccionadas un total de 14 sitios, con una extensión total de 23 517.60 Ha que representan apenas el 10.12% de la extensión total del municipio (232 200.00 Ha).

Verificación de las áreas identificadas como prístinas

La siguiente parte del trabajo consistió en la corroboración en campo de la fidelidad mostrada por el tipo de cobertura de las áreas representadas en las imágenes de satélite sin cambios en el uso del suelo en un período de 21 años (1973-1994).

Los criterios básicos utilizados para la consideración de pristinidad de las áreas fueron la falta de evidencia de: caminos o rutas de acceso a los sitios verificados, algún tipo de aprovechamiento forestal, actividad pecuaria por ramoneo de las especies de talla baja, la presencia de especies vegetales indicadoras de disturbio y presencia de individuos maduros o sobremaduros muertos en pie.

Ubicación de los sitios de muestreo

Una vez corroboradas las áreas en campo fue seleccionada sólo una, toda vez que el resto a pesar de aparecer sin cambios para el periodo de observación en las imágenes no cumplían con los criterios de pristinidad referidos, se ubicaron los puntos de muestreo (Cuadro 1) para llevar a cabo la caracterización de las mismas.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.

SITIO No.	LONG. W	LAT.N	UTM (X)	UTM (Y)
1	99°39'45''	24°42'18''	434825	2732200
2	99°37'30''	24°40'50''	436750	2729265
3	99°36'25''	24°39'35''	438429	2727543
4	99°35'00''	24°39'25''	440372	2726678

Caracterización del matorral con condiciones prístinas

Determinación del área mínima de muestreo

Se determinó una área mínima de muestreo para la asociación vegetal evaluada de 8 x 8 metros (64 m²). Se hicieron cuatro repeticiones, obteniendo un área total de 256 m² por punto de muestreo. Las cuatro submuestras para cada sitio fueron de forma cuadrada y ubicadas en cruz a partir del punto central, mismo que coincide con la georeferencia del mismo, en tanto que los cuatro cuadros fueron colocados a una equidistancia de 50 metros a partir de este, en dirección de los cuatro puntos cardinales.

Caracterización de la vegetación

Fueron tomados en cuenta aspectos como diversidad, fisonomía, estratificación vertical y la cobertura proporcional de las especies.

Los parámetros considerados fueron la dominancia, la densidad y el valor de importancia de las especies (Krebs, 1985). La frecuencia no fue tomada en cuenta puesto que no presenta equitatividad en su interpretación, ya que en este rubro tiene igual valor una especie que aparece con un individuo en un cuadro de muestreo que aquella que se presenta con una alta densidad.

Cobertura = $\pi * rM * rm$ (estimación para cada individuo)

donde rM es el radio mayor y rm el radio menor de cada individuo.

Dominancia = $\frac{\text{cobertura de una especie}}{\text{área muestreada}}$

Dominancia relativa = $\frac{\text{dominancia para la especie } i}{\text{dominancia de todas las especies}} \times 100$

Densidad = $\frac{\text{número de individuos de la especie } i}{\text{área muestreada}}$

Densidad relativa = $\frac{\text{densidad para la especie } i}{\text{densidad para todas las especies}} \times 100$

Valor de importancia = dominancia relativa + densidad relativa

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localización de áreas prístinas

De las 14 áreas seleccionadas en la fase de interpretación visual de las imágenes de satélite fueron descartadas trece de éstas, ya que sólo una de las áreas resultó tener las características de prístinidad. El área seleccionada manifiesta disturbio sólo en la parte más sureña de la misma, en la zona cercana al Arroyo Anegado que constituye a su vez el límite del municipio de Linares y del estado de Nuevo León, con el estado de Tamaulipas.

El área estudiada se ubica en la zona sur– suroeste del municipio de Linares, N.L., ubicándose sobre un lomerío paralelo a las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, con su centro geográfico aproximadamente en las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) en 436750 X (este) y 2729265 Y (norte). La superficie que este lomerío abarca es más amplia, sin embargo, no toda tiene las condiciones de virginidad precisadas, por lo que de la superficie originalmente señalada que era de 3, 760 hectáreas aproximadamente, sólo cerca de 2,190 hectáreas se encuentran bien conservadas. Resulta evidente que el relieve del terreno es un factor básico para mantener dicha condición, ya que se observa que por arriba de los 500 metros sobre el nivel del mar es donde no se distingue rastro evidente de intervención tanto en la interpretación visual como en la verificación de campo.

De acuerdo a los resultados presentados por Correa (1996), en su estudio para evaluar y cuantificar los cambios del uso del suelo en los municipios de Linares y Hualahuises, en Nuevo León, fue reconocido que los diferentes tipos de matorral cubrían, para 1973, 169 211 hectáreas lo que representó 58.91% de la superficie, en tanto que para 1994 la cobertura del matorral fue de 166 628 hectáreas que constituyen 58% de la superficie.

Dichos resultados dejan ver que sólo 0.91% de la superficie del matorral sufrió pérdidas en su superficie durante ese período.

Es importante resaltar, que si bien el matorral que cubre estos municipios es cercano a 60% del territorio, el que se encuentra con condiciones prístinas no supera 1%, con apenas 2,190 hectáreas que representan 0.76 % del territorio con este tipo de vegetación.

En este sentido, se puede decir que el matorral de Linares, N.L. ha sido modificado casi en su totalidad por la implementación de diversas actividades productivas y que en la mayoría de los casos no se ha tomado en cuenta la potencialidad del suelo para definir el tipo de explotación pertinente.

En relación con el trabajo realizado por Treviño, *et al.*, (1996), en donde se concluye que cerca de 60% de los matorrales han sido eliminados para el establecimiento de cultivos agrícolas o áreas de pastoreo, se puede precisar ahora que el resto del matorral no detectado en el período de análisis, carece de una condición de originalidad, ya que su utilización data de tiempos anteriores a 1973 y han sido ya sujetas de procesos de revegetación. Estos procesos en terrenos abandonados evidencia el mal uso del suelo, sin embargo, se debe tener bien claro que la composición y estructuras originales han cambiado en forma substancial.

Atendiendo a otro estudio presentado por Treviño (1997), en donde se menciona como resultado preliminar que la tasa anual de remoción de la vegetación está dentro de un rango de 0.94 a 1.06 de la superficie total del municipio y tomando en cuenta que la utilización intensiva de la vegetación en el municipio data de los años 20's, resulta coincidente y aceptable el hecho de que en este trabajo se determinó que sólo menos de 1% del municipio cuenta con vegetación de matorral original. En el estudio antes referido se expresa que el porcentaje de vegetación que no ha sido removido a través del tiempo se limita a menos de 40% y que este porcentaje de terreno se restringe a las zonas montañosas y lomeríos con suelo somero, el presente trabajo demuestra que el matorral con condiciones naturales, se ubicó sobre un lomerío con cobertura menor a 1% del total para el municipio (58%), por lo que es evidente que el porcentaje de vegetación no removida fue mucho menor a 40%, tomando en cuenta lo informado por Correa (1996), 28% de la superficie destinada a la agricultura de temporal o de riego, pastizales, son cuerpos de agua, o bien son suelos desnudos.

Caracterización del Matorral con Condiciones Prístinas

Tipo de vegetación

El tipo de vegetación evaluado en este trabajo corresponde a un matorral submontano de acuerdo a la nomenclatura utilizada por el INEGI, adaptada de los trabajos de Miranda y Hernández X. (1963) y equivalente al matorral alto subperennifolio propuesto por Rojas-Mendoza (1965), que se caracteriza por la presencia de especies de los géneros *Acacia*, *Pithecellobium* y *Helietta*.

El matorral submontano fue descrito para Nuevo León por Alanís, *et al.*, (1996), dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, aunque en realidad en muchas partes se extiende hacia las zonas llanas, constituyéndose en una gran zona de traslape entre la Sierra Madre Oriental en sus estribaciones con la Planicie Costera del Golfo, caracterizándose por ser una formación arbustiva y subarbórea, con elementos florísticos dominantes de 4 a 6 metros de alto, perennes, subespinosos con hojas pequeñas y caducifolias. Citándose entre las especies más representativas de este tipo de vegetación a *Helietta parvifolia*, *Cordia boissieri*, *Gochnatia hypoleuca*, *Neopringlea integrifolia*, *Pithecellobium pallens*, *Leucophyllum frutescens* y *Acacia rigidula*; todas éstas presentes en las comunidades analizadas en el presente trabajo, donde se evaluó una asociación de *Helietta parvifolia* (Barreta) con una especie codominante variable, pero principalmente con *Acacia rigidula*, aunque en ocasiones apareció como una verdadera consociación por la dominancia visual y estructural de la barreta.

Fisonomía

El aspecto general de este tipo de vegetación fue el de un matorral alto, con individuos dominantes de cinco a siete metros, representado por especies que crecen la mayoría como arbustos, pero que bajo condiciones propicias de humedad pueden aparecer como pequeños árboles, tal es el caso de *Helietta parvifolia*, *Fraxinus Greggii*, *Pithecellobium pallens*, *Neopringlea integrifolia* y *Gochnatia hypoleuca*, que esencialmente son las que dominaron el dosel de esta asociación vegetal, presentando en algunos casos eminencias notables.

Por otro lado, se detectó cierta dominancia de las especies inermes, en cuanto a su porcentaje y a su relación con los valores de importancia correspondientes, por esta

condición se le puede considerar de carácter subinermis. Resulta importante destacar que la caducidad foliar de la mayoría de los elementos no es totalmente coincidente por lo que no se apreció una desnudez total en ninguna de las temporadas del año.

Estratificación vertical

Para este tipo de comunidad vegetal fueron identificados tres estratos principales:

- a) Estrato arbustivo-árboreo alto (de tres a siete metros)
- b) Estrato arbustivo medio (de uno a tres metros)
- c) Estrato arbustivo bajo (menos de un metro)

Estrato arbustivo-árboreo alto.- Este estrato constituyó el dosel de la formación vegetal estudiada, siendo muy denso y cerrado. A éste, lo conforman especies que aparecen creciendo como arbustos o como árboles, mostrando la dominancia tanto fisonómica como analítica. Entre estas especies se puede citar a *Helietta parvifolia* creciendo como arbusto dominante, aunque se ubicaron individuos arbóreos de hasta 18 centímetros de diámetro; en el mismo caso, se encontraron individuos de *Cordia boissieri* y *Fraxinus greggii*, creciendo como árboles con diámetros de hasta 20 centímetros, aunque con una densidad mucho menor que la barreta. Otras especies que alcanzaron este estrato son arbustivas como *Pithecellobium pallens*, *Acacia rigidula*, *Gochnatia hypoleuca*, *Eysenhardtia polystachya*, *Neopringlea integrifolia* y *Pithecellobium ebano*, este último en forma ocasional.

Estrato arbustivo medio.- En este estrato se encontró creciendo frecuentemente a las mismas especies que en el estrato superior, sólo que en fases de desarrollo más jóvenes, adicionalmente a las ya mencionadas se ubicaron creciendo en este estrato a especies como *Karwinskia humboldtiana*, *Zanthoxylum fagara*, *Leucophyllum frutescens*, *Randia rhagocarpa*, *Bernardia myricaefolia* y *Rhus virens*.

Estrato arbustivo bajo.- En este estrato se detectó creciendo la escasa regeneración seminal, sin embargo, fueron detectados en forma esporádica individuos de tallas mayores de especies como *Randia rhagocarpa* principalmente, y de *Opuntia leptocaulis* y *Calliandra eriophylla*.

Estratificación horizontal

Para la determinación de este parámetro no se consideró el tipo de distribución espacial de las especies, aunque es importante destacar que se pudo observar que la mayoría presentan una marcada tendencia a aparecer con patrones agregados, como en el caso de la especie dominante (*Helietta parvifolia*), tal vez debido a su capacidad de producir y liberar cumarinas que son alcaloides del tipo de las furanoquinolinas y aceites esenciales para inhibir la germinación de otras semillas a su alrededor (Rovalo, *et al*, 1983).

Valor de importancia de las especies

La evaluación general (Cuadro 2) de los puntos de muestreo se hizo utilizando los valores relativos obtenidos por cada una de las especies.

De acuerdo a estos resultados se determinó que existe una gran hegemonía de las especies que conforman el piso principal o dosel encabezadas según sus valores por *Helietta parvifolia*, que en todos los casos observó valores de importancia que equivalen a un 25% del total considerado.

Cuadro 2. Resultados de los valores de importancia de las especies.

Especie	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Valor de importancia
<i>Helietta parvifolia</i>	24.9848	27.1576	52.1424
<i>Acacia rigidula</i>	11.2356	10.8618	22.0974
<i>Pithecellobium pallens</i>	9.4582	10.3461	19.8043
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	14.9307	4.2022	19.1329
<i>Fraxinus greggii</i>	10.1896	4.8420	15.0316
<i>Randia rhagocarpa</i>	3.2238	10.9975	14.2213
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.6455	9.7617	13.4072
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	5.6020	6.0580	11.6600
<i>Neopringlea integrifolia</i>	5.1951	6.3293	11.5244
<i>Cordia boissieri</i>	6.6622	3.1937	9.8559
<i>Bernardia myricaefolia</i>	1.1336	3.5153	4.6489
<i>Pithecellobium ebano</i>	2.5761	0.5204	3.0965
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.9507	1.0408	1.9915
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.0142	0.5204	0.5346
<i>Rhus virens</i>	0.1026	0.4010	0.5036
<i>Calliandra eriophylla</i>	0.0941	0.2509	0.3450
Totales	99.9988	99.9987	199.9975

En lo que respecta a la dominancia total se determinaron los siguientes valores para cada uno de los puntos de muestreo:

Punto 1 = 1.74 (± 0.07)

Punto 2 = 1.55 (± 0.08)

Punto 3 = 1.12 (± 0.05)

Punto 4 = 1.22 (± 0.10)

Obteniendo por lo tanto un valor promedio de 1.40 (± 0.26), esto indica que de la superficie utilizada como unidad de muestreo (64 m²), la cobertura de las especies alcanzó en promedio un área total equivalente a 90.5 m² con la proyección vertical de sus copas, es decir un 40% más, que se traduce en el traslape de las copas entre los individuos de las diferentes especies de cada sitio particular.

Por lo que respecta a las coberturas máximas y mínimas, éstas correspondieron a los puntos uno y cuatro, con valores de 1.74 y 1.22 respectivamente. Estos cambios estuvieron evidentemente influenciados por el tipo de exposición y por ende por las condiciones microambientales dadas por pequeñas cañadas y una exposición este-noroeste, protegida de una exposición excesiva a la radiación solar como se presentaba en el punto uno. Los sitios protegidos promovieron un evidente aumento en el vigor de los individuos, más que cambios sustanciales en la densidad promedio, puesto que los valores de densidad no tuvieron relación evidente con la cobertura en forma directa sino tal vez con la calidad de los diferentes sitios, como lo muestran los datos de la densidad total por punto de muestreo:

Punto 1 = 0.74 (± 0.03)

Punto 2 = 0.72 (± 0.02)

Punto 3 = 0.71 (± 0.02)

Punto 4 = 0.77 (± 0.03)

Analizando estos datos se obtiene una densidad total promedio de 0.73 (± 0.03) por unidad de muestreo de 64 m², lo que significa que existe menos de un individuo (0.73) por cada metro cuadrado de terreno.

La dominancia de la barreta ha sido ya referida para el matorral submontano del noreste del país (Rovalo, 1983; y Treviño, 1997) estimando que en gran parte su dominancia, está fundamentada, de acuerdo a Rovalo (1983) en su capacidad alelopática, aunque de acuerdo a la composición de las comunidades, tiene restricciones en el alcance de su efecto.

Es probable, de acuerdo a los datos presentados por González (1996), que *Helietta* no soporte la apertura del terreno, como lo demuestra su ausencia en la vegetación secundaria de zonas aledañas a la aquí estudiada. Esto sugiere que esta especie puede estar sometida a un nodricismo específico estricto para poder establecer su regeneración. Existe una concordancia con lo expuesto en esta investigación, al sugerir que *Helietta parvifolia* forma parte de la vegetación primaria o sin disturbio. Esto es además soportado por el hecho que esta especie tiene un ritmo de crecimiento menor que algunas de las especies comunes en el matorral (Foroughbakhch y Heiseke, 1990). Tal es el caso de especies como *Acacia rigidula* y *Eysenhardtia polystachya* que además de formar parte de la vegetación primaria con altos valores de importancia son de las especies que aparecen como pioneras en la sucesión secundaria (González, 1996).

El área de distribución de matorral submontano primario estudiado, dominado por *Helietta parvifolia*, se presenta bajo condiciones topográficas que le han permitido a la fecha estar al margen de la deforestación en cualquiera de sus modalidades, la principal defensa del terreno es su relieve, ya que se encuentra ubicada en un lomerío con elevaciones que oscilan entre los 450 y los 700 msnm con pendientes desde moderadas a muy pronunciadas en su ladera occidental, lo que le confiere un difícil acceso.

Por el hecho de aparecer en un lomerío con suelos ricos en carbonatos de calcio y en relación con los regímenes de precipitación, limitados a los meses de mayo y septiembre, se promueve en esas temporadas, un lixiviado excesivo de los suelos que concluye con la consolidación del material calichoso, que hace al suelo gradualmente más somero y en algunos casos, el material concrecionado aparece aflorando en la superficie como consecuencia de la fuerte erosión. Los suelos de la región como resultado de estos procesos no tienen una profundidad promedio mayor a los 10 centímetros. Lo que hace que las comunidades que están siendo soportadas por este sustrato, tengan un riesgo considerable cuando su superficie es desnudada.

Por lo anteriormente expuesto, esta zona debería ser considerada como área de conservación ecológica, excluyendo cualquier actividad productiva.

Hay que reconocer que los resultados respecto a la diversidad de especies de las comunidades prístinas, no establecen de ninguna forma la diversidad total con que ha contado el matorral submontano para la zona, debido a que el sitio corresponde a un lomerío con condiciones desfavorables, comparadas con aquellas que prevalecen en zonas planas y para las cuales están reportadas especies como *Diospyros texana*, *Celtis pallida*, *Casimiroa pringlei* o *Acacia berlandieri* (Correa, 1996), las cuales, no aparecieron en esta comunidad.

Florística

Se registraron un total de 16 especies para la zona de estudio. De las 16 especies, cuatro estuvieron agrupadas dentro de la familia *Leguminosae*, siendo la más numerosa, en tanto que dos pertenecen a la familia *Rutaceae* y el resto de las 10 familias participan con una especie cada una.

Es claro, para quien ha tenido la oportunidad de trabajar con estos sistemas biológicos, que si bien existe una cubierta vegetal de matorral que alcanza una superficie que supera el 50% del territorio municipal, buena parte de ésta se encuentra en alguna de las fases sucesionales secundarias, ya que sólo menos de 1% guarda condiciones prístinas.

Es preciso, por lo tanto, establecer metodologías sencillas y accesibles que nos permitan reconocer el verdadero estado actual y las potencialidades de las comunidades bióticas.

En cumplimiento a los objetivos del trabajo se presenta un producto consistente en una metodología probada como útil y funcional, que nos brinda la oportunidad de manejar resultados confiables para la gestión de los sistemas ecológicos con que contamos y que básicamente nos estarían dando la pauta para integrarnos a la producción sustentable, en el entendido que sus resultados nos pueden mostrar, el ritmo o intensidad con que deben efectuarse los aprovechamientos de diferentes localidades, o bien nos indicarán para algunas otras condiciones, la necesidad de preservarlas en su estado actual, implementando en su caso las técnicas de mejoramiento que se ajusten a las especies y a los patrones de distribución o asociación de las mismas.

LITERATURA CITADA

- Alanís, G. 1977. **Metodología para la Determinación de los Tipo Vegetativos**. Ponencia en el curso de manejo de pastizales en U.A.A.A.N., Saltillo, México.
- Alanís, G., G. Cano, y M. Rovalo. 1996. **Vegetación y Flora de Nuevo León, Una Guía Botánico-Ecológica**. Impresora Monterrey, S.A de C.V., Monterrey, N.L., México. 251pp.
- Anónimo. 1973. **Coefficientes de Agostadero de la República Mexicana**. Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. COTECOCA, SAG. México, D.F.
- Correa, J.B. 1996. **Evaluación y Cuantificación de los Cambios del Uso del Suelo Mediante Imágenes de Satélite en los Municipios de Linares y Hualahuises, N.L.** Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Forestales., U.A.N.L., México. 47 pp.
- Estrada, E. y J. Marroquín.1988. **Las Leguminosas de Linares, N. L.**, Publicación especial, Fac. de Ciencias Forestales , U.A.N.L., México
- Foroughbakhch R., y D. Heiseke. 1990. **Manejo Silvícola del Matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada**. Reporte Científico No. 19. Fac. de C. Forestales, U.A.N.L. 28 pp.
- González, M. 1996. **Análisis de la Vegetación Secundaria de Linares, N.L.** México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L. México. 103 pp.
- García, E. (1988), **Modificaciones al Sistema de ClmiJicación Climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la RepúblicaMexicana**, 4a ed., OFFSET Larios, México.
- Heiseke, D. y R. Foroughbakhch. 1985. **El Matorral como Recurso Forestal**. Reporte Científico No. 1. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L. México.
- Jurado, E. 1986. **Asociación entre Especies, Factores Edáficos, Topográficos y Perturbación en la Vegetación Remanente del Terreno Universitario, U.A.N.L.- Linares, N. L.** Tesis Profesional. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tam. 93 pp.
- Jurado, E. y N. Reid. 1989. **Influencia de Factores Edáficos, Topográficos y Perturbación sobre el Matorral Tamaulipeco en Linares, N.L.** Reporte Científico No. 10. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México 43 pp.

- Krebs, Ch., J. 1985. **Ecología. Estudio de la Distribución y Abundancia.** Segunda Edición. Ed. HARLA, S.A. de C.V. México, D.F. 753 pp.
- Medina, M. del C. 1995. **Fitodiversidad en relación al tamaño de fragmentos remanentes de matorral, en Linares, N.L., México.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L., Linares, N.L. México. 44 pp.
- Miranda, F. Y E. Hernández X. 1963. **Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación.** Bol. Soc. Bot. de Méx. 28:29-179.
- Reid, N., S. Smith, P. Beyer-Münzel & J. Marroquín. 1990. **Floristic and Estructural Variation in The Tamaulipan Thornsbrub, Northeastern México.** Journal of Vegetation Science. 1:529-538.
- Rodríguez, G.A. 1994. **Análisis de la fitodiversidad (sinusias: arbórea y arbustiva) de dos comunidades de matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L., México.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., México 113 pp.
- Rojas-Mendoza, P. 1965. **Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León.** Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, U.N.A.M.. México. 123 pp.
- Rovalo, M. *et al.*, 1993. **La Barreta o Barreto. Recurso vegetal desaprovechado del semidesierto del noreste de México.** Cuad. De Divulgación. Inst. Nac. de Inv. Sobre Rec. Bióticos. Xalapa, Ver., México. 19 pp.
- Rzedowski, J. 1978. **Vegetación de México.** Ed. LIMUSA, S.A. México. 432 pp.
- Treviño Garza, E. J., 1992 "Verwendung von Satellitenaufnahmen zur Vegetationkartierung am Beispiel der Region "Sierra Madre Oriental" in Nordostmexiko". Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in der Tropen und Subtropen, Heft 68, 150 p. ISBN 3-88452-724-X.
- Treviño, E.J. A. Akça, J. Navar, J. Jimenez y O. Aguirre. 1996. **Detection of Land Use Change by Satellite Imagery in the Municipality of Linares, Nuevo León, Mexico.** En Memorias de la V Conferencia Internacional sobre Desertificación. Lubbock, Texas. U.S.A.
- Treviño, E.J., A. Akça, E. Jurado y L. Barajas. 1997. **Análisis Retrospectivo y Situación Actual de la vegetación del Municipio de Linares, N.L. México.** En Memorias del VIII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Mérida, Venezuela.

——UICN/PNUMA/WWF. 1991. **Cuidar La Tierra. Estrategias para el Futuro de la Vida.** Dland. Suiza.

Villegas, G. 1972. **Tipos de Vegetación en los Municipios de Linares y Hualahuises, Nuevo León; sus características, aprovechamiento y condiciones ecológicas en que se desarrollan.** Tesis. Esc. de Agricultura, U. de G. México. 96 pp.

Jorge García Hernández

Biólogo por la Facultad de Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León – México. Maestro en Ciencias Forestales Facultad de Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares Nuevo León – México, y ha publicado en diversas revistas científicas.

Enrique Jurado

PhD. En Ecología. Macquarie University, Australia. Licenciatura en Biología por Universidad del Noroeste en Tampico (UNE), Tamaulipas – México. Cuerpo Académico: Ecosistemas Terrestres de la Facultad de Ciencias Forestales. Producción científica: Actualmente el Dr. Jurado ha publicado más de 35 artículos científicos en revistas con arbitraje internacional o indexadas, así como 7 publicaciones de divulgación científica en diversos medios. **Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT – México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

MODELOS ESPACIALES APLICADOS AL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES: UNA PROPUESTA EN LA SUB - CUENCA DEL RÍO PILÓN, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Xanat Antonio Némiga y Eduardo Javier Treviño Garza
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 23-43



e-revist@s



MODELOS ESPACIALES APLICADOS AL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES: UNA PROPUESTA EN LA SUB - CUENCA DEL RÍO PILÓN, NUEVO LEÓN, MÉXICO

SPATIAL MODELS APPLIED TO NATURAL RESOURCES MANAGEMENT: A PROPOSAL AT THE PILÓN RIVER SUB-BASIN, NUEVO LEON, MEXICO

Xanat **Antonio-Némiga**¹ y Eduardo Javier **Treviño-Garza**²

Profesora-Investigadora de tiempo completo. Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, México. C. P. 50100. Teléfono (722) 214.31.82 Correo electrónico: xanynemiga@rocketmail.com.
Profesor-Investigador de tiempo completo. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional Km. 145. AP 41. Linares, Nuevo León, México. C. P. 67700. Teléfono (821)212.42.51 Correo electrónico: ejtrevin@fcf.uanl.mx.

RESUMEN

En la subcuenca del Río Pilon coinciden dos provincias fisiográficas; Llanura Costera y Sierra Madre, por ello posee variaciones topográficas y climáticas que permiten el desarrollo de doce tipos de vegetación (incluso endemismos). Esta capta agua, sustenta a los habitantes y alberga una variada fauna. Sin embargo, los procesos relacionados con la creciente población y expansión de la agricultura, están causando su desaparición y fragmentación. Durante 1974 - 2000 en la Llanura Costera el chaparral perdió 86%, el mezquital 73% y el matorral submontano 32%, y en la Sierra Madre, el matorral submontano perdió 73%, el bosque de encino 43% y el bosque de oyamel 35%. Por otra parte, hay un marcado proceso de fragmentación que afecta principalmente a los bosques de oyamel y de pino-encino y al matorral submontano. Para evitar que estos procesos afecten la captación de agua y la producción agrícola, se diseñó una estrategia para el manejo adecuado los recursos naturales de la subcuenca, conciliando las necesidades de producción con aquellas de conservación. Esta identificó tres líneas de acciones principales: conservación de fragmentos, implementación de labranza de conservación y restauración. También señala los sitios óptimos para las actividades recomendables mediante análisis espacial en un entorno de Sistemas de Información Geográfica utilizando el método de ordenamiento de cuencas.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, manejo sustentable de recursos, manejo integral de cuencas, ordenamiento de cuencas.

SUMMARY

The Pilon river sub basin is the conjunction for two physiographic provinces: Llanura Costera and Sierra Madre. Due to this, it posses topographic and physic variations that allow the development of twelve vegetation types, even endemism. These function on water absorption, sustains inhabitants livelihood, and a varied wildlife. Nevertheless, several processes related to population growth and agricultural expansions are causing the disappearance and fragmentation of this vegetation. During the period 1974 – 2000 at the coastal plains the torn scrub lost 86%, the mesquite scrub 73%, and the sub mountain scrub 32% whilst at the Sierra Madre sub mountain scrub lost 73 %, oak forest 43 % and fir forest 35%. Besides, there is a marked process of fragmentation which affects mainly to the Oak forest, the mixed forests of pine and oak, and the sub mountain scrub. In order to avoid that these processes alter water absorption and the agricultural production, a strategy for the adequate management of the natural resources of this sub basin was designed to conciliate the production needs with those of natural resources preservation. This identified three major lines of action: fragment preservation, conservative agriculture, and restoration. It also shows the optimal sites to develop these recommendable actions through spatial analysis carried on a geographic information system (GIS), using the method for river basin land allocation.

Key words: Geographic Information Systems, sustainable management of resources, integrated river basin management, river basin land allocation.

INTRODUCCIÓN

La subcuenca del Río Pílon posee variaciones topográficas y climáticas tales, que permiten el desarrollo de doce tipos diferentes de vegetación. Ésta permite la captación de agua y provee elementos para el sustento de los habitantes de la región, además de albergar una variada fauna. También se ha registrado la presencia de endemismos y fenómenos evolutivos sobresalientes en la provincia Sierra Madre Oriental (PRONATURA, 1998; y Cantú, *et al.*, 1999).

Sin embargo, los procesos relacionados con la creciente población y expansión de la agricultura, están causando su desaparición y fragmentación. Durante 1974 - 2000 en la Llanura Costera el chaparral perdió 86%, el mezquital 73% y el matorral submontano 32%, y en la Sierra Madre, el matorral submontano perdió 73%, el bosque de encino 43% y el bosque de oyamel 35% (Antonio *et al.*, 2006). Por otra parte, hay un marcado proceso de fragmentación que afecta principalmente a los bosques de oyamel y de pino-encino y al matorral submontano.

Estos procesos, además de poner en riesgo a los ecosistemas naturales, pueden alterar la captación de agua en la subcuenca, lo que pondría en riesgo la producción de cítricos y nueces, que son dos de los principales productos agrícolas del estado de Nuevo León.

Por ello es prioritario diseñar una estrategia para el manejo adecuado los recursos naturales de esta subcuenca, conciliando las necesidades de producción con las de conservación de recursos.

Al respecto, desde que en 1992 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo remarcará la necesaria interdependencia y vinculación entre la conservación del medio ambiente, la paz y el desarrollo, han sido implementadas diversas alternativas de evaluación de los recursos naturales con la visión de alcanzar su manejo sustentable (UNCED, 1992). En principio se reconoció la necesidad de implementar nuevos métodos que permitieran la integración digital del razonamiento humano con datos y modelos dinámicos para poder estudiar la multitud de problemas en un mundo de sistemas complejos e impredecibles (Gumbricht, 1996).

En este sentido surge el enfoque del manejo integrado de los recursos naturales. El cual, con disciplinas afines se considera más apropiado que el basado en una disciplina única para manejar los complejos conflictos, que muchos países enfrentan actualmente con respecto al manejo de los recursos. El manejo integrado de los recursos propone integrar varias disciplinas e involucrar diferentes actores operando en sus propios subsistemas a través de diferentes escalas espaciales y temporales. Así, hace énfasis en identificar las estrategias de manejo para mantener el estado de los recursos naturales así como sus flujos de bienes y servicios y sus procesos ecológicos subyacentes (Lal, Lim-Applegate y Scoccimarro, 2001).

Para hacerlo operativo cada vez se aplican con mayor frecuencia los sistemas de información geográfica como componente integral de las actividades de manejo de recurso naturales en todo el mundo (Shree, *et al.*, 2000), ya que han demostrado ser una herramienta útil para abordar los problemas inherentes al análisis de datos espaciales al ser efectivos en combinar, archivar, desplegar, analizar y modelar datos espaciales y temporales (Stanbury y Starr, 1999).

Mas aún, su funcionalidad como marcos de análisis espacial para el manejo de recursos naturales ha permitido que se usen para el desarrollo de sistemas de soporte de decisión (Kliskey, 1995). Estos sistemas permiten establecer las relaciones espaciales y operativas entre los procesos que forman parte del manejo de un recurso, así como integrar fuentes diversas de información, evaluar escenarios y predecir los resultados de una acción específica (Nacional Research Council, 2002). De este modo auxilian a los tomadores de decisiones en el proceso de planificación y tal ha sido su eficacia que están siendo llevados al entorno Web, lo que permite aplicar las tecnologías de la información al proceso de tomas de decisiones locales, de tal forma que los manejadores adquieran una perspectiva del paisajes y sus interacciones, en lugar de evaluar sus componentes aislados. (Fulcher, 2000; Rao, 2006). Estos sistemas de soporte de decisiones para el manejo de los recursos son cada vez más utilizados ya que permiten utilizar enfoques multidisciplinarios, e integrar las escalas espaciales y multi temporales para modelar la realidad (Matthies, *et al.*, 2007).

En la actualidad, también existe una fuerte tendencia a utilizar a las cuencas hidrográficas como unidad básica funcional y ámbito de aplicación de los programas y planes de manejo

integral de los recursos naturales, en su vínculo con el desarrollo económico y social (FAO, 2007; Ministerio del ambiente de Cuba, 2007). Por ello, el objetivo principal de esta investigación fue diseñar una estrategia para el manejo adecuado de los recursos naturales de la subcuenca del Pío Pílon, estableciendo las actividades recomendables y zonificando los sitios óptimos para su desarrollo, mediante la aplicación del método de ordenación de cuencas en el entorno de un sistema de información geográfica que permitió una evaluación multicriterio de variables ambientales y de uso de los recursos.

MÉTODO

Ubicación del área de estudio

La subcuenca del Río Pílon se ubica en el centro de Nuevo León; sus coordenadas extremas son 24°50' y 25°29' de latitud norte y 99°30' y 100°35' de longitud oeste. Es parte de la Región hidrológica 24, Cuenca B y es afluente del Río San Juan, el cual desemboca al Río Bravo (Figura 1); mide 2407 km² (Sánchez, 1987).

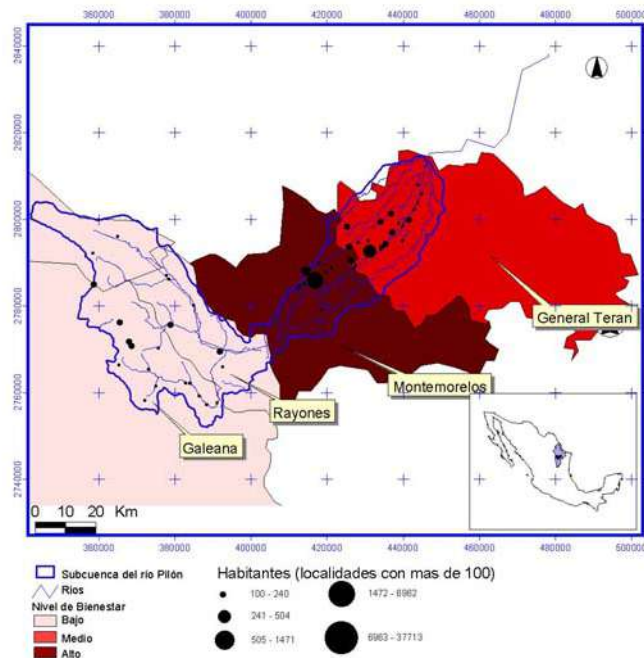


Figura 1. Ubicación de la subcuenca del Río Pílon.

Aspectos biofísicos y socioeconómicos de la subcuenca del Río Pílon

Las condiciones biofísicas de las dos provincias de la subcuenca son contrastantes, lo que ha sido determinante para sus habitantes.

En la Llanura Costera están los municipios Montemorelos y General Terán. Allí se conjugan topografía suave (pendiente máx. 20%), suelo profundo (regosol, vertisol), clima estable (subhúmedo) y precipitación moderada (hasta 800 mm/año). El suelo tiene buen potencial agropecuario, por lo que se dedica, desde 1895, a la producción citrícola (Olvera, 1995). En la Sierra Madre están los municipios Rayones y Galeana. Su accidentada topografía (pendiente superior a 30%), suelo somero (litosol, rendzina), escasa precipitación (máx. 400 mm/año) y clima extremoso (semiárido), hacen poco atractivo el desarrollo agropecuario. Por ello, el establecimiento de poblaciones responde a necesidades de integración regional. Excepto por algunas planicies y la margen del río, la agricultura no es la principal actividad de sus pobladores. Esta es, en cambio, la extracción y el procesamiento de productos no maderables de los matorrales (p. ej. fibra de ixtle y hierbas medicinales) y la ganadería caprina.

Las posibilidades de desarrollo económico y de integración con la metrópoli de Monterrey, diferencian notablemente a la sociedad. Galeana y Rayones poseen un nivel bajo de bienestar. Montemorelos, en cambio, tiene un nivel alto y General Terán un nivel medio (Figura 1). Montemorelos y General Terán están densamente poblados, a diferencia de los demás municipios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rasgos socioeconómicos de la población de la subcuenca.

Característica / municipio	Galeana	Rayones	Montemorelos	General Terán
Superficie en la subcuenca (km ²)	603	581	440	605
Población total	40 972	3 164	49 302	16 656
Población dentro de la subcuenca	3 903	2 556	42 442	13 962
Densidad poblacional dentro de la subcuenca (hab/kKm ²)	6	4	96	23

Fuente: Simbad, 2000.

Criterios, líneas de acción y actividades recomendables

Para establecer los criterios, las líneas de acción y las actividades recomendables para el manejo adecuado de los recursos de la subcuenca, se efectuó una revisión de literatura pertinente.

En el manejo de la subcuenca, se consideró necesario que los criterios se desarrollen en el marco de la legislación y la planeación nacional actual. Por ello, se consideran los lineamientos del Plan Estratégico Forestal 2025 (SEMARNAT, 2001). Para procurar el manejo sustentable de los recursos forestales de la subcuenca, se plantean tres objetivos principales. Estos son el mantenimiento y sanidad de los ecosistemas forestales, como prioridad ante otros usos de suelo; la generación de beneficios económicos, sin afectar el objetivo último del manejo, que es la conservación y el mantenimiento del suelo y el agua. Estos tres objetivos son acordes con la Ley General del Equilibrio Ecológico, que dispone que se deben “establecer las bases para el aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas” (DOF, 1998). Además, se espera que estas condiciones permitan mantener la diversidad biológica y generar servicios ambientales.

Para alcanzar los objetivos del manejo sustentable de la subcuenca del Río Pílon, conviene establecer tres líneas de acción:

La primera línea establece la necesidad de conservar los fragmentos remanentes de vegetación. Esta vertiente incluye dos acciones: la preservación de fragmentos en zonas de amortiguamiento del río y la preservación de fragmentos en laderas. Esto, según lo establecido por la NOM-ECOL 060 (1994) que dispone la conservación de la vegetación ribereña y la estabilidad de los taludes, así como con la NOM-ECOL 062 (1994), que dispone la conservación de tipos originales de vegetación.

La segunda línea propone establecer sistemas de labranza de conservación, es decir, sistemas de producción agrícola y pecuaria que consideren las condiciones medioambientales para causar el menor impacto posible en el suelo y la vegetación. Su importancia radica en el mantenimiento de las formas de producción y subsistencia de los habitantes de la subcuenca.

La restauración del hábitat es la tercera línea de acción necesaria. En este renglón se sugieren tres actividades. Por una parte es necesaria la restauración de bosques y matorrales, así como la restauración de laderas y de vegetación riparia. Estas actividades son de interés público y social, y figuran como uno de los primeros objetivos de la Ley General del Equilibrio Ecológico (DOF, 1998). Sin embargo su establecimiento se ha limitado a zonas donde no compita con la productividad y su ejecución está sujeta a la factibilidad de las actividades, tanto por factores físicos como económicos.

El cuadro 2 resume las acciones recomendadas para el manejo de los recursos de la subcuenca del Río Pílon.

Cuadro 2. Actividades para el manejo de la subcuenca.

Línea de acción	Actividades
1. Conservación de fragmentos	1.1 Fragmentos útiles como zonas de amortiguamiento 1.2 Fragmentos útiles para estabilización de laderas
2. Labranza de conservación	2.1 Sistemas agroforestal de tipo agro silvícola 2.2 Sistemas agroforestal de tipo pastoril silvícola
3. Restauración	3.1 Restauración de bosques y matorrales 3.2 Restauración de laderas 3.3 Restauración de vegetación riparia

Selección de sitios óptimos para el desarrollo de las actividades recomendables

Por su parte, para identificar los sitios óptimos para las actividades requeridas para el manejo de la subcuenca, se consideró la metodología para la restauración hidrológico forestal de cuencas (López, 1994). En ella, se evalúan los valores de las variables medioambientales, juzgando si favorecen o no las actividades sugeridas, y su importancia para el desarrollo de las actividades. De este modo se determina qué tan adecuada es cada actividad en un determinado sitio.

Para ello, se integró un sistema de información geográfica con las variables pendiente, precipitación, uso del suelo, tipos de vegetación, patrones de cambio de uso y riesgo de degradación del suelo, así como distancia al río y a las poblaciones.

Considerando estas variables, se juzgó la viabilidad de las actividades considerando si los valores dentro de las variables medioambientales permitían su desarrollo.

En la conservación de fragmentos, se recomienda generar y aplicar estrategias para preservar aquellos remanentes de vegetación original, dando prioridad a los pertenecientes a comunidades vegetales que han sido afectadas o fragmentadas por el cambio de uso del suelo ocurrido entre 1974 y 2000. Se recomienda también considerar fragmentos ubicados en sitios a no más de 500 metros del margen del río, en pendientes superiores a 30%, con alto riesgo de degradación del suelo, o donde la vegetación se ha recuperado.

La labranza de conservación sugiere el establecimiento de sistemas agroforestales de tipo agro silvícola o sistemas de labranza cero, en donde se encuentran sistemas agrícolas intensivos; y de sistemas agroforestales de tipo pastoril silvícola, donde actualmente se practica la ganadería extensiva. Para ambas actividades se prefieren suelos con poca pendiente y con bajo riesgo de degradación. Se favorece también a sitios con condiciones adecuadas de precipitación y cercanos a los centros poblacionales, donde la agricultura ha desplazado a los tipos originales de vegetación.

Las actividades de restauración se deben desarrollar en sitios con suelo desnudo o aquellos donde la vegetación original ha sido desplazada por la agricultura o pastizales, dando prioridad a aquellos sitios con alto riesgo de degradación del suelo. Para la restauración de bosques y matorrales se sugiere considerar sitios donde la pendiente, la precipitación y la cercanía a localidades favorezcan las actividades de reforestación. Para la restauración de laderas, se otorga más importancia a la pendiente y para la de zonas de amortiguamiento, a la cercanía del río.

La cuadro 3 resume la viabilidad de las actividades considerando las cualidades del medio ambiente.

En el proceso también se tomo en cuenta la importancia que tiene cada variable del medio para el desarrollo de las actividades. Así, para la conservación de fragmentos de amortiguamiento se otorgó más importancia al tipo de vegetación, al riesgo de degradación y a la distancia al río. Mientras que, para la conservación de fragmentos útiles en la estabilización de laderas se privilegió a la pendiente, al tipo de vegetación y al riesgo de degradación del suelo. El establecimiento de sistemas agroforestales y de mínima labranza permite priorizar el uso del suelo, al tipo de vegetación existente y al patrón de cambio en el uso del suelo. La restauración de bosques y matorrales da prioridad al uso del suelo y los

tipos de vegetación, así como al riesgo de degradación del suelo. Para la restauración de laderas, se consideran además de las variables anteriores, la pendiente y el patrón de cambio de uso del suelo. En la restauración de la vegetación riparia, cobran más importancia el uso y el riesgo de degradación del suelo, así como la distancia al río.

