

lo cual es necesario replantear, ya que los trabajadores de campo se presentan como los principales divulgadores del programa ante los productores de la región.

Variables explicatorias del periodo de contención del Programa Moscamed

La presencia de la plaga en Guatemala se presenta como la causa principal de la fase de contención que actualmente vive el Programa Moscamed en México, ello ante la imposibilidad de seguir avanzando en el proceso de erradicación de la mosca del Mediterráneo en ese país. Bajo esta situación en territorio mexicano se observa la persistencia de reinfestaciones anuales, para lo cual se aplican planes de emergencia con la finalidad de proteger las áreas libres y de baja prevalencia de la plaga en territorio mexicano.

Otra causa que favorece el mantenimiento de esta fase son los sistemas de producción agrícolas que se desarrollan en la región del Soconusco (Cuadro 1), los cuales posibilitan la presencia de la plaga de dos formas: 1) los sistemas de producción de plantación como es el caso del café (*Coffea arabica L.*), mango (*Mangifera indica L.*), plátano (*Musa paradisiaca*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), demandan grandes cantidades de fuerza de trabajo lo cual suscita migraciones estacionales de jornaleros agrícolas guatemaltecos que provienen de regiones altamente infestadas de la plaga (altiplano guatemalteco). 2) Entre los sistemas de plantación se encuentra el café, el cual se reporta como uno de los hospederos predilectos de la plaga en la región del Soconusco, aunado a estos sistemas encontramos los de autoconsumo, en los cuales se produce una diversidad de frutos hospederos de la plaga y en los que no se realiza ningún tipo de control de plagas.

Cuadro 1. Relación de los sistemas de producción con la plaga.

Tipos de sistemas	Productos	Predios	Relación con la plaga
Plantación:	1 cultivo de importancia Económica	Café	Hospedero, Migración
		Mango	Hospedero, Migración
		Plátano	Migración humana
		Caña de azúcar	Migración humana
Transicional :	2 cultivos o más de importancia. Económica	Café-Plátano,	Hospedero
		Café-cacao	Hospedero
		Mango-Flores	Hospedero
Autoconsumo:	Policultivo	mango, aguacate, jobo, anona, cacao mamey, chico zapote, caimito, cítricos, guayaba, etc.	Hospederos

La migración de población guatemalteca bajo las diversas modalidades que se observan en la región del Soconusco, -jornaleros agrícolas y residentes fronterizos- es un factor asociado a la presencia de la plaga en México, ello por las regiones de origen y por el tráfico ilegal de frutas que realizan. La principal fuente de mano de obra temporal de los principales cultivos comerciales de la región del Soconusco ha sido históricamente el altiplano occidental guatemalteco, el cual posee una amplia extensión geográfica, observando en su estructura más de 10 departamentos de ese país (Martínez, 1994). Los departamentos que observan mayor participación en la emigración son: San Marcos, Quetzaltenango, Suchitepéquez, y Retalhuleu (Castillo y Casillas, 1989), departamentos eminentemente fronterizos y algunos totalmente infestados de mosca del Mediterráneo.

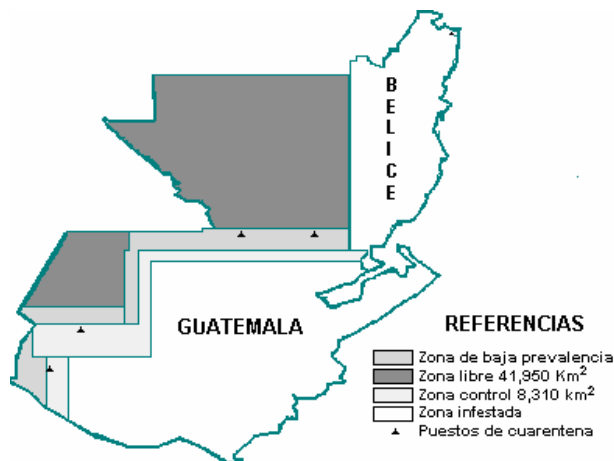


Figura A. Distribución de la plaga en Guatemala



Figura B. Regiones de origen de los inmigrantes guatemaltecos

Fuente: Martínez, 1994

En el cotejo de la Figura 3 de la distribución geográfica de la plaga y del altiplano guatemalteco, permite inferir que sí existe la posibilidad de relación entre las regiones de origen y la infestación en México, manifestándose la migración como un factor asociado a la presencia de la mosca del mediterráneo en territorio mexicano.