Cuadro 3. Viabilidad de las actividades de acuerdo con las características del medio.

Variables	Línea de acción Valores	Viabilidad de las actividades						
		Conservación		Labranza		Restauración		
		1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3
Pendiente	De 1% a 20%	0	0	3	3	3	1	0
Pendiente	De 21% a 30%	0	2	2	2	2	2	0
Pendiente	Superior a 30%	0	3	1	1	1	3	0
Precipitación	Inferior a 300 mm	0	0	1	1	1	1	0
Precipitación	De 300 a 700 mm	3	3	3	3	2	3	0
Precipitación	De 700 a 1100 mm	1	1	2	2	3	2	0
Uso del suelo	Agrícola	0	0	3	1	3	3	3
Uso del suelo	Pastizal	0	0	1	3	3	3	3
Uso del suelo	Suelo descubierto	0	0	3	3	3	3	3
Vegetación	Matorral submontano, vegetación de galería	3	3	1	1	2	2	2
Vegetación	Huizachal-Mezquitil, M. tamauilpeco y desértico	2	2	1	1	2	2	2
Vegetación	Chaparral	2	2	1	1	2	2	2
Vegetación	Bosque de oyamel	3	3	1	1	2	2	2
Vegetación	Bosque de encino	2	2	1	1	2	2	2
Vegetación	Bosque de pino-encino	2	2	1	1	2	2	2
Cambio de uso	Agrícola sobre bosque	0	1	3	3	3	3	3
Cambio de uso	Agrícola sobre matorral	0	1	3	3	3	3	3
Cambio de uso	Recuperación de bosques	3	3	1	1	1	1	1
Cambio de uso	Recuperación matorral	3	3	1	1	1	1	1
Riesgo de degradación	Alto	3	3	1	1	3	3	3
Riesgo de degradación	Medio	0	2	2	2	2	2	2
Riesgo de degradación	Bajo	0	1	3	3	1	1	1
Distancia a localidades	Menor de 1 km	0	0	3	3	2	2	3
Distancia a localidades	Mayor de 1 km	0	0	2	2	1	1	2
Distancia al río	Menor de 500 m	3	0	0	0	2	2	3
Distancia al río	Mayor de 500 m	1	0	0	0	1	1	1

Escala 0: indistinto, 1: Poco viable, 2: Viable, 3: Muy viable.

La sobreposición de mapas juzgando la viabilidad de las actividades y considerando la importancia de las variables del medio, se desarrolló utilizando la extensión *model builder* del software ArcView 3.2 y generó mapas de sitios óptimos para el desarrollo de las actividades.

Los mapas de sitios óptimos se integraron en un mapa final que selecciona la actividad más importante según los lineamientos cuando el sitio tiene potencial para desarrollar más de una actividad. Para producirlo se utilizó el software ERDAS *imagine*.

RESULTADOS

Los municipios de Rayones y Montemorelos concentran la mayor parte del terreno óptimo para la conservación de los fragmentos útiles como zonas de amortiguamiento. Para financiar la protección de estos fragmentos se debe fortalecer el ecoturismo, pues Montemorelos se encuentra muy cerca de varios núcleos poblacionales. Rayones no ofrece tal ventaja al visitante, pero su gran valor escénico permite tales actividades. También es importante fortalecer la investigación de la riqueza, la ecología y las interacciones que ocurren en estos fragmentos, con el fin de promover la conservación mediante financiamientos para grupos taxonómicos específicos (Figura 2).

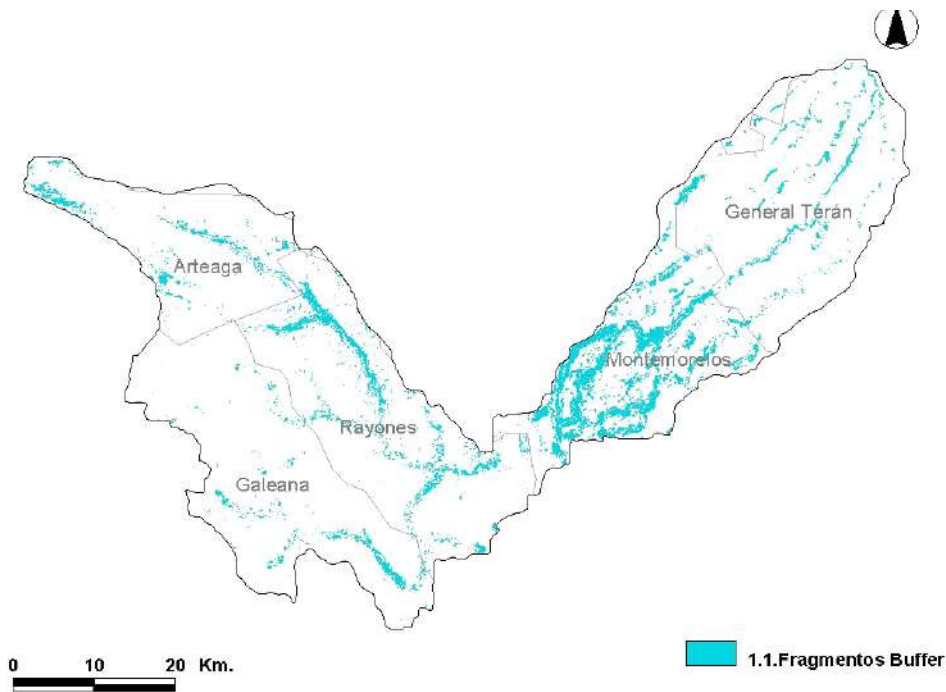


Figura 2. Sitios óptimos para la conservación de fragmentos útiles como zonas de amortiguamiento.

Los taludes en Rayones y Galeana frecuentemente afectan las vías de comunicación, por ello se deben conservar fragmentos de vegetación saludable con el fin de evitar daños en la carretera y el arrastre de suelo hacia Montemorelos y General Terán. Además de mantener la cubierta vegetal actual se debe promover la calidad del sitio mediante operaciones forestales, actividades que pueden financiarse con apoyo de programas federales (Figura 3).

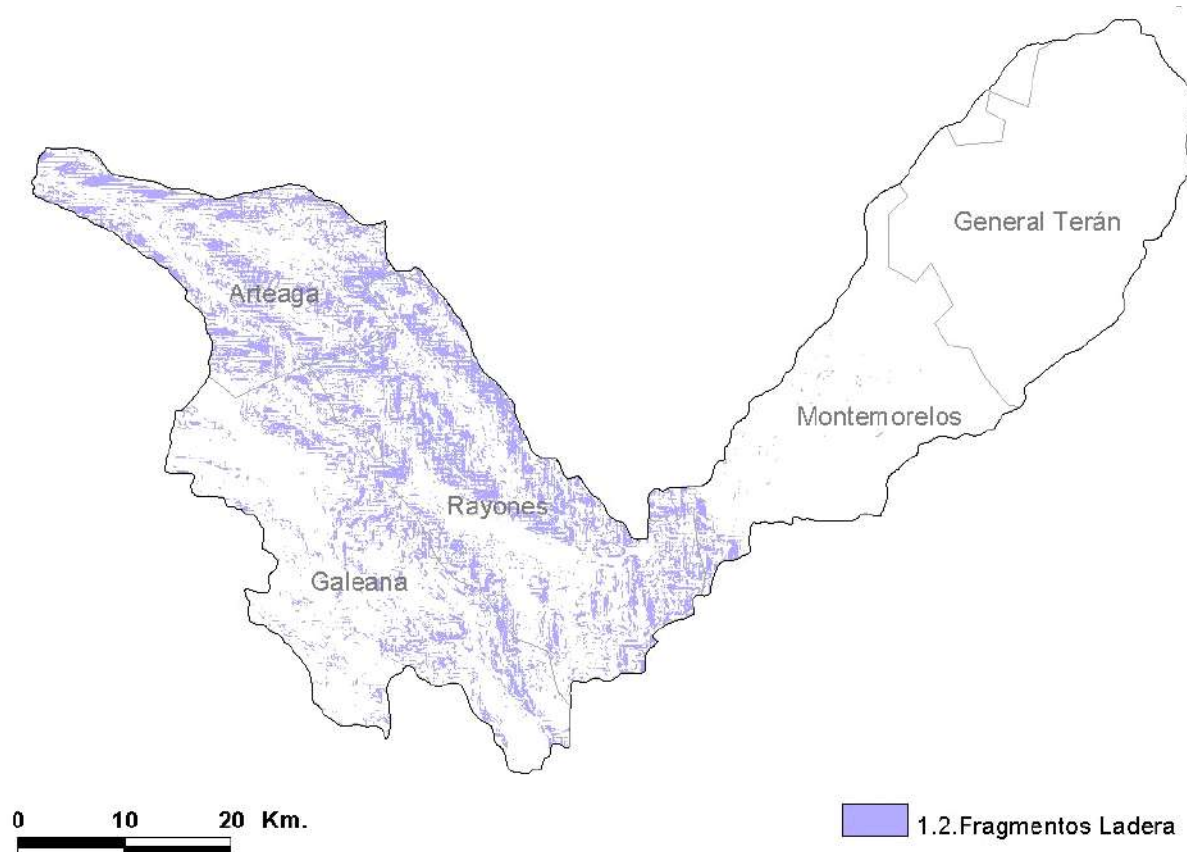


Figura 3. Sitios óptimos para la conservación de fragmentos útiles para estabilización de laderas.

En Montemorelos y General Terán las actividades agroforestales del tipo agro silvícola deben fortalecerse. En esta zona es necesario incrementar la productividad agrícola mejorando el proceso de preparación del suelo, implementando la rotación y enriquecimiento de cultivos, estableciendo el manejo de rastrojos y apoyando el mantenimiento de sistemas de riego y la siembra de especies forestales multipropósito. Para ello se recomienda ampliar la influencia de instituciones tales como el INIFAP, la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y los gobiernos

municipales promoviendo una mayor interacción con los productores agrícolas mediante programas de extensión y de investigación aplicada (Figura 4).

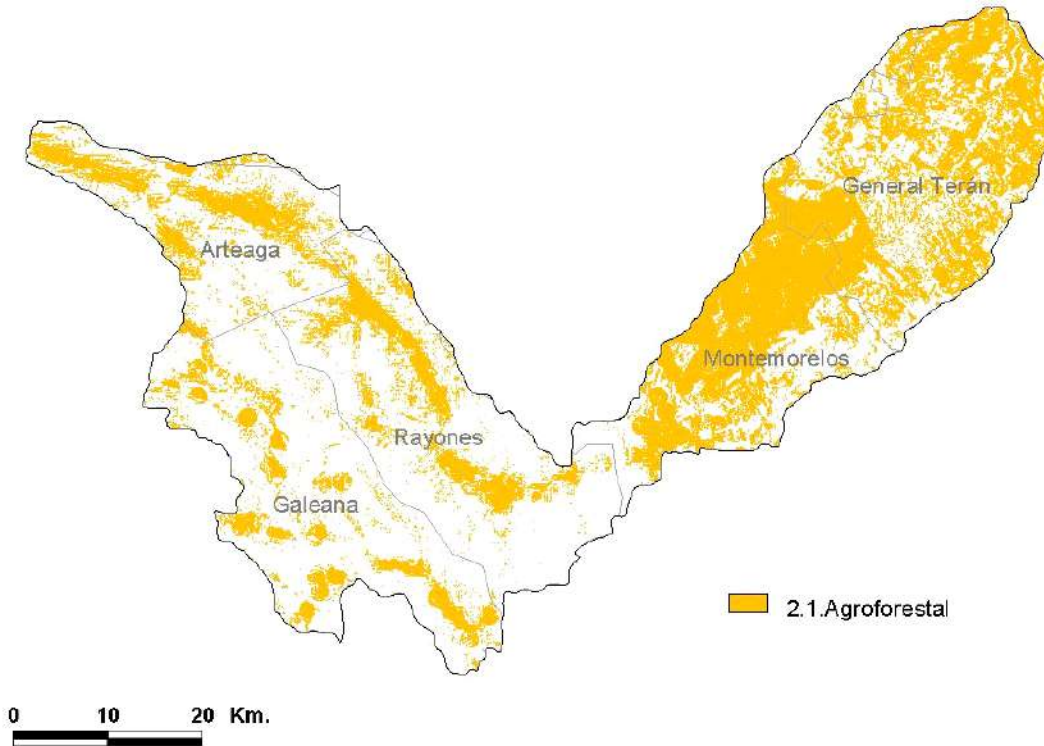


Figura 4. Sitios óptimos para el desarrollo de sistemas agroforestales del tipo agro silvícola.

La mayoría de sitios óptimos para el establecimiento de sistemas agroforestales del tipo pastoril silvícola, se encuentran en Montemorelos y General Terán. Para el manejo de estos sistemas se recomienda la rotación de cultivos introduciendo especies de alto valor nutritivo y el manejo de rastrojos. Se considera necesaria también la introducción de cercos vivos y de especies de árboles nativos para que funjan como sombra. Especialmente importante en el manejo de estos sistemas es la limitación y rotación del pastoreo de las cabras, ya que reducen la regeneración y pueden causar serios daños a las especies nativas, además de contribuir a la compactación del suelo (Figura 5).

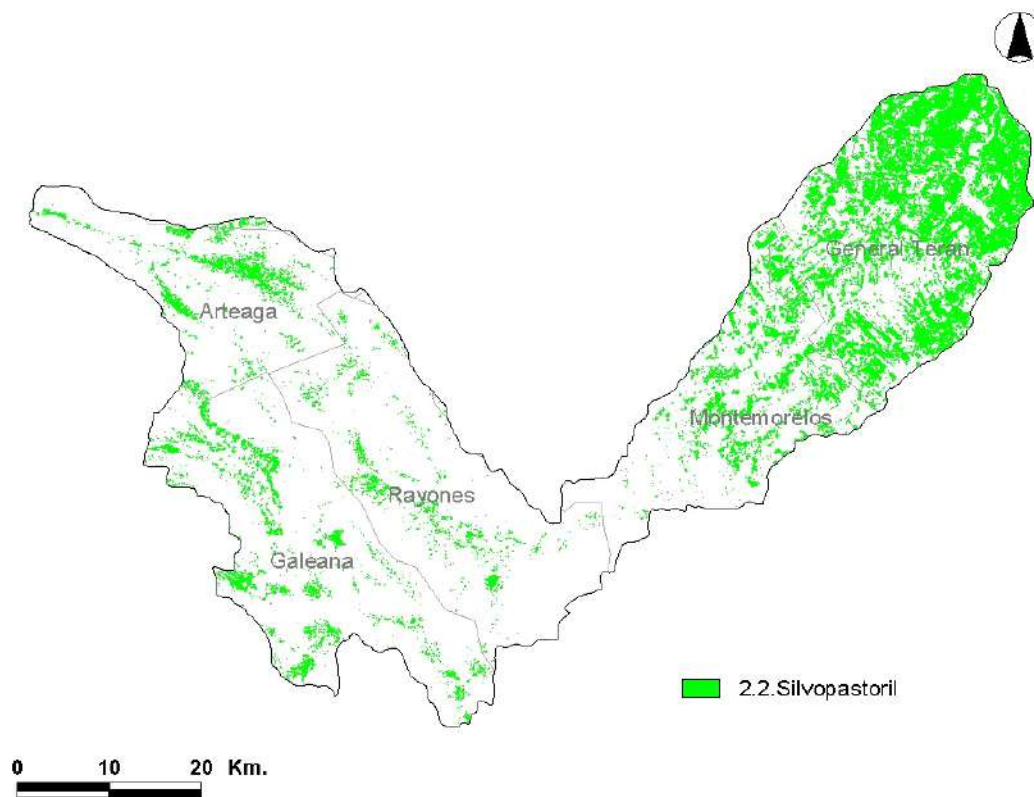


Figura 5. Sitios óptimos para el establecimiento de sistemas agroforestales del tipo pastoril silvícola.

Gran parte del territorio de la cuenca es susceptible de ser restaurado en sus bosques y matorrales, sin embargo es necesario recordar que la restauración sólo puede llevarse a cabo en aquellas zonas donde no compita con otras actividades.

Para la restauración de bosques y matorrales se recomienda detectar los sitios donde la vegetación ha sido removida para sembrar en ellos las especies nativas de acuerdo al tipo de vegetación original (Figura 6).

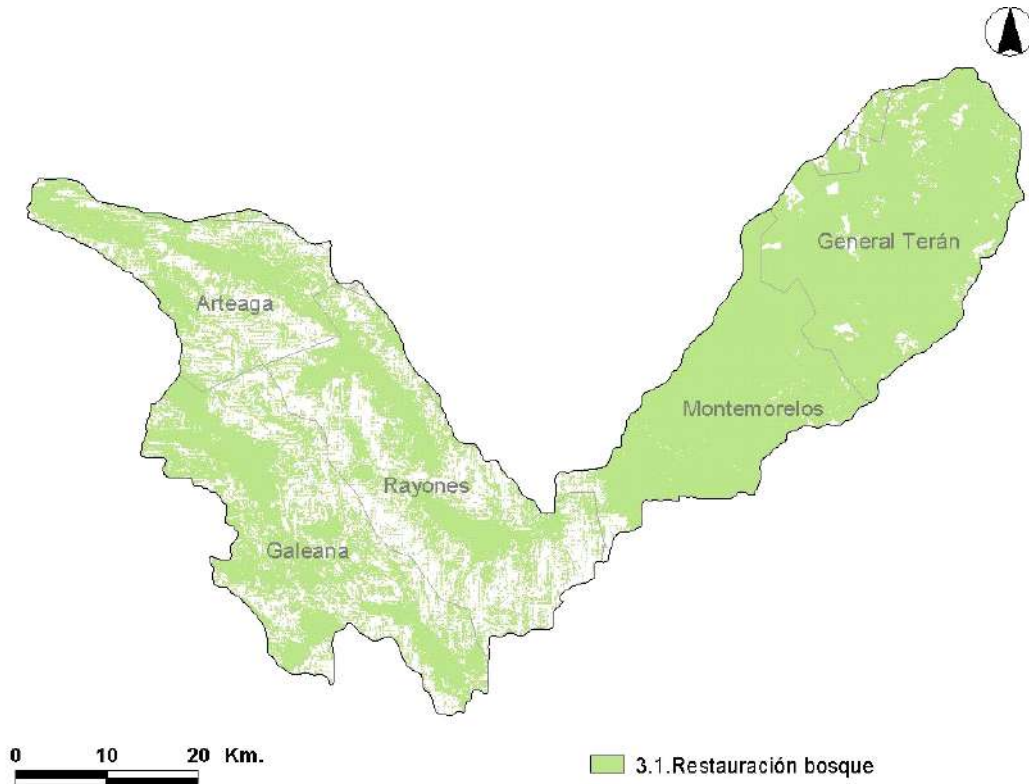


Figura 6. Sitios óptimos para la restauración de bosques y matorrales.

Los sitios óptimos para la restauración de laderas se localizan sobre todo en los municipios de Rayones y Galeana. En estas zonas conviene establecer sistemas de surcos y empalizadas para reducir el impacto del agua de escorrentía. Estas zonas deberán ser inicialmente plantadas con especie de alta capacidad de adaptación tales como el cenizo (*Leucophyllum frutescens*) y posteriormente enriquecidas con especies de mayor importancia ecológica (Figura 7).

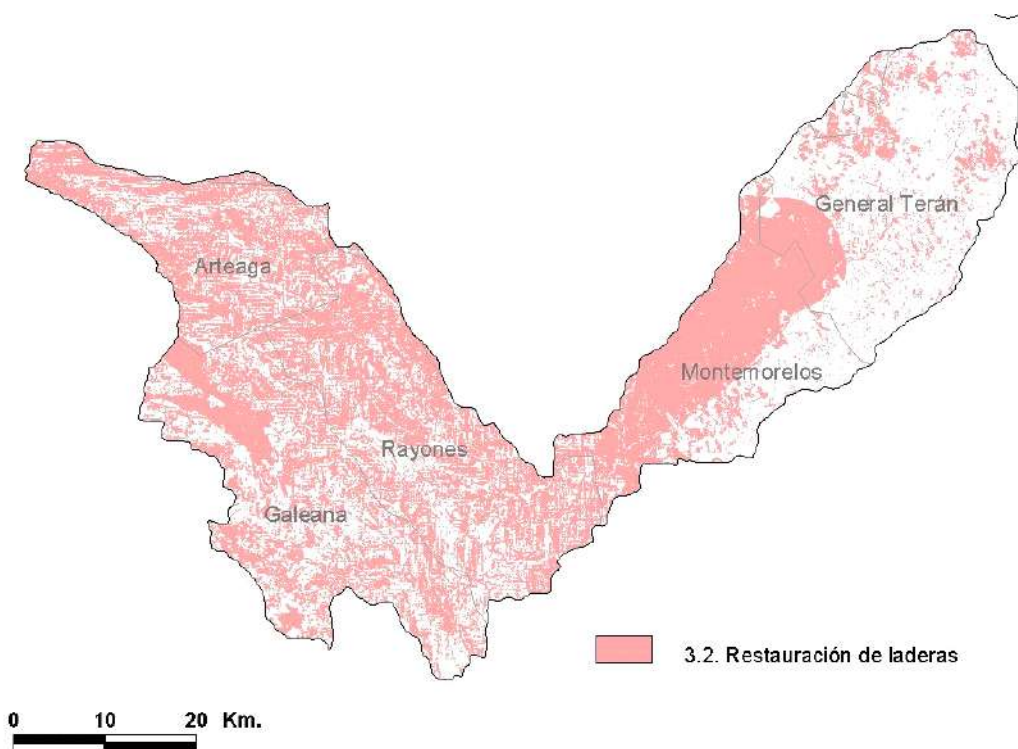


Figura 7. Sitios óptimos para la restauración de laderas.

Las actividades de restauración de la vegetación riparia requieren del inventario y estudio de la estructura de la vegetación remanente, con el fin de tratar de reestablecer las condiciones originales. El éxito de estas actividades dependerá también del establecimiento de sistemas de protección de plantas recién introducidas. También depende de la participación de los habitantes de las localidades cercanas, para lo cual se requeriría implementar un programa de participación y educación ambiental para el manejo del río y establecer o fortalecer los comités de vigilancia de las riberas (Figura 8).

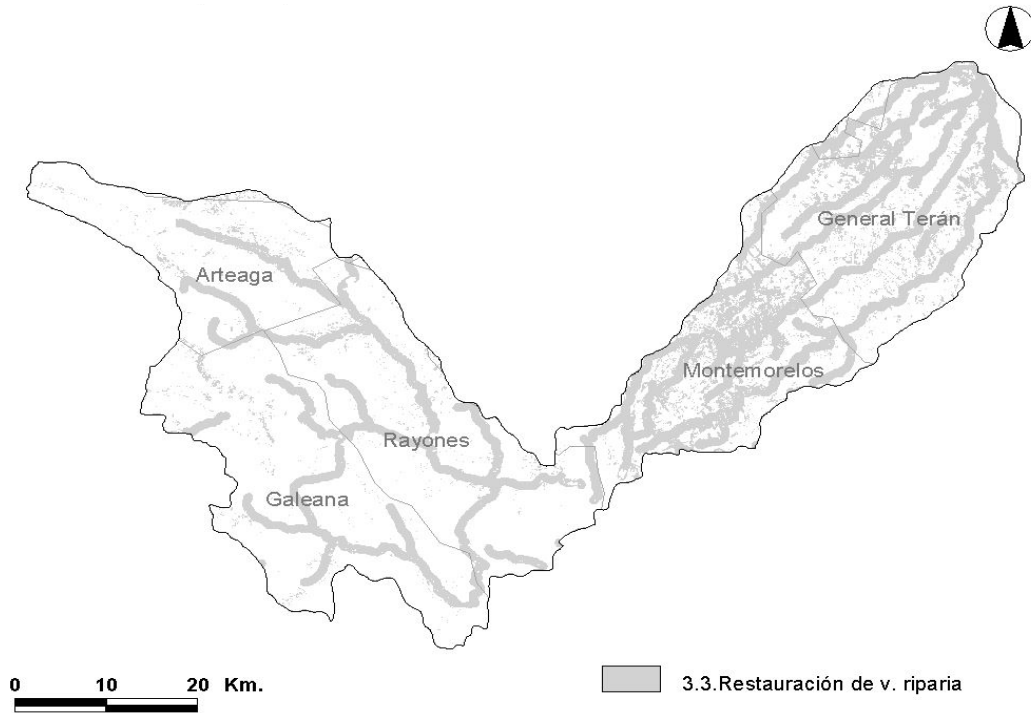


Figura 8. Sitios óptimos para la restauración de vegetación riparia.

De la sobreposición de sitios óptimos para las actividades recomendables, se obtuvo el mapa de zonificación de actividades para el manejo de la subcuenca. Este se muestra en la figura 9. Es evidente la reducción de territorio designado para la restauración, ya que ésta no puede llevarse a cabo si no se han satisfecho primero las necesidades básicas de la sociedad.

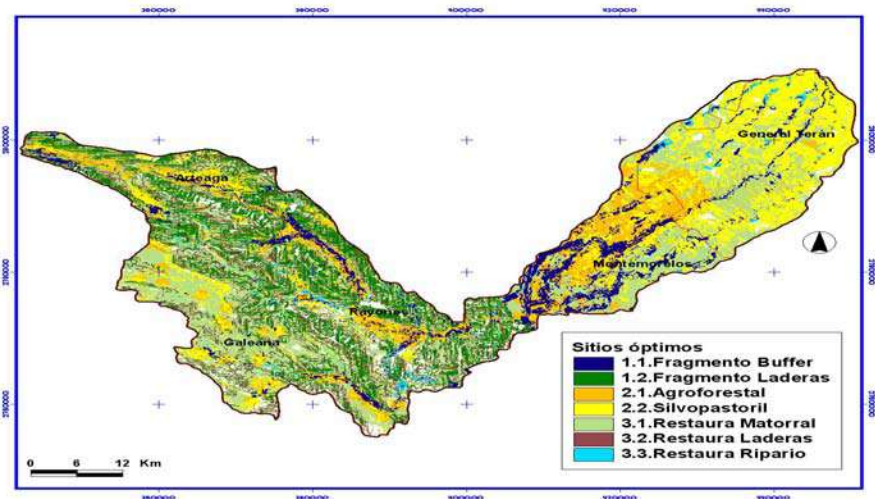


Figura 9. Zonificación de actividades para el manejo de la subcuenca.

El cuadro 4 resume la superficie ocupada por los sitios óptimos para el desarrollo de las actividades recomendables en los municipios de la subcuenca.

Cuadro 4. Superficie (Ha) ocupada por los sitios óptimos para las actividades recomendables en los municipios de la cuenca.

Actividad Recomendable	Galeana	Rayones	Montemorelos	General Terán	Arteaga
1.1 Fragmentos útiles como zonas de amortiguamiento	1641.0	4521.8	10315.0	2632.8	1971.5
1.2 Fragmentos útiles para estabilización de laderas	8513.3	17711.3	1380.5	0.0	10921.0
2.1 Sistemas agroforestal de tipo agro silvícola	4913.3	6974.0	12231.8	4642.8	5831.5
2.2 Sistemas agroforestal de tipo pastoril silvícola	5432.8	2373.0	6547.8	31391.3	3167.8
3.1 Restauración de bosques y matorrales	28438.8	14098.3	12382.5	18688.3	9020.0
3.2 Restauración de laderas	6839.3	5901.3	302.5	0.0	3458.0
3.3 Restauración de vegetación riparia	377.3	958.0	101.3	1117.5	115.5

CONCLUSIONES

La zonificación respeta las características físicas y biológicas de la subcuenca e incorpora tanto los patrones de cambio de uso del suelo, como su riesgo de degradación. Es por ello que no sorprende que en gran parte de la superficie de Rayones y Galeana se recomienden actividades de conservación; mientras que en Montemorelos y General Terán se recomiendan más las actividades productivas.

De este modo, la zonificación cumple con el objetivo de conciliar las necesidades de producir y de conservar los recursos de la subcuenca.

LITERATURA CITADA

Antonio.Némiga, X.; Treviño-Garza E. J.; Jiménez-Pérez, J.; Villalón Mendoza H. y J. de J. Nívar-Cháidez 2006. **Cambios en la vegetación en la subcuenca del Río Pilón, Nuevo León, México.** Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del ambiente, XII (1) 5-11

- Cantú, C., Sariñana, R., Rodríguez, G., González, F., Treviño, E., Rocha, L. y Hernández, S. 1999. **Evaluación e inventarios de áreas naturales susceptibles para la conservación ecológica en Nuevo León.** Monterrey Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León -SEMARNAP Nuevo León- Subsecretaría de Ecología del gobierno del Estado de Nuevo León.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1998. **Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.** Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 28 de enero.
- FAO. 2007. **Red en Manejo de Cuencas Hidrográficas.** (En línea). Disponible en <http://www.rlc.fao.org/redes/redlach/>
- Fulcher, Chris. 2000. **Community Mapping: an Internet-Based Tool for Community Decision Support.** Forthcoming: 13th Annual Conference of the Public Administration Theory Network, “Multiple Perspectives, Multiple Works,” Ft. Lauderdale, FL, January 28-29, 2000.
- Stanbury, K. B. y R. M. Starr. 1999. **Applications of Geographic Information Systems (GIS) to habitat assessment and marine resource management.** Oceanologica Acta, Volume 22, Issue 6, Marine Benthic Habitats and their Living Resources: Monitoring, Management and Applications to Pacific Island Countries, November-December 1999, Pages 699-703.
- Kliskey, Andrew D. 1995. **The role and functionality of GIS as a planning tool in natural-resource management, Computers.** Environment and Urban Systems, Volume 19, Issue 1, January-February 1995, Pages 15-22.
- Lal, P., H. Lim-Applegate, y M. Scocimarro. 2001. **The adaptive decision-making process as a tool for integrated natural resource management: focus, attitudes, and approach.** Conservation Ecology 5(2):11. (En Línea) Disponible en <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art11/>
- López, C., F. 1994. **Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión.** Publicaciones TRAGSA-Mundiprensa: Madrid. 508 p.
- Rao, M., G. Fan, J. Thomas, G., Cherian, V. Chudiwale y M. Awawdeh. 2006. **A web-based GIS Decision Support System for managing and planning USDA's**

- Conservation Reserve Program (CRP), Environmental Modelling & Software.** In Press, Corrected Proof, Available online 22 November 2006.
- Matthies, M., Giupponi, C. y B. Ostendorf. 2007. **Environmental decision support systems: Current issues, methods and tools, Environmental Modelling & Software.** Volume 22, Issue 2, Environmental Decision Support Systems, February 2007, Pages 123-127.
- Ministerio de Medio ambiente de Cuba. 2007. **Cuencas hidrográficas.** (En línea). Disponible en <http://www.medioambiente.cu/ainternacional/cuencas.htm>
- National Research Council. 2002. **Geographical Information for Sustainable Development in Africa.** Committee on the Geographic Foundation for Agenda 21, Committee on Geography, Mapping Science Committee. The National Academies Press
- NOM-ECOL 060. 1994. **Norma oficial mexicana que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.** Diario Oficial de la Federación: 13 de Mayo de 1994. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- NOM-ECOL 062. 1994. **Norma oficial mexicana que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.** Diario Oficial de la Federación: 13 de Mayo de 1994. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Pronatura Noreste. 1998. **Zonas prioritarias de conservación en el Noreste de México.** Memorias del taller de conservación 1998. Monterrey, Nuevo León, México: autor.
- Sánchez, R. 1987. **Algunas características hidrológicas del Río Pilón.** Ingeniería Hidráulica en México. II. (2): 36-51.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. **Plan estratégico forestal.** México, D. F: Autor. 173 p.
- Shree S. Nath, John P. Bolte, Lindsay G. Ross y Jose Aguilar-Manjarrez. 2000. **Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision**

- support in aquaculture.** Aquacultural Engineering, Volume 23, Issues 1-3, September 2000, Pages 233-278.
- SIMBAD. 2000. **Principales indicadores socioeconómicos del XI censo de población, 1999.** Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática. (En línea) Disponible en www.inegi.gob.mx
- Gumbrecht, T. 1996. **Application of GIS in Training for Environmental Management.** Journal of Environmental Management, Volume 46, Issue 1, January 1996, Pages 17-30.
- UNEDC. 1992. **Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.** Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Reunión en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por CONACyT – SIRREYES 2000060006 y beca Conacyt 160864.

Xanat Antonio Némiga

Doctora en Ciencias en Manejo de Recursos por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma del Estado de Nuevo León. Maestra en Ciencias por el Internacional Institute for Aerospace Survey and earth Sciences (ITC) de Enschede, Holanda. Licenciada en Biología por la Universidad Veracruzana de Xalapa, Veracruz. Profesora Investigadora de Tiempo Completo adscrito a la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México. Publicaciones recientes: Coautora del tomo I del libro **“Análisis estratégico de Monterrey: Un diagnóstico para el desarrollo”** (2004). ITESM – CEMEX. Sección Medio Físico Natural. Sección Medio Físico Natural Pág. 39-235. ISBN: 968891-065-1; Antonio, X., S. Purata y E. Treviño. (Abril – Junio 2006). **“Análisis social y espacial del uso de la leña en el trópico mexicano”**. CIENCIA UANL. Volumen IX. No. 2: 135 -141; Antonio, X. y E. Treviño. (2005). **“Modelo de riesgo de degradación del suelo en la cuenca del río Pílon, Nuevo León, México”**. Temas de investigación Geográfica a 30 años de la relación México-Polonia, Balderas, M. A., Monroy, G., Carreto, F. (coordinadores). UAEM- Universidad de Varsovia. ISBN: 978970757092-4; Antonio, X., E. Treviño, J. Jiménez, H. Villalón, J. de J. Návar (2006). **“Evaluación de cambios en la vegetación en la subcuenca del río Pílon”**. Revista CHAPINGO serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol XII. No. 1. Págs. 5-12; Treviño, E.J.; Salinas, W.; Antonio, X. (2005). **“Evaluación de la producción de agua usando modelos de análisis geográfico”**. REVISTA MAPPING, S. L 2005 IX (7) 13-23 ISSN: 1.131-9.100; **Candidata al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT - México.**

Eduardo Javier Treviño Garza

Doctor en Ciencias Forestales en especialidad en Manejo Forestal por la Universidad de Gotinga, Alemania. Biólogo por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N. L. México. Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales. Líneas de investigación son: Desarrollo de técnicas y metodologías para la aplicación de la geomática en el monitoreo e inventario de recursos naturales; implementación de modelos espaciales para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales utilizando los sistemas de información geográfica y el establecimiento de criterios para el ordenamiento ecológico. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT-México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

REPRODUCCIÓN POR SEMILLA DEL CHAMAL (*DIOON EDULE* LINDLEY)

Andrés López Ovando y Eduardo Javier Treviño Garza

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 45-55



e-revist@s



REPRODUCCIÓN POR SEMILLA DEL CHAMAL (*DIOON EDULE* LINDLEY)

REPRODUCTION OF CHAMAL (*Dioon edule* Lindley) BY SEED

Andrés López-Ovando¹ y Eduardo Javier Treviño-Garza²

¹Laboratorio de percepción remota y Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Ciencias Forestales, UANL Campus Linares, Carretera Nacional Km 145, Linares Nuevo León CP.67700; Tel 8212124895 Fax 8212124251 APDO POSTAL 41. ²Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

RESUMEN

En este trabajo se presenta una serie de resultados de pruebas de germinación, emergencia y crecimiento en medio controlado y vivero de *Dioon edule* var. *angustifolium* considerando tratamientos de exposición a la luz, posiciones de semilla así como profundidades de siembra y tipos sustratos. El objetivo planteado fue probar alternativas de manejo de esta especie. Utilizando semillas con 90% de germinación y una desviación estándar $\pm 0.07\%$, se obtuvieron resultados de germinación, emergencia, tasa de crecimiento bajo dos profundidades de siembra, tipos de sustratos e iluminación. Los resultados obtenidos nos muestran que en medio controlado la posición de las semillas no influye en forma significativa sobre las características evaluadas. En condiciones de vivero la germinación fue mayor para semillas colocadas de manera horizontal siendo similar en condiciones de sol y sombra. La emergencia fue mayor en semillas colocadas horizontalmente y bajo sombra. No se presentaron diferencia en cuanto al sustrato. La profundidad de siembra de 2 centímetros tuvo los más altos porcentajes de emergencia. La sobrevivencia fue mayor en semillas colocadas en sombra y con el embrión hacia abajo. La tasa de crecimiento fue mayor en semillas colocadas en sombra y sobre mezcla de termolita, osmocot y tierra de monte, ya que se obtuvieron plántulas de hasta 8 centímetros de altura, con 90% de eficiencia en menos de tres meses. Estos resultados nos permiten concluir que el Chamal (*Dioon edule* var. *angustifolium*) permite un manejo eficiente bajo sombra para la obtención de plantas de talla comercial.

Palabras clave: Germinación, emergencia, crecimiento, sobrevivencia, vivero.

SUMMARY

This paper shows the results of different germination, emergence and development tests in controlled environment and nursery of *Dioon edule* var. *angustifolium* considering treatments of light exposition, seed position as well as depth of sow and types of substrates. The objective was to test alternatives of management for this specie. Using seeds with 90% of emergence and a standard deviation of $\pm 0.07\%$, were obtain results about germination, emergence, development rate, depth of sow, types of substrates and illumination. The results obtained shows that in controlled environment the seed position have no significative difference. In nursery conditions the germination was greater for seeds placed horizontal being similar in light and shadow conditions. The emergence was greater in seeds placed horizontal and under shadow. No difference was found with different substrate. The depth of sow with higher percents of emergence was 2cm. The survival was higher in seeds placed in shadow and with the embryo downwards. The development rate was higher in seeds placed in shadow and with of termolita, osmocot and woodland soil obtaining seedlings of 8cm in height with a 90% of efficiency in less than three months. This results allow us to express that Chamal (*Dioon edule* var. *angustifolium*) is possible to obtain commercial size plants.

Keywords: Germination, emergence, development, survival, nursery.

Recibido: 28 de septiembre de 2007. Aceptado: 07 de diciembre de 2007.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 4 (1): 45-55.

INTRODUCCIÓN

El uso ornamental, alimenticio, medicinal y los constantes cambios de uso del suelo de las áreas tropicales son las causas principales que el 89% de las poblaciones naturales de la familia *Zamiaceae* a nivel mundial se encuentren en peligro de extinción IUCN (1997). *Dioon edule* var. *angustifolium* es una especie de esa familia que se distribuye en el noroeste de México Alanís, *et al.*, (1996). Estudios realizados por Sheridan y Antonio así como por María y Sifuentes(1983) en el mismo año, revelan que miles de ejemplares son extraídos de su hábitat natural para ser utilizados como especies de ornato, la falta de un manejo adecuado de las poblaciones naturales, como producto forestal no maderable, esta provocando la desaparición de éstas. Es necesaria la reproducción de esta especie en vivero para hacer frente a la gran demanda que existe en el mercado de esta especie y contribuir con ello a la conservación de las poblaciones naturales. Es por eso que en el presente trabajo; el objetivo fue probar alternativas de manejo en vivero de esta especie. Para ello se eligió una de las líneas de investigación básicas para la reproducción en vivero de esta especie que son los requerimientos de humedad y oxigenación en el embrión así como condiciones de iluminación, todo ello para buscar las condiciones óptimas de reproducción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en las instalaciones que ocupa el vivero y laboratorios de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Linares. La evaluación del banco de germoplasma se realizó mediante la determinación del número de semillas viables por Kg el cual se obtuvo al conocer el índice de calidad de la semilla (CS) que resultó de la siguiente relación $CS=(1*10^6)/W*V*P$. Para ello fue necesario obtener el porcentaje de viabilidad (V), de pureza (P), peso de 1000 semillas (W) escogidas al azar y como complemento el contenido de humedad. El porcentaje de viabilidad fue determinado mediante la prueba de tetrazolio al 0.1%. En ésta se colocaron cinco lotes de diez semillas tomadas al azar del lote original, en la evaluación se consideraron como viables aquellos embriones con vigor máximo y medio dependiendo de la intensidad de la coloración rosa o rojiza (característica de la prueba) presente en el embrión y tomada en

porcentaje, los que presentaron mínima o nula coloración, permitieron descartar los lotes de semilla de donde provenían.

El porcentaje de pureza se obtuvo del peso de semillas puras x 100 / peso total; para obtener las semillas puras se separaron aquellas que presentaron algún daño mecánico, por insectos y/o restos de tegumentos. El porcentaje de humedad que presentaron las semillas antes de las pruebas se obtuvo mediante el secado de 4 muestras no mayores de 10 gramos de semillas a 90°C, hasta obtener un peso constante. Al final se determinó el porcentaje de pérdida de humedad de cada muestra, para las pruebas de germinación y emergencia se determinaron previamente la posición de la semilla mediante una prueba de germinación que permiten el aprovechamiento óptimo de humedad por el embrión para la germinación, para ello se colocaron 3 tratamientos con 4 repeticiones de 17 semillas cada una; en un diseño completamente al azar. Donde t1= posición horizontal de la semilla, t2 semilla con el embrión hacia abajo, t3 semillas con el embrión hacia arriba. Las semillas se colocaron sobre algodón húmedo y temperaturas alternas, 28°C durante 16 horas (tarde y noche) y 15°C durante 8 horas (día), previa de imbibición en agua por 24 horas y tratadas con fungicida. Para ser evaluados entre 0 y 18 días. La determinación de las condiciones de luz asociadas a las posiciones adecuadas de aprovechamiento de humedad, se evaluaron mediante la colocación de un experimento bifactorial, combinado en donde factor 1: Condiciones de sol y sombra, factor 2: posición horizontal y posición vertical (con el embrión hacia abajo). Por lo que se contó con un total de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones donde cada unidad experimental esta compuesta por 25 semillas con 24 horas de rehidratación; en un diseño completamente aleatorio sobre sustrato compuesto de dos porciones de tierra, una de perlita, una de germinaza más fertilizante (osmocote) en una proporción de un kilogramo, para ocho carretillas de la mezcla en bolsas de plástico calibre 400 y se realizaron riegos cada tercer día. Se evaluó la germinación y emergencia de cero a 76 días, el porcentaje de supervivencia y tasa de crecimiento a los ocho meses. Para determinar las condiciones óptimas de iluminación se realizó otro experimento con un diseño bifactorial combinado, en él se consideraron dos profundidades de siembra y dos tipos de sustrato siendo la profundidad uno a un centímetro, tratando de repetir la forma natural y la segunda a cinco centímetros atendiendo a las recomendaciones de Maiti, (1987)

que dice que la profundidad de siembra de una semilla es de dos a tres veces su diámetro. Los substratos utilizados fueron tierra negra de monte y la mezcla utilizada en los experimentos anteriores. Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones en donde cada repetición contenía diez semillas. La toma de datos para tasa de crecimiento y porcentaje de supervivencia se realizó a los siete meses.

Para posiciones de semillas los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza completamente aleatorio. Para los otros experimentos se realizó un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, además de practicar la comparación de medias por diferencia mínima significativa y pruebas de interacción.

RESULTADOS

Germinación en medio controlado

Se observaron efectos por tratamiento desde los cuatro días aunque con una probabilidad alta de que fueran iguales. Los resultados de la comparación de medias en esta primera fase mostraron que el tratamiento de semillas colocadas con el embrión horizontal y hacia abajo fue el mejor después de 11 días de incubación. Al momento de terminar el experimento (18 días) se observó con el análisis de varianza y el comparación de medias que entre los tratamientos donde la posición del embrión fue horizontal hacia abajo y hacia arriba no se presentaron diferencias significativas para la germinación, lo cual indica que estos tratamiento son estadísticamente iguales en ambiente controlado (Figura 1).



Figura 1. Muestra la germinación de *Dioon edule* var. *angustifolium* en medio controlado.

Germinación en vivero

El análisis de varianza bifactorial presentó efectos por tratamientos para la posición de semilla desde el día 4 hasta el día 76 ($P < 0.05$), para los periodos comprendidos entre los días 32-41 y 55-67 se obtuvo una diferencia significativa entre tratamientos, mientras que el factor sol y sombra presentaron efectos dentro de los tratamientos durante los días 37-41 pero no fueron significativos. Durante los días 4-34 se observó una interacción entre las semillas colocadas de manera horizontal y el cambio de sol a sombra, ya que la germinación se manifestó, mientras que las que tenían el embrión hacia abajo permanecieron en cero en ambas condiciones. Para los días 37-41 se observó una tendencias aditiva para la posición horizontal al pasar de sol a sombra, comparadas con semillas colocadas con el embrión hacia abajo. Así mismo, en el rango 44-76 días, se presentó una interacción con aumento en la germinación al pasar de sombra a sol y cuando la posición de la semilla fue horizontal. A los 76 días los tratamientos con la posición horizontal alcanzaron el 90% de germinación, contra 70% y 50% de los tratamientos que la tenían en forma vertical (Figura 2).

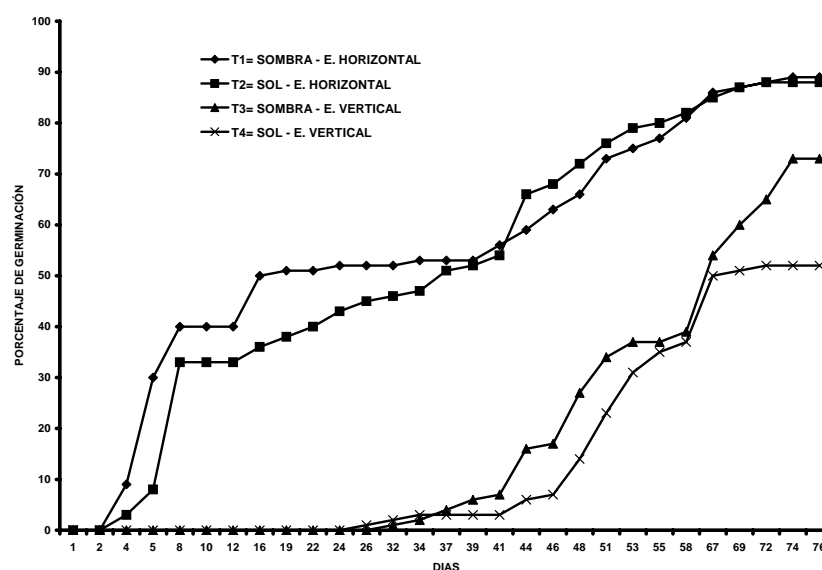


Figura 2. Desarrollo de la prueba de germinación de *Dioon edule* var. *angustifolium* considerando posiciones de semilla y condiciones iluminación.

Emergencia en vivero

Los porcentajes de emergencia presentaron efectos por tratamientos a partir de los 19 días en cuanto a posición de semillas. A los 24 días este efecto se manifestó pero entre los 34-

37 la diferencia fue altamente significativas ($P < 0.001$) tanto para la posición de semillas como para las condiciones de iluminación con interacción entre ellos. De los 39 hasta los 76 días se obtuvieron diferencias altamente significativas para la posición de la semilla y la condición de iluminación así como la interacción entre ambos durante los días 67-69. Cabe mencionar que el tratamiento donde las semillas se colocaron con el embrión horizontal bajo sombra, presentó los más altos porcentajes de emergencia de la primera hoja y alcanzó 90% a los 76 días contra 67%, 50% y 48% de los otros tratamientos (Figura 3).

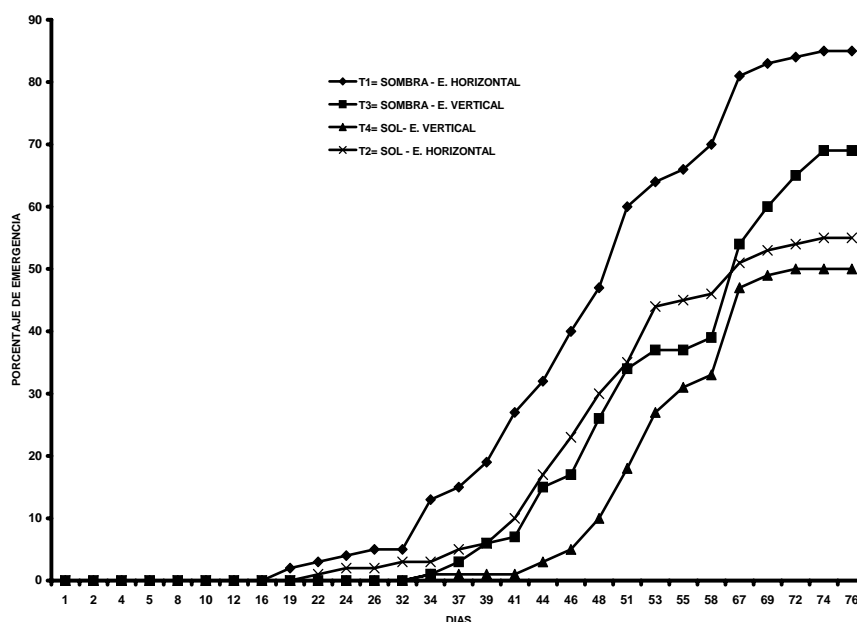


Figura 3. Muestra los porcentajes de emergencia de *Dioon edule* var. *angustifolium* a través del tiempo en condiciones contrastantes de iluminación.

Tasa de crecimiento en vivero

La tasa de crecimiento de *Dioon edule* var. *angustifolium* a los 8 meses, para condiciones de iluminación y posiciones de semillas fueron altamente significativas y hubo interacción en los efectos a una alta probabilidad ($P < 0.001$). El tratamiento con mayor tasa de crecimiento promedio fue el de plantas provenientes de semillas colocadas de manera vertical y en condiciones de sombra con 2.15 centímetros de crecimiento mensual (Figura 4). Cabe mencionar que en una primera evaluación a los 76 días se observaron alturas de la primera hoja entre 8.7 y 17.1 centímetros en promedio, donde el tratamiento con el promedio más alto fue el de la posición de la semilla vertical, colocadas en condiciones de

sombra. Esta misma tendencia se presentó en la segunda medición, donde la diferencia principal radicó en el número de hojas emergidas (Figura 5).

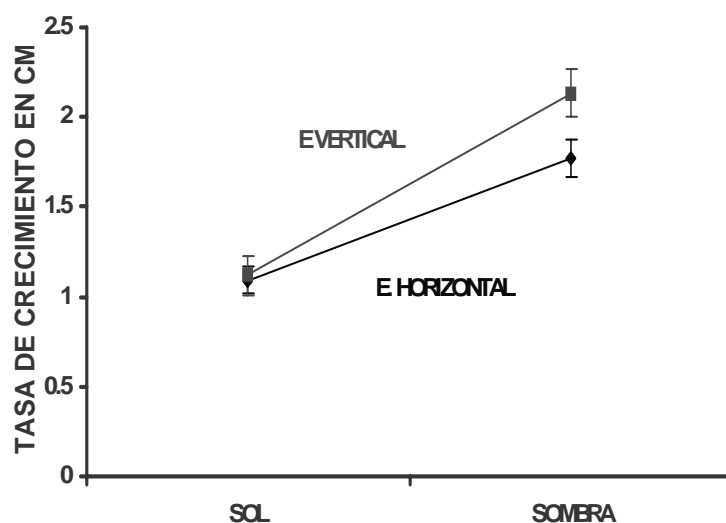


Figura 4. Tasas de crecimiento presentadas por *Dioon edule* var. *angustifolium* en condiciones de iluminación y posición de semillas en 8 meses.



Figura 5. Muestra un individuo de *Dioon edule* var. *angustifolium* trasplantado en un contenedor grande.

Sobrevivencia en vivero

Los porcentajes de sobrevivencia evaluados a 8 meses presentaron efectos por tratamientos no significativos para posiciones de semillas, condiciones de iluminación y efectos interactivos. Los niveles de significancia menor a 0.05 se presentaron solamente para posición de semilla y condición de iluminación. El tratamiento con un promedio más alto de sobrevivencia fue el de semillas colocadas de manera vertical y en condiciones de sombra y en la figura 6 podemos observar estos resultados que son antagónicos a los presentados por López (2002) sobre densidades de población natural de chamal en áreas con presencia y/o ausencia de cobertura de especies arbóreas.

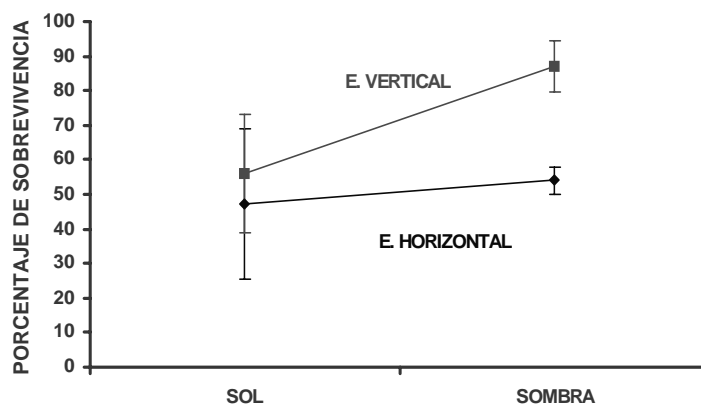


Figura 6. Muestra el porcentaje de sobrevivencia de *Dioon edule* var. *angustifolium* en condiciones contrastantes de iluminación y posiciones de semilla.

Tasa de crecimiento en condiciones de sombra

En la figura 7 se observa la tasa de crecimiento de *Dioon edule* var. *angustifolium* observada durante siete meses en condiciones de sombra, presentó diferencias altamente significativas en cuanto a los tipos de sustratos, no así para la profundidad de siembra. Las medias más altas fueron las de los tratamientos de tierra de monte, perlita y osmocote, tanto a uno como a cinco centímetros de profundidad se obtuvo una tasa de crecimiento a 7 meses de 2.2 y 2.25 centímetros mensuales respectivamente.

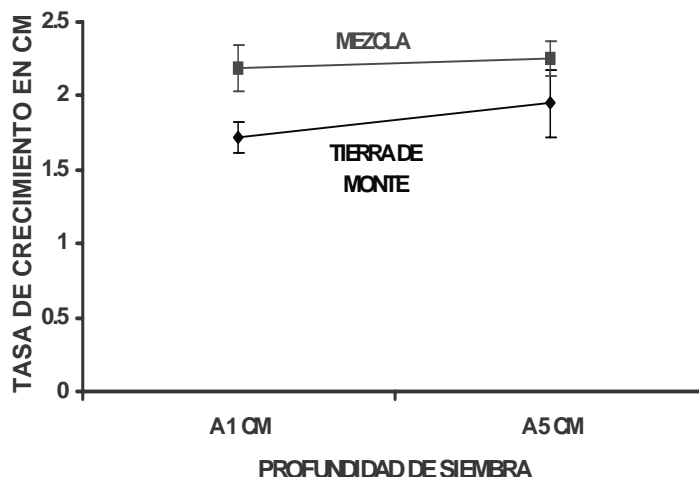


Figura 7: Muestra las tasas de crecimiento mensual presentada por *Dioon edule* var. *angustifolium* en dos profundidades de siembra y dos tipos de sustratos.

Sobrevivencia en condiciones de sombra

Los porcentajes de sobrevivencia, presentados en la figura 8 de *Dioon edule* var. *angustifolium* a siete meses de la siembra, presentaron diferencias significativas solamente para profundidad de siembra, pero no hubo diferencias significativas con respecto a los tipos de sustratos utilizados.

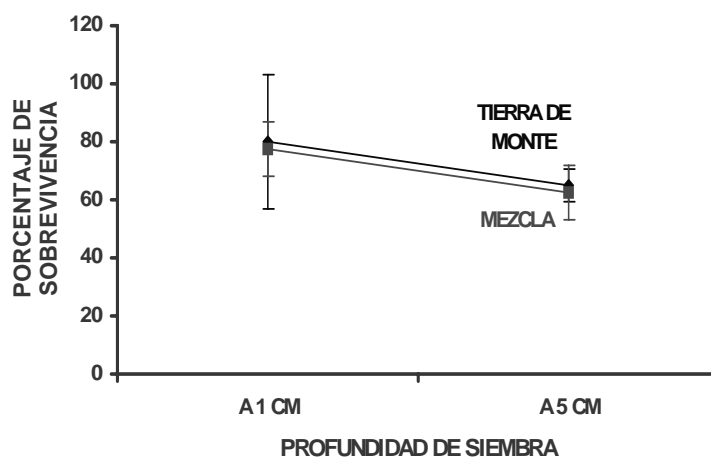


Figura 8. Porcentajes de sobrevivencia de *Dioon edule* var. *angustifolium* en dos profundidades de siembra y dos tipos de sustratos en siete meses.

CONCLUSIONES

Las condiciones de desarrollo de las semillas del *Dioon edule* var. *angustifolium* dependen en gran medida de la disponibilidad de humedad y oxigenación en el embrión para la buena germinación así como de la exposición de éstas al sol. Estos resultados permiten concluir que para fines comerciales se puede obtener plántula de hasta 17.1 centímetros de altura, en menos de tres meses con 90% de certeza y para fines de repoblación en medio natural, la sobrevivencia será más alta, si la semilla es colocada verticalmente y ésta mejora si es colocada en condiciones de sombra.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN C1-227), el Sistema de Investigación Regional Alfonso Reyes (SIRREYES 6018), así como al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CT044-98 yCN194-99) para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Alanís, F. Glafiro J., Cano y C. Gerónimo y Rovalo M. Magdalena, 1996. **Vegetación y flora de Nuevo León (una guía Botánico Ecológica)**. México: Pp. 251.
- IUCN. 1997. **Lista Roja de Plantas Amenazadas**. Editada por Kerry S. Walter and Harriet J. Gillett: Pp. 86.
- López, O. 2002. **Distribución y relaciones ecológicas del chamal *Dioon edule* Lindley en La Sierra de San Carlos Tamaulipas**. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales MCF Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León: Pp. 70.
- Maiti, R. 1987. **Tecnología de la semillas y establecimiento de los cultivos**. Boletín botánico No. 1. Facultad de Ciencias biológicas, UANL.
- Sheridan P. y Antonio T. 1983. **Notas sobre distribución y relaciones ecológicas del chamal *Dioon edule* Lindley, (CYCADACEAE) en el estado de Nuevo León, México**. Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México: 20-80.

Sifuentes O. y María S. 1983. **Importancia económica del chamal *Dioon edule* Lindl. (CYCADACEAE) en el estado de Nuevo León, México.** Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México: 32-44.

Andrés López Ovando

Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Pecuaria: I. T. a. N. Linares Nuevo León. Maestría en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Linares Nuevo León.

Eduardo Javier Treviño Garza

Doctor en Ciencias Forestales en especialidad en Manejo Forestal por la Universidad de Gotinga, Alemania. Biólogo por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N. L. México. Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales. Líneas de investigación son: Desarrollo de técnicas y metodologías para la aplicación de la geomática en el monitoreo e inventario de recursos naturales; implementación de modelos espaciales para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales utilizando los sistemas de información geográfica y el establecimiento de criterios para el ordenamiento ecológico. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT-México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Jaime Alberto Félix Herrán, Rosario Raudel Sañudo Torres, Gustavo Enrique Rojo
Martínez, Rosa Martínez Ruiz y Víctor Olalde Portugal
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 57-67



e-revist@s



IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

IMPORTANCE OF ORGANIC MANURES

Jaime Alberto **Félix – Herrán**¹, Rosario Raudel **Sañudo – Torres**¹, Gustavo Enrique **Rojo – Martínez**¹, Rosa **Martínez – Ruiz**¹ y Víctor **Olalde – Portugal**²

¹Programa de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. Correo electrónico: jfelixherran@yahoo.com.mx. ²Departamento de Biotecnología y Bioquímica del CINVESTAV-IPN, Campus Guanajuato. Correo electrónico: volalde@ira.cinvestav.mx volalde@yahoo.com.mx

RESUMEN

La agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desasolve de drenes, entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos. Existen diferentes procesos de producción de humus, están las compostas de superficie, el lombrihumus, el bocashi, el nutribora, y también tenemos ciertos elementos que van a enriquecer ese humus, como son las harinas y los bioles o fermentos, todo esto con la finalidad de tener un humus de mejor calidad y que mejore la fertilidad del suelo.

Palabras clave: Materia orgánica, microorganismos, fertilidad del suelo.

SUMMARY

Organic agriculture promotes conversion of organic wastes from home, agriculture, market, cleaning of drains among, others into a relatively stable material named humus, by a process of aerobic decomposition under controlled conditions, particularly moisture and ventilation, in which participates bacterias, fungus and actinomycets. The humus quality depends on organic matter used in its production, having humus with different physicochemical and microbiological characteristics, while major it's the diversity of elements that give origin to the above mentioned humus major nutrient and microorganisms content will have. There are several ways to produce humus, and also we have certain elements that are going to enrich this humus, there are the surface composts, vermicompost, bocashi, nutribora, and there are flours and biols or ferments, which will improve humus quality and soil's fertility.

Key words: Organic matter, microorganisms, soil fertility.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (composta, fermento, lombricomposta, entre otros) el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. Este movimiento está regido por cuatro principios básicos: el primero implica el maximizar los recursos (al interior) que la gente posee; no busca sustituir insumos, sino la reutilización de los que la gente posee, el segundo implica el buscar al máximo la independencia de insumos externos, al utilizar lo que tiene a la mano y volviéndose productor de sus agroinsumos, el tercero se enfoca a provocar el menor impacto posible dentro de la modificación que se haga al lugar y su entorno (las actividades humanas son las que más impactan al ambiente), el cuarto es no poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor; este último haciendo alusión a los consultores y vendedores de abonos orgánicos que no están bien estabilizados, y que su efecto no es igual al de un abono estable que pasó cierto tiempo de maduración. La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificará el uso potencial de la composta madura. La microflora nativa de las compostas puede o no tener efecto antagónico sobre patógenos del suelo, y además esta microflora continuará la degradación de la materia orgánica volviendo disponibles los nutrientes para la planta. Mientras mayor diversidad tenga la materia orgánica de la que se forma la pila o cama, mayor cantidad de nutrientes tendrá la composta madura.

Tipos de abonos orgánicos

Hablar de agricultura orgánica no es solo compostas, sino también de la elaboración de fermentaciones, en la que se descomponen aeróbicamente residuos orgánicos, por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los mismos residuos, esta descomposición es controlada, y da como resultado un material parcialmente estable que continuará su ciclo de descomposición pero más lentamente. Las fermentaciones por lactobacilos son muy limpias, se puede usar como inóculo para bocashi, agua miel, entre otras; el tepache se

puede aplicar en el agua de riego, teniendo en cuenta la dosis adecuada (ésta se obtiene a prueba y error dependiendo de cada cultivo) porque si está muy concentrado puede ser un herbicida muy fuerte, pero si está bien diluido ayuda al desarrollo de las plantas. También se pueden hacer fermentaciones de cáscaras de frutas para obtener aminoácidos libres, que también se pueden aplicar en el agua de riego para mejorar el desarrollo de la planta. En sí las fermentaciones disminuyen la carga eléctrica de las soluciones, los microorganismos (levaduras, lactobacilos, entre otros) transforman los materiales y los dejan en complejos parcialmente estables listos para ser absorbidos por las plantas.

La harina de roca es otro componente que se puede aplicar para darle una mayor diversidad de nutrientes a un abono orgánico, se puede incorporar en el bocashi de 7 días que además incluye harina de sangre, harina de hueso y harina de carne, la diversidad de materiales le dá muy buena calidad a este abono. También puede incorporarse dentro de mezclas líquidas de nutrientes (ácidos húmicos, zeolita, entre otras), o bien aplicarse en el cultivo. La función de esta harina de roca es la de reducir la necesidad de agua por parte de planta; por ejemplo un abono orgánico adicionado con harina de roca, tendrá un alto contenido de materia orgánica y además ayudará a desalinizar suelos. Al igual que en los abonos orgánicos mientras mayor sea la diversidad de rocas utilizadas en la elaboración de la harina de roca mayor diversidad de nutrientes minerales tendrá.

Otra forma de adicionar nutrientes al suelo (principalmente nitrógeno) es mediante la siembra de abonos verdes, que además de servir de cubierta del suelo; protegen al suelo de la erosión y de la compactación por acción de la lluvia, reduce la pérdida de humedad por evapotranspiración. Estos abonos provenientes de especies y se recomienda usar especies de rápido crecimiento como el trébol, alfalfa, en la de invierno; que son especies de leguminosas que se recomienda sean de tasa de crecimiento rápida como el trébol, alfalfa, veza de invierno; en caso de no querer sembrar completamente el predio, se puede sembrar abono verde en el 10% del terreno y en el resto sembrar normalmente, al año siguiente se pasa siembra otro 10% con abono verde y el resto se siembra normalmente, y así sucesivamente en todo el terreno, lo cual nos mantendrá el contenido de nitrógeno en nuestro suelo.

Dentro del manejo orgánico de los cultivos y huertos familiares se incluyen también los caldos minerales, que son soluciones que nutren a la planta, bloquean metales pesados y estimulan el crecimiento de raíces; también pueden usarse en combinaciones con otros caldos; a base de minerales como el cobre, azufre, calcio, permanganato, entre otros. Hay caldos que se preparan con calor como el caldo sulfocálcico a base de azufre y cal se usa como acaricida, fungicida, y estimula la síntesis de proteínas. Se ha usado con éxito en el control de la garrapata en ganado; otros caldos preparados con calor son: caldo ceniza, caldo silito-sulfocálcico, caldo emulsión ceniza, polisulfuro de calcio, entre otros. Hay otros caldos que se preparan en frío como el caldo Bordelés (1% y 2%) que se usa como fungicida, para la cicatrización de árboles, también en el control de la antracosis y del tizón temprano. Otro caldo que se preparan en frío es el: caldo visosa, caldo enriquecido con bicarbonato de sodio. También se pueden preparar caldos minerales enriquecidos con harina de rocas a base de estiércol, melaza, suero de leche, agua y distintas rocas como los granitos y basaltos además de harina de hueso; este biofermento se puede usar para nutrir, prevenir y estimular la protección de plantas contra patógenos y enfermedades.

Por último las plantas fertilizadas orgánicamente no pueden infectarse con bacterias patógenas, porque el calor y la microflora benéfica controlan esas poblaciones patógenas. Además los ácidos húmicos contenidos en la materia orgánica humificada aumentan la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, mejoran la agregación del suelo y evita su encostramiento. En la planta los ácidos húmicos estimulan el desarrollo de raíces y tallos, mejoran la absorción de nutrientes, estimulan y aumenta la absorción de nitrógeno, entre otros

Beneficios de la fertilización orgánica

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos, y huminas). Que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son: A) mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos (Tisdale y

Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bollo, 1999; Tan y Nopamombodi, 1979, Bellapart, 1996), B) mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua (Bellapart, 1996; Bollo, 1999; Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996), C) estimula el desarrollo de plantas (Tan y Nopamombodi, 1979; Hartwigsen y Evans, 2000), D) mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999), E) eleva la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993; Bollo, 1999), F) su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999; Tradecorp, 2001), G) el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).

Dos de los componentes importantes en la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos los cuales son los responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus (Trade corp, 2001), las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio cationico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos (Landeros, 1993; Guerrero, 1999; Tradecorp, 2001), forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Chen *et al.*, 2001). También es importante reconocer que el humus favorece el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo (Bollo, 1999).

Otro beneficio de la materia orgánica humificada es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Hadar y Mandelbaum, 1992; Hoitink *et al.*, 1991). Las bacterias y hongos aislados con actividad antagónica sobre patógenos del suelo encontramos a los siguientes géneros: *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp. entre otros géneros de bacterias y *Trichoderma* spp., *Gliocadium virens*, *Penicillium* spp., entre otros géneros de hongos.

La naturaleza de la materia orgánica utilizada y la densidad de inóculo del patógeno existente en el suelo, son factores que pueden influir sobre el nivel de control de la

enfermedad alcanzable por la composta. Por otro lado, los agentes de biocontrol inhiben o matan a los patógenos en la composta madura y por lo tanto inducen la supresión de la enfermedad. Los agentes de biocontrol en la composta pueden inducir la resistencia sistémica adquirida a los patógenos foliares (Fernández *et al.*, 2005).

Desventajas

En el manejo orgánico del suelo (forestal y agrícola) pueden presentarse algunas situaciones que pudieran ser interpretadas como desventajas pero que a largo plazo serán superadas. Dichas situaciones son:

- Efecto lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo y al retirarle al 100% los compuestos a los que estaba acostumbrado dicho suelo, puede no ser muy provechoso, por lo que se recomienda un sistema combinado (convencional y orgánico) en el afán de hacer un cambio gradual, y ayudarle al suelo a reestablecer el equilibrio natural.
- Los resultados se esperan a largo plazo, como se comentaba en el párrafo anterior, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegar a un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de nutrientes para mantener dicha actividad, sin embargo durante este proceso mejorará la fertilidad del suelo, observándose un mejor porcentaje de germinación, mejor adaptación de plántulas al transplantarlas al mismo, entre otros. El periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los 3 a 5 años, dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores medio ambientales, puede extenderse hasta los 8 años.
- Debemos estar conscientes de que los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma tendremos plantas y frutos de mejor calidad, traducándose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro, sin contaminar el agua y medio ambiente; esto debido a que en el periodo de transición mejora la estructura del suelo, así como su permeabilidad, y al haber un mejor intercambio gaseoso, la flora microbiana nativa del suelo mejora su actividad, lo cual mejora la fertilidad del suelo.

Usos

Además de tener uso como cobertura del suelo, como fertilizante orgánico, también pueden usarse como aditivos en fertilizantes químicos (García *et al.*, 1994; Madejon *et al.*, 2001; Albiach *et al.*, 2001; Arancon *et al.*, 2004). Algunas sales húmicas como el humato de calcio, que se usan para incrementar la fertilidad del suelo (Buckau *et al.*, 2000). El humus se ha utilizado a gran escala en construcción, como aditivo para controlar la velocidad de secado del concreto (Peña-Méndez *et al.*, 2004). En cerámica no procesada se han usado principalmente como aditivos para aumentar la dureza mecánica y así mejorar su calidad (Waksman, 1936). Se han usado en la producción de plásticos; colorantes de nylon ó plástico PVC, espumas de poliuretano, por mencionar algunos (Majakova y Proskurjakov, 1972). El humus puede ser usado para remover metales pesados (Fe, Ni, Hg, Cd y Cu) en agua y también puede usarse para remover elementos radioactivos en agua desechada por las plantas de energía (Peña Méndez *et al.*, 2004) al formar complejos solubles en el agua con muchos metales incluyendo radionucleotidos mejor conocidos como isótopos radiactivos (Lubal *et al.*, 1998; Lubal *et al.*, 2000; Pacheco y Havel, 2001; Ghabbour *et al.*, 2001). Las sustancias húmicas contenidas en el humus tienen aplicaciones biomédicas ya que en ratas se probó que al aplicarlas preventivamente disminuyó significativamente el daño gástrico inducido por el etanol (Brzozowski *et al.*, 1994). La humificación de materia orgánica se ha usado con éxito en bioremediación de suelos contaminados con Fenilciclidina (PCP), gasolinas, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), se ha demostrado también su uso para reducir a niveles aceptables la concentración y toxicidad de explosivos (TNT) esto último se ha adoptado en los últimos 3-5 años (Volke y Velasco, 2002).

Se ha demostrado la supresión de hongos fitopatógenos del suelo en compostas de desechos orgánicos (Hadar y Mandelbaum, 1992). Además su efectividad en la supresión de *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani*, utilizando composta preparada con desechos orgánicos como corteza de madera madura, estiércol de res, y lodos activados (Chen *et al.*, 1987; Hoitink *et al.*, 1999). Chaoui *et al.*, (2002) reportan que la aplicación de vermicomposta suprime las enfermedades de plantas como por ejemplo *Phytophthora*, *Fusarium*, y *Plasmodiophora* en tomate y calabaza, *Pythium* y *Rhizoctonia* en pepino y rábano, *Verticillium* en fresa. Craft y

Nelson (1996) encontraron que compostas preparadas de diferentes materiales base puede ser supresor de *Pythium graminicola* en pasto rastrero.

LITERATURA CITADA

- Albiach, R., R. Canet, F. Pomares, F. Ingelmo. 2001. **Organic matter components, agrégate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years.** Biores. Technol. 77: 109-114.
- Arancon, N. Q., C. A. Edwards, S. S. Lee, E. Yardim. 2000. **Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicomposts.** Ohio State University. 47:741-744.
- Bellapart, C. 1996. **Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química.** Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 298p.
- Bollo, E. 1999. **Lombricultura, una alternativa de reciclaje.** Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España. 150p.
- Brzozowski, T., A. Dembinski, S. Konturek. 1994. **Influence of Tolpa Peat preparation on gastroprotection and on gastric and duodenal ulcers.** Acta Pol. Pharm. 51: 103-107.
- Buckau, G., P. Hooker, V. Moulin. 2000. **Versatile components of plants, soils and water.** En: Ghabbour E.A. y Davies G. (eds): Humic Substances, RSC, Cambridge 86:18-23.
- Chaoui, H., Edwards C. A., Brickner A., Lee S. S., Arancon N. Q. 2002. **Suppression of the plant parasitic diseases: *Phytium* (damping off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticilium* (wilt) by vermicompost.** Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Pest and Diseases.
- Chen, W., Hoitink H. A. J. y Schmitthenner A. F. 1987. **Factors affecting suppression of *Phytium* damping-off in container media amended with composts.** Phytopathology 77: 755-760.
- Chen, J. H., J. T. Wu y W. T. Huang. 2001. **Effects of compost on the availability of nitrogen and phosphorus in strongly acidic soils.** Taiwan ROC.

- Craft, M. C., y E. B. Nelson. 1996. **Microbial properties of composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Phytium graminicola*.** Appl. Environ. Microbiol. 62 : 1550-1557
- Fernández, L., Vega O., López P. J. A. 2005. **Control Biológico de enfermedades de plantas.** Ed. INISAV-BASF. pp: 162-184.
- García, D., J. Cegarra, A. Roig, M. Abad. 1994. **Effects of the extraction temperature on the characteristics of a humic fertilizer obtained from lignite.** Biores. Technol. 47: 103-106.
- Ghabbour, E. A. y Davies G. 2001. **Humic substances: structures, models and functions.** Based on proceedings, RSC, Cambridge, p. 401.
- Guerrero, A. 1996. **El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos.** Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 206p.
- Hadar, Y., y Mandelbaum R. 1992. **Suppressive compost for biocontrol of soilborne plant pathogens.** Phytoparasitica 20: S113-S116.
- Hartwigsen, J. y M. R. Evans. 2000. **Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development.** Hort. Science 35 (7): 1231-1233.
- Hoitink, H. A. J., Y. Inbar y M. J. Boehm. 1991. **Status of compost amended-potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops.** Plant Dis. 75: 869-873.
- Hoitink, H. A. J. y M. J. Boehm. 1999. **Control within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon.** Annu. Rev. Phytopathol. 37: 427-446.
- Landeros, F. 1993. **Monografía de los ácidos húmicos y fulvicos.** Tesis, área de hortalizas y flores, facultad de agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 145p.
- Lubal, P., D. Siroký, D. Fetsch, J. Havel. 1998. **The acidobasic and complexation properties of humic acids. Study of complexation of Czech humic acids with metal ions.** Talanta 47: 401-412.
- Lubal, P., D. Fetsch y D. Siroký. 2000. **Potentiometric and spectroscopic study of uranyl complexation with humic acids.** Talanta. 51: 977-991.

- Madejon, E., R. López, J. M. Murillo, F. Cabrera. 2001. **Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: Effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain)**. *Agric. Ecosyst. Environm.* 84: 55-65.
- Majakova, E. F. y V. A. Proskurjakov. 1972. **Proc. 4th International Peat** Ontaniemi, p. 235.
- Pacheco, M. L. y J. Havel. 2001. **Capillary zone electrophoretic study of uranium (VI) complexation with humic acids**. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 248: 565-570.
- Peña-Méndez, E. M., D. Fetsch, J. Havel. 2004. **Aggregation of humic acids in aqueous solution vapor pressure osmometric, conductivity, spectrophotometric study**. *Anal. Chim. Acta*.
- Tan, K. H. y V. Nopamombodi. 1979. **Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays*)**. *Plant and soil* 51: 283-287.
- Tisdale, S. L. y W. Nelson. 1966. **Soil Fertility and Fertilizers**. Segunda Edición. Macmillan Company. New Cork, Estados Unidos. 694p.
- Trade Corp. 2001. Informe Técnico Humistar. España.
- Volke-Sepúlveda, T., J. A. Velasco Trejo. 2002. **Tecnologías de remediación para suelos contaminados**. Editorial INE-SEMARNAT. pp. 37-38.
- Waksman, S. A. 1936. **Humus**. Williams and Wilkins, Baltimore, MD., pp. 234-237.

Jaime Alberto Félix Herrán

Ingeniero Bioquímico (con Mención Honorífica) por el Instituto Tecnológico de Los Mochis, Los Mochis, Sinaloa. Maestro en Recursos Naturales y Medio Ambiente del Centro Interdisciplinario para la Investigación de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa), Guasave, Sinaloa, México. Facilitador Educativo (Profesor) de la Carreras de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Rosario Raudel Sañudo Torres

Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis, Los Mochis, Sinaloa. Facilitador Educativo (Profesor) de la Carreras de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Gustavo Enrique Rojo Martínez

Doctor en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Maestro en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Ingeniero Agrícola especialista en Agroecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador en el Programa Forestal de la Universidad Autónoma Indígena de México. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT – México.**

Rosa Martínez Ruiz

Doctora en Ciencias en Biotecnología Forestal por el Colegio de Postgraduados. Maestra en Ciencias en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Ingeniera Agrícola especialista en Agroecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesora Investigadora en el Programa Forestal de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Víctor Olalde Portugal

Doctor en Ciencias con especialidad en Microbiología del Suelo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, México. Licenciatura en Biología en el Instituto de Ciencias Biológicas del IPN. Profesor Investigador Titular del Departamento de Biotecnología y Bioquímica del CINVESTAV-IPN, Campus Guanajuato. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT – México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE UN BOSQUE COETÁNEO DE LA REGIÓN DE EL SALTO, DURANGO

Juan Abel Nájera Luna y Enedino Hernández Hernández
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 69-81



e-revist@s



RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE UN BOSQUE COETÁNEO DE LA REGIÓN DE EL SALTO, DURANGO

MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS OF A CONTEMPORARY FOREST FROM THE REGION OF EL SALTO, DURANGO

Juan Abel **Nájera-Luna**¹ y Enedino **Hernández-Hernández**²

¹Profesor-Investigador. Área forestal. Instituto Tecnológico de El Salto (ITES). Mesa del Tecnológico s/n El Salto Pueblo Nuevo, Durango, 34950, México. Correo electrónico: jalnajera@yahoo.com.mx. ²Tesista de Ingeniería Forestal en Manejo Sustentable de Recursos Naturales ITES.

RESUMEN

Se realizó una investigación para determinar las relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de *Pinus* spp de la región de El Salto Durango, para tal efecto, se delimitó una superficie de 1 ha⁻¹ en la que se midieron el diámetro normal, diámetro de copa, altura total, altura a la primera rama seca, altura de inserción de copa y largo de copa de todos los árboles que se encontraron dentro de la parcela. Los resultados arrojaron un total de 190 árboles de *Pinus cooperi* y 49 de *P. leiophylla* con un diámetro promedio de 31 cm, 17 m de altura, 5.21 m² de cobertura de copa y un área basal de 17.71 m². Se estimó que el sitio puede sostener una ocupación de 454 árboles por hectárea sin riesgo de competencia entre árboles y no los 239 árboles que es la ocupación actual. Lo anterior, indicó una subutilización del sitio del 48%. Se resalta la importancia de generar información sobre aspectos morfométricos que apoyen la toma de decisión en el manejo forestal sustentable de los recursos naturales de la región.

Palabras clave: Morfometría, manejo forestal, ocupación, El Salto Durango.

SUMMARY

A study was carried out to determine the morphometric relations of a contemporary forest of *Pinus* spp. of El Salto Durango, for such effect, a surface of 1 ha⁻¹ was delimited in which were measured the normal diameter, diameter of canopy cover, total height, height to the first dry branch, crown insertion height and long of crown of all the trees that were found inside the plot. The results showed a total of 190 trees of *Pinus cooperi* and 49 of *P. leiophylla* with a diameter average of 31 cm, 17 m of height, 5,214.11 m² of canopy cover and an area basal of 17.71 m². This place can maintain an occupation of 454 trees per hectare without risk of competence between trees and not the 239 trees that is the present occupation. The previous, indicated a subutilization of the site of 48%. The present study emphasizes the importance to generate information on morphometric aspects that supports the taking of decisions in the forest sustainable management of the natural resources of the region.

Key words: Morphometric, forest management, occupation, El Salto Durango.

Recibido: 27 de noviembre de 2007. Aceptado: 15 de enero de 2008.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 4 (1): 69-81.

INTRODUCCIÓN

La descripción de la arquitectura de los árboles a través de los diferentes parámetros de copa, ofrece la posibilidad de caracterizar a los rodales para la toma de decisiones sobre el manejo silvicultural más adecuado (podas, aclareos y evaluaciones de la calidad de las plantaciones) o para fines de investigación (crecimiento y rendimiento) (Arias, 2005). La estructura de la masa forestal es un indicador de la composición y del funcionamiento del ecosistema, los aspectos más relevantes de las masas forestales son la distribución del arbolado; la composición específica tanto en diversidad de especies como su distribución en el rodal y la diferenciación en diámetro, altura y tamaño de copa, así como de los estratos verticales, (Del Río *et al.*, 2003).

Pocos estudios contemplan mediciones detalladas de parámetros de copa, posiblemente por razones del tiempo requerido para la medición y principalmente por la falta de conocimiento sobre cómo emplear la información ya que variables como el diámetro normal, área basal, altura total, comercial y dominante, el volumen del fuste y el área de proyección de copa, son mediciones comunes usadas en la práctica forestal. El volumen es un concepto bien conocido en el medio forestal, no así el monto de copa, forma de copa, índice de esbeltez o índice de espacio vital que son las llamadas relaciones morfométricas, las cuales han adquirido relevancia dada la oportunidad de utilizar estas relaciones como instrumentos prácticos en intervenciones silvícolas, especialmente cuando no se conoce la edad de los árboles (Durlo y Denardi 1998; Durlo, 2001; Durlo *et al.*, 2004; Arias, 2005). La morfometría de un árbol a través de las variables de copa, brinda una buena idea de las relaciones interdimensionales como el espacio vertical ocupado por cada árbol, el grado de competencia, la estabilidad, la vitalidad y la productividad de cada individuo (Durlo y Denardi, 1998).

Por lo que el presente trabajo pretende determinar las diferencias en los patrones morfométricos de las especies forestales en un bosque coetáneo de *Pinus spp* de la región de El Salto, Durango utilizando variables de fácil medición con la finalidad de generar

información que apoye la toma de decisiones en la aplicación de tratamientos silviculturales en esta importante región forestal del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en un bosque coetáneo de *Pinus spp* perteneciente al Ejido La Victoria el cual se ubica al sudoeste del estado de Durango en el Municipio de Pueblo Nuevo Durango. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 23°47'18.8" de latitud norte y 105°22'03.2" de longitud oeste, sobre la provincia fisiográfica llamada Sierra Madre Occidental en la subprovincia denominada Gran Meseta. La topografía del terreno es en su mayoría plana y ondulada, presentando elevaciones que varían desde 2400 hasta 2800 msnm. El clima es semi-húmedo templado o semi-frío, que se vuelve templado o semi-seco en el lado oriental de la sierra. Por su ubicación geográfica, la zona presenta diversas condiciones de vegetación que va desde masas puras de encino y pino y en su mayor parte bosques mezclados de pino-encino (TIA, 1998).

METODOLOGÍA

Se delimitó una superficie de 1 ha⁻¹ la cual fue orientada al norte geográfico para facilitar las actividades de medición y ubicación de los árboles dentro de la parcela experimental. Los criterios para delimitar el área de estudio consistieron en que mantuviera todos los atributos de densidad, mezcla de especies, altura y diámetro dominantes que el resto del rodal.

Para determinar la morfometría de los árboles dentro de los límites de la parcela, se realizó un censo sobre toda la superficie de la parcela con la finalidad de conocer el número total de árboles dentro del área de estudio, para lo cual se respetó lo recomendado por Arias (2005), consistente en medir las variables: diámetro normal, altura total, altura a la primera rama seca, altura a la primera rama verde, altura de inserción de copa, largo de copa y

diámetro de copa de todos los árboles dentro de la parcela. En función a la información de campo, se determinaron los siguientes aspectos morfométricos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relaciones morfométricas utilizadas.

Variables de medición		Relaciones morfométricas	
<i>Largo de copa (m)</i> <i>Altura total (m)</i>	$X 100$	=	<i>Porcentaje de copa (%)</i>
<i>Largo de copa (m)</i> <i>Altura total (m)</i>		=	<i>Grado de cobertura de copa (adimensional)</i>
<i>Largo de copa (m)</i> <i>Diámetro de copa (m)</i>		=	<i>Índice de copa (adimensional)</i>
<i>Diámetro de copa (m)</i> <i>Largo de copa (m)</i>		=	<i>Forma de copa (adimensional)</i>
<i>Diámetro de copa (m)</i> <i>DN (m)</i>		=	<i>Índice de espacio vital (adimensional)</i>
<i>Diámetro de copa (m)</i> <i>Altura total (m)</i>		=	<i>Monto de copa (adimensional)</i>
<i>Altura total (m)</i> <i>DN (m)</i>		=	<i>Grado de esbeltez (adimensional)</i>

Procedimiento estadístico.