A las tres variables anteriores se suma la disminución de los recursos asignados al programa, para lo cual se detallan sus principales impactos en las características

principales del programa en la sección precedente. Destacando la insuficiencia de éstos para continuar en el proceso de erradicación en territorio guatemalteco.

De forma concluyente, se puede afirmar que aunado a la presencia de la plaga en Guatemala, la región presenta una atracción de población de los departamentos fronterizos de este vecino país, que involucra movilidad diaria de población, de mercancías con origen legal e ilegal, información y una gran variedad de servicios que provee el Soconusco a través de los mercados regionales que presenta y que son elementos que han contribuido a la presencia de la plaga en territorio mexicano.

Impactos en la fruticultura regional del periodo de contención del programa Moscamed.

Atendiendo las tendencias de la superficie cosechada que ocupan los frutales susceptibles al daño de la mosca del Mediterráneo Cuadro 2, encontramos que los impactos han resultado nulos, excepto el caso del mango que ha visto incrementada la superficie y ha abierto un nuevo mercado, tanto nacional como internacional; pero positivos en la protección de las áreas ya establecidas y los beneficios regionales que de ellas emanan. Lo anterior nos permite afirmar, que la erradicación de la plaga en la región del Soconusco no ha representado un incentivo para que se incremente la superficie ocupada por estas especies frutales, incluso algunas especies presentan variaciones negativas y con espacios de ocupación mínimos con tendencias a desaparecer como cultivos comerciales.

Cuadro 2. Frutos comerciales hospederos de la mosca del Mediterráneo en la región del Soconusco

<i>Cultivo</i>	<i>Superficie cosechada (ha)</i>			<i>Producción (ton)</i>		
	1985	1990	1995	1985	1990	1995
Café	60,550	60,160	75,180	45,850	37,956	42,744
Mango	3,574	5,876	8,597	31,000	78,863	59,453
Aguacate	1,611	84	600	16,110	397	3,000
Naranja	408	***	402	5,500	***	2,010
Mamey	331	2	***	5,436	10	***
Chico zapote	256	105	336	2,726	295	2,850
Pepino	40	***	***	120	***	***
TOTAL	66,770	66,227	85,111	115,742	117,521	110,057

Los impactos son más observables en las especies que se producen en unidades con manejo de autoconsumo, como es el caso de la guayaba (*Psidium guajava* L.), el caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y los cítricos (*Citrus Sinensis* O., *Citrus grandis* O., *Citrus aurantium* L. y *Citrus reticulata* B.), los cuales presentan para dichas unidades valor nutritivo.

Lo anterior nos permite concluir que la barrera de protección que ha implementado el Programa Moscamed en la frontera con Guatemala, ha permitido la protección de la región del Soconusco como un área libre del insecto y que sus impactos son observables en la protección de la superficie y la producción que de ella emana. Su posible estancamiento ha estado asociado a otros elementos que influyen en la decisión de los productores de incrementar dichas superficies con manejos comerciales.

Considerando que la incidencia de brotes en los últimos años se ha dado en los municipios fronterizos y que se presentan principalmente en los cultivos del café (*Coffea arabica* L.), guayaba, caimito y cítricos, se llegó a pensar que la población mayormente afectada en el consumo de estas especies (excepto café) es la que se localiza en los Municipios de Unión Juárez, Cacahoatán, Tuxtla Chico, Metapa, Frontera Hidalgo y Suchiate. Los resultados de la presente investigación nos permitió concluir que ello resultó negativo, ya que los impactos directos en el consumo se limitan a los Municipios de la frontera y únicamente hacia los tres cultivos citados, los cuales presentan infestaciones muy bajas e imperceptibles, lo que nos permite inferir que la presencia de brotes no afecta el consumo de la población.