Con la información obtenida, se calculó cada uno de los aspectos morfométricos de las especies encontradas dentro de la parcela, también se determinó la media y desviación estándar de cada una de las relaciones morfométricas, se realizaron comparaciones de medias para determinar la igualdad de las relaciones morfométricas entre las especies encontradas en el área de estudio, para lo anterior, se consideró una confiabilidad del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos dasométricos de los árboles en el área de estudio

Del censo realizado dentro del área de estudio se obtuvo un total de 239 árboles de los cuales 190 correspondieron a la especie de *Pinus cooperi* y 49 a *P. leiophylla*, con los siguientes parámetros dasométricos promedio por especie (Cuadro 2).

Cuadro 2. Aspectos dasométricos de los árboles dentro del área de estudio.

Especies	Diámetro promedio (cm)	Desv. Std. (cm)	Altura Promedio (m)	Desv. Std. (m)	Cobertura de copa (m ²)	Desv. Std. (m ²)	Área basal (m ²)	Desv. Std. (m ²)
<i>P. cooperi</i>	28.84	5.45	15.70	2.27	20.31	10.23	0.07	0.03
<i>P. leiophylla</i>	33.40	5.56	17.94	2.46	27.64	12.48	0.09	0.03

Se encontró una superioridad dimensional en *Pinus leiophylla* respecto a *P. cooperi* siendo 14% más grueso en diámetro; 12% más alto, ocupando 27 % más de cobertura de copa y 22% más de área basal, aunque *P. leiophylla* sólo representó el 21% del total de árboles dentro de la parcela experimental. El área basal de los 190 árboles de *P. cooperi* se estableció en 13.3 m², mientras que para los 49 de *P. leiophylla* fue de 4.41 m² lo cual representa en conjunto 17.71 m² de área basal entre ambas especies.

Porcentaje de copa

El porcentaje de copa es un indicador de la vitalidad de un árbol, árboles cubiertos con una extensa copa se esperan en sitios de baja ocupación (Árias, 2005). El porcentaje de copas se observó en mayor proporción en *P. leiophylla* respecto a *P. cooperi*, sin embargo el hecho de que *P. cooperi* mostrara valores del 34% de porcentaje de copa, indica un mejor balance en la arquitectura del árbol ya que sólo una tercera parte de la altura total en ésta especie está ocupada por la copa lo cual representa una ventaja respecto a *P. leiophylla* al tener una mejor poda natural (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de copa en las especies estudiadas.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr –T	Pr-F
Porcentaje de copa (%)	<i>P. leiophylla</i>	45.99	12.86	1.84	0.0001	0.0001
	<i>P. cooperi</i>	34.07	8.06	0.58		

Se analizaron las varianzas del porcentaje de copa en ambas especies para determinar su igualdad, en este caso se encontró un valor de Pr>F=0.0001 indicando varianzas diferentes. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas diferentes, se encontró una Pr>T= 0.0001, por lo tanto se concluye que el porcentaje de copas de las especies estudiadas es diferente.

Grado de cobertura de copa

El grado de cobertura de copa está en función a la proporción de su longitud con respecto a la altura total. El grado de cobertura de copa fue 26% superior en *P. leiophylla* con respecto a *P. cooperi*, sin embargo, el hecho de mantener una copa amplia requiere un gasto mayor energía para desplazar los nutrientes y agua a todo lo largo y ancho de la copa pero tiene la ventaja de recibir una mayor cantidad de radiación solar y aumentar la capacidad fotosintética del individuo. Se analizaron las varianzas del grado de cobertura de copa en ambas especies para determinar su igualdad, en este caso se encontró un valor de $Pr>F=0.0001$ indicando varianzas diferentes. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas diferentes, se encontró una $Pr>T= 0.0001$, por lo tanto se puede concluir que el grado de cobertura de copas de las especies estudiadas es diferente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Grado de cobertura de copa de las especies en estudio.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Grado de cobertura de copas (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	0.46	0.12	0.01	0.0001	0.0001
	<i>P. cooperi</i>	0.34	0.08	0.005		

Índice de copa

De acuerdo con Arias (2005), el índice de copa es un parámetro que representa un criterio útil en la evaluación de la calidad y productividad de un rodal. En sitios de baja fertilidad los árboles pueden presentar copas cuya forma puede ser comparable con un plato mientras que los árboles que crecen en óptimas condiciones muestran copas más delgadas. Los valores promedio de este índice oscilan entre 0,3 y 1,6 valores más bajos se asocian a condiciones de sitios desfavorables para el crecimiento de las especies. El índice de copa se observó en mayor proporción en *P. leiophylla* con 26% más respecto a *P. cooperi*, pero dentro del rango que menciona la literatura indicando que el sitio donde están creciendo los árboles de ambas especies es favorable para su desarrollo. Se analizaron las varianzas del índice de copa en ambas especies para determinar su igualdad, en este caso se encontró un valor de $Pr>F=0.0001$ indicando varianzas diferentes. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas diferentes, se encontró una $Pr>T= 0.0001$,

por lo tanto se puede concluir que el índice de copas de las especies en estudio es diferente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índices de copa de las especies estudiadas.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Índice de copa (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	1.52 a	0.61	0.08	0.0001	0.0001
	<i>P. cooperi</i>	1.12 b	0.29	0.02		

Forma de copa

Durlo (2001), menciona que la forma de copa tiende a disminuir con el aumento en la altura del árbol. Por otra parte, Durlo y Denardi (1998), establecen que cuanto menor es la forma de copa, mayor es la productividad del árbol y que la forma de copa sirve como criterio para prescribir aclareos en el manejo forestal. La forma de copa se observó en mayor proporción en *P. cooperi*, con 22% más respecto a *P. leiophylla*, indicando una menor productividad de la copa en los árboles de *P. cooperi*, al analizar las varianzas de la forma de copa en ambas especies para determinar su igualdad, se encontró una $Pr>F=0.1337$ indicando varianzas iguales. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas iguales, se encontró una $Pr>T= 0.0001$, por lo tanto se puede concluir que la forma de copa de las especies estudiadas es diferente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Forma de copa en las especies estudiadas.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Forma de copa (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	0.75	0.27	0.03	0.0001	0.1337
	<i>P. cooperi</i>	0.96	0.32	0.02		

Índice de espacio vital

El índice de espacio vital expresa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro del árbol mostrando la ocupación que necesita un árbol para desarrollarse sin competencia, este índice crece a medida que el árbol engrosa en diámetro, (Durlo, 2001; Árias, 2005). El índice de espacio vital se observó sensiblemente igual en ambas especies, para corroborarlo, se analizaron las varianzas para determinar su igualdad, encontrando un valor de $Pr>F=0.1017$ indicando varianzas iguales. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas iguales, se encontró una $Pr>T= 0.7099$, por lo tanto se puede concluir que el índice de espacio vital de las especies estudiadas es igual (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índice de espacio vital de las especies en estudio.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Índice de espacio vital (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	17.17	3.34	0.47	0.7099	0.1017
	<i>P. cooperi</i>	16.99	2.80	0.20		

El índice de espacio vital para *P. leiophylla* y *P. cooperi* resultó en promedio 17 veces el diámetro normal de los árboles de éstas especies. Considerando el valor medio de índice de espacio vital de 17 y un diámetro normal promedio de 31.12 cm, se tendría un diámetro de copa promedio de 5.29 m y con esto una ocupación total de 454 árboles por hectárea sin riesgo de competencia, lo anterior indica que los 239 árboles encontrados en la parcela experimental sólo ocupan el 52% de la superficie estudiada, por lo tanto, no se ésta utilizando la máxima capacidad del sitio.

Monto de copa

El monto de copa puede ser un indicador de la producción foliar de la masa forestal. Los árboles que presentan un mayor valor de ésta variable indican que se desarrollan bajo condiciones de menor competencia de espacio y de luz, por tanto, tienen mayor capacidad de recibir energía solar (Durlo y Denardi, 1998). El monto de copa se observó sensiblemente igual en ambas especies, indicando un equilibrio en cuanto a la competencia por espacio y luz solar. Para corroborar lo anterior, se analizaron las varianzas del monto de copa en ambas especies para determinar su igualdad, en este caso se encontró un valor de $Pr>F=0.9495$ indicando varianzas iguales. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas iguales, se encontró una $Pr>T= 0.5080$, por lo tanto se puede concluir que el monto de copas de las especies estudiadas es igual (Cuadro 8).

Cuadro 8. Monto de copa de las especies en estudio.

Variable	Especie	Media	Desv. Std. (m)	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Monto de copa (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	0.32	0.06	0.009	0.5080	0.9495
	<i>P. cooperi</i>	0.31	0.06	0.004		

Si se considera aplicar un aclareo en un rodal en base a la altura de los árboles y no a la edad, se puede utilizar el valor del monto de copa como indicador para la aplicación de éstas intervenciones silviculturales. Por ejemplo, considerando el valor del monto de copa

para estas especies de 0.32 y una altura promedio de 16.82 m, se tendría un diámetro de copa promedio de 5.38 m por árbol, lo cual equivale a tener una densidad de 439 árboles por hectárea sin sufrir competencia entre ellos, esto quiere decir que los 239 árboles encontrados en la parcela experimental sólo ocupan el 54% de la superficie por tanto, no se está utilizando la máxima capacidad del sitio, por tanto, no sería recomendable aplicar ningún tipo de aclareo en éste rodal debido a la baja ocupación que tiene.

Grado de esbeltez

Es la relación entre altura (m) y el diámetro normal (m), la esbeltez es un valor que ha sido utilizado como un indicador de la estabilidad de los árboles contra daños ocasionados por fuerzas mecánicas (viento y nieve), valores bajos de esbeltez están asociados con árboles más cónicos que pueden ser más resistentes al efecto de fuertes vientos (Arias, 2004). Entre más alto sea el valor de esbeltez, menos estable es el árbol ante los daños mecánicos (Durló y Denardi, 1998). El grado de esbeltez fue sensiblemente igual en ambas especies, mostrando valores medios indicando que existe una marcada conicidad de las especies en estudio, por tanto, los daños por efecto del viento y la nieve serán mínimos. Las varianzas del grado de esbeltez se analizaron en ambas especies para determinar su igualdad, en este caso se encontró un valor de $Pr>F= 0.3557$, indicando varianzas iguales. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de T Student para varianzas iguales, se encontró una $Pr>T= 0.5290$, por lo que se puede concluir que el grado de esbeltez de las especies en estudio es igual (Cuadro 9).

Cuadro 9. Grado de esbeltez de las especies en estudio.

Variable	Especie	Media	Desv. Std.	Error Std.	Pr -T	Pr-F
Esbeltez (adimensional)	<i>P. leiophylla</i>	54.55	8.18	1.16	0.5290	0.3557
	<i>P. cooperi</i>	55.31	7.41	0.53		

Altura de inserción de copa

Durló (2001), afirma que en cualquier posición social, la altura de inserción de copa, el diámetro de copa y el porcentaje de copa crecen a medida aumenta la altura y se relacionan significativamente con el diámetro normal. En cuanto mayor sea el diámetro normal del

árbol, mayor será la altura del fuste limpio. El diámetro de copa y el porcentaje de copa también crecen a medida que crece el diámetro normal. La altura a la base de la copa viva representa la altura del fuste del árbol hasta la base de la copa, por lo tanto un valor más alto de implica menor longitud de copa viva (Domínguez *et al.*, 2006).

La altura de inserción de copa y la altura total del árbol mostraron una buena correlación en *P. cooperi* con una r^2 de 0.57 (Figura 1A). La tendencia observada es que la altura de inserción de la copa se desplaza hacia arriba conforme aumenta la altura del árbol, tal tendencia facilita la toma de decisiones sobre la aplicación de la poda en ésta especie. Sin embargo, ésta tendencia se pierde en *P. leiophylla* indicando que existe una alta variación en la altura de inserción de la copa en los árboles de ésta especie ya que no se observa con claridad un patrón para estimarla en forma confiable (Figura 1B).

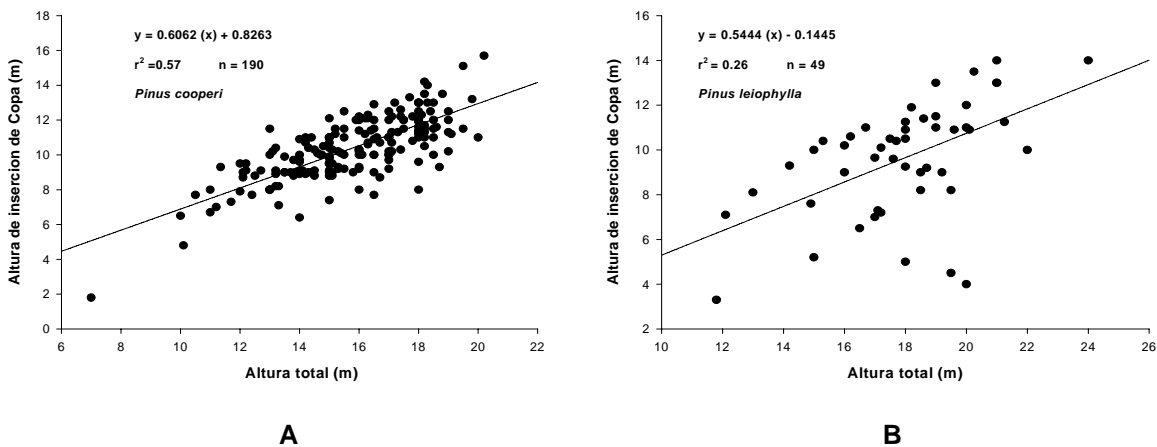


Figura 1. (A y B) Relación de la altura de inserción de copa y la altura total de las especies en estudio.

Diámetro de copa

El diámetro del árbol y el diámetro de copa mostraron una correlación positiva en ambas especies al observar valores de r^2 de 0.62 para *P. cooperi* y 0.53 en *P. leiophylla*. La tendencia observada fue que a medida que crece el diámetro normal, también lo hace el diámetro de copa lo cual indica que se puede determinar el espacio ocupado por cada una de las especies en relación a su copa y diámetro (Figuras 2C y 2D).

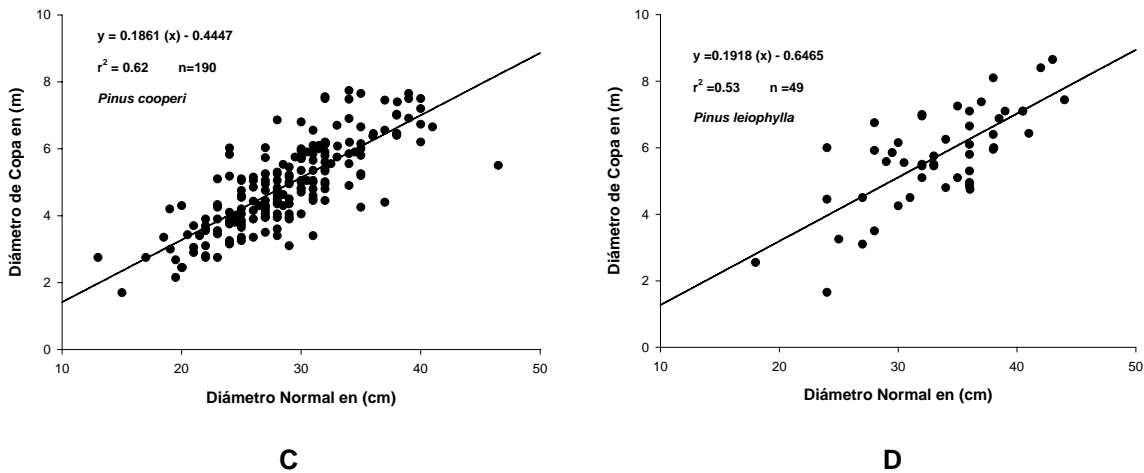


Figura 2. (C y D) Relación entre diámetro de copa y el diámetro normal de las especies en estudio.

CONCLUSIONES

- Se encontraron 239 árboles en la parcela bajo estudio de los cuales 190 correspondieron a *P. cooperi* y 49 a *P. leiophylla* con un diámetro normal promedio de 31 cm en ambas especies, 17 m de altura, 5,21 m² de cobertura de copas y un área basal de 17.3 m².
- *Pinus cooperi* resultó con un porcentaje de copa de 34% indicando tener un equilibrio en la arquitectura de los árboles y una mejor autopoda que *P. leiophylla* quien observó valores de 46%.
- El grado de cobertura de copa y el índice de copa resultaron ser 26 % mayor en *P. leiophylla* que en *P. cooperi* lo cual indica una mayor superficie de fotorecepción solar y por tanto una mejor capacidad fotosintética.
- El índice de copa resultó ser 26% mayor en *P. leiophylla* respecto a *P. cooperi*, sin embargo, los valores del índice de copa están dentro del rango donde las condiciones del sitio son favorables para que se desarrollen los árboles de ambas especies.
- La forma de copa resultó ser menor en *P. leiophylla* lo que resulta en una mejor productividad para esta especie respecto a *P. cooperi*.

- El índice de espacio vital estimó que el sitio puede sostener una ocupación de 454 árboles por hectárea entre ambas especies y no de 239 árboles que es la ocupación actual. Lo anterior, indica una subutilización del sitio del 48%.
- El monto de copa mostró que el sitio puede sostener una ocupación de 439 árboles por hectárea entre ambas especies sin sufrir competencia entre los árboles. Lo anterior, indica una subutilización del sitio del 46%.
- El grado de esbeltez mostró que los árboles del área de estudio son resistente a daños mecánicos por efecto del viento ya que los árboles exhibieron una marcada conicidad que los protegen de tales daños.
- La altura de inserción de la copa mostró una correlación positiva con la altura total en *Pinus cooperi*, mientras que en *P. leiophylla* esta correlación se redujo considerablemente.
- El diámetro de copa observó una correlación positiva con el diámetro normal en ambas especies.

LITERATURA CITADA

- Arias, D. 2004. **Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica**. Revista Forestal Kurú. 1(2): 1-11.
- Arias, D. 2005. **Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales**. Revista Forestal Kurú. 2(5):2-11.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I. y G. Montero. 2003. **Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales**. Invest. Agrar. Sist. Recur. For: 12 (1):159-176.
- Dominguez, D. M., Bravo, F. O y G. M. Del Río. 2006. **Modelos del tamaño de copa en *Pinus sylvestris* L. en bosque del centro de España**. Interciencia. 31 (3): 168-175.
- Durlo, A. M., Jaques S. F y L. Denardi. 2004. **Modelagem da copa de *Cebrela fissilis* Vellozo**. Ciencia Florestal, Santa Maria. 2 (14): 79-89.
- Durlo, D. M. 2001. **Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart.** Revista Ciência Florestal .11(1):141-149.

- Durlo, D. M. y L. Denardi. 1998. **Morfometría de Cabralea canjerana, em mata Secundaria nativa do Rió Grande do Sul.** Revista Ciência Florestal 1(8): 55-66.
- Técnica Informática Aplicada (TIA). 1998. **Programa de Manejo Forestal 1997-2007. Ejido Forestal La Victoria Municipio de Pueblo Nuevo.** Durango. 8-18 pp.

Juan Abel Nájera Luna

Maestro en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal, Durango, México. Profesor-Investigador en el Área Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, El Salto, P.N., Dgo.

Enedino Hernández Hernández

Ingeniero Forestal con orientación en Manejo Sustentable de Recursos Naturales por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango, México.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

ECONOMÍA POLÍTICA AMBIENTAL GLOBAL E INTERNACIONAL

José Gpe. Vargas Hernández
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 83-118



e-revist@s



ECONOMÍA POLÍTICA AMBIENTAL GLOBAL E INTERNACIONAL

GLOBAL AND INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL POLITICS ECONOMY

M.B.A.; Ph.D. José Gpe. **Vargas – Hernández**

Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán, Avenida Tecnológico 100, Cd. Guzmán, Jalisco, 49000, México, Telefax: +52 341 41 33116.
Correo electrónico: jgvh0811@yahoo.com, jvargas2006@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo analizar el concepto actual de la economía política ambiental a partir de la comprensión como fenómenos evolutivos de la racionalidad instrumental a la racionalidad política de los problemas ambientales. Se revisan brevemente las perspectivas de la política económica ambiental desde los votantes o electores, grupos de interés y desde la valoración normativa de la democracia para posteriormente encontrarse en la racionalidad de la política ambiental. Finalmente se analiza la economía política ambiental global e internacional.

Palabras clave: Política, economía, ambiente, global, internacional.

SUMMARY

The objective of this paper it's to analyze the current concept of environmental politics economy from the comprehension as evolutionary phenomena of instrumental rationality to politic rationality of environmental problems. There is a brief review of the perspectives of environmental economical politics from voters or elector, interest groups and from normative valuation of democracy to focus on the rationality of environmental politics. Finally there is an analysis of global and international environmental politics economy.

Key words: Politics, economy, environment, global, international.

INTRODUCCIÓN

Las consideraciones ambientales y políticas afectan las leyes humanas y el desarrollo económico. Desde el punto de vista del desarrollo sustentable, hay preocupación por la expansión económica de la economía mundial que causa daños irreparables a nuestro planeta.

La inextricable combinación de las fuerzas políticas, económicas y ambientales se expresan en la economía política ambiental.

Concepto de economía política ambiental

La economía política ambiental es el enfoque en análisis económico de los procesos a través de decisiones políticas relacionadas con la protección ambiental. La política económica ambiental es un área mayor de las políticas de desarrollo en la teoría económica cuyos efectos a corto y a largo plazo tienen un profundo impacto en el desarrollo humano. La política económica ambiental desarrolla métodos e instrumentos para el tratamiento de los problemas ambientales globales.

Desde un punto de vista normativo, la economía política ambiental se relaciona con la creación y la atribución del valor. La economía política ambiental trata de internalizar las externalidades e incluir externalidades en los análisis de políticas públicas, lo cual permite enfocar los costos ambientales y sociales actuales de una política económica expansiva. En la economía política ambiental, los levantamientos sociales son consecuencia de que los problemas ambientales y sociales son razonablemente tratados (Hawken, Amory and L. Hunter (1999: 322).

La economía sustentable requiere el desarrollo de economías locales diversas que incluye los aspectos ambientales en forma democrática, transparente y con la plena participación de las comunidades involucradas. La economía sustentable implica la participación de una diversidad de actores y agentes económicos locales coordinados bajo estrategias de

diversidad económica que requieren mecanismos de decisión democráticos y participativos. Esta diversidad económica comparte metas económicas, sociales y ambientales.

Las políticas ambientales que definen las relaciones del hombre con el medio ambiente, incluyen las reglas que afectan el uso de los recursos naturales.

La nueva política ambiental de los viejos problemas ambientales

Las principales tradiciones del pensamiento se han ocupado de la economía política del medio ambiente, y más recientemente, las corrientes del pensamiento crítico y marginal en ecología política y economía ecológica. Diferentes prácticas de economía política buscan describir, valorar, apropiarse y transformar el medio ambiente. Las políticas ambientalistas son una forma relativamente reciente de tratar de solucionar a los viejos problemas ambientales que ya se dan cuenta desde las más antiguas sociedades.

En las sociedades antiguas, los fenómenos naturales tuvieron una importancia central en su desarrollo. Ya el Código de Hammurabi en 1700 antes de Cristo, regulaba el cuidado y uso del agua de las presas para el riego. Aristóteles hace notar de la importancia de la calidad ambiental para el bienestar de los ciudadanos de una comunidad (*The Politics*, 1969 p. 278).

El significado de economía política se identificó con el estudio de la economía en general hasta principios del Siglo XX en que se constituyó en un campo especializado de la economía que se ocupa de los procesos de toma de decisiones políticas. La economía política ambiental emerge conjuntamente de las dimensiones conceptualmente interrelacionadas del grado y forma de actividad gubernamental y el nivel de responsabilidad del gobierno (Stavins, 2004, p.1).

En la década de los setentas del siglo pasado, el análisis de los recursos naturales y del medio ambiente lo realizaron la Fundación Bariloche en Argentina y el Club de Roma preocupados por los problemas del desarrollo, el crecimiento demográfico y la pobreza. El

Informe Founes de la reunión técnica celebrada en Suiza en 1971 categoriza la problemática ambiental de los países desarrollados y en desarrollo.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano celebrada en 1972 en Estocolmo; cuestiona el modelo de desarrollo económico, depredador de los recursos naturales y degradador del medio ambiente. Esta conferencia determina que el subdesarrollo es la principal causa de los problemas ambientales de los países en desarrollo. La miseria como la principal causa de la contaminación dá lugar al ecodesarrollo que considera que el desarrollo económico y el medio ambiente son dos caras de un mismo problema por lo que cada eco región debe tener la capacidad natural para aprovechar sus recursos naturales para satisfacer las necesidades de su población y de las ecotecnias para producir satisfactores. La UNESCO y el PNUMA en 1974 criticaron el modelo de desarrollo dominante y propusieron un modelo alternativo.

En 1983, la ONU establece la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo que en 1987 emite el Informe Brundland Nuestro Futuro Común que delimita el crecimiento a los límites de los recursos naturales disponibles en el planeta. Los recursos naturales son finitos y constituyen un factor limitante del desarrollo en el Siglo XXI. El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades (Informe Brundland, 1987).

El desarrollo sustentable retoma los principios del ecodesarrollo apoyado en elementos teórico metodológicos de la economía que propone para garantizar el disfrute de recursos naturales a las generaciones futuras, la modificación de pautas de consumo. Barkin (2007) aplica los principios fundamentales de autonomía, auto-suficiencia, diversificación productiva y administración sustentable del ecosistema para evaluar el progreso de las regiones que implementan sus propias alternativas a las organizaciones capitalistas. A pesar de la adversidad de las políticas macroeconómicas orientadas a la integración comercial internacional, los nuevos acercamientos de una sociedad dinámica con comunidades que buscan construir sobre las nuevas bases de un desarrollo sustentable.

En las últimas dos décadas los intereses han crecido en instrumentos de política ambiental basadas en el mercado y análisis de costo beneficio de políticas propuestas y aplicadas. El sistema ha evolucionado de uno que ignora costos y se confía exclusivamente en controles directos a uno que explícitamente considera beneficios y costos y dá una considerable atención a los instrumentos basados en el mercado. En 1990, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sustenta el Índice de Desarrollo Humano (IDH) con indicadores de ingreso nacional, esperanza de vida y grado de educación.

La Cumbre para la Tierra celebrada en Brasil en 1992, suscribe la Agenda 21 como marco de referencia para determinar las políticas gubernamentales y empresariales. El PNUD sostiene como principio del desarrollo humano sustentable, la protección de los recursos ambientales, es decir el conjunto de recursos naturales y sociales, dejando que cada país fije sus prioridades por sobre el crecimiento económico. La Carta de la Tierra sustenta el respeto y cuidado de la comunidad de la vida con fundamentos en la integridad ecológica, justicia social y económica, democracia, no violencia y paz.

En el 2002, la Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sustentable evalúa los avances de la Agenda XXI, su cumplimiento, instituciones y medios de ejecución que se han convertido en un debate actual.

La ciencia ambiental es un campo relativamente nuevo que relaciona las teorías de muchas otras ciencias. Los economistas han influido en la política ambiental de tres maneras: defendiendo el uso de particulares instrumentos de políticas, desarrollando métodos mejorados para analizar los costos y los beneficios y analizando la economía política de las políticas ambientales.

En los últimos años, varios estudios señalan la relación de U invertida existente entre la escala de la actividad económica y el nivel de contaminación, denominada como “Curva ambiental Kuznets”, lo que implica que en bajos niveles de ingreso per cápita, las emisiones o concentraciones per capita tienden a incrementarse a menor ritmo de tal forma que cuando el ingreso per cápita se incrementa, en cierto nivel la contaminación empieza a

declinar. Simon Kuznet encontró esta relación entre la desigualdad del ingreso per capita y los niveles de contaminación, dependiendo de diferentes factores, tales como el tamaño de la economía, la estructura sectorial, la composición de la demanda de energía, la tecnología, la demanda de la calidad ambiental, el nivel de gastos de protección de la calidad ambiental, etc.

La explicación de la U invertida de la relación de Kuznets son los niveles de crecimiento económico desde un estadio de economías basadas en la agricultura a la industria y post-industriales centradas en sistemas de servicios. Así, el comportamiento de la curva de Kuznets es un efecto del ingreso que resulta en la protección medio ambiente. Más que ser una consecuencia del crecimiento económico, la curva de Kuznets es una consecuencia de elección de prioridades, por lo que los aspectos de educación ambiental es un factor importante. (Selden and Song, 1994; Cole, Rayner, and Bates, 1997).

A pesar de pocos éxitos notables, la influencia de los economistas en las políticas ambientales ha sido modesta hasta la fecha. El acercamiento económico ha ganado significativo movimiento en la comunidad de políticas, pero no ha resultado en mejores políticas públicas. La razón es que el mundo real de la formulación de las políticas enfrenta serias limitaciones de economía política que afectan el diseño e implementación de instrumentos y procesos de análisis económico. Para los economistas resulta crítico mejorar el entendimiento de las limitaciones políticas, de tal forma que pueden diseñar políticas públicas que son más realistas u eficientes.

Boyer and Laffont (1999) desarrollaron un modelo de economía política formal que compara dos instrumentos estilizados: Un estándar uniformizado y un instrumento más flexible que varía el estándar entre las empresas. En contraste con la teoría de estándar, identifican las condiciones bajo las cuales el estándar uniforme es más eficiente que la política flexible.

De la racionalidad instrumental a la racionalidad política de los problemas ambientales

En contraste con el enfoque económico de la globalización, la corriente ambiental, pone a la naturaleza por encima de la economía y cuestiona las prácticas actuales tanto económicas, políticas y sociales. El enfoque ambiental señala la necesidad de un cambio total en la forma de regir las cosas por el valor intrínseco que la naturaleza tiene.

La perspectiva económica provee claridad respecto a las causas y consecuencias de la degradación ambiental y por tanto iluminación sobre las intenciones de las políticas públicas para proteger el medio ambiente, lo cual es cierto tanto en las estimaciones positivas y normativas de las políticas ambientales. La perspectiva económica sustituye perspectivas legítimas de la ley y las políticas ambientales, ya sea que se fundamenten en las ciencias naturales, en la ética o en otras ciencias de las que la perspectiva económica es un complemento. Entre más atención se les ha dado a los temas ambientales, más consideración tienen los temas de eficiencia, efectividad de costos, equidad distribucional de leyes y regulaciones que intentan proteger el medio ambiente.

Por ejemplo, desde el punto de vista de la economía política ambiental, en la regeneración de la naturaleza hay un valor de economía no natural en el trabajo humano que induce a una biomasa incrementada (Leff, 2000) porque está creando el hombre en la naturaleza. Este valor sólo puede existir en la economía humano-social pero que implica indirectamente una potenciación de una fuerza productiva del rescate de la naturaleza (Torres Carral, 2006:202). Si a un producto se le agrega un porcentaje para la restitución del recurso natural, se consolida la actividad y se aumenta el interés en conservar el recurso ambiental.

La eficiencia económica medida como la diferencia entre beneficios y costos es uno de los criterios para evaluar las regulaciones ambientales, de salud y seguridad. A pesar de que la eficiencia económica requiera que los estándares se establezcan al nivel que maximizan las diferencias entre los costos y los beneficios, es un acercamiento que raramente se toma en la política pública actual a pesar de que existe un debate sobre cómo se establecen actualmente las normas ambientales.

Hace más de cien años, Vilfredo Pareto (1896) enunció el criterio normativo para juzgar si un cambio social posiblemente inducido por una política social, hace el mundo mejor. El cambio es una eficiencia de Pareto, si al menos una persona mejora y nadie empeora. Virtualmente ninguna política pública aprueba el criterio normativo de Pareto, ya que inevitablemente hay algunos en sociedad que empeoran en cualquier cambio concebible.

En esencia, el criterio de Kaldor-Hicks provee la racionalidad para el análisis de costo beneficio y para el descuento. Cincuenta años después de Pareto (1896), Nicholas Kaldor (1939) y John Hicks (1939) postularon un criterio más pragmático que busca identificar las mejoras potenciales de Pareto: un cambio se define como una mejora de bienestar si aquellos que ganan del cambio pueden compensar a los perdedores con al menos un ganador que todavía mejore. The Kaldor-Hicks criterio que prueba que si los beneficios sociales totales exceden el total de los costos sociales, es el fundamento teórico para usar como instrumento analítico el análisis del costo beneficio o valor presente neto.

Ni el criterio de eficiencia de Pareto ni el criterio de Kaldor-Hicks llama por apoyo de cualquier política por la cual los beneficios son más grandes que los costos. Más bien, la clave es identificar la política por la cual la diferencia positiva entre los beneficios y costos es mayor, de otra forma sería posible identificar cualquier política que represente el potencial de una mejora de Pareto. El criterio Kaldor-Hicks es más práctico que el criterio estricto de Pareto, pero su normatividad es menos sólida y ha sido atacada. A pesar de la teoría económica básica (utilidad) que pone al bienestar individual como una función de la satisfacción de preferencias individuales, esta noción se debate en otras disciplinas como la filosofía y la psicología.

Los problemas ambientales se consideran que son problemas económicos derivados de las externalidades que pueden solucionarse como si fueran transacciones del mercado (Coase, 1960). La calidad ambiental es naturalmente el resultado de los mercados competitivos, un posible papel surge de la regulación gubernamental. La competitividad es el principal objetivo de las políticas económicas neoliberales. La solución tradicional teórica al problema de la externalidad se pensó que era forzar a los actores privados para que

internalizaran los costos de sus acciones. Arthur Pigou en *The problem of welfare* (1920) propuso que el gobierno debería imponer impuestos en las emisiones iguales a los costos de los daños relacionados a un nivel eficiente de control.

No obstante la coordinación de estas actividades requieren de toma de decisiones colectivas y de recabar contribuciones (Congleton, 2006). Estas actividades colectivas asocian bienes públicos y problemas políticos por la falta de incentivos para solucionarlos (Olson, 1965). Las recompensas para los servicios públicos tienden a ser menores que los generados por el mercado, por lo que estos últimos tienden más a solucionarse.

Las políticas gubernamentales sobre el cuidado y protección del medio ambiente afectan los costos organizacionales, la aplicación de contratos y la propiedad, posesión y administración de los recursos. Desde la perspectiva de la economía política del ambiente se revisan las formas particulares de los arreglos de propiedad completos con las cuestiones de calidad de vida y propiedad del trabajo como inherentemente constitutivo de la degradación ambiental.

Los recursos naturales pueden ser de propiedad y administración privada, de propiedad y administración colectiva o privados y públicamente administrados en una multiplicidad de arreglos (Ostrom, 1990). Sin embargo, Barkin (2007) concluye que la organización de las sociedades que construye modelos de desarrollo local alternativos a los del sistema capitalista, ofrecen grandes posibilidades para promover la administración sustentable del medio ambiente.

La economía política ambiental demuestra mediante la comparación analítica de la “Tragedia de los comunes” las consecuencias de las diferentes formas de propiedad y tradiciones de derechos. Las políticas de los derechos de propiedad asociados a los problemas ambientales son analizados bajo el esquema de la tragedia de los comunes (Demsetz, 1967) para evitar el sobreuso de recursos naturales que afectan la calidad de vida de los ciudadanos, o la sobre protección de la naturaleza de los usos económicos evitará un sano crecimiento económico.

Las decisiones hechas ahora tienen impactos ahora y en el futuro. Mediante el principio de precaución se protege a las generaciones futuras de impactos inciertos no deseados sobre los recursos del ambiente naturales y sociales. Muchos de los impactos futuros son mejoras inducidas por las políticas y en este contexto, los beneficios futuros al igual que los costos de las políticas, son descontados. Conceptualmente el análisis empírico de costos – beneficio descansa en la disponibilidad de estimaciones confiables de beneficios sociales y costos, incluyendo estimaciones de la tasa de descuento social. Llevar a cabo los análisis de costo beneficio o de valor presente neto, requiere descontar los impactos futuros en valores equivalentes que pueden ser comparados.

La elección de la tasa de descuento puede ser particularmente importante en el caso de los problemas ambientales con largos horizontes de tiempo, tales como el cambio climático global. Escoger la tasa de descuento a ser empleada en un análisis puede ser difícil, particularmente cuando los impactos se desparrraman en varios años que involucran tiempo de más de una generación.. La tasa escogida puede tener un efecto significativo si hay muchas diferencias entre las políticas en el tiempo de los beneficios y costos. En general, beneficios y costos deben ser descontados a la tasa de descuento social, la valuación relativa puesta por la sociedad en el consumo futuro sacrificado en el presente.

En teoría, la tasa de descuento social puede ser derivada agregando las tasas de preferencias de tiempo individual de todas las partes afectadas por la política. Bajo condiciones idealizadas, la tasa de interés del mercado refleja la tasa marginal de preferencias del tiempo de los individuos, pero la presencia de impuestos, riesgo, restricciones de liquidez, limitaciones de información y otras imperfecciones significa que la tasa de descuento social no es reflejada por la tasa particular del mercado.

Entre otros principios generales, es adecuado emplear la misma tasa de descuento para los beneficios y los costos. Si las inversiones de capital privado son desplazadas por los proyectos públicos, deben tomarse en cuenta en estimaciones de los costos y beneficios futuros previos al descuento. Las estimaciones de los beneficios y costos futuros pueden ser inciertos e involucran riesgos por lo que requieren ajustarse a través del uso de equivalentes

de certeza, pero la tasa de descuentos por sí misma debe ser cambiada para tomar en cuenta los riesgos o incertidumbre. Los análisis de sensibilidad usando y tasas de descuento alternativas deben ser llevadas a cabo.

La economía ambiental es un campo que no se ha enfocado en las complejidades del diseño e implementación de instrumentos basados en el mercado y hay una falta general de entendimiento en la comunidad de las políticas del acercamiento económico a la protección ambiental. Los formuladores de políticas cuestionan las formas de involucramiento del gobierno y los instrumentos que deben usarse una vez que las metas y las normas de las políticas ambientales se establecen.

Los economistas argumentan a favor de instrumentos basados en el mercado, tales como los impuestos a la contaminación y permisos negociables más que instrumentos de comando y control como el diseño de normas que requieren el uso de tecnologías particulares y estándares de desempeño que prescriben la cantidad máxima de emisión de contaminantes. Los instrumentos basados en el mercado son efectivos en costos, minimizan los costos agregados de lograr cierto nivel de protección ambiental y proveer incentivos dinámicos para la adopción de más baratos y mejores tecnologías de control. No obstante las ventajas, los instrumentos basados en el mercado se han usado menos frecuentemente que los estándares de comando y control.

Las empresas prefieren la regulación directa en forma de cuotas de emisiones por sobre los impuestos, ofreciendo una explicación por la prevalencia de instrumentos de comando y control, a pesar de conocer la efectividad de los costos de los instrumentos del mercado. La actual práctica diverge considerablemente de los instrumentos ideados por los teóricos. A pesar de las ventajas de la efectividad de costos y la eficiencia dinámica asociada con los instrumentos de políticas basados en el mercado, estos acercamientos a la protección del medio ambiente, se usan en menor grado comparados con los convencionales instrumentos de comando y control.

Un modelo nacional de toma de decisiones relacionada con las normas ambientales que demuestra las diferencias anticipadas en parámetros entre regímenes autoritarios y democráticos afecta las elecciones en el control de la contaminación. Congleton (1992) demostró que los autócratas tienen un costo relativamente mayor y seleccionan normas ambientales más laxas que en los regímenes democráticos, usando pruebas empíricas con datos del Protocolo de Montreal.

En las pocas instancias en las que los instrumentos basados en el mercado han sido adoptados, han tomado la forma de permisos negociados asignados sin cargo, más que permisos en subasta o impuestos a contaminantes, a pesar de las ventajas que tienen en algunas situaciones de estos otros instrumentos. La atención política dada a los instrumentos de políticas ambientales basadas en el mercado se han incrementado dramáticamente en estos últimos años. El modelo del mercado de la oferta y demanda de los instrumentos de la política del medio ambiente explicados por los economistas tienden a referirse a la demanda por instrumentos de políticas ambientales, mientras que las explicaciones desde la ciencia política se refieren a la oferta.

El análisis de los instrumentos de elección enfatizan los problemas del agente –principal inherentes en el diseño de los mecanismos de regulación. En un mundo de información perfecta, los instrumentos son equivalentes, pero las realidades de la información incompleta necesitan la consideración de los problemas de contratación entre el público y las agencias reguladoras.

Es difícil implementar regulaciones ambientales basadas en el mercado, por una variedad de razones, incluyendo el hecho que las empresas prefieren instrumentos de comando y control porque tienen relativamente un gran poder de cabildeo que pueden solucionar problemas de acción colectiva más fácilmente que los mismos intereses ambientales.

a. Electores o votantes

Un primer acercamiento a la política pública es lo que el elector medio logra al favorecer la que maximiza sus utilidades en función de los beneficios y costos ambientales de los

problemas, los mismos que lamentablemente no siempre puede evaluar, sencillamente porque no es un experto.

Las preferencias ideológicas de los que formulan las políticas y los intereses económicos de la población votante juegan un papel importante en los resultados legislativos y regulatorios. Por ejemplo, Kalt and Zupan (1984) distinguen dos tipos de utilidad que puede buscar un oficial electo: la utilidad derivada del incremento de la riqueza o la posibilidad de reelección considerada un motivo de inversión y la utilidad de actuar de acuerdo a las creencias morales e ideológicas considerado como un motivo de consumo. Una vez satisfecho el motivo de inversión maximizando el apoyo de los votantes, es más importante entender y modelar la conducta el comportamiento político

Los votantes pueden no favorecer los programas ambientales a menos que estén bien informados y las políticas basadas en incentivos son más difíciles de entender. Numerosos grupos sociales proponen e implementan sistemas políticos y sociales autodirigidos con sus propios programas de administración del ecosistema de tal forma que les permiten determinar los términos de sus intercambios con la economía internacional y global (Barking, 2007).

Los políticos favorecen las políticas que logran resultados inmediatos y posponen o hacen menos visibles los costos, y las políticas de comando y control conducen a resultados más inmediatos que los votantes puedan ver fácilmente, mientras hacen sus costos menos transparentes. Los burócratas responsables para implementar las políticas ambientales prefieren acercamientos de comando y control porque les dan un rol más importante y les permiten maximizar sus propios presupuestos y asistentes de apoyo.

b. Grupos de interés

En la década de los ochenta, las teorías del interés público de las regulaciones que dio fundamento a los políticos para tomar decisiones en función del beneficio público son reemplazadas por las teorías de los grupos de interés o de “captura”, en donde los políticos toman decisiones para maximizar su propio apoyo político.

Aidt (1998) desarrolla un modelo teórico de la economía política de la regulación ambiental basado en las interacciones de competencia entre grupos de intereses. Demuestra que la competencia entre los grupos de interés resulta en políticas que internalizan las externalidades ambientales considerando que esta solución política es sub óptima. En algunos casos de fenómenos globales, las políticas ambientales se vuelven controversiales cuando su implementación va más allá de las fronteras nacionales, ya que afectan las regulaciones de las relaciones tranfronterizas, como en el caso de las relaciones comerciales que tanta atención atraen de los grupos de intereses corporativos

Los grupos de interés afectan las políticas ambientales como lo demuestra Coates (1996) con las contribuciones que hacen a los legisladores para afectar los resultados en los asuntos ambientales. Buchanan and Tullock (1976) argumentan que las consideraciones económicas más que las ambientales determinan la formulación e implementación de las políticas ambientales. Así, la política ambiental refleja los efectos de la competencia electoral que gravita en torno de las preferencias del elector medio y la influencia de los grupos de interés políticamente activos.

Muchas de las propuestas e implementadas políticas ambientales involucran negociaciones reales entre equidad y eficiencia en cuerpo de políticas nacionales e internacionales que han demostrado preocupación por asegurar que grupos de ciudadanos de bajos ingresos, minorías étnicas, y futuras generaciones no soporten partes desproporcionadas de costos de acciones relacionadas con el medio ambiente.

La elección de instrumentos afecta ciertos grupos que concentran intereses de quienes se espera que experimenten impactos significativos como resultado de políticas propuestas. Los efectos comerciales se jerarquizan de acuerdo a los incentivos para proteger el medio ambiente, ya sea unilateralmente o en grupo en oposición a inactivo remanente.

El gobierno maximiza su apoyo político modelado como el promedio de las contribuciones de los grupos de interés y el bienestar social de los votantes.

c. Valuación normativa de la burocracia

Las contribuciones de una burocracia experta suple la falta de información de los electores en los procesos de toma de decisiones sobre las políticas ambientales, lo cual maximiza los beneficios sociales. No obstante, es difícil a valuación normativa porque hay que estimar la subjetividad de los beneficios y costos de políticas ambientales alternativas. La delegación se complica cuando la agencia de personal tiene diferentes metas que las de la principal corriente de electores.

d. ¿Hacia la racionalidad política con equidad distribucional?

Los problemas ambientales son problemas políticos como resultado de la acción colectiva (Congleton, 2006). Las políticas gubernamentales reflejan los incentivos para el uso final de los recursos, por lo que los problemas ambientales son consecuencia del equilibrio económico que resulta del equilibrio político. La economía política ambiental se centra en la obtención de equilibrio político en función de la elección pública en un amplio dominio de la política ambiental. Por lo tanto, la protección del ambiente deja de ser de racionalidad instrumental para pasar a la esfera de la racionalidad política.

Las políticas ambientales domesticas son material de decisión de lo gobiernos con escasa participación de quienes son los contaminadores, de tal forma que los resultados en la contaminación ambiental son un reflejo de los incentivos que la aplicación de las leyes y regulaciones ofrecen. Por lo tanto, es la política mas que la economía la que es responsable de la contaminación como resultado de las políticas gubernamentales que sirven de marco a las decisiones de empresas y consumidores que generan la contaminación (Congleton, 2006).

El marco de referencia de la elección pública para sumir los resultados de las políticas se determina por la influencia de la industria más que por las consideraciones de bienestar social. El capital y el trabajo sufren más de los derechos y cargos que de las normas uniformes. El capital que antes se encontraba como un factor inamovible en las economías nacionales, ahora se puede movilizar instantáneamente por cualquier parte del mundo.

Murdoch and Sandler (1997) modela las preferencias de las naciones que varían de acuerdo a los gustos, los cuales son una función de factores tales como el ingreso, características geofísicas, tamaño de la población y régimen político.

Dejar que los Estados determinen las políticas ambientales no necesariamente resulta en una carrera sin fondo de acuerdo a análisis empírico que demuestra que una mayor calidad ambiental en un Estado responde positivamente a incrementos en ingreso. Se argumenta que dando un mayor poder a los Estados resulta en una carrera sin fondo de la calidad ambiental, sin embargo, List and Gerking (2000) no encuentran evidencias de que la calidad ambiental decline cuando los Estados tienen más control sobre reglas de protección ambiental.

Los criterios de eficiencia y efectividad de costos pueden ser difíciles de digerir cuando los impactos distribucionales de la regulación son altamente esquivados y el enfoque en equidad en los debates de políticas ambientales se intensifica cuando los costos y los beneficios de regulación continúan elevándose. La gente con más altos ingresos son más conscientes del daño ambiental y tienen capacidad para ejercer presión sobre los políticos para introducir regulaciones ambientales y a las empresas a que usen tecnologías más limpias. Por ejemplo, efectos de los precios de las acciones se han identificado en los países en desarrollo como el caso de México. (Dasgupta, Laplante, and Mamigi, 2001). Las comunidades vecinales influyen el desempeño ambiental de las empresas en algunas partes de Latinoamérica (Pargal and Wheeler, 1996).

No obstante, se argumenta que el crecimiento incondicional es preferido a la implementación de políticas ambientales porque se percibe que con crecimiento económico se obtienen las metas económicas y ambientales y con políticas ambientales se impide el crecimiento económico, por lo que un crecimiento más rápido es mejor. Esto explica por qué los países en desarrollo no aceptan las políticas ambientales.

El papel del cambio tecnológico y los cambios estructurales que afectan las economías demuestra que las políticas ambientales conscientes son necesarias para ordenar o dirigir la relación crecimiento económico y desarrollo ambiental.

Los procesos de participación ciudadana en las decisiones comunitarias y de acceso a la información sobre los recursos ambientales, naturales y sociales, constituyen los instrumentos para que cada comunidad establezca sus propias políticas de desarrollo y ambientales para el aprovechamiento de sus propios recursos naturales y sociales, el establecimiento de sistemas para internalizar de costos ambientales y de instrumentos económicos. La perspectiva del desarrollo sustentable reconoce que las comunidades y naciones tienen responsabilidades comunes aunque diferenciadas.

Las políticas públicas se orientan a proveer bienes o a prevenir malestares. La provisión de un bien incrementa la utilidad para un actor dado comparado con el status quo, mientras que la prevención del mal previene las reducciones de utilidad. En términos analíticos, estos casos son simétricos y equivalentes y no hay distinción entre las políticas ambientales para mejorar la calidad del medio ambiente y las políticas ambientales para prevenir su deterioro. En el primer caso se provee de un medio ambiente bueno y en el segundo la protección de un medio ambiente bueno.

Las políticas ambientales tienden a tener efectos secundarios en otras áreas. Las políticas ambientales pueden regular productos, así como las condiciones para la venta de productos. Al grado que las economías nacionales se abren, las políticas ambientales influyen los flujos comerciales y de inversión. Por lo tanto, las políticas ambientales tienen efectos en la competitividad de las empresas domésticas. Como resultado, los gobiernos deben considerar los costos y beneficios de las políticas ambientales así como sus actitudes hacia la protección de medidas ambientales, por lo que es importante para los reguladores ambientales entender los efectos secundarios de las políticas ambientales en la competitividad.

Algunas políticas ambientales tienen un impacto negativo en la competitividad, mientras que otras tienen un impacto positivo y otras no tienen ningún impacto. Las medidas de protección ambiental que dañan la competitividad desalientan a los países de actuar autónomamente y exacerbaban los problemas de acción colectiva. Los analistas apuntan a estos mecanismos para justificar la fortaleza de las instituciones para la acción ambiental. En contraste, las medidas de protección que fortalecen la competitividad alientan la acción autónoma y facilitan la acción colectiva

A pesar de que esta propuesta es trivial en teoría puede tener alguna significación en la práctica. Las desventajas competitivas son con frecuencia argumentos usados contra las políticas ambientales nacionales. No es razonable asumir que tales argumentos bajo condiciones de fuerte competencia regulatoria algunas veces previenen que sean tomadas medidas ambientales. Hay alguna literatura que apunta a que en el análisis final, los efectos competitivos de la regulación ambiental con frecuencia no son muy significativos.

Con respecto a la regulación, ésta disminuye el poder e influencia de las organizaciones, quienes en ocasiones gozan de un poder desmedido para abusar. La respuesta crítica a esta perspectiva fue hecha por Ronald Coase en su artículo *The problem of social cost* (1960) argumentando que si las acciones de A infligen daño a B, no es el caso necesariamente de que las acciones de A deberían restringirse porque el daño que A causa a B no es realmente un problema de naturaleza recíproca que emerge debido a la presencia simultánea de las dos partes.

En un segundo argumento, Coase (1960) mostró que las negociaciones ambientales bilaterales sin costos de transacción, las dos partes alcanzarán acuerdos deseables socialmente. Tercero, que la cantidad total de contaminantes es independiente de las reglas legales y de los derechos de propiedad elegidos para estructurar la relación. A pesar de las reglas iniciales legales, las negociaciones producirán dos resultados: conducirán a la misma cantidad de contaminantes y llevará a la maximización de bienestar social. Por supuesto, la elección de las reglas legales puede determinar que parte; hace los pagos, y que parte los recibe, una preocupación distribucional pero no de eficiencia.

Además se hacen preguntas acerca de si las ganancias y pérdidas sociales pueden expresarse a través de la agregación simple de los cambios de bienestar de los individuos. Algunos argumentan que otros factores deben ser considerados en una medida de bienestar social y que criterios como la equidad distribucional limita la consideración de eficiencia en algunas decisiones colectivas (Kelman, 1981^a; Sagoff, 1993). Los economistas no están en desacuerdo y anotan que el criterio Kaldor-Hicks debería no ser considerado una condición necesaria o suficiente para las políticas públicas (Arrow et al., 1996).

En la práctica, existen retos significativos, en gran parte debido a las dificultades inherentes en la medición de costos y beneficios. Además, las preocupaciones acerca de la consideración de la justicia y los procesos de méritos porque las políticas públicas inevitablemente involucran perdedores y ganadores, sobretodo cuando los beneficios agregados exceden a los costos agregados.

Bajo tales condiciones, las políticas pueden pasar la prueba de potencial de mejora de Pareto pero decrecer en el bienestar de la sociedad en su conjunto. El debate puede ser entendido como un enfoque en la compatibilidad de la eficiencia y en el criterio de la equidad distribucional. El punto de vista general de la economía es que otros criterios adicionales a la eficiencia pueden ser empleados por los tomadores de decisiones, pero la existencia de tales criterios no invalida el criterio de eficiencia que permanece en los procesos de toma de decisiones sociales.

El consenso en la política ambiental, es que la eficiencia y la equidad deben ser evaluadas separadamente pero no hay consenso en criterios específicos que deben ser usados para jerarquizar las alternativas de la perspectiva de equidad.

.Por lo tanto, los beneficios de una política ambiental se definen como la colección de voluntades individuales para pagar por la reducción o prevención de los daños ambientales. En teoría, las medidas de valor apropiadas para evaluar una política en particular dependen de la asignación relacionada de derechos de propiedad, la naturaleza del status quo, y si el

cambio medido es una ganancia o una pérdida, pero bajo una variedad de condiciones, la diferencia entre las dos medidas puede esperarse ser relativamente pequeña.

Economía política ambiental global e internacional

En años recientes ha habido mucho debate entre los economistas con respecto al significado del concepto sustentabilidad como un criterio único y comprensible que guíe el desarrollo global. El cambio ambiental está implicado en la economía política internacional y en la economía política global. Los problemas de la economía política ambiental global e internacional son cada vez más presionantes para los analistas, los formuladores de políticas y los ciudadanos. El análisis del cambio del ambiente global y local es el resultado de la economía política organizada globalmente. Cualquier solución a los problemas ambientales globales implica una profunda transformación de las relaciones económicas y políticas internacionales.

La globalización se caracteriza por el acelerado incremento de la movilidad de productos y factores de producción. Además de las nuevas tecnologías, la globalización es también impulsada por los acuerdos internacionales de libre comercio. La globalización afecta muchas medidas de protección ambiental positiva o negativamente, el nivel promedio de protección ambiental necesita no necesariamente ser afectado negativamente. Esta conclusión debe ser modificada si los compromisos del comercio libre internacional se toman en cuenta.

El problema se reduce a cómo inducir tomadores de decisiones siempre con sus propios intereses y miopes, a hacer las cosas correctas y a comportarse de forma que minimicen los daños ambientales y optimicen la utilización de recursos naturales bajo restricciones externas. La integración epistemológica de las organizaciones tradicionales y el conocimiento de los sistemas genera nuevas formas de colaboración política y social (Parking, 2007).

Tratar estos asuntos es muy difícil dentro de la política para establecer los lazos de cooperación internacionales necesarios para confrontar los grandes obstáculos de las

cuestiones ambientales (Changhua Sun Rich, Eugenio Bobenrieth, Brian Potter, Heather Carlisle, Paul Williams, Alan Richards, and Richard Ackerman, (1977). Los procesos de conflicto y acomodamiento que inspiran la innovación y experimentación política se acompañan de nuevos procesos para crear el bien del ser humano y preservar su medio ambiente y su cultura a pesar de las serias confrontaciones con los sistemas e instituciones políticas.

A pesar de que las organizaciones y culturas locales tradicionales están bajo el ataque político, o amenazadas por los procesos de globalización económica, hay en las comunidades locales un impulso renovador para promoverse y fortalecerse (Parking, 2007) mediante nuevas formas organizacionales e institucionales para preservar los sistemas socio ecológicos. Muchos grupos indígenas en Latinoamérica tienen ahora un mayor control sobre sus recursos naturales y su vida económica, política, social y cultural.

Desde el punto de vista de la teoría de los bienes públicos, los recursos ambientales que predominantemente representan bienes privados, los cuales desde la perspectiva de los países involucrados se protegen mejor con el marco de referencia de la acción colectiva internacional como en el caso del clima global. Por ejemplo, los beneficios potenciales de los protocolos de Kyoto en término de reducir el calentamiento global son de no rivalidad, ya que dichos beneficios son no excluyentes, el protocolo de Kyoto representa un bien público internacional. El protocolo de Kyoto combina un bien público con desventajas competitivas. Representa problemas de acción colectiva que no son severos, a pesar de que es menos que la combinación de recursos comunes y desventajas competitivas.

A nivel general, el análisis teórico de la significancia de la globalización descansa en la combinación de los efectos de tipos de bienes con los efectos comerciales de la protección ambiental. Ambos efectos son importantes para entender los incentivos nacionales para la protección ambiental. Si se descuida uno de ellos se llegan a conclusiones erróneas. Juntos los dos factores pueden explicar una parte sustancial de la variación en los incentivos nacionales con respecto a varias medidas de protección ambiental. Esta coordinación provee una nueva medida para la severidad de los problemas de la acción colectiva.

Sobretudo, las contribuciones sirven a los formuladores de políticas como guías para las estructuras de incentivos que las naciones enfrentan en diferentes campos y con respecto a diferentes instrumentos de protección ambiental.

A fin de evaluar los efectos de la globalización en la protección ambiental se debe distinguir entre globalización económica y sus fuerzas impulsoras. La globalización se caracteriza por un incremento acelerado en la movilidad de los productos y los factores de producción. La tecnología y la ley económica internacional se identifican como las dos principales fuerzas impulsoras de la globalización. La ley económica internacional promueve la globalización a través de la integración negativa en la forma de acuerdos de libre comercio, remueve barreras del comercio que resultan de la legislación nacional, tales como tarifas, cuotas, barreras técnicas e impuestos discriminatorios.

El enfoque de los efectos de la globalización en la protección ambiental, la globalización en forma de crecientes flujos comerciales refuerza los efectos competitivos de la regulación ambiental. Estos efectos de la globalización pueden ir en ambas direcciones: ventajas competitivas que resultan de las medidas de protección ambiental, que pueden hacer más atractivas las políticas nacionales autónomas, mientras que las desventajas competitivas pueden hacer las medidas de protección ambiental autónomas menos atractivas. Por lo tanto, mientras que la globalización puede hacer las políticas ambientales nacionales más atractivas en algunos casos, y menos atractivas en otros, no necesariamente afecta el nivel promedio de la protección ambiental en un país dado.

Lo que se ha descuido es el efecto en la ley económica internacional., una de las fuerzas impulsoras de la globalización internacional. Los efectos de la globalización pueden incrementar la efectividad de las políticas ambientales domésticas. Si la globalización implica que la aplicación de instrumentos particulares sea más difícil, ya sea porque las desventajas competitivas las hacen menos atractivas, o porque las ventajas competitivas las hacen ilegales en términos de la ley comercial internacional, puede ser posible cambiar las medidas que no son afectadas, e incluso no alentadas por la globalización.

Otra opción para los países individuales es ignorar los problemas de la globalización que aparentemente causa a ciertas políticas ambientales, argumentando que tales problemas son relativamente menores.

Para explicar cómo la globalización modifica los incentivos de los países y sus gobiernos que protegen bienes ambientales en forma autónoma o en cooperación con otros países, es necesario identificar las posibilidades y límites de las políticas ambientales nacionales, así como la necesidad por y para las dificultades de los acuerdos ambientales internacionales, bajo condiciones de globalización.

Los acuerdos de libre comercio restringen la habilidad de los países para adoptar medidas de protección ambiental que llevan a las ventajas competitivas para la industria doméstica. Esta tendencia existe a pesar de las cláusulas de salvaguarda en algunos acuerdos. Conduce a prejuicios por lo que los efectos totales de la globalización sobre la protección ambiental puede ser negativa.

Contra este retroceso, cuatro opciones para alargar el espacio de la acción de los países individuales y sus gobiernos relacionan la ley económica internacional y la ley ambiental internacional, las estrategias nacionales para la protección ambiental y el conocimiento sobre la base en la que los países toman decisiones. Más específicamente, las cuatro opciones se orientan a fortalecer las cláusulas de salvaguarda que permiten excepciones a la ley económica internacional, finalizan de hecho la jerarquía de la ley económica internacional sobre la ley ambiental internacional y eluden problemas creados por la globalización enfocándose en medidas de protección ambiental sin efectos competitivos negativos y generan y diseminan información sobre el grado actual de las desventajas competitivas de las medidas de protección ambiental, lo que tiende a sobre estimarse.

La actual tendencia de la globalización de los mercados es la continuidad de la secular batalla por el acceso a los recursos naturales escasos. La sobreexplotación de los recursos naturales en una economía globalizada conlleva a la falta de sustentabilidad. El actual

modelo económico neoliberal genera dependencia con la economía global y no acepta la diversificación económica que implica diversidad de actores y estrategias económicas y procesos de tomas de decisiones democráticos y participativos a nivel local bajo la aplicación del principio de subsidiariedad. La ley del comercio internacional y la ley ambiental internacional reflejan considerablemente diferentes evoluciones de las leyes internacionales debido en gran parte a los acercamientos de la evolución institucional al cumplimiento.

La ley de comercio internacional ha evolucionado en una versión relativamente fuerte del derecho público internacional por la evolución de instituciones de cumplimiento innovadoras. Estas instituciones permiten a los Estados coordinar efectivamente sus comportamientos sobre sus obligaciones legales substantivas explícitas las cuales son medios creíbles para detectar y evaluar violaciones y determinar prospectivamente las sanciones en un acercamiento legalista a la cooperación internacional, que trabaja bien en el contexto del comercio internacional por varias razones asociadas con la naturaleza del dilema que los Estados enfrentan.

Las innovaciones recientes en el derecho internacional ambiental han permitido a los Estados coordinar efectivamente su conducta pero no típicamente de una forma legalista lograda en el comercio. En vez el progreso en los regímenes internacionales ambientales implica varios grados de involucramiento de compromisos y sistemas de cumplimiento multifacéticos. Ambos derechos internacionales siguen evolucionando y aprendiendo uno del otro, adoptando innovaciones institucionales exitosas para beneficiar a las partes involucradas.

La OMC se fundamenta crecientemente en instituciones orientadas administrativamente, no adversarias para estimular la cooperación en el logro de la liberalización comercial por los mismos miembros. Estos desarrollos institucionales evalúan la implementación y cumplimiento doméstico de las normas comerciales, la capacidad para desarrollar programas de asistencia técnica y financiera. Además, los regímenes ambientales

internacionales crecientemente incluyen instituciones que exijan el cumplimiento con autoridad para imponer sanciones de varios tipos.

Los incentivos nacionales para la protección del medio ambiente puede explicarse hasta cierto grado, en términos de la teoría de bienes públicos, por una combinación del tipo de bien ambiental protegido y los efectos de la medida de protección del medio ambiente en competitividad internacional (Köllinger, 2004).

Las naciones tienen preferencias con respecto a los bienes ambientales pero sus incentivos pueden diferir en cada situación específica dando como resultado la acción individual en un marco de referencia de las políticas ambientales, la acción colectiva en un marco de acuerdos ambientales internacionales o la inactividad. Si los acuerdos ambientales internacionales existen, los países participantes cuentan con incentivos para salir o entrar, mientras que los países no participantes tienen como incentivo para permanecer fuera o para incorporarse.

Las nuevas entradas y la participación sostenida son evidencias de los efectos centrípetas de los acuerdos ambientales internacionales que se refieren a la utilidad de la participación en la acción colectiva opuesta a la abstención, mientras que las amenazas y las continuadas abstenciones son parte de las fuerzas centrífugas. Por ejemplo, la Unión Europea ha tomado acciones ambientales participando en los protocolos de Kyoto mientras que los Estados Unidos se han abstenido de participar.

Es importante explorar las posibilidades las posibilidades y límites de las políticas ambientales nacionales sobre las perspectivas de la creación de acuerdos ambientales internacionales y en los efectos centrípetos y centrífugos de tales acuerdos de los potenciales participantes. En este contexto, es importante notar que la contribución se concentra en la acción colectiva entre los países y sus gobiernos, no entre individuos, empresas u otros actores no estatales. Si se investiga el carácter de los bienes ambientales, así como de los efectos competitivos de la protección ambiental, exclusivamente desde el

punto de vista de los países como un todo, estos países pueden ser tratados como unidades de análisis.

La clasificación de los bienes ambientales en función de sus efectos centrípetos de arreglos internacionales para su protección. Esto ayuda a las naciones a hacer las correctas elecciones de políticas institucionales para mejorar la calidad ambiental en forma efectiva y eficiente, a través de la acción nacional autónoma o la acción colectiva internacional. Para la comunidad de investigadores ambientalistas, las contribuciones proveen un marco de referencia para el análisis que permite comparaciones más amplias y por lo mismo, aprendizaje entre una gama de subtemas de la protección ambiental.

Las consideraciones teóricas relacionadas con los tipos de bienes ambientales y efectos comerciales pueden resolver problemas de incentivos divergentes del medio ambiente que pueden ser usados como ejemplos empíricos en diferentes combinaciones. Por ejemplo, el protocolo de Kyoto involucra un bien público internacional con efectos centrípetos más débiles. Los efectos comerciales refuerzan las tendencias porque la participación en el protocolo de Kyoto puede traer desventajas competitivas, es decir, combina un bien público con ventajas competitivas.

El valor puesto en los bienes ambientales es una condición necesaria pero insuficiente para las medidas que toman los países y sus gobiernos para la protección de estos bienes. Los gobiernos nacionales necesitan incentivos para ayudar a transformar las preferencias en acciones. Lo importante es el entendimiento de los incentivos nacionales para la protección ambiental.

De hecho en los acuerdos internacionales se justifican los argumentos de que la protección ambiental representa un bien público internacional que requiere acción colectiva internacional, ya que los países individuales carecen de incentivos para actuar anónimamente. Es importante identificar en más detalle los incentivos nacionales que los gobiernos tienen que iniciar nuevas medidas de protección ambiental, en forma anónima o colectiva, o permanecer inactivos. Igualmente importante es identificar los incentivos para

participar en medidas de protección ambiental existentes, en forma unilateral y autónoma para emular las políticas de otros países o firmando acuerdos ambientales internacionales.

La teoría de integración diferenciada (Kölliker, 2002) incluye una clasificación de incentivos para los países individuales que participan en la acción colectiva, dependiendo del tipo de bien involucrado. La teoría sugiere que los efectos centrípetos de la acción colectiva internacional en países que inicialmente no participan son más fuertes en el caso de bienes de club. Bienes privados clasifican en segundo término mientras que los bienes públicos en tercer lugar.

El carácter de los bienes ambientales en términos de la teoría de los bienes públicos ayuda a entender las circunstancias bajo las cuales los países pueden eficientemente actuar solos y bajo qué circunstancias de acción colectiva internacional se es potencialmente más eficiente.

Combinando los dos factores deberían guiarnos a un más comprensivo entendimiento de los problemas de la acción nacional autónoma y la acción internacional colectiva. El caso más difícil resulta si la protección de recursos comunales internacionales conduce a ventajas no competitivas. Bienes públicos más desventajas competitivas – Los problemas de acción colectiva en el contexto de los protocolos de Kyoto que aquellos de la pesca en alta mar.

Bienes públicos más neutralidad competitiva. El protocolo de Kyoto puede ser efectivo sin poner en peligro la competitividad nacional como en el caso cuando afecta los hogares e industrias protegidas de la competencia internacional. El Protocolo de Kyoto representa un bien público combinado con la neutralidad competitiva. De acuerdo con esto, los incentivos para la acción autónoma son un poco mejores que en el caso anterior.

La investigación ambiental representa un bien de club para los países involucrados, los incentivos para los países que participan en programas de investigación ambiental internacional están intactos y no existen problemas serios de acción colectiva.

La investigación ambiental no siempre involucra efectos comerciales, los cuales están ausentes si los productos más limpios resultan de la investigación ambiental y no son comercializados internacionalmente, o si la investigación ambiental no está relacionada estrictamente con el producto en primer lugar. Ya que los bienes de club alientan la acción colectiva sin involucrar problemas mayores de acción colectiva, se esperaría que la cooperación internacional con respecto a la investigación ambiental pueda desarrollarse más fácilmente que la cooperación que involucra otros tipos de bienes. Hay evidencias de que la cooperación para la investigación ambiental emerge en un primer plano sin mayores dificultades

Los acuerdos internacionales de libre comercio prohíben o limitan las medidas proteccionistas, restringen el uso de las medidas de protección ambiental que crea las ventajas competitivas para la industria doméstica, y las desventajas competitivas para la competencia foránea. Los flujos comerciales no necesariamente afectan el nivel promedio de protección ambiental ofrecida por los países individuales, los acuerdos comerciales pueden introducir ideas preconcebidas.

El impacto combinado del comercio internacional y los acuerdos internacionales de libre comercio pueden afectar negativamente los incentivos y posibilidades de los países para proteger el medio ambiente en forma autónoma, mientras que el comercio por sí mismo puede limitar los incentivos que tienen los países para actuar, como en el caso de medidas ambientales que generan desventajas competitivas, los acuerdos comerciales pueden prohibir la acción donde los países tienen incentivos para actuar, como por ejemplo, cuando las medidas ambientales generan desventajas competitivas.

Las ideas preconcebidas en contra de las políticas nacionales autónomas que resultan de los acuerdos de libre comercio pueden ser reducidos por la inclusión de cláusulas de salvaguarda ambientales en los tratados de libre comercio. Las primeras dos opciones conciernen el marco de referencia legal internacional, el tercero se relaciona con las elecciones políticas a nivel nacional, y el cuarto se relaciona con la información disponible para los actores. En términos de la teoría de juegos, el resultado con respecto al medio

ambiente puede mejorar. Cambiando las reglas internacionales del juego por elecciones inteligentes de estrategias nacionales y proveyendo información específica a los jugadores.

Puede parecer paradójico que el alcance para efectivas políticas ambientales nacionales representadas en las primeras dos opciones, deberían empezar con un marco de referencia internacional y por tanto con una acción colectiva internacional. En ambos casos, sin embargo, arreglando el marco de referencia internacional legal y su aplicación, se dirige a restaurar la soberanía nacional relacionada con las políticas ambientales en áreas donde la ley del comercio internacional puede estar limitada excesivamente.

La primera opción es una mejor aplicación y reforzamiento de cláusulas de salvaguardas ambientales proveídas por la ley económica internacional. Tales cláusulas de salvaguarda internacionales permiten a los países tomar medidas de protección ambiental, a pesar de sus efectos potenciales como barreras al comercio, que resulta en ventajas competitivas para la industria doméstica.

Pero al mismo tiempo, las cláusulas de salvaguarda ambiental también requieren de medidas ambientales que constituyen una barrera al comercio para ser motivados por protecciones ambientales, no por proteccionismo. En realidad, es frecuentemente difícil probar uno de los dos. Al grado que las cláusulas de salvaguarda a revisión judicial o quasi-judicial, las cortes internacionales por lo tanto, tienen un rol significativo que jugar en la aplicación de tales cláusulas de salvaguarda.

La segunda opción es asegurar que la ley de comercio internacional no previene a países individuales de adoptar medidas de implementación de acuerdos ambientales internacionales. Los críticos aseguran que el actual sistema internacional privilegia la ley económica internacional sobre la ley ambiental internacional. Una razón importante para esto es que la ley económica internacional puede ser aplicada más fácilmente, gracias a los instrumentos unilaterales tradicionales tales como represalias en política comercial y nuevos instrumentos multilaterales tales como las cortes internacionales. Mientras que los países ofrecen romper los acuerdos ambientales internacionales sin enfrentar mayores

consecuencias, romper los acuerdos comerciales internacionales tiende a ser penada más duramente.

Si la ley ambiental internacional entra en conflicto con la ley comercial internacional, es lógico que los países no tomen en cuanto al primero tanto como al segundo. No es claro que cual es la mejor manera para prevenir o solucionar conflictos entre la ley comercial internacional y la ley ambiental internacional. El sistema internacional se organiza predominantemente en torno a principios funcionales y la coordinación entre las diferentes organizaciones internacionales es débil. El marco de referencia institucional soportado por las Naciones Unidas es simple y débil, no solo con respecto a los Estados miembros, sino también con respecto a los componentes funcionales.

La tercera opción para las políticas nacionales internacionales es eludir los problemas que representa la ley comercial internacional. Los países individuales pueden simplemente aceptar el espacio de acción modificada como dado y enfocar su atención en problemas ambientales y medidas de protección ambiental sin o con pocos efectos competitivos. Los bienes ambientales específicos con frecuencia pueden ser protegidos por diferentes medidas.

En un primer paso, el enfoque es en la protección ambiental de bienes como tales, mientras que los efectos secundarios no son tomados en consideración. El análisis aplica teorías de los bienes públicos a la acción colectiva entre los países en el nivel internacional. De acuerdo a la teoría de los bienes públicos, los bienes ambientales que tienen el carácter de bienes privados desde la perspectiva de países son mejor protegidas a través de políticas ambientales nacionales.

Para otras categorías de bienes, la acción colectiva internacional puede potencialmente conducir a mejores resultados. Sin embargo, diferentes tipos de bienes no privados o colectivos involucran diferentes tipos de problemas de acción colectiva. El éxito de la acción colectiva con frecuencia depende de la atractividad de los acuerdos comerciales internacionales para países inicialmente no participando. Diferentes tipos de bienes pueden

ser jerarquizados de acuerdo a sus efectos centrípetos. Los bienes del club los más fuertes efectos centrípetos, seguido de los bienes privados y los bienes públicos. Los recursos comunales quedan al final de la lista. Los incentivos para las acciones autónoma y colectiva son dados por la naturaleza de los bienes ambientales. Un bien privado nacional requiere de acción doméstica autónoma mientras que los bienes no privados requieren de acción colectiva internacional.

La efectividad de la flexibilidad, voluntariedad y no ligación es influida por sus efectos centrípetos. Tales medidas parecen no corresponder a las políticas ambientales que involucran efectos centrífugos más que centrípetos. Por lo tanto no deben respaldarse si los problemas ambientales involucran bienes públicos internacionales o recursos comunitarios, o si van de la mano con las desventajas competitivas. Las medidas de flexibilidad, voluntariedad y no ligamiento, son más apropiadas en el caso de club de bienes si son esperados los efectos comerciales positivos.

Es importante notar que el alcance o scope geográfico de los bienes ambientales para ser protegidos y el alcance scope geográfico de los efectos comerciales resultan de la protección ambiental no necesariamente coinciden. De hecho, los dos son independientes pero pueden normalmente ser divergentes. Se puede concluir que la necesidad para la acción colectiva internacional no está solamente determinada por las fronteras geográficas de los mercados y productos afectados por las medidas de protección ambiental.

Tomando en cuenta los efectos comerciales de la protección ambiental, se previene la aplicación del principio de subsidiariedad que se enfoca exclusivamente en la naturaleza del bien ambiental. Si la protección ambiental afecta el comercio, el alcance geográfico del problema ambiental es doble: de una parte, coincide con el alcance geográfico de la naturaleza de los recursos relacionados y en la otra parte, el alcance de los mercados para los productos afectados es igualmente relevante. Si los bienes comerciales no son afectados el alcance del problema ambiental es confinado al alcance geográfico del bien ambiental.

Las políticas ambientales crean ventajas competitivas que enfrentan las barreras de la ley económica internacional, lo que restringe las políticas con efectos proteccionistas. Una sociedad sustentable requiere de una economía local sustentable, es decir de economías diversas y de relaciones cooperativas internacionales. Bajo el principio de subsidiariedad económica, las decisiones se toman a nivel local con la participación comunitaria

CONCLUSIONES

Existe una gran divergencia entre las recomendaciones de la teoría económica normativa y la realidad política positiva. En todo caso, el gobierno debe incrementar su espacio de acción ambiental presentando investigación y diseminando información que reduce la brecha entre las percepciones públicas y la realidad con respecto a la competencia regulatoria en el campo del medio ambiente.

Una política de desarrollo sustentable debe partir de la realidad sociocultural de las comunidades para la protección de sus recursos naturales y sociales mediante un proceso de participación comunitaria en las decisiones concernientes con la transformación económica, política, social y cultural de las relaciones de producción, distribución y consumo tendientes a lograr una mayor equidad y una mejor calidad. La diversidad se expresa en el pluralismo ideológico, religioso y político. La diversidad y la subsidiariedad económicas necesitan de regulaciones económicas, sociales y ambientales. Las desregulaciones debilitan las normas económicas, sociales y ambientales.

Frente a esta sociedad del riesgo emergen los imperativos ecológicos, espirituales y la creación y utilización del conocimiento en una “conciencia de especie” que facilita el desarrollo de una visión integral y evolutiva de un nuevo modelo societario mediante la formación de nueva percepción de espacio (topoconciencia) y tiempo (cronoconciencia). Esta conciencia de especie restablece el sentido de pertenencia e identificación del ser humano con su ambiente natural y promueve cambios éticos, políticos y espirituales.

Se deben hacer esfuerzos por el diseño de un nuevo sistema de gobernabilidad que regule las formas en que los diferentes países compiten por los recursos naturales escasos mediante estrategias de suficiencia generadas por un marco de políticas. Para el cuidado de la integridad ecológica de la tierra y sus recursos se requiere de una sociedad global con un amplio sentido de responsabilidad universal y de comunidad de la vida que garanticen la formación de una sociedad sustentable mas justa, participativa, democrática y pacifica, que protejan los sistemas ecológicos y preserven los recursos naturales para la satisfacción de las generaciones futuras.

LITERATURA CITADA

- Aidt, T. S. 1998. **Political internalization of economic externalities and environmental policy.** *Journal of Public Economics*, 35, 57-73.
- Arrow, K., M. Cropper, G. Eads, R. Hahn, L. Lave, R. Noll, P. Portney, M. Russell, R. Schmalense, K. Smith, y R. Stavins. 1996. **Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation?**, *Science* 272:221-222.
- Barkin, David. 2007. **The Philosophical and Material Underpinnings of a Sustainable Alternative: A contribution to ecological economics.** Paper prepared for presentation to the IX Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics: "Ecological Sustainability and Human Well-Being", 15- 18 December 2006. New Delhi, India.
- Boyer, M. y Laffont, J. J. 1999. **Toward a Political Theory of the Emergence of Environmental Incentive Regulation.** *RAND Journal of Economics*, 30, 137-157.
- Buchanan, J. M. y Tullock, G. 1975. **Polluters' Profits and Political Response, Direct Control Versus Taxes.** *American Economic Review* 65: 139-147.
- Changhua Sun Rich, Eugenio Bobenrieth, Brian Potter, Heather Carlisle, Paul Williams, Alan Richards, y Richard Ackerman. 1977. **The Political Economy of International Environmental Cooperation (June 1, 1997).** *Institute on Global Conflict and Cooperation. IGCC Policy Papers.* Paper PP29. (En Línea). Disponible en <http://repositories.cdlib.org/igcc/PP/PP29>
- Coase, R. H. 1960. **The Problem of Social Cost.** *Journal of Law and Economics* 3: 1-44.

- Coates, D. 1996. **Jobs versus Wilderness Areas: The Role of Campaign Contributions.** Chapter 4 of Congleton, R. D. Ed. *The Political Economy of Environmental Policy.* Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Cole, M. A.; A. J. Rayner, y J. M. Bates. 1997. **The environmental Kuznets Curve: As empirical análisis.** *Environmental and Development Economics*, Vol. 2, Part 4, 401-416.
- Congleton, R. D. 2006. **Environmental Politics and Economic Development Center for Study of Public Choice.** George Mason University.
- Congleton, R. 1992. **Political institutions and pollution control.** *Review of Economics Journal*, 94, 412-421.
- Dasgupta, S. B., Laplante, N. Mamigi. 2001. **Capital market responses to environmental performance in developing countries.** *Journal of environmental economics and management.*
- Demsetz, H. 1967. **Towards a Theory of Property Rights.** *American Economic Review* 57:347-360.
- Hawken, Paul, Amory Lovins y L. Hunter Lovins. 1999. **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution.** Boston: Little, Brown and Company.
- Hicks, J. R. 1939. **The foundations of welfare economics.** *The Economic Journal* 49:696-712.
- Kaldor, N. 1939. **Welfare proposition of economics and interpersonal comparison of utility.** *Economic Journal* 49:549-552.
- Kalt, J. P. y M. A. Zupan. 1984. **Capture and ideology in the economic theory of politics.** *American Economic Review*, 74, 279-300.
- Kelman, S. 1981^a. **Cost-Benefit analysis: An Ethical critique.** *AEI Journal of government and society regulation* (January/February): 33-40.
- Kollinger, Alkuin. 2004. **Globalisation and national incentives for protecting environmental goods.** Max Plank Institute for Research on Collective Goods. Bonn.
- Kölliker, Alkuin. 2002. **The impact of flexibility on the dynamics of European unification.** Dissertation, Florence: European University Institute.
- Leff, E. 1997. **Ecología y capital.** Siglo XXI, México.

- List, J. y S. Gerking. 2000. **Regulatory federalism and U.S. environmental policies.** Journal of Regional Science, 40, 453-471.
- Murdoch, J. y T. Sandler. 1997. **The voluntary provision of a pure public good: The case of reduced CFC emissions and the Montreal Protocol.** Journal of Public Economics, 63, 331-350.
- Olson, M. 1965. **The Logic of Collective Action.** Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1965.
- Ostrom, E. 1990. **Governing the Commons: the Evolution of Institutions for Collective Action.** New York:
- Pargal, S. y D. Wheeler. 1996. **Informal regulation of industrial pollution in developing countries: Evidence from Indonesia.** Journal of political economy, 104, 1314-1327.
- Pareto V. 1896. **Cours d'Economie Politique.** Volume 2 (Lausanne).
- Pigou, A. C. 1920. **The Economics of welfare (Macmillan, London).** 156.
- Sagoff, M. 1993. **Environmental economics: An epitaph.** Resources (Spring): 2-7.
- Selden, T. M. y D. Song. 1994. **Environment quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions.** *Journal of environmental economics and management*, 27, 147-162.
- Stavins, R. N. 2004. **Introduction to the political economy of environmental regulation.** Prepared as Chapter 1 (Introduction) for *The Political Economy of environmental regulation.* Edward Elgar Publishing, Inc. John F. Kennedy School of Government, Harvard University.
- Torres, C. G. 2006. **El pago de servicios ambientales y las comunidades Indígenas.** *Ra Ximhai*, enero-abril, año/Vol. 2, Número 1. Páginas 187-207.

José Guadalupe Vargas Hernández

Doctor en Administración Pública (*Columbia States University*), Doctor en Economía (*Keele University*, England). Otros estudios de Doctorado en Comportamiento Organizacional (*Lancaster University*). Maestro en Administración de Empresas con especialidad en Dirección Industrial (*Pacific States University*). Marketing Certificate (*The British Institute of Marketing*). Diplomado en Filosofía (*Universidad Panamericana*). Licenciado en Relaciones Comerciales por el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Profesor Investigador del *Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara* y profesor del *Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán* en el área de ciencias económico administrativas.

Profesor del Doctorado Interinstitucional de Administración de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma Indígena de México, Universidad de Occidente, Instituto Tecnológico de Colima, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Colima, Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad de Colima. Profesor investigador invitado de la School of Public Administration, Carleton University, Canadá. Anteriormente, profesor investigador del Centro Universitario de Investigaciones Sociales y de la Facultad de Economía de la Universidad de Colima. Recientemente obtuvo el premio Internacional de Allies Academies nominado por la *International Business Academy*. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) CONACYT – México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS EN *Pseudotsuga menziesii* DE MÉXICO

Manuel Mápula Larreta, Javier López Upton, J. Jesús Vargas Hernández y Adrián Hernández
Livera

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 119-134



e-revist@s

GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS EN *Pseudotsuga menziesii* DE MÉXICO

GERMINATION AND VIGOUR OF SEEDS IN *Pseudotsuga menziesii* OF MEXICO

Manuel Mápula – Larreta¹, Javier López –Upton¹, J. Jesús Vargas – Hernández¹ y Adrián Hernández – Livera²

¹Postgrado Forestal, IRENAT Colegio de Postgraduados, 56230, Montecillo, Estado de México. Correos electrónicos: vargashj@colpos.mx; uptonj@colpos.mx. ²Postgrado de Semillas, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, km. 36.5 Carr. Méx.-Texcoco. 56230.

RESUMEN

Se evaluaron algunos parámetros para determinar la calidad de semilla de poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga menziesii*. También se evaluó el efecto de la imbibición en H₂O₂ a 1% y de diferentes periodos de estratificación de la semilla a 0-2°C para promover la germinación. Se encontró amplia variación en la viabilidad de la semilla con valores de 2 a 87 % y en el porcentaje de embriones inmaduros, especialmente en poblaciones del centro del país, lo que probablemente se deba a niveles altos de autofecundación, cruzamiento de individuos relacionados genéticamente, o el secado de conos en condiciones no propicias. El embrión ocupa más de 90% de la cavidad embrionaria entre 12 y 94 % de las semillas en los lotes evaluados. La semilla requiere de un periodo de imbibición de 17 horas con semillas cuyo porcentaje de humedad es de 8.4 %, este último valor es el recomendado para almacenar la semilla de esta especie. La imbibición en H₂O₂ a 1% ayudó a lotes con buena viabilidad, pero sus valores mejoran si se estratifica la semilla en frío durante 31 días. Se requiere mayor investigación sobre el periodo de estratificación.

Palabras clave: *Pseudotsuga*, semillas, contenido de humedad, imbibición, viabilidad, latencia, estratificación.