CONCLUSIONES

La imposibilidad de seguir avanzando en el proceso de erradicación de la mosca del Mediterráneo en territorio guatemalteco, convirtió gradualmente al Programa Moscamed en México, en un programa de contención desde el año de 1985, ante ello, ha reconsiderado actualmente sus objetivos, acorde con las acciones con que opera. Aunado a los problemas de financiamiento y políticos que se le presentan al Programa Moscamed en el periodo de estudio, se suman factores intrínsecos de una región fronteriza que influyen en la eficiencia de sus acciones; como son: la inmigración, el

comercio, y los sistemas de producción agrícolas que se practican en la frontera. Esto propicia la detección de brotes de manera recurrente en la franja fronteriza.

Los principales logros del Programa Moscamed en México son; en primer lugar, haber detenido el avance de la plaga en territorio mexicano y generar las bases para la puesta en marcha de la Campaña Nacional contra las Moscas de la Fruta. Consecuencia de lo anterior, se ha creado tecnología compatible con el medio ambiente, formación de recursos humanos y generación de empleos regionales. Por último, se puede mencionar la salvaguarda de la fruticultura nacional, su principal objetivo. En consecuencia, México está reconocido como *líder mundial en el combate del insecto*.

Es factible la realización de estudios de impacto ambiental de las actividades de combate a la plaga, principalmente las referidas a las aspersiones aéreas con malatión, como medida orientada a proporcionar certidumbre de los beneficios sociales y económicos que genera el Programa Moscamed en México, así como la inocuidad de tales acciones en la flora y fauna regional. Asimismo, dada la experiencia de este programa se recomienda considerar junto con las acciones de control y erradicación del insecto, una campaña divulgativa de los objetivos y beneficios que podrían resultar de su operación regional en los principales medios de comunicación escritos, de radio y televisión, ya que ante la inexistencia de tal medida, se observó una nula participación e indiferencia de los productores de la región hacia el Programa. Por último y no menos importante, emerge la necesidad de capacitar a la base técnica acerca de los propios objetivos del programa, así como de los beneficios regionales de su operación, ya que actualmente existe confusión entre su propia base técnica de los objetivos actuales que desarrolla, lo que cuestiona su efectividad, ya que su base operativa es el principal contacto con la población del Soconusco.

Promoción de una campaña de erradicación de la mosca del Mediterráneo en Guatemala y en Centroamérica, la cual deberá considerar la capacidad institucional de estos países, con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos no sólo individuales, sino también multilaterales. Incrementar el presupuesto asignado a las actividades del Programa, de tal forma que permita cumplir los índices técnicos diseñados anualmente y avanzar en la erradicación de la plaga.

Los argumentos señalados en los resultados de la presente investigación, se validan a través de las últimas acciones que se observan en la dinámica actual del programa, ya que en septiembre de 2003, funcionarios de los gobiernos de Estados Unidos, Guatemala y México acordaron dar un nuevo rumbo al trabajo cooperativo que desarrollan tripartitamente desde 1978, con el fin de que en el 2005 el Estado de Chiapas esté totalmente libre de la plaga y en el 2010 se extienda el mismo beneficio a la nación centroamericana. Los principales acuerdos se dirigen a consolidar e integrar una sola estructura directiva para el manejo eficiente de los recursos, intensificar acciones en regiones en donde el programa de erradicación no ha recibido la aceptación o aprobación total, establecer con el sector privado un grupo formado por productores y exportadores de productos vegetales de los tres países para participar en el respaldo de las acciones que se tomen, fortalecer el control legal de la Mosca del Mediterráneo, llevar a cabo reuniones frecuentes para mantener una evaluación continua de los adelantos del programa, aprobar el plan de trabajo regional México-Guatemala, el cual contempla erradicar la plaga en Chiapas durante los años 2004 y 2005 e iniciar el proceso de erradicación en Guatemala en el año 2006 para finalizar en el año 2010 (SAGARPA; BOLETIN NUM. 205/203).

LITERATURA CITADA

- Bassols, B.A. 1993. **Teoría. El conocimiento de las regiones.** En Lecturas de Análisis Regional en México y América Latina. Compilador: Héctor Ávila Sánchez; Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Castillo, M.A. y Casillas R. 1989. **Características básicas de la migración guatemalteca al Soconusco, Chiapaneco.** Estudios Demográficos y Urbanos. Vol. 3, CEDDU, El Colegio de México.
- Castillo, M.A. 1989. **Contexto regional y migraciones a la frontera sur de México.** Estudios Demográficos y Urbanos. Vol. 3, CEDDU, El Colegio de México.
- DGSV. 1982. **Manual sobre la detección y control de la mosca del mediterráneo.** Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F.
- Fábregas, P.A. 1996. **Desde el sur una revisión del concepto de frontera.** Revista Diálogo entre Fronteras; Consejo Nacional para la Cultura y las Artes; México, D.F.