SUMMARY

Were evaluated some seed quality parameters of Mexican populations of *Pseudotsuga menziesii*. Also the effect of 1% H₂O₂ imbibition and different periods of seed stratification at 0-2°C to promote germination were evaluated. Huge variability in seed viability was found with values of 2 to 87% and in the percentage of immature embryos, particularly in the populations of central Mexico, which probably is due to a high level of self pollination, crosses with genetically related individuals, or drying cones in improper conditions. Seventeen hours was determined as the minimum period for imbibitions when seed moisture was of 8.4%, last value is inside the value recommended for long term storage for the species. Imbibition in H₂O₂ at 1% improved seed lots with good viability, but germination increase if cold stratification is used for 31 days. Further studies on seed stratification of *Pseudotsuga* are needed.

Key words: *Pseudotsuga*, seeds, moisture content, imbibition, viability, pregermination treatment, germination.

INTRODUCCIÓN

En México *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco se localiza esporádicamente en las sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur y en el este del Eje Volcánico Transversal (Debreczy y Rácz, 1995). La mayoría de las poblaciones se encuentran fragmentadas y aisladas entre sí, por lo que están sujetas a protección especial bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (Diario Oficial de la Federación, 1994). Recientemente se determinó que la única especie del género *Pseudotsuga* que crece naturalmente en México es *P. menziesii* (Reyes *et al.*, 2006).

Las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* son relictos que durante las glaciaciones emigraron hacia el sur y posteriormente se contrajeron hacia el Norte, debido a los cambios de temperatura (Hermann, 1985). El calentamiento global ocasionará una migración al Norte; sin embargo, la velocidad del cambio climático será probablemente rápida, por lo que la presión sobre las poblaciones sureñas de *Pseudotsuga* será alta, provocando la desaparición de algunas de ellas. La permanencia de las poblaciones depende de la capacidad de repoblación y de adaptación a las nuevas condiciones ambientales; para ello se requiere que las poblaciones tengan suficiente producción de semilla con la capacidad de germinar, que presente variación genética y sin depresión endogámica.

La autopolinización en las especies alógamas genera homocigosis de genes recesivos, lo que provoca semillas vanas o embriones mal formados, albinismo y depresión en el crecimiento de las plántulas (Sorensen y Cress, 1994; Mosseler *et al.*, 2000). Yáñez (1991) encontró un elevado porcentaje de óvulos abortivos y semillas vanas en una población de *P. menziesii* en el estado de Hidalgo. Mápula *et al.*, (2007) confirmaron esta situación en nueve poblaciones mexicanas de la misma especie. Juárez *et al.*, (2006) informan una baja germinación en algunos lotes de semilla y mortandad en plántulas de algunas de sus poblaciones.

La producción de semilla llena de *Pseudotsuga* es sumamente escasa en todas las poblaciones estudiadas de México (Mápula *et al.*, 2007). La baja densidad de árboles adultos y aislados en algunas de las poblaciones hace suponer que el éxito reproductivo y la germinación de la semilla son relativamente bajos, como lo muestran los pocos estudios de producción y

germinación de semillas (Yáñez, 1991; Mápula *et al.*, 1996; Juárez *et al.*, 2006). En años con reducida producción de semilla es común que disminuya la viabilidad de ésta, porque el escaso número de individuos que participan en la reproducción favorece altos niveles de autopolinización (Hermann y Lavender, 1990).

Como tratamiento pregerminativo se recomienda embeber la semilla de *Pseudotsuga menziesii* (Bewley y Black, 1994); sin embargo, si el periodo de imbibición se prolonga demasiado se afecta la germinación. Así, se requiere establecer el tiempo óptimo de imbibición en cada tipo de semilla. Por otro lado, la latencia, la viabilidad y el tamaño del embrión influyen directamente en la germinación de la semilla (Ching y Ching, 1962; Bonner *et al.*, 1994; Kolotelo *et al.*, 2001). La latencia es común en las plantas de zonas templado-frías, en el caso de *Pseudotsuga menziesii* en Estados Unidos y Canadá la semilla requiere de seis o más semanas de estratificación a baja temperatura para obtener la máxima germinación (Edwards y El-Kassaby, 1995; Jarvis *et al.*, 1997). En esta especie también se recomiendan tratamientos pregerminativos como imbibición de la semilla en soluciones de H₂O₂ con diferente concentración (1-30%), durante periodos de algunos minutos hasta 48 h, antes o después de la estratificación, o la imbibición de la semilla durante 24 h en agua (Kolotelo *et al.*, 2001).

Salvo el trabajo de Mápula *et al.* (1996), donde obtuvieron escasa germinación usando semilla de una localidad de Hidalgo, no han habido pruebas adecuadas para la semilla de poblaciones en México, que muy probablemente pueden ser diferentes debido a las diferencias geográficas, ya que se han detectado variaciones en algunos parámetros de la germinación de semilla y otros relacionados con las plántulas, conos y hojas (Acevedo *et al.*, 2006; Juárez *et al.*, 2006).

El objetivo es determinar el contenido de humedad inicial, el tiempo apropiado de imbibición de las semillas en función del contenido de humedad inicial, la viabilidad y la capacidad germinativa en diferentes lotes de semilla de *Pseudotsuga menziesii* de México. Además, evaluar diferentes tratamientos pregerminativos con peróxido de hidrógeno y periodos de estratificación para promover y uniformizar la germinación en la semilla de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas a la semilla de *Pseudotsuga menziesii* se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Semillas del postgrado de Semillas del Colegio de Postgraduados. Debido a las limitaciones de semilla disponible de cada lote, en las pruebas se utilizaron muestras de menor tamaño que el especificado en las reglas de la Asociación Internacional de Prueba de Semillas (International Seed Testing Association, 1999). Los lotes utilizados fueron en disposición a las semillas, provenientes de poblaciones del norte y sur de México y con diferentes condiciones ecológica para fines de comparación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de ubicación de las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* utilizadas para determinar la viabilidad de la semilla.

Población	Latitud N	Longitud W	Elevación (msnm)
Jamé, Arteaga, Coah.	25° 20' 42''	100° 33' 58''	2550
Puerto Palomo, Galeana, N.L.	24° 56' 42''	100° 16' 11''	2645
El Carbonero, Huayacocotla, Ver.	20° 23' 24''	98° 28' 31''	2485
La Caldera, Ixtacamaxtitlán, Pue.	19° 30' 23''	97° 52' 11''	2950
Presa Jaramillo, Mineral El Chico, Hgo.	20° 10' 44''	98° 43' 56''	2850
San José Capulines, Mineral El Chico, Hgo.	19° 30' 23''	97° 52' 10''	2950

Datos obtenidos en el centro de la población con un geoposicionador Garmin IVS.

Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad se seleccionó un lote de la población de Puerto El Palomo, N.L. del cual se tiene suficiente semilla; con el auxilio de radiografías se determinó que la semilla estuviese completamente llena y bien desarrollada. Se emplearon tres muestras de 40 semillas en cajas de aluminio para determinar el contenido de humedad, obteniendo el peso seco de la semilla en una estufa de secado a una temperatura de 130 °C por una hora (ISTA, 1999). El peso de la semilla se determinó en una balanza analítica marca AND. El contenido de humedad (CH) con base en el peso seco de cada muestra se determinó con la siguiente fórmula:

$$((P_{\text{fresco}} - P_{\text{seco}}) / P_{\text{seco}}) * 100 \quad (1)$$

Imbibición de la semilla

Para determinar el tiempo apropiado de imbibición de la semilla en agua se obtuvo la curva de imbibición. Se tomaron tres muestras de 100 semillas del lote uno de la población Puerto El Palomo, N.L. (Cuadro 1), a las que se les determinó el peso inicial. Después, cada muestra se colocó en un vaso de precipitado con capacidad de 500 mL con 400 mL de agua destilada a una temperatura de 22-23 °C. El peso de la semilla se determinó al inicio y después de cada hora durante las primeras 18, y posteriormente cada dos horas hasta las 24; la medición final se efectuó a las 31 horas de iniciado el proceso. El peso se determinó con la balanza analítica. Durante el periodo de imbibición de la semilla, el agua se oxigenó con una bomba para acuario de dos salidas. Se determinó gráficamente el punto máximo de imbibición de la semilla.

Viabilidad de la semilla

Para esta prueba se seleccionaron poblaciones de *Pseudotsuga* que presentaran árboles con alta eficiencia en la producción de semilla llena y árboles con baja eficiencia de semilla (proporción de semillas llenas / potencial de semillas, Cuadro 1), y comparar si hay diferencias en viabilidad entre estos lotes.

De acuerdo con la disponibilidad de semilla, de cada lote se utilizaron muestras de 20 a 25 semillas con cuatro repeticiones. Para determinar la viabilidad se utilizó cloruro de tetrazolio a uno por ciento (10 g de 2,3,5, cloruro de trifeníl tetrazolio por litro de agua destilada) (Bonner *et al.*, 1994). De acuerdo con la curva de imbibición elaborada previamente, la semilla se remojó durante 17 horas en agua destilada a temperatura ambiente y después se cortó longitudinalmente. En cada semilla se determinó el porcentaje de la cavidad embrionaria que ocupaba el embrión con ayuda de un microscopio. Se consideraron tres categorías: a) de 90 a 100% de la cavidad ocupada por el embrión; b) de 75 a 90% de la cavidad ocupada por el embrión; y c) menos de 75% (Kolotelo *et al.*, 2001). Después, el gametofito y el embrión se colocaron en la solución de cloruro de tetrazolio y se dejaron 24 horas a 25 °C en completa oscuridad. Se consideraron como semillas viables aquellas en las que se tiñeron todas las partes esenciales del embrión y el gametofito (Kolotelo *et al.*, 2001).

Tratamientos pregerminativos

Se realizaron ensayos previos para definir el tratamiento pregerminativo más apropiado. Los ensayos se realizaron con lotes de semilla de las poblaciones de Jamé, Puerto El Palomo y Presa Jaramillo. Como tratamientos pregerminativos se comparó: a) imbibición en H₂O₂ a 1% durante 24 horas; b) imbibición en H₂O₂ a 1% durante 24 horas, seguido de estratificación a 2 °C por una semana; c) imbibición en H₂O₂ a 1% durante 24 horas, seguido de estratificación a 2 °C por dos semanas; y d) imbibición en H₂O₂ a 1% durante 17 horas, seguido de 10 días de estratificación. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento, con 20 o 25 semillas cada una; los ensayos se establecieron en una cámara germinadora con fotoperiodos de 8 horas luz a 30 °C y 16 horas de oscuridad a 20 °C.

Después de los ensayos descritos con anterioridad, se realizó una prueba final de germinación con semilla de las poblaciones de Jamé y La Caldera. La semilla se estratificó durante 31 días, sin imbibición previa, para apresurar y homogeneizar la germinación. La estratificación consistió en mantener la semilla con humedad a una temperatura entre 0-2°C en cajas cubiertas con plástico adherible. En cada lote se utilizaron tres repeticiones de 50 semillas. Las muestras de 50 semillas se colocaron en cajas Petri entre dos círculos de papel filtro superpuestos. Concluida la estratificación, se puso a germinar la semilla a una temperatura de 25 °C en oscuridad. La prueba de germinación se mantuvo en observación por 21 días (Kolotelo *et al.*, 2001) y el conteo fue diario. Las variables evaluadas fueron capacidad de germinación y vigor germinativo. La capacidad de germinación se obtuvo como el porcentaje de la semilla que germinó; el vigor germinativo se consideró como el tiempo requerido para alcanzar la máxima tasa de germinación diaria a partir del inicio de la evaluación (Bonner *et al.*, 1994). Se consideró como semilla germinada cuando la radícula alcanzó el largo de la semilla, menor de cinco milímetros (Bonner *et al.*, 1994).

Análisis estadístico

Las características en las que hubo repeticiones se evaluaron estadísticamente para determinar diferencias entre tratamientos. En el caso de los porcentajes se realizó una transformación con el arcoseno de la raíz cuadrada de los datos originales divididos entre 100. Esta transformación

fue la que dio un mayor ajuste de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS (SAS Institute, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de humedad

El contenido de humedad con base en el peso seco, lote de semilla fue de 8.4 %. Bonner *et al.*, (1994) recomiendan almacenar semillas ortodoxas con un contenido de humedad de 5 a 8%; las semillas con menos de 5% pueden tener problemas por desecación, y con más de 9% hay problemas debido a insectos y hongos; un contenido elevado de humedad puede ocasionar un exceso de temperatura en el almacenamiento debido a la respiración o que las semillas germinen. Algunos autores (Owston y Stein, 1974; Young y Young, 1992) señalan que las semillas de *Pseudotsuga menziesii* se pueden almacenar con una humedad de 6 a 9%. Sorensen (1999) menciona que un contenido de humedad de 8.5% es suficientemente bajo para mantener la viabilidad de la semilla de *Pseudotsuga* en almacenamiento.

Imbibición de la semilla

Se determinó que a las nueve horas flotaba 11% de las semillas y a las 12 flotaba menos de 2% (Figura 1). La semilla absorbió la mayor cantidad de agua durante las primeras 14 horas, alcanzando más de 57% de agua absorbida con respecto al peso inicial de la semilla; entre 14 y 17 horas se estabilizó el peso de las semillas, y después de 18 la semilla reinició lentamente la absorción de agua. Con 24 horas la mayoría de las semillas mostraban rompimiento longitudinal en la cara cóncava de la cubierta debido a la turgencia ocasionada por la absorción de agua. El periodo de imbibición de la semilla depende del contenido inicial de humedad, en este caso el lote tuvo 8.4% (base peso seco) y se determinó un tiempo adecuado de imbibición de 17 horas. La imbibición de las semillas empieza con la absorción de agua, reiniciando rápidamente el metabolismo de la semilla viable y sin latencia (Bewley y Black, 1994).

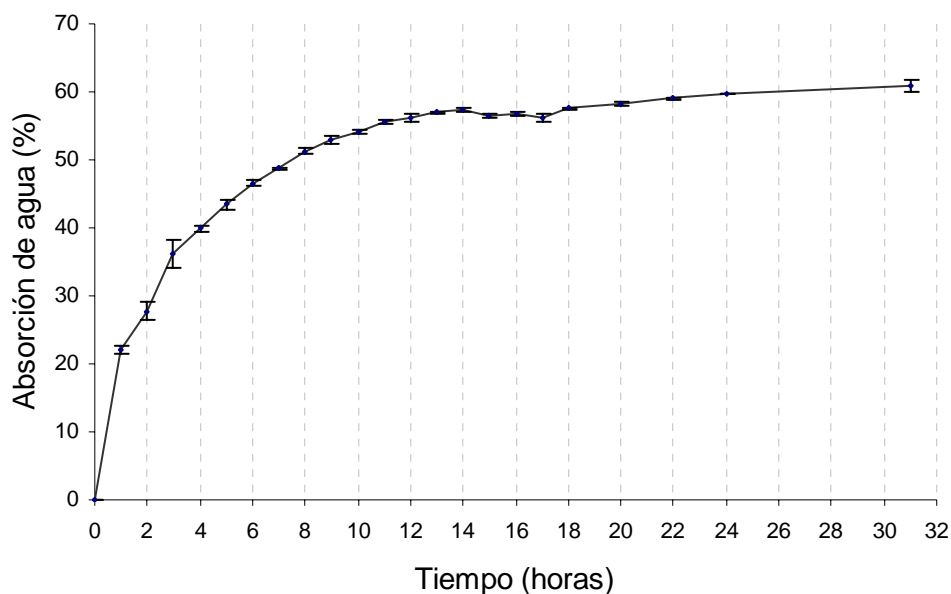


Figura 1. Dinámica de la absorción de agua destilada en un lote de semillas de *Pseudotsuga menziesii* durante el proceso de imbibición.

Viabilidad de la semilla

La viabilidad de la semilla fue igual o mayor a 75 % en la mayoría de lotes analizados, excepto el lote tres en El Carbonero y lote masal de Presa Jaramillo, donde la viabilidad fue de 46 y 2%, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Proporción de la cavidad embrionaria de la semilla ocupada por el embrión y viabilidad de la semilla en diferentes lotes de *Pseudotsuga menziesii*.

Población	Lote	Eficiencia de semilla (%) [†]	Cavidad embrionaria llena (%)			Semilla viable (%)
			> 90	90-75	< 75	
Jamé	7	52.7	81.0	17.0	2.0	87.0 a
Jamé	19	24.1	61.0	24.7	14.3	77.6 a
El Carbonero	3	42.0	94.0	2.0	4.0	46.0 b
El Carbonero	2	13.2	76.2	18.7	5.1	82.9 a
La Caldera	4	47.1	70.0	30.0	0.0	81.3 a
La Caldera	11	26.3	21.0	61.0	18.0	75.0 a
Presa Jaramillo	Masal	20.0	12.0	22.0	66.0	2.0 c
San José Capulines	Masal	30.5	90.0	10.0	0.0	86.0 a

[†] Proporción de semillas llenas / óvulos fértiles. Lotes con número son de árboles individuales, los masales son mezclas de 10 árboles. Letras diferentes indican diferencias con $P < 0.05$.

Se determinaron lotes con una gran cantidad de semillas donde el embrión no ocupa completamente la cavidad embrionaria. En el lote 11 de La Caldera y en el masal de la Presa Jaramillo sólo 21 y 12% de los embriones, respectivamente, ocuparon más del 90% de la cavidad embrionaria. De acuerdo con Ching y Ching (1962) y Kolotelo *et al.*, (2001), cuando el embrión ocupa menos del 90% de la cavidad embrionaria en especies de coníferas, la semilla generalmente es inmadura y presenta menor capacidad y velocidad germinativa. Sin embargo, este fenómeno también se debe a la endogamia (Sorensen, 1997; Woods y Heaman, 1989).

La colecta de semilla en la población de Presa Jaramillo (en el parque nacional El Chico, Hgo.) se realizó 15 días antes de que las escamas de los conos presentaran una coloración café, que se ha considerado un indicador externo de madurez completa de la semilla en coníferas como los pinos. Sin embargo, Ching y Ching (1962) y Owens *et al.*, (1991) señalan que el embrión en la semilla de *Pseudotsuga menziesii* está plenamente desarrollado dos semanas antes de la dispersión natural de la semilla; en las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* la dispersión natural de la semilla ocurre de fines de septiembre a mediados de Octubre (Velasco *et al.*, 2007). Martínez *et al.*, (2007) determinó que la semilla está suficientemente madura hasta tres semanas antes de su dispersión. El secado de los conos de la Presa Jaramillo para la extracción de la semilla se realizó en invernadero (7-35°C), lo que influyó la germinación si se dañó el embrión. Juárez *et al.*, (2006) determinaron para esta población 7.7% de germinación y una energía germinativa menor en comparación a otras poblaciones. Por otro lado, debido al tamaño reducido de la población y a los pocos individuos que generalmente participan en la reproducción, es posible que el desarrollo incompleto del embrión esté asociado a problemas de autofecundación o de cruzamiento entre individuos relacionados genéticamente. En las coníferas es conocido el efecto negativo de la endogamia sobre el desarrollo y vigor del embrión (Woods y Heaman, 1989; Webber y Painter, 1996). Juárez *et al.*, (2006) encontraron en su estudio de progenies-procedencias que las plántulas de la Presa Jaramillo tuvieron 47% de mortalidad a los nueve meses de la siembra, hecho que se ha adjudicado principalmente a efectos de endogamia (Sorensen y Cress, 1994). Esta situación enfatiza la necesidad de hacer estudios adicionales para determinar los posibles factores que inciden sobre las diferencias en

el grado de desarrollo del embrión encontradas entre los lotes de semilla de *Pseudotsuga menziesii* en las poblaciones del centro de México.

Efecto de tratamientos pregerminativos

Utilizando la imbibición en H₂O₂ al 1% durante 24 h, sin o con estratificación posterior de una a dos semanas, la semilla del Puerto El Palomo germinó entre 50 y 56 % (Cuadro 3). Sin embargo, el uso de estos tratamientos no tuvo efecto en el lote masal procedente de Presa Jaramillo con 0% de germinación, resultado esperado debido a la baja viabilidad de la semilla determinada anteriormente, lo que se debió al desarrollo incompleto del embrión. Esto implica que los tratamientos pregerminativos no estimularon al embrión para completar su desarrollo, como generalmente ocurre en otros casos de embriones inmaduros (Sorensen, 1997). Por otra parte, el lote 7 de Jamé no respondió al tratamiento de imbibición en H₂O₂ seguido de estratificación por 10 días, pero sí germinó por arriba del 70 % cuando la estratificación se prolongó hasta 31 días, a pesar de no embeberse previamente las semillas en H₂O₂; el lote tres de La Caldera también respondió de manera similar a la prolongación del periodo de estratificación.

Cuadro 3. Efecto de la imbibición en H₂O₂ y estratificación sobre la capacidad germinativa en diferentes lotes de semilla de *Pseudotsuga menziesii*.

Lote de semilla	Tratamiento pregerminativo	Germinación (%)
Puerto El Palomo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas)	50.0 b
Puerto El Palomo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas) y estratificación (una semana)	50.0 b
Puerto El Palomo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas) y estratificación (dos semanas)	56.3 b
Presa Jaramillo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas)	0.0 c
Presa Jaramillo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas) y estratificación (una semana)	0.0 c
Presa Jaramillo	H ₂ O ₂ al 1% (24 horas) y estratificación (dos semanas)	0.0 c
Jamé (lote 7)	H ₂ O ₂ al 1% (17 horas) y estratificación (10 días)	0.0 c
Jamé (lote 7)	Estratificación (31 días)	73.3 a
La Caldera (lote 3)	Estratificación (31 días)	86.0 a

Letras diferentes indican diferencias con P < 0.05.

Estudios de germinación con semilla de *Pseudotsuga menziesii* de EE.UU. y Canadá recomiendan estratificación de 2 a 5 °C por periodos de tres a seis semanas para eliminar la latencia (Ching y Ching, 1962; Young y Young, 1992; El-Kassaby *et al.*, 1993; Jarvis *et al.*,

1997 y Kolotelo *et al.*, 2001). La imbibición de semilla en H₂O₂ a 1% por 12-24 horas se ha utilizado para incrementar la germinación, y en concentraciones mayores y periodos más cortos para reducir la presencia de hongos (Kolotelo *et al.*, 2001).

La curva de germinación de los dos lotes de semilla estratificados durante 31 días es similar, aunque el lote de Jamé fue ligeramente más rápido y uniforme que el de La Caldera (Figura 2). Las primeras semillas germinaron a los seis días, y las últimas a los 16 días. La capacidad germinativa fue 75 y 86%, respectivamente, para estos lotes (Cuadro 4). La máxima tasa de germinación diaria fue 7.5 y 6.3%, (vigor germinativo) y se presentó a los ocho y 13 días, respectivamente. Igualmente Juárez *et al.*, (2006) indican una velocidad de germinación menor en las poblaciones del centro de México comparado a las del norte. El-Kassaby *et al.*, (1993) registraron una amplia variación en la capacidad germinativa en semilla de 19 familias de *Pseudotsuga menziesii* de Canadá (26 a 97 %), previo remojo de 24 h en agua y estratificación a 2 °C por 21 días. En cambio, Sorensen (1980) obtuvo un 98% de germinación en semilla de poblaciones de Oregon, previo remojo en agua durante 24 horas y estratificación a 3-4 °C durante 32 días. Juárez *et al.*, (2006) reporta de entre 85% y 7.7% la germinación de lotes masales de 11 procedencias de México usando remojo en agua por 20 h y estratificación en frío por siete semanas.

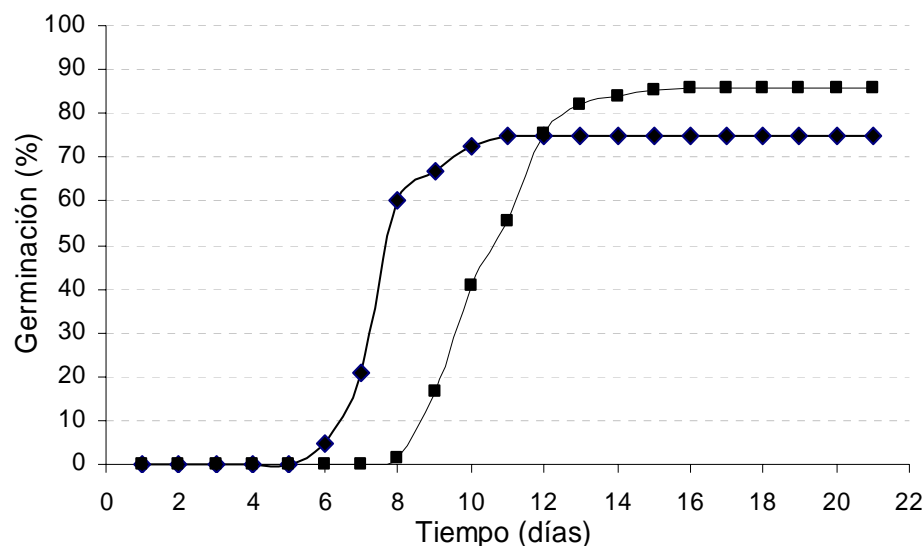


Figura 2. Curva de la germinación acumulada en dos lotes de semilla de *Pseudotsuga menziesii* de México (Lote la caldera ■ y lote Jame ◆).

Cuadro 4. Capacidad y vigor germinativo en dos lotes de semilla de *Pseudotsuga menziesii* de México.

Lote	Capacidad de germinación (%)	Vigor germinativo (días)	Tasa máxima de germinación diaria (%)
Jamé 7	75.0 a	8 a	7.5 a
La Caldera 3	86.0 a	13 b	6.7 a

Letras diferentes indican diferencias con $P < 0.05$.

El-Kassaby *et al.*, (1993) mencionan que dentro de una especie es común encontrar diferencias entre árboles en el periodo de estratificación óptimo para eliminar la latencia de la semilla. Sin embargo, aun cuando se ha determinado que la estratificación promueve la capacidad germinativa de la semilla de *Pseudotsuga menziesii*, los procesos fisiológicos y eventos moleculares que ocurren en este proceso son poco entendidos (Forward *et al.*, 2001).

La capacidad de germinación del lote de semilla de La Caldera fue mayor en 11% que el lote de semilla de Jamé; no obstante, la velocidad de germinación fue mayor en éste último. Los resultados de esta última prueba de germinación superaron los obtenidos en los ensayos previos. En futuras pruebas de germinación con semilla de *Pseudotsuga* se recomienda aplicar tratamientos pregerminativos en lotes con suficiente semilla; embeber la semilla en H_2O_2 a 1 % antes de estratificar, y evaluar periodos de estratificación mayores a los utilizados en este trabajo. Los valores germinativos son menores a los reportados en Canadá y EE.UU., se considera que esto se debe al hecho de que las poblaciones mexicanas están asociadas a menores tamaños y densidades, esto se atribuye a la repoblación natural de esta conífera en el país, particularmente en la zona centro.

CONCLUSIONES

El contenido de humedad de la semilla de *Pseudotsuga menziesii*, con base en el peso seco, presentó valores dentro de lo establecido en la literatura para el almacenamiento de la semilla. El tiempo apropiado de imbibición de la semilla es entre 17 y 24 horas. Se encontró una amplia variación en la viabilidad de la semilla, pero en ningún caso fue superior a 87%. En la población de Presa Jaramillo la viabilidad de la semilla fue de 2%, detectándose problemas de desarrollo de embriones de la semilla debido probablemente al manejo postcosecha y/o a efectos de endogamia. La capacidad de germinación y la germinación media diaria de la

semilla de las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* probadas se incrementaron con la estratificación de la semilla por un periodo de 31 días en temperatura de 0-2 °C; sin embargo se requiere mayor investigación al respecto.

RECONOCIMIENTOS

Al financiamiento del proyecto CONACYT clave 33617-B, “Diversidad Genética y Conservación de *Pseudotsuga* en México”.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, R., R., J. J. Vargas H., J. López U. y J. Velázquez M. 2006. **Efecto de la procedencia geográfica y de la fertilización en la fenología del brote terminal en plántulas de *Pseudotsuga* sp.** *Agrociencia* 40:125-137.
- Bewley, J. D. y M. Black. 1994. **Seeds Physiology of Development and Germination.** 2nd ed. Plenum Press, New York. 445 p.
- Bonner, F. T., J. A. Vozzo, W. W. Elam y S.B. Land, Jr. 1994. **Tree Seed Technology Training Course. Instructor’s Manual.** USDA, Forest Service. New Orleans, Louisiana. 160 p.
- Ching, T. M. y K. K. Ching. 1962. **Physical and physiological changes in maturing Douglas-fir cones and seed.** *Forest Science* 8(1):21-31.
- Debreczy, Z. y I. Rácz. 1995. **New species and varieties of conifers from Mexico.** *Phytologia* 78:217-243.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. **Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción y que establece especificaciones para su protección.** Mayo de 1994. 54 p.
- Edwards, D. G. W. y Y. A. El-Kassaby. 1995. **Douglas-fir genotypic response to seed stratification.** *Seed Science & Technology* 23: 771-778.
- El-Kassaby, Y. A., K. Chaisurisri, D. G. W. Edwards y D.W. Taylor. 1993. **Genetic control of germination parameters of Douglas-fir, Sitka spruce, western redcedar and yellow-cedar and its impact on container nursery production.** In: *Dormancy and barriers to germination.* D.G.W. Edwards (Ed.). Proc. of an International Symposium of

- IUFRO Project Group P2.04-00 (Seed problems). Victoria, B.C. Canada. April 23-26, 1991. Pacific Forestry Center, Forestry Canada. pp: 37-42.
- Forward, B. S., T. J. Tranbarger y S. Misra. 2001. **Characterization of proteinase activity in stratified Douglas-fir seeds.** Tree Physiology 21:625-629.
- Hermann, R. K. 1985. **The Genus *Pseudotsuga*: Ancestral history and past distribution.** Special Publication 2b. Forest Research Laboratory, School of Forestry, Oregon State University. Corvallis, Or. 32 p.
- Hermann, R. K. y D. P. Lavender. 1990. ***Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.** In: R. Burns and B.H. Honkala, eds. Silvics of North America. Vol. 1 Conifers. USDA, Forest Service. Washington, D.C. pp: 527-540.
- International Seed Testing Association. 1999. **International Rules for Seed Testing.** Seed Science & Technology 27, Supplement. Zurich, Switzerland. 333 p.
- Jarvis, S. B., M. A. Taylor, J. Bianco, F. Corbineau y H. V. Davies. 1997. **Dormancy-breakage in seeds of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) support for the hypothesis that LEA gene expression is essential for this process.** Journal of Plant Physiology 151: 457-464.
- Juárez A., A., J. López U., J. J. Vargas H. y C. Sáenz R. 2006. **Variación geográfica en la inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* de México.** Agrociencia 40:783-792.
- Kolotelo, D., E. V. Steenis, M. Peterson, R. Bennett, D. Trotter y J. Dennis. 2001. **Seed Handling Guidebook.** Ministry of Forests. British Columbia. Canada. 106 p.
- Mápula, L., M., R. Bonilla B. y D.A. Rodríguez T. 1996. **Germinación y crecimiento inicial de *Pseudotsuga macrolepis* Flous, en Chapingo, México.** Revista Chapingo, Ciencias Forestales 2(1):111-117.
- Mápula, L., M., J. López U., J. J. Vargas H. y A. Hernández L. 2007. **Reproductive indicators in natural populations of Douglas-fir in Mexico.** Biodiversity & Conservation 16(3):727-742.
- Martínez, C., G., J. López U., J. J. Vargas H, J. Jasso M. y V. Guerra de la C. 2007. **Indicadores de maduración en conos de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.** Revista Fitotecnia Mexicana. 30 (2):191-200.

- Mosseler, A., J. E. Major, J. D. Simpson, B. Daigle, K. Lange, Y.S. Park, K.H. Johnsen y O. P. Rajora. 2000. **Indicators of population viability in red spruce, *Picea rubens*. I. Reproductive traits and fecundity.** Canadian Journal of Botany 78:928-940.
- Owens, J. N., A. M. Colangeli y S. J. Morris. 1991. **Factors affecting seed set in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*).** Canadian Journal of Botany 69:229-238.
- Owston, P. W. y W. I. Stein. 1974. ***Pseudotsuga* Carr. Douglas-fir.** In: C.S. Schopmeyer, ed. Seeds of Woody Plants in the United States. Agriculture Handbook 450. USDA, Forest Service. Washington, D.C. pp: 674-683.
- Reyes, H., V. J., J. J. Vargas, H., J. López, U. y H. Vaquera, H. 2006. **Similitud fenotípica de poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* Carr.** Agrociencia 40:545-556.
- SAS Institute. 1988. **SAS User's Guide: Statistics.** Release 6.03 Ed. SAS Institute, Inc. Cary, N.C. USA. 1028 p.
- Sorensen, F. C. 1980. **Effect of date of cone collection and stratification period on germination and growth of Douglas-fir seeds and seedlings.** Pacific Northwest Forest & Range Experimental Station. USDA, Forest Service. 12 p.
- Sorensen, F. C. 1997. **Effects of sib mating and wind pollination on nursery seedling size, growth components, and phenology of Douglas-fir seed orchard progenies.** Canadian Journal of Forest Research 27: 557-566.
- Sorensen, F. C. 1999. **Effect of dry storage on germination rate of seed of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*).** Seed Science and Technology 27:91-99.
- Sorensen, F. C. y D. W. Cress. 1994. **Effect of sib mating on cone and seed traits in Coastal Douglas-fir.** Silvae Genetica 43: 338-345.
- Velasco, G., M.V., J. López U., G. Ángeles P., J.J. Vargas H. y V. Guerra de la C. 2007. **Dispersión de semillas de *Pseudotsuga menziesii* en poblaciones del centro del México.** Agrociencia 41:121-131.
- Webber, J. E. y R. A. Painter. 1996. **Douglas-fir Pollen Management Manual.** 2nd ed. Research Branch, Ministry of Forestry. Victoria, B.C. 91 p.
- Woods, J. H. y J. C. Heaman. 1989. **Effect of different inbreeding levels on filled seed production in Douglas-fir.** Canadian Journal of Forest Research 19:54-59.

- Yáñez, E. L. 1991. **Análisis de la producción de semilla de *Pseudotsuga macrolepis* Flous en una población natural de la Sierra de Pachuca, Hidalgo.** Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 116 p.
- Young, J. M. y Ch. G. Young. 1992. **Seeds of Woody Plants in North America.** Dioscorides Press. Portland, Oregon. 407 p.

Manuel Mápula Larreta

Ingeniero Forestal por la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, México. Maestro en Ciencias por Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México.

Javier López Upton

Ph. D. University of Florida, EUA. Maestro en Ciencias por Colegio de Postgraduados, México. Ing. Agr. Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo, México. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, CONACyT – México.**

J. Jesús Vargas Hernández

Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad Estatal de Oregon. Maestro en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. **Miembro del Sistemas Nacional de Investigadores, CONACyT – México.**

Adrián Hernández Livera

Ingeniero Fitotecnista por la Universidad Autónoma Chapingo. Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Estado de México. Correo electrónico: helasamy@colpos.colpos.mx

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA EN (*Anthurium andraeanum* Lind.) VARIEDAD 'LAMBADA'

Nydia del Rivero Bautista, Daniel Agramonte Peñalver, Raúl Barbón Rodríguez, Wilder Camacho Chiu, Raúl Collado López, Felipe Jiménez Terry, Marta Pérez Peralta y Odalys Gutiérrez Martínez

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 135-149



e-revist@s



EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA EN (*Anthurium andraeanum* Lind.) VARIEDAD ‘LAMBADA’

SOMATIC EMBRYOGENESIS IN (*Anthurium andraeanum* Lind.) VARIETY ‘LAMBADA’

Nydia del Rivero-Bautista¹, Daniel Agramonte-Peñalver², Raúl Barbón-Rodríguez², Wilder Camacho-Chiu³, Raúl Collado-López², Felipe Jiménez-Terry², Marta Pérez-Peralta² y Odalys Gutiérrez-Martínez²

¹Colegio de Postgraduados Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. Fax: (973) 3722297
*Autor para correspondencia E-mail: delriverobautista@yahoo.com.mx; ²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830. Fax: 53(42)281329. E-mail: agramonte@ibp.co.cu ³Dirección General Tecnológica Agropecuaria. Carretera Cumuapa, Cunduacán, Tabasco, México. E-mail: wildercamachochiu@hotmail.com

RESUMEN

Varias concentraciones y tipos de reguladores de crecimiento fueron probados para inducir la embriogénesis somática indirecta en *Anthurium andraeanum* Lind. (Monocotiledónea). Para la formación de callos, se utilizaron como explantes segmentos foliares de plantas micropropagadas sobre un medio de cultivo MS modificado suplementado con 6,79 μM de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y 2,32 μM kin (kinetina). La diferenciación de los embriones somáticos se logró en el medio de cultivo MS modificado que contenía 4,44 μM de 6-bencilaminopurina (6-BAP), en condiciones de oscuridad. La germinación de los embriones somáticos se obtuvo en el mismo medio de cultivo probado, suplementado con 1,78 μM de 6-BAP cuando se colocaron en una cámara de crecimiento con luz solar.

Palabras clave: Embriones somáticos, medios de cultivo, reguladores de crecimiento.

SUMMARY

Several concentrations and types of growth regulators were tested to induce the indirect somatic embryogenesis in *Anthurium andraeanum* Lind (Monocot). For the callus formation, they were used as explants foliar segments of micropropagated plants on a culture medium MS modified supplemented with 6,79 μM of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 2,32 μM kin (kinetin). The differentiation of the somatic embryos was achieved in the culture medium MS modified containing 4,44 μM of 6-benzylaminopurine (6-BAP) under conditions of darkness. The germination of the somatic embryos was obtained in the same culture medium tested supplemented with 1,78 μM 6-BAP when placed in the sunlight growth room.

Key words: Culture medium, growth regulators, somatic embryos.

INTRODUCCIÓN

El *Anthurium* es el género más grande de las *Araceae* con 1000 especies (Croat, 1990). Especies e híbridos dentro de este género son altamente apreciados como ornamentales por sus hermosas flores y exótico follaje (Kuenhle *et al.*, 1992). El *Anthurium* ha sido propagado tradicionalmente por vástagos y mediante el cultivo *in Vitro* de yemas axilares y callos, seguido por la formación de yemas adventicias; sin embargo este método resulta en la formación de plantas fuera de tipo (Geier, 1990; Martin *et al.*, 2003; Puchooa, 2005). Métodos eficientes para la regeneración de plantas de células cultivadas de muchas especies importantes de cultivo fueron desarrollados durante la etapa de los años 1980 del siglo XX. Esto fue posible por la inducción de cultivos embriogénicos los cuales formaron embriones somáticos que germinaron para dar lugar a plantas normales. Esta tecnología, combinada con la habilidad de células vegetales genéticamente transformadas forman hoy las bases de la biotecnología vegetal a nivel comercial (Vasil, 2003).

La embriogénesis somática es una herramienta útil para la propagación masiva y programas de transformación genética para el *Anthurium* (Geier, 1982; Kuenhle *et al.*, 1992; Hamidah *et al.*, 1997). La formación de los embriones somáticos es muy sensible a las condiciones de cultivo tales como la composición del medio de cultivo, el ambiente físico de cultivo, el genotipo y la fuente del explante (Fuentes *et al.*, 2000). Zaidi *et al.*, (2000) mencionan que el medio de cultivo más utilizado para la embriogénesis somática en monocotiledóneas es el MS (Murashige y Skoog, 1962) y en menor proporción el medio de cultivo NN (Nitsch y Nitsch, 1969). Sin embargo, en el género *Anthurium* se han empleado los dos medios de cultivo mencionados con respuestas diferentes por Pierik (1976); Geier (1986); Kuehnle *et al.*, (1992); Atta-Alla *et al.*, (1998) y Puchooa (2005).

El objetivo de esta investigación fue lograr la inducción de la embriogénesis somática indirecta en *Anthurium andraeanum* Lind., variedad 'Lambada'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Propagación Masiva del Instituto de Biotecnología de las Plantas perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, ubicado en Santa Clara, Cuba.

Para iniciar los trabajos de embriogénesis somática se emplearon plántulas propagadas a través de organogénesis indirecta según la metodología propuesta por Pierik (1976). Como explantes iniciales se utilizaron hojas de plantas obtenidas *in vitro* de anturio variedad ‘Lambada’, a las cuales se les eliminaron los bordes y se seccionaron con un tamaño aproximado de un centímetro cuadrado y estos se colocaron con la parte adaxial hacia el medio de cultivo.

El pH de los medios de cultivo fue ajustado a 5.8 antes de su esterilización y gelificados con 2.5 g.l⁻¹ de Gelrite (Sigma, MO, EE.UU).

Inducción y formación de callos

Para la inducción y formación de los callos se empleó el medio de cultivo propuesto por Murashige y Skoog (1962) (MS) modificado con una reducción de los nitratos, componentes de los macronutrientes a 50%, micronutrientes completos, vitaminas MS, mio-inositol 100 mg.l⁻¹, tiamina 0.4 mg.l⁻¹, sacarosa 30 g.l⁻¹. Suplementado con cuatro concentraciones de 2,4-D (2.26; 4.52; 6.79 y 9.05 μM) combinadas con 2.32 μM de kinetina (kin).

Se utilizaron diez frascos de cultivo con cinco explantes para cada tratamiento. Las condiciones de cultivo fueron de oscuridad y una temperatura de 27±2°C. Se realizaron observaciones cada ocho días para describir los cambios y características morfológicas de los callos. A los 30 días de cultivo se evaluó el porcentaje de explantes que formaron callo.

Diferenciación de los embriones somáticos

La diferenciación de los embriones somáticos se desarrolló en el medio de cultivo mencionado arriba y suplementado con tres concentraciones de 6-BAP (2.22; 4.44 y 8.88 μM) y un control sin reguladores de crecimiento.

Se emplearon diez frascos de cultivo con cinco callos como explantes para cada tratamiento. Las condiciones de cultivo fueron de oscuridad y una temperatura de $27\pm 2^\circ\text{C}$. A los 60 días de cultivo se observó la presencia de embriogénesis somática de alta frecuencia (ESAF) y embriogénesis somática de baja frecuencia (ESBF). Las variables evaluadas fueron el número de callos con embriones somáticos, el número de embriones somáticos por callo y el número de embriones somáticos que alcanzaron la etapa coleoptilar.

Germinación de los embriones somáticos

La germinación de los embriones somáticos ocurrió en un medio de cultivo MS modificado donde se estudiaron tres concentraciones de 6-BAP (0.89, 1.78 y 2,66 μM), con una temperatura de $25\pm 2^\circ\text{C}$ y una densidad luminosa de flujo de fotones fotosintéticos (FFF) de 100-125 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Se emplearon seis embriones somáticos en etapa coleoptilar por frasco de cultivo y se utilizaron 24 frascos como repeticiones.

Se efectuaron observaciones diarias para observar el inicio de la germinación y a los 30 días de cultivo se evaluó el número de embriones somáticos con germinación completa, número de embriones somáticos con germinación parcial y número de embriones somáticos con embriogénesis somática secundaria.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los experimentos fueron desarrollados con un diseño completamente al azar. A los datos obtenidos se les realizaron la comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Los datos experimentales fueron analizados con un análisis de varianza simple. La comparación de medias en los tratamientos se efectuó mediante la

prueba de rangos múltiples según Tukey y Dunnett's con una significación de 0.05, mediante el programa estadístico SPSS versión 13.0 para 'Windows'.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inducción y formación de callos

La formación de callos en los explantes comenzó en las zonas de corte de los segmentos foliares en todos los tratamientos evaluados. Los callos formados cubrieron la totalidad del segmento foliar a los 45 días de cultivo, donde se observó la presencia de un callo compacto, de color amarillo translúcido con características nodulares (Figura 1).

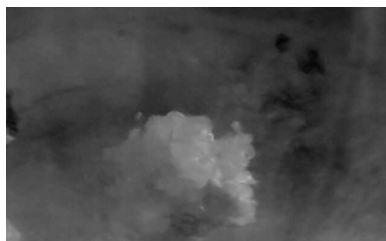


Figura 1. Callos formados a partir de segmentos foliares en *Anthurium andraeanum* Lind. variedad 'Lambada' en el medio de cultivo MS modificado a los 45 días de cultivo.

El mejor tratamiento empleado para la inducción y formación de callos fue donde se utilizó una concentración de 6.79 μM de 2,4-D combinado con 2.32 μM de kinetina, en este se obtuvo el mayor porcentaje de explantes con formación de callos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la concentración de 2,4-D en la inducción y formación de callos a partir de segmentos foliares de *Anthurium andraeanum* variedad 'Lambada' a los 45 días de cultivo.

	Concentración de regulador de crecimiento (2,4-D) (μM)	Número de explantes con formación de callos	Porcentaje de explantes con formación de callos (%)
	2.26	14.66 cd \pm 0,59	29.33
	4.52	20.66 b \pm 0,56	41.00
Medio de cultivo MS modificado	6.79	24.33 a \pm 0,53	48.67
	9.05	17.36 c \pm 0,77	34.73
	\pm EE		

Medias con letras distintas en una misma fila difieren para $p < 0.05$ según prueba de Dunnett's. EE=error estándar.

En cuanto al efecto del 2,4-D en la formación de callos; resultados similares fueron encontrados por Kuehnle *et al.*, (1992) y Matsumoto y Kuehnle (1996) en híbridos de *A. andraeanum*, los cuales alcanzaron la inducción y formación de callos en los explantes con un rango que varió desde 4.52 a 18.1 μM de 2,4-D y 1.39 a 4.56 μM de kinetina en un medio de cultivo MS modificado. Por el contrario, en esta misma especie Kuehnle y Suggii (1991) y Puchooa (2005), indujeron una mayor formación de callos con una combinación de 0.45 μM 2,4-D y 4.44 μM de BA. Otros autores como Hamidah *et al.*, (1997) y Geier (1986) en *A. scherzerianum* lograron la formación de callos (61.4%) con 6.75 μM 2,4-D combinado con 2.3 μM kinetina en un híbrido y con 0.36 μM 2,4-D suplementado con 4.4 μM BA, en un medio de cultivo Nitsch y Nitsch (1969) modificado en 18 genotipos, respectivamente. En otra monocotiledónea, como *Hevea brasiliensis* (Muell.) Arg., la inducción y formación óptima de callo se alcanzó en un medio de cultivo MS modificado suplementado con 9.05 μM de 2,4-D y 2.32 μM de kinetina (Kumari *et al.*, 1999).

Nakano *et al.*, (2004) en especies del género *Tricyrtis* una planta ornamental, obtuvieron la mayor formación de callo con estructuras embriogénicas con 4.5 μM de 2,4-D y 0.045 μM de TDZ. En otras especies como trigo (*Triticum sp.*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), Zale *et al.*, (2004) y Gandonou *et al.*, (2005) indicaron que la habilidad en la inducción de callos está fuertemente influenciada por el genotipo.

Diferenciación de los embriones somáticos

En los callos empleados como explantes y colocados en el medio de cultivo para la formación y diferenciación de los embriones somáticos, a partir de los 40 días de cultivo se observó la presencia de pequeñas estructuras de coloración amarillo transparente en los callos a los 60 días de cultivo, además en un gran número de callos se observó la presencia de ESAF y ESBF. La embriogénesis somática de alta frecuencia se caracterizó por la presencia de grupos de proembriones y también de embriones somáticos en etapa globular agrupados de color amarillo transparente; sin embargo, en la embriogénesis somática de baja frecuencia se observaron embriones somáticos aislados en diferentes etapas de desarrollo.

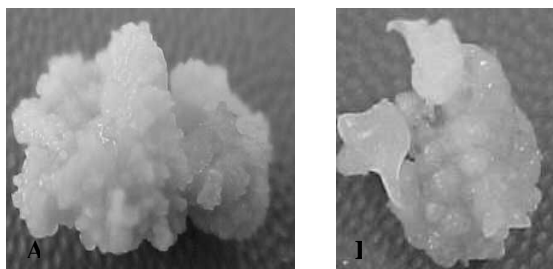


Figura 2. (A)- Callo con embriogénesis de alta frecuencia (ESAF) obtenido a partir de explantes foliares de *Anthurium andraeanum* con 4,44 μ M de 6-BAP a los 40 días de cultivo, (B)- Callo con embriogénesis de baja frecuencia (ESBF).

En cuanto al número de callos con embriones somáticos el mayor porcentaje (68,0%) se presentó en el tratamiento que contenía 4.44 μ M de 6-BAP con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. La presencia de los embriones somáticos en los callos cultivados con esta citoquinina demostró el efecto de la misma en la formación de embriones somáticos en anturio variedad ‘Lambada’ (Cuadro 2).

En lo que respecta al número de embriones somáticos por callo los valores más altos se obtuvieron en un medio de cultivo con 8.88 μ M de 6-BAP, con diferencias con respecto al resto de los tratamientos (Cuadro 2). A medida que se aumentó la concentración de 6-BAP se incrementó la formación de embriones somáticos por callo. Sin embargo, el mayor porcentaje (84.2%) de embriones somáticos que alcanzaron la etapa coleoptilar se logró con 4,44 μ M de 6-BAP.

Cuadro 2. Efecto de diferentes concentraciones de 6-BAP en el desarrollo de los embriones somáticos en medio de cultivo MS modificado en anturio (*A. andraeanum* Lind.) a los 80 días de cultivo.

Concentraciones de 6-BAP (μ M)	Número de callos con embriones somáticos	Porcentaje de callos con embriones somáticos (%)	*Número de embriones somáticos por callo	Número de embriones somáticos en etapa coleoptilar	Porcentaje de embriones somáticos en etapa coleoptilar (%)
0	11.0 d	22.0	11.0 b \pm 1,1	7.0 d	63.6
2.22	31.0 b	62.0	12.7 b \pm 2,3	9.0 b	70.9
4.44	34.0 a	68.0	19.0 b \pm 0,2	16.0 a	84.2
8.88	13.0 c	26.0	29.4 a \pm 3,1	19.0 c	64.6
\pm EE	0.51			0.48	

Medias con letras diferentes en una misma columna difieren según la prueba por Tukey para $p < 0.05$.

*Medias con letras diferentes en la misma fila difieren según la prueba por Dunnett's para $p < 0.05$.

EE= Error estándar.

Con respecto a los resultados alcanzados estos difieren con los encontrados por Kuehnle *et al.*, (1992) quienes inducen la formación de embriones somáticos en *A. andraeanum* con 6.79 μM de 2,4-D combinado con 2.32 μM de kinetina y con Hamidah *et al.*, (1997) quienes indujeron la producción de embriones somáticos con 0.46 μM de kinetina en *A. scherzerianum*. Sin embargo, concuerdan con Shibli y Ajlouni (2000) en black iris (*Iris nigricans*) una especie ornamental que con una cantidad similar 4.5 μM de BA lograron el mayor número de embriones somáticos por callo. Otros autores, como Nakano *et al.*, (2004) en *Liliaceae* hallaron la formación de embriones somáticos en un medio de cultivo libre de reguladores de crecimiento. Choi *et al.*, (1998) mencionan que el desarrollo de embriones en tejido somático se logró en ausencia de reguladores de crecimiento así como también con la presencia de otros reguladores de crecimiento. Se ha demostrado que las citoquininas son necesarias para el desarrollo de los embriones somáticos (Fujimura y Komamine, 1980; Tan *et al.*, 2001). En caucho (*Hevea brasiliensis*) Kumari *et al.*, (1999) el máximo número de embriones somáticos se desarrolló en un medio de cultivo suplementado con 3.25 μM de kinetina y 1.07 μM de ANA.

Por otra parte, Vega y Prehn (2005) en *Quillay* y Lee y Lee (2003) en *Dicentra spectabilis* al suplementar el medio de cultivo con 6-BAP hallaron un incremento en la diferenciación de los embriones somáticos, demostrando el efecto de las citoquininas. En el cultivo de rosas en la variedad 'Carefree Beauty' y en *Musa* con la adición de 2.2 μM de 6-BAP al medio de cultivo se alcanzó la mayor frecuencia en la diferenciación de los embriones somáticos (Khalil *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2002). George (1993) señala que las citoquininas promueven el crecimiento de los embriones preformados cuando son adicionados al medio de cultivo de formación de embriones somáticos.

Germinación de los embriones somáticos

Cuando se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de 6-BAP en la germinación de embriones somáticos en *Anthurium andraeanum* Lind., se pudo observar que el mayor porcentaje de embriones somáticos con germinación completa y parcial se obtuvo en el tratamiento con 1,78 μM de 6-BAP con diferencias significativas con el resto de los

tratamientos (Cuadro 3). Los valores de esta variable disminuyeron con el incremento de las concentraciones de 6-BAP y con el control.

Cuadro 3. Efecto de diferentes concentraciones de 6-BAP en la germinación de embriones somáticos en *Anthurium andraeanum* Lind., a los 60 días de cultivo.

Tratamientos 6-BAP (μM)	Germinación completa de los embriones somáticos		Germinación parcial de los embriones somáticos		
	No. embriones somáticos/frasco		*Rangos medios	No. embriones somáticos/frasco	
	Media	Porcentaje (%)		Media	Porcentaje (%)
0	2.20 bc	36.6	43.81 b	0.37	6.16
0.89	2.67 b	44.5	47.77 b	0.45	7.50
1.78	3.87 a	64.5	66.52 a	0.87	14.50
2.66	1.79 c	29.8	35.89 b	0.20	3.33
$\pm\text{EE}$	0.22				

Medias con letras desiguales en una misma columna difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

*Rangos medios con letras desiguales en una misma columna difieren según la prueba de Kruskal-Wallis para $p < 0.05$.

EE= Error estándar

Los resultados alcanzados difieren con los obtenidos por Kuehnle *et al.*, (1992) quienes con una concentración de $0.89 \mu\text{M}$ de 6-BAP lograron la germinación de embriones somáticos de híbridos de *A. andraeanum*. Algunos autores han señalado que la adición de 6-BAP al medio de cultivo incrementa la germinación de los embriones somáticos (Kuehnle *et al.*, 1992; Laxmi *et al.*, 1999; Ashok *et al.*, 2002; Barbón *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2002). Sin embargo, Mohammed *et al.*, (2002) y Nakano *et al.*, (2004) en estatices (*Limonium bellidifolium*) y lirios (*Tricyrtis* spp.) encontraron que los embriones somáticos en etapa cotiledonal germinaron después de dos a tres días sobre medio basal MS carente de sacarosa y reguladores de crecimiento.

En todos los tratamientos se observaron embriones somáticos con embriogénesis somática secundaria, pero el mayor porcentaje (53.33%) de esta variable se alcanzó cuando se le adicionó al medio de cultivo $2.66 \mu\text{M}$ de 6-BAP con diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Cuadro 4).

Tabla 4. Influencia de diferentes concentraciones de 6-BAP en el número de embriones somáticos que desarrollaron embriogénesis somática secundaria en *Anthurium andraeanum* variedad 'Lambada' a los 60 días de cultivo.

Tratamientos 6-BAP (μM)	Embriones somáticos con embriogénesis secundaria		
	No. de ES por frasco		
	Rangos medios	Media	Porcentaje (%)
0	29.45 c	0.79	13.16
0.89	44.77 bc	1.41	23.50
1.78	47.56 b	1.79	29.83
2.66	72.20 a	3.20	53.33

Rangos medios con letras distintas en una misma columna difieren según prueba de Kruskal-Wallis para $p < 0.05$.

Ravishankar y McComb (2006) encontraron en sándalo (*Santalum album* L.) que la producción de embriones somáticos secundarios a partir de los embriones primarios ocurrió cuando los embriones somáticos se mantuvieron por períodos largos de tiempo sobre medios de cultivo de inducción con 6-BAP o TDZ. La formación de embriogénesis secundaria es una de las causas de la asincronía durante la embriogénesis somática, los embriones somáticos pueden formarse a partir del eje principal del embrión (Gavich *et al.*, 1992) y esto es debido a que existe una inducción de la división de las células embriogénicas que quedan latentes en las paredes del embrión (Nomura y Komamine, 1995).

De los resultados presentados en este estudio permiten concluir que la combinación de 6.79 μM de 2,4-D y 2.32 μM de kinetina en un medio de cultivo MS modificado fue donde se alcanzaron el mayor número de explantes con formación de callos. La diferenciación de los embriones somáticos se logró en el mismo medio de cultivo suplementado con 4.44 μM de 6-BAP. Por último la germinación de los embriones somáticos se obtuvo con una concentración de 1.78 μM de 6-BAP.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y al Colegio de Postgraduados Campus Tabasco por la beca y el apoyo otorgado para la realización de esta investigación y los estudios de Doctorado.

LITERATURA CITADA

- Ashok, K. H.G., Murthy, H. N. y Paek, K. Y. 2002. **Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Gymnema silvestre***. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 71:85–88.
- Atta-Alla, H., McAlister, B. G. y Van, S. J. 1998. ***In vitro* culture and establishment of *Anthurium parvispathum***. S. Afr. J. Bot 64(5):296-298.
- Barbón, R., Jiménez, E., De Feria, M., Quiala, E., Capote, A. y Chávez, M. 2002. **Influencia del genotipo y la densidad de inoculación sobre la diferenciación de embriones somáticos de *Coffea arabica* L. cv. Caturra rojo y *Coffea canephora* cv. Robusta**. Biotecnología Vegetal 3:145-148.
- Choi, Y. E., Yang, D. C., Park, J. C., Soh, W. Y. y Choi, K. T. 1998. **Regenerative ability of somatic single and multiple embryos from cotyledons of Korean ginseng on hormone-free medium**. Plant Cell Rep. 17:544-551.
- Croat, T. B. 1990. **A comparison of ardid classification systems**. *Aroideana* 13:44-63.
- Fuentes, R.L.S., Calheiros, B. P. M., Manetti-Filho J. y Vieira, G. E. L. 2000. **The effects of silver nitrate and different carbohydrate sources on somatic embryogenesis in *Coffea canephora***. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 60:5-13.
- Fujimura, T. y Komamine, A., 1980. **The serial observation of embryogenesis in a carrot cell suspension culture**. New Phytol. 86:213-218.
- Gandonou, Ch., Errabii, T., Abrini, J., Idaomar, M., Chibi, F., Senhaji, N.S. 2005. **Effect of genotype on callus induction and plant regeneration from leaf explants of sugarcane (*Saccharum sp.*)**. African Journal of Biotechnology 4(11):1250-1255.
- Gavich, H., Vardi, A., Fluhr, R. 1992. **Suppression of somatic embryogenesis in *Citrus* cell cultures by extracellular proteins**. Planta 186:511-517.
- Geier, T. 1982. **Morphogenesis and plant regeneration from spadix fragments of *Anthurium scherzerianum* cultivated *in vitro***. In A. Fujiwara (ed.) Proceeding of the Fifth International Congress Plant Tissue and Cell Culture, 137-138. Japanese Association for Plant Tissue Culture, Japan.
- Geier, T. 1986. **Factors affecting plant regeneration from leaf segments of *Anthurium scherzerianum* Schott (*Araceae*) cultured *in vitro***. Plant Cell Tissue and Organ Culture 6:115-125.

- Geier, T. 1990. ***Anthurium***. En: Ammirato, PV, Evans DA, Sharp WR y Bajaj YPS (eds.). Handbook of plant cell and tissue culture. Vol. 5. McGraw-Hill, New York. P. 228-252.
- George, E. E. 1993. **Plant micropropagation of tissue culture:sugars-nutritional and regulatory effects**. London:Exegetics, 322-336.
- Hamidah, M., Ghani-Abdul, K. A. G. y Debergh, P. 1997. **Somatic embryogenesis and planta regeneration in *Anthurium scherzerianum***. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 48:189-193.
- Khalil, S. M., Cheah, K. T., Perez, E. A., Gaskill, D. A. y Hu, J. S. 2002. **Regeneration of banana (*Musa* spp. AAB cv. Dwarf Brazilian) via secondary somatic embryogenesis**. Plant Cell Rep 20:1128–1134.
- Kuehnle, A. R. y Sugii, N. 1991. **Callos induction and plantlet regeneration in tissue cultures of Hawaiian *Anthuriums***. HortSci 26:919-921.
- Kuehnle, R. A., Chen, F. Ch. y Sugii, N. 1992. **Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Anthurium andraeanum* hybrids**. Plant Cell Reports 11:438-442
- Kumari, J. P., Asokan, P. M., Sobha, S., Sankari, A. L., Rekha, K., Kala, G. R., Jayasree, R. y Thulaseedharan, A. 1999. **Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature anthers of *Hevea brasiliensis* (Muell.)**. Arg. Curr. Sci. 76:1242–1245.
- Laxmi, D. V., Sharma, H. C., Kirti, P. B. y Mohan, M. L. 1999. **Somatic embryogenesis in mango(*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali**. Current Science 77(10):1355-1358.
- Lee, K. P., y Lee, D. W. 2003. **Somatic embryogenesis and plant regeneration from seeds of wild *Dicentra spectabilis* (L.) LEM**. Plant Cell Reports 22:105-109.
- Li, X., Krasnyanski, F. S. y Korban, S. S. 2002. **Somatic embryogenesis, secondary somatic embryogenesis, and shoot organogenesis in *Rosa*. J.** Plant Physiol. 159:313–319.
- Martin, K. P., Dominic, J., Madassery, J. y Phillip, V. J. 2003. **Direct shoot regeneration from lamina explants of two commercial cut flower cultivars of *Anthurium andraeanum* Hort. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 39:500-504.**
- Matsumoto, T. K. y Kuenhle, A. R. 1996. ***Anthurium* micropropagation**. En: Bajaj YPS (Ed). Biotechnology in agriculture and forestry: High technology and micropropagation. Springer Verlag, New York. 40:14-29.

- Mohammed, A. M. A., Rathinasabapathi, B. y Kelley, K. 2002. **Somatic embryogenesis in perennial statice *Limonium bellidifolium*, (*Plumbaginaceae*)**. Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 68:127–135.
- Murashige, T. y Skoog, F. 1962. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture**. Physiol Plantarum 15: 473-497.
- Nakano, M., Mizunashi, K., Tanaka, S., Godo, T. T., Nakata, M. y Saito, H. 2004. **Somatic embryogenesis and plant regeneration from callus culture of several species in the genus *Tricyrtis***. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 40:274–278.
- Nitsch, J. y Nitsch, C. 1969. **Haploid plants from pollen grains**. Science 163:85-87.
- Nomura, K. y Komamine, A. 1995. **Physiological and biochemical aspects of somatic embryogenesis**. En: Thorpe, T.A. (ed). *In vitro* embryogenesis in plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 248-265.
- Pierik, R. L. M. 1976. ***Anthurium andraeanum* plantlets produced from callus tissues cultivated *in vitro***. Physiol. Plant. 37:80-82.
- Puchooa, D. 2005. ***In vitro* mutation breeding of *Anthurium* by gamma radiation**. Int. J. Biol. 7(1):11-20.
- Ravishankar y McComb. 2006. **Factors influencing *in vivo* and *in vitro* micrografting of sandalwood (*Santalum album* L.): an endangered tree species**. In: Journal of Forest Research. núm. 3, año/vol. 11. págs. 147-151.
- Shibli, A. R. y Ajlouni, M. M. 2000. **Somatic embryogenesis in the endemic black iris**. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 61:15-21.
- Tan, N. D., van, Le Bui y Thanh, V. T. 2001. **Manipulation of the morphogenetic pathways of *Lilium longiflorum* transverse thin cell layer explants by auxin and cytokinin**. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 37:44-49.
- Vasil, K. I. 2003. **Somatic embryogenesis and its applications to plant biotechnology**. V Reunión de la Sociedad Española de Cultivo *in vitro* de Tejidos Vegetales. 29 Junio-2 Julio Pamplona, España.
- Vega, A. y Prehn, D. 2005. **Inducción e inicio de maduración *in vitro* de tejido embriogénico de *Quillaja saponaria***. Ciencia e Investigación Agraria 32(3):197-207.

Zaidi, N., Habib, N. K., Zafar, F. y Zafar, S. 2000. **Bulbous and cormous monocotyledonous ornamental plants *in vitro***. Quarterly Science Vision 6(1):58-73.

Zale, J. M., Borchardt-Wier, H., Kidwell, K. K. y Steber, C. M. 2004. **Callus induction and plant regeneration from mature embryos of a diverse set of wheat genotypes**. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 76:277-281.

Nydia del Rivero Bautista

Bióloga por el Colegio de Postgraduados Campus-Tabasco.

Daniel Agramonte Peñalver

Doctor en Ciencias en Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, Cuba. Maestro en Ciencias en Biotecnología Vegetal, Instituto de Biotecnología Vegetal. Santa Clara, Cuba. Licenciatura en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara Cuba. Profesor Investigador del Instituto de Biotecnología de las Plantas desde 1994. Director del Institución de Biotecnología de las Plantas desde 2002.

Raúl Barbón Rodríguez

Doctor y Profesor Investigador Titular por el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara Cuba.

Wilder Camacho Chiu

Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Maestro en Ciencias en Suelos Tropicales. Ingeniero Agrónomo, Colegio Superior de Agricultura Tropical, México. Correo electrónico: wildercamachochiu@hotmail.com

Raúl Collado López

Maestro por Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Felipe Jiménez Ferry

Profesor Investigador por el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara Cuba.

Marta Pérez Peralta

Biología Vegetal por el Instituto de Biología de las Plantas de la Universidad Central de Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara Cuba.

Odalys Gutiérrez Martínez

Profesor Investigador por el Instituto de Biología de las Plantas de la Universidad Central de Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara Cuba.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

LOCALIZACIÓN Y USOS DE VIDES SILVESTRES (*Vitis* spp.) EN EL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

Omar Franco Mora, Juan Guillermo Cruz Castillo, Adriana Aurora Cortés Sánchez y Ana del Carmen Rodríguez Landero

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 151-165



e-revist@s



LOCALIZACIÓN Y USOS DE VIDES SILVESTRES (*Vitis* spp.) EN EL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

LOCATION AND USES OF WILD GRAPEVINE (*Vitis* spp.) IN THE STATE OF PUEBLA, MEXICO

Omar **Franco-Mora**¹, Juan Guillermo **Cruz-Castillo**², Adriana Aurora **Cortés-Sánchez**³ y Ana del Carmen **Rodríguez-Landero**³

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, Facultad de Ciencias Agrícolas; Universidad Autónoma del Estado de México. *Campus* Universitario El Cerrillo, Toluca, México. C.P. 50200. Correo electrónico: ofm@uaemex.mx ²Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Km 6 Carr. Huatusco-Xalapa. Huatusco, Veracruz, México. ³Unidad Académica de Ingeniería Agrohídrica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México.

RESUMEN

En México la correcta ubicación de vides silvestres (*Vitis* spp.), así como los usos actuales que la población no están plenamente documentados. En los años recientes, en el estado de Puebla, se localizaron más de 180 sitios donde se ubicaban vides; los más importantes en su localización geográfica pertenecen a tres regiones del Estado, Teziutlán, Atlixco y Tehuacán, con 113, 46 y 24 sitios, respectivamente. Se encontraron desde 120 plantas (Hueytamalco) hasta 2540 (Chiautzingo) metros sobre el nivel del mar (msnm) desarrollando en ambientes húmedos o bien a los costados de escurrimientos, ríos o canales, en regiones de clima seco. En Chapulco, Nealtican e Izúcar de Matamoros, se consumen las bayas frescas; en Atempan, éstas se preparan en mermelada; y en Coxcatlán, la infusión de hojas se recomienda para malestares cardíacos. En Tlatlauquitepec, existe el conocimiento de que las vides silvestres pueden servir como portainjertos para cultivares comerciales. Las accesiones se encuentran depositadas en los bancos de germoplasma de *Vitis* de la Universidad Autónoma del Estado de México (Toluca, México), Universidad Autónoma Chapingo (Huatusco, Veracruz) y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Teziutlán, Puebla).

Palabras clave: Banco de germoplasma, colecta dirigida, georeferenciación, recursos fitogenéticos, vid silvestre.

SUMMARY

In Mexico, correct locations of wild grapevines (*Vitis* spp.) and their actual uses by native people are not well documented. In the recent years, in the State of Puebla, Mexico, more than 180 wild grapevine-growing-sites were located; those sites were grouped in 3 main regions; Teziutlan, Atlixco and Tehuacan, with 113, 46 and 24 sites, respectively. Wild grapevines were found at altitudes from 120 (Hueytamalco) to 2540 (Chiautzingo) meters over sea level (msnm) growing in humid climates or alongside runoffs, rivers or channel, in regions with arid environments. In Chapulco, Nealtican and Izucar de Matamoros, the berries are consumed fresh, in Atempan they are used to make jam, and in Coxcatlan, leaf tea is recommended for heart diseases. In Tlatlauquitepec, it is known that wild grapevine might be used as rootstock for commercial species. The accessions are deposited in *Vitis* germplasm gardens located at Universidad Autonoma del Estado de México (Toluca, Mexico), Universidad Autonoma Chapingo (Huatusco, Veracruz) and Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Teziutlan, Puebla).

Key words: Collection, georeferentiation, germplasm gardens, natural resources, wild grapevine.

INTRODUCCIÓN

La vid es un cultivo frutícola de importancia en todo el mundo, siendo *Vitis vinifera* L. la especie que domina la producción comercial. Además de esta especie, se sabe que en el género *Vitis*, existen alrededor de 60 especies más, distribuidas principalmente en el hemisferio norte. Las vides silvestres, en forma general presentan bayas y hojas más pequeñas que las variedades de cultivo, bastante vigor y una mayor resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, además de tener una alta predilección por ambientes húmedos (Ocete *et al.*, 1997).

A pesar de que diferentes especies de *Vitis* son importantes para el mejoramiento genético, a nivel mundial, se registra una alta tasa de erosión genética y pérdida de la diversidad en estas especies. Datos recientes indican que en Francia sólo se propagan 133 cultivares de uva para vino y 28 de ellas representan más del 90 % de las plantas injertadas (Boursiquot, 2000). No sólo el cultivo de *V. vinifera* ha desplazado a muchas vides silvestres, factores tales como accidentes y otras actividades humanas limitan, también, la cantidad de estas plantas (Boursiquot, 2000).

Es importante conservar los recursos genéticos ya que estos son la base de nuevos cruzamientos. A partir de 1934, *V. cinerea* Arnold fue introducida al programa de mejoramiento genético de patrones de vid, debido a su resistencia a filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) (Schmid *et al.*, 2003). Dicha plaga, es un insecto relacionado con los pulgones que daña a las raíces de la vid europea y su ataque es considerado uno de los más importantes a nivel mundial. Se indica que una vez detectada la presencia de filoxera en un viñedo, éste puede terminar su producción en un periodo de dos a tres años (Samson, 1991; Omer *et al.*, 1999). Debido a que los pesticidas no pueden penetrar uniformemente en el suelo para atacar a las poblaciones de filoxera, el uso de portainjertos resistentes es la única táctica que puede dar éxito en el control de esta plaga (Samson, 1991; Omer *et al.*, 1999). Se ha sugerido que las vides de origen americano son las más tolerantes a la filoxera en comparación con las de origen europeo y asiático (Samson, 1991).

Por otro lado, en Brasil, actualmente se evalúan cruizas de *V. vinifera* × *V. labrusca* L. y se ha documentado que se requieren al menos dos generaciones para que las características buscadas en los híbridos interespecíficos se manifiesten. La selección de portainjertos a partir de genotipos silvestres en ese país ha sido una de las bases de su industria vitivinícola (Camargo, 2000). Las vides silvestres no sólo poseen un potencial agronómico, también tienen valor medicinal. En Taiwán, se recomienda a *V. thunbergii* Scrb. et Zucc. para tratar casos de artritis, irritación de los ojos, hepatitis, además en la prevención de enfermedades cardiovasculares y como agente anti-inflamatorio y aséptico. Por tal razón, en ese país y en otros, se realizan trabajos para conservar el germoplasma y determinar las sustancias que pueden ser aprovechadas; es decir, clarificar su potencial médico (Lu, 2005; Tobar *et al.*, 2007).

En México se han hecho esfuerzos por ubicar y conservar sitios específicos en donde se pueda coleccionar vid silvestre. Trabajos iniciados por la extinta Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT), indicaron su presencia en diferentes estados de la República, siendo estos Chihuahua, Durango, Coahuila, San Luís Potosí, Nuevo León, Chiapas, Sonora, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Guerrero, Michoacán, Baja California, Hidalgo, Morelos, Jalisco, Yucatán, Campeche, Estado de México, Nayarit y Morelos. Ese trabajo reportó la presencia de las siguientes especies *V. arizonica* Engelm., *V. biformis* Rose, *V. cinerea* Engelm., *V. tiliifolia* H y B, *V. berlandieri* Planch., *V. bourgaeana* Planch., *V. caribaea* D. C., *V. indica* Shwartz, *V. popenoei* Fennel, *V. latifolia* Humb. & Bonpl., *V. rotundifolia* Michaux, *V. peninsularis* Jones y *V. blancoi* Munson (Anónimo, 1973). Sin embargo, Rzedowski y Calderón (2005), mencionaron que las especies de *Vitis* existentes en México deben estudiarse taxonómicamente más a fondo ya que los límites de la clasificación actual son difíciles de definir y pueden existir errores al momento de realizar la identificación. La dificultad para identificar a dichas especies silvestres y “asilvestradas” se debe, en parte, a la extraordinaria variabilidad morfológica de una misma especie. Además este problema se incrementa conforme se trabaja en un amplio rango geográfico, para lo cual es necesario recurrir a textos especializados, entre los que se cuentan los de Gallet, 1990 y 2000 (Laguna, 2004).

Reportes recientes, indican la alta presencia de vides silvestres en los estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán (Rzedowski y Calderón, 2005), Veracruz (Cruz *et al.*, 2006; Cruz, 2007), Puebla (Franco-Mora *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2007, Luna, 2007) y Estado de México (López, 2001; Franco *et al.*, datos sin publicar). En la sierra norte de Puebla, se ha reportado la presencia de *V. tiliifolia* (Martínez *et al.*, 2007), mientras que en el sur del Estado de México se indicó la presencia de *V. cinerea* (López, 2001). Por su parte, Rzedowski y Calderón (2005) ubicaron a *V. popenoei* en el extremo noreste de Querétaro y *V. tiliifolia* en los estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán.

Debido a la diversidad genética de *Vitis* en México, investigadores de distintos países han realizado colectas en varias zonas, buscando tipos silvestres que puedan servir como patrones o progenitores de patrones para vid comercial (Anónimo, 1973). Sin embargo, como ya se ha mencionado, a nivel nacional, existen pocos trabajos indicando la presencia de estas especies y más aún, la colecta de la CONAFRUT ubicada en Tamarindo, Veracruz ha desaparecido (Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo, comunicación personal). Por lo ya discutido, el presente proyecto tuvo por objetivo identificar sitios en donde crecen vides silvestres en el estado de Puebla, exceptuando la zona del totonacapan (trabajada por un grupo de investigadores afín), así como coleccionar individuos representativos para su propagación *ex situ* y la posterior formación de un banco de germoplasma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de material

El material vegetativo de *Vitis* se colectó en diferentes municipios del estado de Puebla; las colectas fueron dirigidas, por lo cual se dio énfasis a los municipios reportados por la literatura (Anónimo, 1973) y, posteriormente, a los informes de personas que habitan en lugares cercanos a donde se reportan vides silvestres. Una vez localizada la planta, con la ayuda de un GPS (GPS 12, Garmin, U. S. A.) se registraron las coordenadas geográficas, así como la altura sobre el nivel del mar (asnm) del lugar. Posteriormente, se procedió a coleccionar el material, seleccionando tejidos poco suculentos para que resistieran el transporte; las estacas, conteniendo de tres a cuatro yemas, se envolvieron en papel

periódico humedecido para finalmente depositarlas en bolsas de plástico. Se evitó coleccionar plantas completas para no contribuir a la pérdida de individuos.

Propagación ex situ

La propagación ex situ se realizó en un invernadero de Unidad Académica de Ingeniería Agrohídrica Campus Teziutlán, ubicado en San Juan Acateno, Puebla. A las estacas se les realizó un corte basal para aplicar enraizador (ácido indol-3-butírico) y posteriormente se colocaron en sustrato de tierra de monte, contenido en bolsas de plástico. El manejo incluyó la aplicación de riegos, aproximadamente cada tercer día, y aplicación de fungicida (Captan).

Mapa de localización y análisis de datos ecogeográficos

Con los datos obtenidos a través del GPS, se elaboró un mapa de la ubicación con el programa DIVA-GIS ®. Posteriormente, con el programa Autocad, los puntos de colecta fueron ubicados en mapas de isotermas e isoyetas (INEGI, 2006), principalmente, para obtener el porcentaje de vides que crecen en determinadas condiciones de temperatura anual media y precipitación anual, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ubicaron más de 180 vides en tres regiones del estado de Puebla, coleccionando a la mayoría de ellas. De acuerdo a la cercanía entre los sitios en donde se ubicaron geográficamente a las vides, el estado de Puebla se dividió, basándose en la cercanía de algún centro poblacional importante, en tres regiones, siendo estas Teziutlán, Tehuacán y Atlixco (Figura 1).

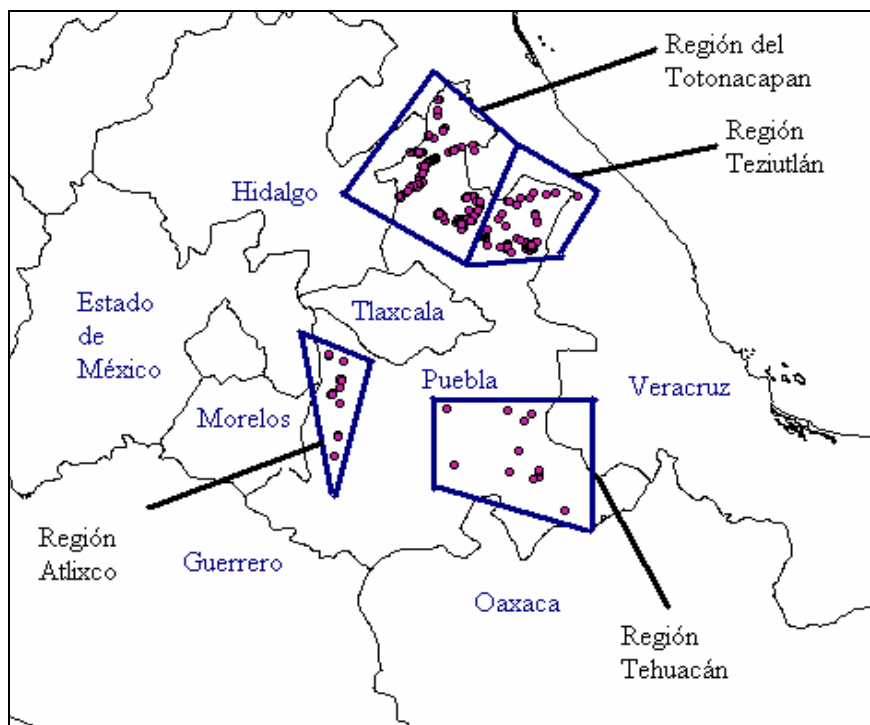


Figura 1. Distribución geográfica de plantas de *Vitis* spp. localizadas en el estado de Puebla en los años 2005 al 2007. (Realizado con datos propios y de Luna (2007) para la Region Totonacapan).

Región Teziutlán

De acuerdo a los climas observados, la región Teziutlán, en donde se ubicaron 113 vides; se dividió en dos sub-regiones, la templada y la cálida. Los municipios de Teziutlán, Yaonáhuac, Tlatlauquitepec, Atempan y la mayor parte de Zacapoaxtla (excepto los márgenes del río Apulco), presentan climas templado húmedos con lluvias en verano, templado húmedo con lluvias todo el año y templado subhúmedo con lluvias en verano; se indica la presencia de bosque mesófilo de montaña (INAFED, 2005). En estos municipios, se localizaron 60 vides silvestres entre los 1500 a 2055 msnm (Cuadro 1). En el municipio de Teziutlán, las vides se encuentran principalmente en barrancas, montañas y traspatios; mientras que en Zacapoaxtla, básicamente se localizaron en barrancas y límites de carretera. En el municipio de Atempan, la única planta localizada se encontró en un traspatio y se obtuvo la información que las bayas son empleadas para hacer mermelada. Por otro lado, en el municipio de Tlatlauquitepec, una persona manifestó su conocimiento de que estas plantas pueden ser empleadas como portainjertos de vides comerciales.

En la sub-región cálida de la región Teziutlán, se ubicaron a los municipios de Tenampulco, Ayotoxco, Hueytamalco, Cuetzalán y Zacapoaxtla (márgenes del río Apulco); en ellos se presentan climas semicálidos o cálidos, con lluvias todo el año o con abundante lluvia en verano; se tiene presencia de pastizales, selva alta perennifolia (INAFED, 2005), además de cafetales (*Coffea arabica* L.) y cítricos (*Citrus* spp.), principalmente. En esta sub-región se ubicaron 53 individuos. En la comunidad de San Antonio del Sol, municipio de Hueytamalco, se georeferenciaron vides silvestres a alturas de 120 a 125 msnm, lo cual resultó ser, para este trabajo, la menor altura registrada para el estado de Puebla. Los datos de Luna (2007) confirman este hecho, ya que reportó una altura mínima de 159 msnm en el municipio de Venustiano Carranza; en el Estado de México la altura mínima que reporta el trabajo preliminar de Franco *et al.*, (datos sin publicar) es de 1500 msnm para la Barranca Calderón en el municipio de Ixtapan de la Sal. En esta sub-región, las vides se encontraron, de manera general, en cercos de pastizales, bordos de carreteras, como “maleza” en huertos de cítricos, sobre frutales como el guayabo (*Psidium guajava* L.) y en diferentes tutores de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). En esta sub-región, se obtuvo información sobre el uso de los bejucos, por parte de la gente que camina por el bosque, para obtener el agua que naturalmente suelta cuando es cortado; a el lloro se le ha indicado propiedades diuréticas y aperitivas (Ocete *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Datos de georeferenciación para vid silvestre en la región Teziutlán, estado de Puebla, en los años 2005-2007.

Municipio	Individuos ^w	Límite de ubicación		
		Latitud (norte) ^x	Longitud (oeste) ^y	asnm ^z
Teziutlán	30	19°48'10.1" a 19°54'24.9"	97°19'32.7" a 97°25'16.8"	1512 a 2055
Atempan	1	19°49'05.2"	97°27'00.9"	2042
Tlatlauquitepec	8	19°50'18.2" a 19°51'48.7"	97°28'01.3" a 97°30'56.5"	1829 a 2164
Tenampulco	3	20°08'32.4" a 20°08'35.1"	97°23'54.0" a 97°23'54.6"	217 a 220
Zacapoaxtla	21	19°51'33.6" a 19°57'02.3"	97°35'13.7" a 97°37'26.9"	1393 a 1833
Cuetzalán	4	20°01'06.4" a 20°03'22.3"	97°30'14.0" a 97°31'11.4"	635 a 944
Yaonáhuac	5	19°51'48.2" a 19°52'03.4"	97°27'55.6" a 97°28'03.8"	1735 a 1868
Hueytamalco	29	19°51'45.8" a 20°10'39.8"	97°18'12.1" a 97°19'45.3"	120 a 1607
Ayotoxco	9	20°06'08.5" a 20°07'44.0"	97°25'02.4" a 97°27'49.9"	151 a 281
San José	3	20°10'04.7" a 20°10'18.5"	97°14'58.1" a 97°15'07.3"	125 a 171
Acateno				
TOTAL	113	19°48'10.1" a 20°10'18.5"	97°14'58.1" a 97°37'26.9"	120 a 2164

^w Número de individuos georeferenciados por municipio.

^{x,y} Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

^z Altura sobre el nivel del mar, en metros. Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

Región Tehuacan

La región de Tehuacán presenta una variedad de climas, los cuales son el templado subhúmedo con lluvias en verano en los municipios de Juan N. Méndez y Tochtepec; el semiseco con lluvias en verano en Chapulco; y el seco-cálido con lluvias en verano en San Antonio Cañada y Coxcatlán (INAFED, 2005). En los lugares en donde las vides crecen en climas semisecos o secos, se observaron escurrimientos fluviales, los cuales favorecen su desarrollo. La mayor parte de los individuos colectados se encontraron en traspatios o huertos familiares, con vegetación que incluye granado (*Punica granatum* L.), chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), etc. Por otro lado, se constató que en Chapulco, las uvas son llevadas al mercado del municipio de Tehuacán para comercializar; en esta zona, las vides son tutoradas para facilitar su producción, siendo el único lugar en donde se encontró un tipo de manejo agronómico. Además, en Coxcatlán, se indicó el uso de infusiones a base de hojas como remedio para malestares cardíacos. En los municipios comprendidos en la región Tehuacán se ubicaron 24 individuos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de georeferenciación para vid silvestre en la región Tehuacán, estado de Puebla, en los años 2005-2007.

Municipio	Individuos ^w	Límite de ubicación		asnm ^z
		Latitud (norte) ^x	Longitud (oeste) ^y	
Chapulco	7	18°37'01.1" a 18°37'06.1"	97°24'19.5" a 97°24'22.6"	2009 a 2012
San A. Cañada	13	18°27'57.4" a 18°30'04.8"	97°17'23.3" a 97°17'52.0"	1552 a 1766
Coxcatlán	1	18°15'52.3"	97°08'49.1"	1979
J. N. Méndez	2	18°32'22.0" a 18°32'38.5"	97°46'20.8" a 97°46'24.3"	1940 a 1943
Tochtepec	1	18°52'47.6"	97°27'55.6" a 97°28'03.8"	1735 a 1868
TOTAL	24	18°15'52.3" a 18°52'47.6"	97°08'49.1" a 97°46'24.3"	1552 a 2012

^w Número de individuos georeferenciados por municipio.

^{x,y} Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

^z Altura sobre el nivel del mar, en metros. Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

Región Atlixco

Para este trabajo, la región Atlixco se compone de siete municipios y en ellos se ubicaron 46 vides (Cuadro 3). Dicha región, presenta tres sub-regiones, las cuales se proponen de acuerdo a los tipos de climas presentes: templado, semicálido y cálido. La sub-región de

clima templado con lluvias en verano comprende a los municipios de Nealtican, Chiautzingo, Tianguismanalco y Huejotzingo. Esta región se ubica en las faldas del volcán Popocatepetl y en ella se encontró una vid creciendo a una altura de 2540 msnm, en el municipio de Chiautzingo. Para este trabajo, dicho dato representa la mayor altura sobre el nivel del mar en que se ha ubicado una especie de *Vitis* en el estado de Puebla. Los datos de Luna (2007) indican alturas de 1575 msnm en la localidad de Xochicuatzla, Puebla; mientras que en el Estado de México, para la localidad de Santa Mónica, Ocuilán se reportan alturas de 2400 msnm (Franco *et al.*, datos sin publicar). La planta de Chiautzingo se encontró en los linderos de un camino vecinal y como bordo de una milpa. En Nealtican, la mayoría de las vides se ubicaron en traspatios y huertos familiares y se reportó el consumo del fruto, sin embargo, a pesar de ser apreciadas, se observó que algunas vides han sido cortadas con el fin de ampliar viviendas. En San Juan Tianguismanalco, se encontró una alta presencia de vides en barrancas y veredas; generalmente como bordos de milpas, sin embargo, la ampliación de la agricultura a través de la tumba-roza-quema, es un factor que pone en riesgo a las poblaciones nativas de *Vitis* en este municipio.

En la sub-región de clima semicálido con lluvias en verano, se ubicó al municipio de Atlixco. En el paraje denominado “Punto Marconi”, se encontró una gran cantidad de vides silvestres, sin embargo, al igual que en Tianguismanalco, el cambio del uso de la tierra a la agricultura y la ganadería, además de la quema de los bosques es un peligro para la conservación de estas especies. En esta zona, las vides se encontraron sobre diversos árboles, entre ellos de chirimoyo. La tercera sub-región de la región Atlixco, presenta un clima cálido subhúmedo, siendo Tepeojuma e Izúcar de Matamoros los municipios incluidos en esta sub-región. En Tepeojuma, las vides se encontraron en bordos de cañaverales (*Saccharum officinarum* L.) y milpas de maíz (*Zea mays* L.), sobre árboles de amate (*Ficus glabrata* H.B.K.) y en la cercanía a ríos y/o canales de riego.

Cuadro 3. Datos de georeferenciación para vid silvestre en la región Atlixco, estado de Puebla, en los años 2005-2007.

Municipio	Individuos ^w	Límite de ubicación		asnm ^z
		Latitud (norte) ^x	Longitud (oeste) ^y	
Nealtican	9	19°02'35.4" a 19°03'05.6"	98°25'13.9" a 97°25'58.1"	2210 a 2230
Chiautzingo	2	19°11'21.8" a 19°11'58.4"	98°29'29.2" a 98°29'55.8"	2480 a 2540
Atlixco	12	18°54'45.8" a 19°57'52.6"	98°26'14.8" a 98°28'26.1"	1960 a 2065
I. de Matamoros	1	18°35'36.8"	98°27'39.9"	1284
Tianguismanalco	7	18°58'30.1" a 18°58'35.3"	98°28'21.4" a 98°28'34.7"	2160 a 2149
Tepeojuma	14	18°42'29.3" a 18°43'04.1"	96°26'23.2" a 98°26'31.9"	1472 a 1493
Huejotzingo	1	19°09'43.6"	98°24'27.0"	1469
TOTAL	46	18°35'36.8" a 19°57'52.6"	96°26'23.2" a 98°29'55.8"	1284 a 2540

^w Número de individuos georeferenciados por municipio.

^{x,y} Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

^z Altura sobre el nivel del mar, en metros. Se muestran sólo los límites para cada municipio, dentro de los cuales se obtuvieron datos de georeferenciación.

Análisis general

Los datos obtenidos en las tres regiones estudiadas del estado de Puebla muestran la presencia de vides silvestres en alturas que van desde los 120 a los 2540 msnm; siendo, en este trabajo, mayor su presencia entre los 1600 y 1800 msnm (Figura 2). Las vides se desarrollan en cuatro climas principales, templados, cálidos, semisecos y secos, con el 48, 41, 7 y 4 % de total de plantas reportadas en el presente texto. La mayoría de las plantas localizadas, 87 %, viven en lugares con una precipitación anual mayor a 800 mm y hasta los 4000 mm (Figura 3). En lugares de clima seco o semiseco, se observó que su presencia es favorecida por la presencia de ríos o escurrimientos, tal como lo mencionó Ocete *et al.* (1997). Lo anterior concuerda con los datos de Luna (2007) quien indicó la presencia de vides silvestres en 13 municipios de la zona del Totonacapan, Puebla en alturas de 159 a 1575 msnm y los datos preliminares en el estado de México que indican la presencia de *Vitis* spp. a alturas entre 1500 a 2411 msnm, en climas cálidos y semi-cálidos (Franco *et al.*, datos sin publicar). Con estos datos se apoya la idea de que las plantas del género *Vitis* poseen gran adaptabilidad a diferentes ambientes; ello posiblemente implique la presencia de varias especies debido a las diferencias en alturas y climas. Tal como mencionan Rzedowski y Calderón (2005), los estudios taxonómicos deberán ser muy cuidadosos y rigurosos para evitar una mala determinación, derivada de una adaptación de la misma especie a diferentes climas o del "asilvestramiento" de algún material.

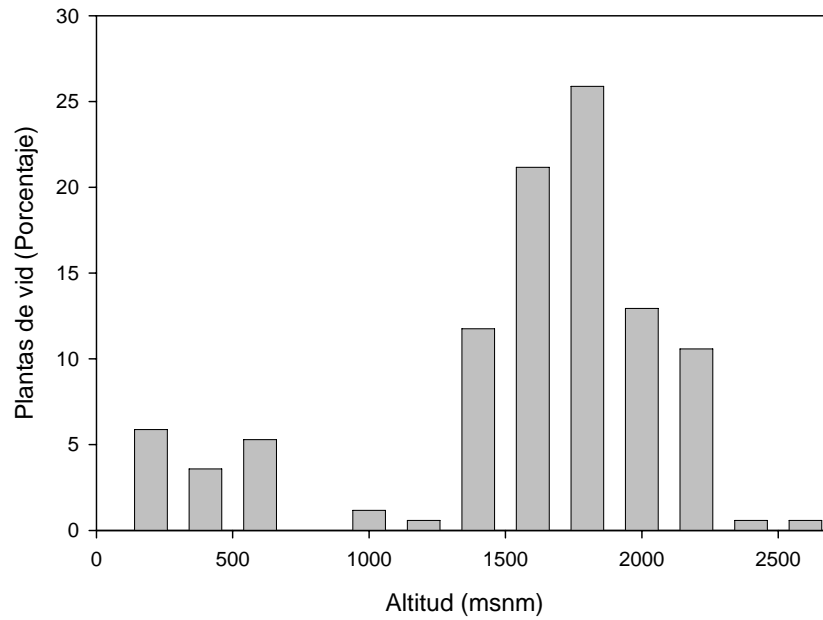


Figura 2. Altura sobre el nivel del mar en donde crecen las plantas de *Vitis* localizadas en tres regiones del estado de Puebla en los años 2005 al 2007.

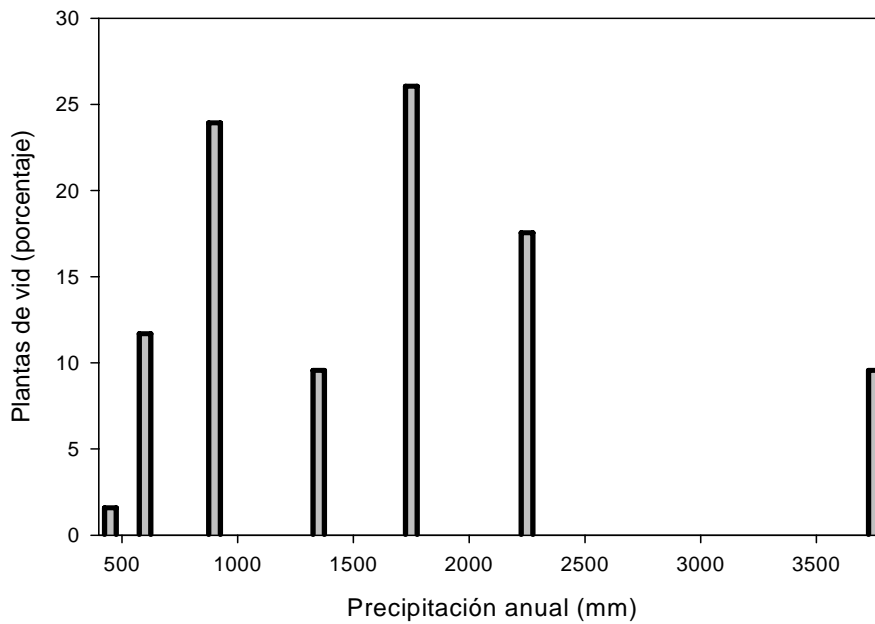


Figura 3. Precipitación anual en los lugares donde se registró presencia de plantas de *Vitis* en tres regiones del estado de Puebla en los años 2005 al 2007.

Es importante señalar que la presencia de *Vitis* es mayor en lugares con pocos disturbios agrícolas, en donde probablemente se “refugie” de las actividades humanas. Se observó que existe un desconocimiento general del posible uso de las plantas de este género; sin embargo, algunas personas indicaron su uso como auxiliar en algunas enfermedades, mientras que las bayas se emplean para su consumo en fresco o para la agroindustria, lo cual confirma las observaciones de Cruz *et al.*, (2006) y Cruz (2007) en la región central de Veracruz.

Finalmente, las accesiones que se propagaron exitosamente fueron establecidas en tres bancos de germoplasma, en las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en Toluca, México; Huatusco, Veracruz y Teziutlán, Puebla, respectivamente. Este material genético se encuentra en su fase de caracterización morfológica y bioquímica (Franco-Mora *et al.*, 2007), paso necesario e interesante para poder diferenciarlos correctamente (Asencio *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Se ubicaron tres regiones con poblaciones de vid silvestre en el estado de Puebla; los municipios con mayor presencia de individuos fueron Teziutlán, Zacapoaxtla y Hueytamalco en la región Teziutlán; San Antonio Cañada en la región Tehuacán y Tepeojuma en la región Atlixco. Los datos obtenidos, indican que estas plantas crecen en una gran parte del territorio del estado de Puebla, sobretodo en lugares con relativamente poca actividad humana, a alturas de 120 hasta 2500 msnm y generalmente con precipitación pluvial mayor a los 800 mm anuales. A pesar de que en muchos lugares la vid silvestre no es conocida y en otras sólo considerada como maleza, en las regiones Tehuacán y Atlixco, se reportó el consumo de sus frutos y, en la región de Teziutlán, la elaboración de jaleas, asimismo, en la región de Tehuacán se reportó el consumo de té a partir de las hojas para prevenir o combatir enfermedades cardiacas; por lo anterior, se hace necesario profundizar el estudio de este recurso fitogenético. Las accesiones se localizan en tres bancos de germoplasma en tres distintas universidades del centro-oriente del país.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico del SNICS-SINAREFI y de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Postgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para iniciar el presente proyecto; así como a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México por su apoyo en la continuación del mismo.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1973. **Vides nativas de México**. Comisión Nacional de Fruticultura. Xalapa, Ver. 63 p.
- Asencio, M. L., E. Valdés y F. Cabello. 2002. **Characterisation of some Spanish white grapevine cultivars by morphology and amino acid analysis**. *Scientia Horticulturae* 93: 289-299.
- Camargo, U. A. 2000. **Grape breeding for the subtropical and tropical regions of Brazil**. *Acta Horticulturae* 528: 473-477.
- Boursiquot, J. M. 2000. **Development of methods for the conservation and the management of grape genetic resources**. *Acta Horticulturae* 528: 33-38.
- Cruz, C. J. G. 2007. **Las uvas (*Vitis*) silvestres: distribución y usos en la región central de Veracruz**. In: R. Nieto A. (Ed.) *Frutales nativos, un recurso fitogenético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 225-235.
- Cruz, C. J. G., J. A. Ortiz P., A. Roque P., O. Franco M., J. Madero T., J. P. Cirigiliano y J. Murguía. 2006. **Las uvas (*Vitis*) silvestres, distribución y usos en la región central de Veracruz**. *Aquí centros regionales*. 48: 3-6.
- Franco-Mora, O., A. A. Cortés-Sánchez, A. C. Rodríguez-Landero, J. G. Cruz-Castillo, J. M. Pérez and J. Madero-Tamargo. 2007. **Location of wild grapevine (*Vitis* spp) in the state of Puebla, México**. *HortScience* 42: 1008. (abstract)
- INAFED. 2005. **Enciclopedia de los municipios de México**. Secretaría de Gobernación. Disponible en http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia. (Consultado 03/01/2008).

- INEGI. 2006. **Síntesis geográfica digital de Estado de Puebla**. Anexo cartográfico digital. Dirección General de Cartografía.
- Laguna, L. E. 2004. **Datos foliares de las especies e híbridos alóctonos de vides (Género *Vitis*) en el territorio valenciano**. Toll Negre 3: 11-25.
- López, S. J. A. 2001. **Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, Municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México**. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 100 p.
- Lu, M. C. 2005. **Micropropagation of *Vitis thunbergii* Screb. et Zucc., a medical herb, through high-frequency shoot tip culture**. Scientia Horticulturae 107: 64-69.
- Luna G. G. 2007. **Distribución ecogeográfica y aprovechamiento de uva silvestre (*Vitis* spp.) en la región totonaca de Puebla**. Tesis de Lic. Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. 84 p.
- Martínez M. A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas. 2007. **Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México**. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 15-40.
- Ocete, R., M. A. López, M. Lara and R. Del Tío. 1997. **The sanitary state of a phylogenetic resource: the Spanish wild grapevine, *Vitis vinifera sylvestris* Gmelin (Hegi), populations**. Plant Genetic Resources Newsletter (FAO) 110: 5-12.
- Ocete, R., M. A. López, A. Gallardo C., C. Arnold, M. A. Pérez I. y I. M. Rubio. 2004. **La vid silvestre en el País Vasco y territorios limítrofes: ecología, distribución y riesgos para su conservación**. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Donostia, San Sebastián. 179 p.
- Omer A. D., J. Granett y C. W. Shebelut. 1999. **Effect of attack intensity on host utilization in grape phylloxera**. Crop Protection 18: 341-347.
- Rzendowski, J. y G. Calderón R. 2005. **Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 131. Vitacea**. Instituto de Ecología. Patzcuaro, Michoacán. 31 p.
- Samson, J. A. 1991. **Fruticultura tropical**. Limusa. México, D. F. 396 p.
- Schmid, J., F. Manty y E. H Rühl. 2003. **Utilizing the complete phylloxera resistance of *Vitis cinerea* Arnold in rootstock breeding**. Acta Horticulturae 603: 393-400.

Tobar, R. J. R., O. Franco M., J. M. Barrios D., M. Huerta L., E. Joaquín M. y P. Zaldivar M. 2007. **Conservación de vides (*Vitis* spp.) silvestres de Puebla y estudio de metabolitos secundarios.** In: J. F. López O., A. Aragón G. y M. Tornero C. (Eds.) Avances en agroecología y ambiente. Vol. I. Benemérita Universidad Autónoma del Puebla. Puebla, México (En prensa).

Omar Franco Mora

Doctor en Ciencias por la Universidad de Tottori, Japón. Maestro en Ciencias en Fruticultura por el Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Tel. y Fax: 01(722) 2965518 Ext 153. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT – México.**

Juan Guillermo Cruz Castillo

Estancia PostDoctoral en la Universidad de Massey, Nueva Zelanda. Doctor en Ciencias por la Universidad de Massey, Nueva Zelanda. Maestro en Ciencias en Horticultura por la Universidad de Puerto Rico. Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma Metropolitana. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACyT – México.**

Adriana Aurora Cortés Sánchez

Ingeniera Agrohidráulica por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Teziutlán, Puebla.

Ana del Carmen Rodríguez Landero

Ingeniera Agrohidráulica por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Teziutlán, Puebla.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

RESEÑA

EL COMBATE A LA POBREZA EN LOS PUEBLOS INDÍGENAS TOTONACOS DE PUEBLA

Pascual Vázquez Peñate

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 167-171



e-revist@s



RESEÑA

**EL COMBATE A LA POBREZA EN LOS PUEBLOS INDÍGENAS TOTONACOS
DE PUEBLA**

Título: El combate a la pobreza en los pueblos indígenas Totonacos de Puebla.

Autores: Adrián González Romo y J. Alfonso Macías Laylle.

Editorial: El Colegio de Tlaxcala y el Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla.

No. de Páginas: 210 pp.

En la realización de esta investigación los autores el Dr. Adrián González Romo y el Dr. J. Alfonso Macías Laylle, logran una mancuerna interinstitucional que cautivan a su público con los elementos de una metodología que nos permite comprender los mecanismos de los programas gubernamentales para el combate a la pobreza.

El libro “El combate a la pobreza en los pueblos indígenas Totonacos de Puebla”, profundiza sobre este fenómeno de en cuatro municipios totonacos de la Sierra Norte del Estado de Puebla y analiza los programas gubernamentales y sus mecanismos para combatirla, demostrando que las soluciones hasta ahora empleadas han cobrado fuerza en México, inicialmente con el *Progresá* y más adelante con *Oportunidades*.

Los diversos conceptos que se discuten en esta obra permiten al lector de entender las condiciones de vida de la población indígena que se estudió en este contexto. Los autores discuten el término **pobreza** y lo asocian a un estado de carencia de lo necesario para el sustento de la vida; una persona es pobre porque el nivel de vida observado no cumple con las normas mínimas para subsistir o bien se encuentra en una situación en la cual existe insalubridad, desnutrición, escasos recursos económicos y una alta exposición a las inclemencias del tiempo y ataque de las enfermedades.

La acción conjunta de estos factores no le permite al que las padece, movilidad y acceso a las oportunidades de mejorar el estado en que se encuentra, dicho de otra manera, aquello

que ha propiciado su estado precario le impide acceder al desarrollo de capacidades y de oportunidades.

La definición de la pobreza más aceptada, es la de insatisfacción de las necesidades humanas, esto puede leerse como una violación de los derechos humanos, si partimos de la concepción de que toda persona, por el hecho de existir, tiene derecho a la satisfacción de las necesidades mínimas de subsistencia. La actitud de los individuos con pobreza está determinada o se origina por fallas sociales del mismo, como el mal comportamiento, la vagancia, el vicio, el alcoholismo, etc.

Los autores afirman que el programa *Progresá* es un mecanismo para romper el círculo de la pobreza; para ello es necesario que se tomen en cuenta las tres necesidades básicas: Educación, Salud y Alimentación. Se señala que *Progresá* al brindar apoyo económico a las familias, permite que éstas asuman el compromiso de enviar a los niños a la escuela y por otro lado este apoyo permite a la familia mejorar su estado nutricional y de salud. Así los miembros tendrán en una cuantas generaciones la capacidad necesaria para romper el círculo de pobreza.

En este contexto se entiende que la política social permite la creación de las capacidades básicas en la población, capacidades indispensables para que cada individuo tenga la posibilidad de romper el círculo vicioso de la pobreza. Se trata de crear las condiciones para que todos los mexicanos lleguen a tener fundamentalmente, las mismas oportunidades de acceder a la vida productiva y a la participación política.

Un problema ancestral, como es de la pobreza, no se puede resolver de la noche a la mañana, sino que lleva un mecanismo de solución a través de los programas que crea el gobierno.

Uno de los objetivos más comunes es incorporar productivamente a los pobres al quehacer económico de su sociedad y convertirlos en factores productivos socialmente útiles. No existe una forma milagrosa de acabar con la pobreza y la desigualdad, se tendrán que

analizar, diseñar, instrumentar y evaluar programas concretos, que tendrían que ver más con la manera de cómo retomar las necesidades regionales.

En el caso de los pueblos indígenas en México, existen aspectos escritos en la Carta Magna, que es necesario tomar en cuenta, para darle la importancia debida, como el derecho a la autodeterminación e identidad; usos, costumbres y tradiciones, su territorio y aprovechamiento de sus recursos naturales, entre otros. Los 56 grupos étnicos reconocidos en México son producto de su origen prehispánico y del mestizaje.

Por otro lado existe una polémica entorno al reconocimiento sobre donde se localizaron los mayores niveles de pobreza, si en poblaciones urbanas o rurales. Los autores plantean una diferenciación clara de la pobreza existente entre el medio rural y urbano. Las figuras y cuadros que se muestran en esta obra, indican claramente como el programa *PROGRESA* obtiene la información para tomar la decisión de concentrar el apoyo en las zonas rurales y que estrategia se usa para aplicar el presupuesto social.

La evaluación muestra al programa *PROGRESA* como un instrumento que reduce el círculo de marginación de la pobreza en las comunidades y del país de acuerdo al presupuesto estipulado en cada sexenio.

Como parte importante y fundamental del estudio, se muestran los elementos que permiten describir a los habitantes de los pueblos indígenas totonacos de la Sierra Norte del estado de Puebla (Sujeto de estudio) su actividad económica y productiva. Los pueblos que lo integran tienen la característica de ser pacifistas, su principal actividad es la agricultura, de la cual mantienen la economía familiar, sin embargo en los últimos años con la crisis internacional, el precio de los productos del campo ha tenido a la baja, ocasionando la agudización de las condiciones precarias de vida y provocando constantes migraciones en busca de empleo.

La pobreza en estas comunidades se manifiesta en las condiciones inadecuadas de la vivienda, alimentación, educación, salud, en la infraestructura, como parte de una deficiente

atención pública y por la dificultad de generar un ingreso suficiente, que permita cubrir las necesidades mínimas. Desafortunadamente existe una relación directa de estas carencias con las familias indígenas.

En esta obra se describen los principales elementos observados en el campo, de las condiciones de vida de las familias totonacas que permiten una caracterización de la situación en la que se encuentran. También se compara la relación existente entre las familias participantes y no participantes, de acuerdo a sus condiciones de vida. En esta región de la Sierra Norte de Puebla, se ha observado que la escolaridad de los padres de familia es incompleta o nula, debido a que ellos no tuvieron la oportunidad de realizar los estudios de educación primaria, por lo tanto los indicadores muestra mayor número de analfabetas en las personas adultas mientras que en las nuevas generaciones este número es menor.

Esta obra se enfoca fundamentalmente a analizar el impacto del Programa *PROGRESA* en Puebla, con la idea de poder obtener datos lo más apegados a la realidad y partiendo de la complejidad de los componentes (Educación, Salud y Alimentación), metodológicamente se utilizaron diferentes técnicas que permitieron acercarse al problema que encierra la vida de las familias en estas comunidades. Este tipo de programa se ofrece para apoyar a la región marginada y reducir la pobreza que existe en los lugares de los estados. El componente educativo es uno de los indicadores que muestran como los apoyos se concentran en el nivel primaria y secundaria, por ser el campo de acción fundamental del Progres-Oportunidades, en esta obra se trata de comprender la influencia de un programa de política social de carácter nacional y de su impacto regional. Se observo también que la mayor parte de la población adscrita a estos programas ha sido seleccionada bajo criterios del Programa IMSS-Solidaridad, que se basa en el grado de la pobreza.

El eje central de la investigación giró en torno a la pobreza existente y el impacto de *PROGRESA* en las condiciones de vida de las comunidades indígenas estudiadas. Con ello se constata que la pobreza de la población en los tres municipios, se manifiesta en el ingreso, educación, vivienda, salud y en el patrimonio básico. Los autores también señalan

que con este programa se da un giro en cuanto a la atención a los individuos con pobreza extrema ya que este programa es un instrumento adecuado para inducir cambios importantes en aspectos de educación, salud y alimentación, de la población totonaca.

Esta obra dispone de figuras y cuadros que presentan los indicadores de la pobreza que existe en el país y de América Latina, las cifras plasmadas en los cuadros permiten al lector identificar de manera general los grupos en pobreza extrema en los diferentes países así mismo se consignan las lenguas indígenas que aún se hablan por las diferentes etnias.

Pascual Vázquez Peñate

Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa – México. Adscrito en el Área de Publicación de la Revista Científica **Ra Ximhai** (Publicación Cuatrimestral de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable) editada por la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: pvazquezp@gmail.com

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2008

RESEÑA

EL AGUA RECURSO EN CRISIS

Celso Armenta López

Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.4, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 173-181



e-revist@s



RESEÑA

EL AGUA RECURSO EN CRISIS

Título: El agua recurso en crisis.

Coordinadores: Ignacio Ocampo Fletes, Juan francisco Escobedo Castillo y Benito Ramírez Valverde.

Edición: Colegio de Postgraduados, Campus Puebla y Fundación Produce Puebla A.C.

No. De Páginas: 232.

Año: 2006.

Cuando miré por primera vez la portada y título de esta obra mi interés no rebasó la indecisión de abordarla, pero al tenerla por segunda vez en mis manos por recomendación de un amigo con muy buenas intenciones lo empecé a leer, el título es un juego de palabras con un alto significado pero de cierta forma ya conocido, el contenido de la obra está sumamente completo en la intención de analizar la problemática sobre **“el agua como un recurso en crisis”**, esta obra propone un buen número de valiosas propuestas, para que podamos como sociedad y país ir alcanzando la posibilidad de lograr que este recurso se use de una forma responsable, encaminada a la estructuración de un marco de **sustentabilidad**.

En esta obra se analiza, términos agropecuarios, la necesidad de manejar el agua de riego fuera de la burocracia, siendo los usuarios quienes queden a cargo de su administración, se exponen pruebas de que este proceso de autogestión funciona perfectamente. He de mencionar por eso que quienes nos hemos dedicado al desempeño e investigación en esta área constatamos que la autogestión en el uso y la administración del agua de riego por los usuarios se realiza exitosamente, al optimizarse tanto el recurso agua como recursos económicos derivados de la aportación de usuarios, al ejercer su derecho al uso del agua para riego, manifestándose esto en el excelente equipamiento de los módulos de riego y el acondicionamiento de la red hidráulica que dista mucho de cuando estaba en manos de la burocracia.

Gracias al importante trabajo de los investigadores, autores de esta obra, el lector adquiere conocimientos con los que cambia su concepto sobre los sistemas de producción agrícola para no subestimarlos, como los conocidos bajo el concepto de “pequeña irrigación”, que en Puebla son el sostén de miles de familias (en su mayoría poseen 2 hectáreas por productor). Estos sistemas han sido aprovechados por casi 100 años y a la fecha de la realización de esta obra (2004), tenían utilidades por hectárea de hasta \$20,000.00 que comparados con los sistemas agrícolas de Sinaloa (considerado como granero de México y líder nacional de hortalizas), podemos asegurar que aun con altas producciones (ejemplo maíz produciendo hasta 15 toneladas por hectárea) no hemos alcanzado dicha productividad, considerando que los ingresos de manera casi general son por el orden de \$10,000.00 por hectárea.

El inicio de la obra se da citando los 4 elementos naturales, haciendo énfasis que el elemento en cuestión esta en todo y en todos, considerando que este define posibilidades y restricciones, en particular la producción agrícola como parte del desarrollo de las actividades humanas. Se toma el tema del agua como objeto de examen científico, en el ánimo de lograr la **sostenibilidad** de su uso en beneficio de las mayorías.

Los coordinadores de esta obra se introducen al tema, mencionando que desde finales del siglo pasado fuimos prevenidos del cuidado del agua, ya se había anunciado que vendrían tiempos difíciles de escasez y contaminación del vital líquido. “**Agua recurso en crisis**” es el nombre del foro de donde se derivan los trabajos abordados en este libro con el objeto de poner a disposición de todos los interesados en el tema la amplia información revisada en el pleno del foro, promovido en noviembre del 2004 por un grupo de académicos del Colegio de Postgraduados campus Puebla. Este fue un espacio de análisis y discusión sobre el tema del agua en el ámbito de los estados de Puebla y Tlaxcala. Donde se agruparon 4 grandes temáticas.

- a) Situación actual del agua y las políticas institucionales
- b) Perspectivas para el estudio del agua: Apuntes de investigación
- c) Nuevas opciones del manejo del agua
- d) La perspectiva campesina del problema del agua: una visión local y regional

En el primer trabajo el autor se introduce en el tema destacando algunos datos importantes propios del área Metropolitana de la ciudad de México (AMCM) como el hecho de que se encuentra en el valle de México, Originariamente una cuenca cerrada de 9, 000 km² y que en el siglo XVI tenía 6 lagos de 200,000 Hectáreas, lo cual ha sido reducido a áreas pavimentadas, depósitos de basura y aguas negras. Pese a esto el agua provista presenta un promedio por habitante y por día de 290 litros, superior a los promedios surtidos en los países ricos, pero su distribución es muy heterogénea. Analiza procedimientos manejados que provocan desequilibrios hidrológicos y costosas administraciones; así como riesgos de contaminación, debida entre otros nuevos factores a la tala inmoderada y a la perforación de pozos a mayor profundidad. Estos factores aumentan las posibilidades de contaminaciones minerales entre muchas otras situaciones mas; se propone la participación de escuelas y comunidades como una cruzada en alianza de hombres y mujeres de la AMCM, propone también la restauración del lago de Texcoco que tendría un volumen inicial de 10 millones de metros cúbicos con una profundidad media de un metro aumentando con aguas residuales tratadas debidamente y rodeado por un dique de altura necesaria, poniendo como ejemplo de este desnivel a Holanda, ciudad abajo del nivel del mar.

Se cuestiona la reciente reforma de la ley de aguas nacionales (LAN) preguntándose el autor hasta que punto es aplicable, analiza hacia donde apuntan la orientación de dicha ley y en que criterios se basan, a la luz de la legislación previa y de las demandas sociales. Señala que la LAN parece más una ley orgánica, un reglamento interior de procedimientos o un manual de principios hidráulicos, que un conjunto de normas jurídicas sustantivas. Se descentralizan funciones y atribuciones de la Comisión Nacional del Agua (CNA), pero no se le asignan recursos financieros para sus nuevos retos y competencias ni para los apoyos que deberá dar a las organizaciones ciudadanas y no gubernamentales. Las atribuciones que se le han dado a la CNA son consideradas por el autor, como una semi descentralización que debe enfrentar desde su perspectiva dos problemas, la ya mencionada falta de recursos financieros, que por la centralización de otros organismos, se limita el buen desarrollo de sus funciones por estas y otras razones el autor, refiere en su artículo errores de consistencia, congruencia, inconstitucionalidad, lo que dificulta su aplicación. Termina

concluyendo que la reforma a la LAN tiene efectivamente muchos errores pero busca el bien común y la protección del ambiente.

Se citan reflexiones en torno de este vital líquido aportando datos que reflejan su carencia en la población en general tanto a nivel regional, nacional y mundial, abundan los conflictos sociales que son principalmente entre comunidades como es el caso de Tapachula, Chiapas, donde hubo secuestros de funcionarios públicos en sus oficinas. Se mencionan conflictos internacionales entre países que al construir presas acarrearían conflictos bélicos. Menciona los retos que les esperan a líderes políticos, gobiernos, sociedad, etc. La necesidad de tecnificar el riego, la necesidad de sembrar árboles para retención de agua y recarga de acuíferos, captación y aprovechamiento del agua de lluvia con ciertos sistemas de techado, en general nos invita a reflexionar sobre el fenómeno de la escasez del agua.

Otro autor inicia su tema remontándose al año 2025, en alusión a lo diferente que será con relación a la actualidad. El mira más al estado de Puebla como una región hidráulica que como un estado. En términos geográficos, menciona como su estado en los tres niveles de gobierno y en forma conjunta con los usuarios ha definido lineamientos de política hidráulica para los próximos años, los cuales se practican mediante cuatro tipos de mecanismos; regulatorios, económicos, financieros, tecnológicos y de participación social, los cuales se basan en el marco regulatorio de la ley de aguas nacionales, retomar la solución del problema financiero, conciente de que este reduce la posibilidad de un manejo autónomo y sustentable del líquido, impulsar la ciencia y la tecnología poniéndolas a disposición de la sociedad para satisfacer sus demandas, la concientización de que la experiencia internacional demuestra que la solución de los problemas hidráulicos se lleva a cabo de la mejor manera en el ámbito local, pues es ahí donde se conoce mejor la problemática, concluye Beristain Gómez que los problemas en esta materia tienen sus causas en circunstancias socioeconómicas y limitaciones físicas. Pero también en los errores que como país y como sociedad hemos cometido en el intento de planear el aprovechamiento de nuestros recursos hidráulicos al permitir su desperdicio o incurrir en su degradación. Otros autores hacen un reconocimiento de los diversos climas del estado de

Puebla y citan factores como la configuración orográfica, fisiográficas y la localización geográfica que en su interacción dan origen a estos climas. Ubican los escurrimientos superficiales más importantes, los cuales no son aprovechados por el estado, ya que descargan en el vecino estado de Veracruz, en cambio en la parte centro sur de Puebla se aprovechamos los escurrimientos de los ríos Atoyac y Nexapa para las dos zonas más grandes de irrigación. Los acuíferos que se manejan de las aguas subterráneas son cinco, alimentados por el agua de lluvia captada por la topografía regular que ocupa solo un tercio del territorio poblano. Se aborda la problemática de la infraestructura hidroagrícola señalando el mal estado de obras de conducción y control, considerando como problemática social tres aspectos importantes: la pulverización de la tenencia de la tierra, la falta de organización de los usuarios de las aguas de los Ríos Nexapa y Atoyac y el mercado individualismo de los usuarios, por lo que concluyen que estas son las principales limitantes para gestionar créditos y asistencia técnica que permitan el desarrollo de la zona de riego. Por último manejan una serie de recomendaciones para maximizar el uso y aprovechamiento de los recursos hidráulicos en el estado de Puebla, dichas recomendaciones son a nivel organizacional, de calidad de agua de los afluentes, de capacitación, asesoría y de tecnificación parcelaria.

Con respecto a organizaciones de autogestión para el manejo del agua, se expone que el impacto de regadío en la sociedad ha sido motivo de enorme interés, por lo que se propone también la necesidad de manejar el agua de riego fuera de burocracias y que sean los usuarios quienes queden a cargo de esta administración, ya que existen pruebas de que este proceso de autogestión funciona exitosamente en manos de los usuarios, encontrando como factores de éxito: el diseño organizativo descentralizado, el conocimiento previo de los usuarios y el tamaño del sistema. Se plantea la necesidad técnica y la modernización, debido a que la operación técnica estará a cargo de ingenieros debidamente capacitados.

Se invita a reflexionar sobre la “pequeña irrigación” como parte de la cultura poblana de la cual miles de familias han vivido por casi 100 años, siendo ésta de una magnitud importante, debido a que los productores son capaces de producir 87 diferentes cultivos de todo tipo y todo el año arrojando ingresos de hasta \$ 20,000.00 pesos por hectárea. Es muy

diversificada también su tecnología para disponer del agua que utilizan para riego, el autor concluye proponiendo la necesidad de conocer como funcionan estos sistemas.

Se plantea que ante adversidades como la escasez de agua, el uso de la misma llega a ser sustentable, cuando el manejo por los campesinos se basa en procesos técnicos-sociales que son adoptados por ellos mismos, dándole fortaleza a un sistema en constante riesgo por presiones ejercidas sobre el recurso agua, concluyendo que son estas organizaciones campesinas el elemento base que proporciona la fortaleza a un sistema dependiente de las lluvias.

Se aborda el uso del agua subterránea en el estado de Tlaxcala y muestra de acuerdo con la CNA, que la infraestructura de riego con aguas subterráneas en Tlaxcala es insuficiente y deficiente, dado que se dan grandes desperdicios, debido a esto se elaboró un estudio sobre la agricultura de riego abastecida con pozos en este estado, dicho estudio debe responder a las siguientes preguntas; ¿de cuanta agua se dispone?, ¿qué sistemas de riego utiliza? ¿a que cultivos se destina? entre otras. Concluye que se debe evitar en lo posible el uso del agua para riego rodado, adoptando tecnologías de punta en sistemas de irrigación, que aún que solo pueden ser adquiridos por un reducido número de agricultores a la larga se dan cuenta del ahorro que hacen de agua por cultivo y por lo tanto en breve tienden entonces a incrementar su superficie de riego o el número de cultivos, lo que le lleva a una mayor productividad. También se maneja el concepto de cuenca desde todos los puntos de vista posibles, presenta una revisión de los conceptos de acuerdo a la gestión de agua en las cuencas y se pone especial énfasis en los problemas de definición de conceptos, la forma en que se delimita la cuenca y su compatibilidad con la territorialización de la administración pública. Por lo que se plantea así la incongruencia en términos de delimitación de la cuenca administrada por la CNA.

Se abunda en la manera en que se aplica el manejo del agua a nivel local sobre todo de micro cuencas, se mencionan aspectos relevantes para evaluar si el manejo de la cuenca es efectivo y se considera por ultimo que la puesta en practica de la gestión del agua en

cuencas líder con la administración pública basada en una territorialización con límites político-administrativos.

Se establece que el recurso agua es el más valioso y más desatendido, definen los porcentajes de aguas superficiales y subterráneas disponibles en el 2000 en la entidad así como su distribución, hacen una revisión bibliográfica sobre la gestión de cuencas hidrológicas, definiendo gestión como la formación de la demanda de un servicio y la producción de la oferta del mismo, manejan también en esta investigación los objetivos y metodologías así como resultados que los llevan a manifestar la disponibilidad y usos del agua actuales, donde detectan como problemática que no se cuenta con un padrón de usuarios completo y confiable, esta y otras situaciones los lleva a analizar la posible problemática generada en un futuro. Lo cual los hace concluir que es indispensable elaborar un plan del manejo sustentable del agua en el valle de Puebla. Al hacer una proyección para el año 2020 queda en claro que la disponibilidad de agua indica un déficit de 424 millones de m³ por año. La demanda que está proyectada para este año se incrementará en 225.67%, esta misma proyección pero en aguas residuales generadas se estima en un incremento de 369.68% en el Valle de Puebla, terminan con una serie de recomendaciones como la necesidad de rehabilitar la infraestructura de plantas de tratamiento de aguas residuales, que la industria cumpla con la normatividad en cuanto a la calidad de sus descargas de aguas residuales, promover el uso de aguas residuales tratadas y promover ahorro de agua.

Otra ponencia aborda el argumento de que la hidropónia es una alternativa para mejorar el ingreso económico de las familias campesinas en este lugar. Esta tecnología se propone debido a que los suelos de la región son pobres y superficiales aunado esto a la escasez del agua, la tecnificación agrícola solo alcanza a unos cuantos, en la Mixteca poblana existe gran pobreza y pocas oportunidades de trabajo, entre otras cosas.

Hidroponía significa "cultivo en agua", tecnología usada generalmente por productores agrícolas con suficientes recursos y esta asociada a los países desarrollados.

Como parte de los materiales y métodos de este estudio, se maneja un proceso de transferencia de esta técnica en 17 unidades de producción campesina en los municipios y 15 localidades involucrando a 102 productores.

En resultados y discusiones se plantea que desgraciadamente por razones diversas el proyecto no funciona dado que este fue un proceso de transferencia de tecnología incompleto y manejado de manera ineficiente, debido entre otras cosas a que la asistencia técnica y capacitación previa para los productores fue escasa, faltaron técnicos capacitados para transferir la innovación tecnológica, los campesinos no se organizaron en sus actividades productivas, el proceso de adopción no tuvo conocimiento de los diferentes aspectos de la tecnología, en los invernaderos predominó el uso de materiales regionales para su construcción, hubo problemas en el manejo del agua, estas entre muchas otras situaciones se presentaron. Todas estas conclusiones salieron del estudio realizado a los distintos invernaderos por los autores que describen a cada uno de ellos.

Se exponen trabajos como los denominados “Conflicto por el agua, el caso del frente Mazahua” y “la apropiación del agua en la construcción de la territorialidad urbana, en el valle de Puebla”, nos hablan de conflictos por el agua entre el medio rural contra el urbano Los Mazahuas por su parte formaron un frente que exige fuertes demandas irrumpiendo así en el escenario nacional, argumentando el privilegio de las ciudades al dotarlas del servicio de agua por encima de las necesidades de las comunidades, para sustentar sus demandas. Los Mazahuas promueven distintos testimonios por parte de pobladores de sus pueblos quienes como luchadores sociales destacan la deuda que el gobierno federal tiene con ellos desde hace casi 25 años (a la fecha de esta obra), pues para iniciar la edificación del sistema Cutzamala prometió una serie de obras que no han concluido y ni siquiera comenzado, dicha alteraciones del sistema Cutzamala son daños a los manantiales, deterioro ecológico como erosión, extinción de especies de flora y fauna, etc., es así como también los Mazahuas se dicen despojados de sus tierras y agua que ancestralmente les pertenecen, agua que es destinada al consumo de millones de personas del Distrito Federal y su zona conurbada.

Finalmente se llegó a una negociación firmando un convenio en el salón Juárez de la secretaria de gobernación, y ya para finalizar el caso de la luchas del frente Mazahua el autor sostiene que esta es representativa de otras luchas presentes en el territorio nacional y estatal que reivindica el derecho de los pueblos y comunidades a acceder a sus recursos y los servicios que derivan de ellos.

Por su parte el caso del Valle de Puebla que cayó en una reestructuración territorial por efecto de la globalización económica emergiendo así corredores industriales y desarrollo mobiliarios originando entre otras cosas una fuerte presión sobre los recursos naturales (suelos, aguas y vegetación). El conflicto por el Valle de Puebla inicio en 1993 al implementarse el proyecto “ANGELOPOLIS” durante el gobierno de Manuel Bartlet Díaz, en el cual se empezó a extraer agua desde la comunidad de Nealticán.

Los actores del conflicto por parte de la sociedad comunitaria fueron los productores agropecuarios, artesanos, comerciantes, productores de tabique, y demás ciudadanos habitantes del municipio. La estrategia emprendida por la contraparte (el gobierno del estado) para controlar y apropiarse del agua fue muy diversa; ofreció clínicas, escuelas, carreteras, etc. Esta estrategia del gobierno estatal, más la incapacidad del movimiento social de configurarse como sujeto social, hace imposible que los actores locales interesados en la preservación del agua, puedan negociar, mantener y desarrollar un modelo alternativo de uso del recurso. Al finalizar esta obra las conclusiones y reflexiones son: los diversos trabajos muestran aportaciones muy importantes sobre la gestión del agua, un tema muy discutido fue la participación social, los trabajadores muestran que el avance hacia la nueva cultura del agua es lento y apuntan a un esquema de reorganización social, se hace un llamado también a la transferencia de las innovaciones tecnológicas para construir sistemas eficientes de riego y por ultimo queda en evidencia que uno de los conflictos que se presentará en el corto plazo, será la disputa por el agua entre ciudades y comunidades rurales, principalmente.

Celso Armenta López

Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos y Meteorólogo. Encargado de las Carreras de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: celso_arlo@hotmail.com