- Martínez, V.G. 1994. **Plantaciones, trabajo guatemalteco y política migratoria en la Frontera Sur de México**. Serie nuestros pueblos. Ocozocuahtla de Espinoza, Chiapas.
- Méndez, J.A. 2004. **Sistemas de producción agrícola y migración: el caso de la región del Soconusco, en Chiapas, México**. En Planificación territorial en países de Latinoamérica y Europa: de la academia a la práctica. Coordinador Roser Majoral Moliné. Publicaciones y Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Reyes, P. 1996. **Estudio beneficio/costo de la Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta**. X Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta. Programa Moscamed Editores, Metapa de Domínguez, Chiapas.
- Soriano, R.R. 1992. **Guía para Realizar Investigaciones Sociales**. Novena edición, Editorial Plaza y Valdés.
- Schwarz, A.J. 1989. **Current Programme in México**. In fruit flies, their biology. Natural enemies and control. A.S. Robinson and G. Hooper (eds).

José Arturo Méndez Espinoza. Doctor en Geografía por la Universidad de Barcelona, España. Maestro en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Licenciado en Economía por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Néstor Estrella Chulím. Doctor en Ciencias por la Universidad Estatal de Iowa en Estados Unidos. Maestro en Ciencias en la Rama de Suelos por la Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo por la Escuela Nacional de Agricultura.

Javier Ramírez Juárez. Doctor en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Maestro en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma de Chapingo. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN DE *Pinus hartwegii* Lindl. DEL COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO

Lourdes G. Iglesias Andreu y Yamilet Tivo Fernández

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 449-468



e-revist@s



CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN DE *Pinus hartwegii* Lindl. DEL COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE POPULATION OF *Pinus hartwegii* Lindl. OF “COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO”

Lourdes G. Iglesias-Andreu¹ y Yamilet Tivo-Fernández²

¹Investigador de Tiempo Completo Académico de Carrera Titular “C” del Laboratorio de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana. Correo electrónico: lgeorg01@hotmail.com. ²Laboratorio de Biotecnología y Ecología Aplicada. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, 91000 México. Correo electrónico: yamilet84@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Se evaluó la variabilidad morfométrica (fascículos, conos y semillas) de una población natural de *Pinus hartwegii*, ubicada entre los 3,500 y 3,800 msnm en el Cofre de Perote, Veracruz. Se detectó una alta variabilidad intrapoblacional en las características morfométricas evaluadas. De acuerdo a la variación morfométrica los árboles se clasificaron en seis grupos.

Palabras clave: Acículas, características silvícolas, conos, marcadores morfométricos, variación y semillas.

SUMMARY

It was performed an evaluation of the morphometric variation (acículas, cones and seeds), from natural stand of *Pinus hartwegii* population ubicated about 3,500 and 3,800 msnm in Cofre de Perote, Veracruz. It was detected high variability in the morphometric characteristics evaluated. The trees were classify in six groups.

Key Words: Acículas, silvícolas characteristics, cones, morphometric markers, variation and seeds.

INTRODUCCIÓN

Las zonas alpinas de México son muy importantes ya que albergan diversas especies endémicas, y ocupan solamente el 1% del territorio nacional. En un escenario de calentamiento global, dichas especies son las más susceptibles de ser afectadas por estar adaptadas a condiciones frías (Hernández *et al.*, 2005).

La especie de *Pinus hartwegii* Lindl o mejor conocido como pino de las alturas, es el único en México que se encuentra en el límite de la vegetación arbórea a una altura de alrededor de los 2,800 a 4,200 m (Campos, 1993). Algunas de las poblaciones naturales de esta especie en México se encuentran seriamente amenazadas por factores naturales y antropogénicos, constituyendo en la actualidad poblaciones reducidas, fragmentadas y aisladas entre sí (López, 1993). El crecimiento de esta especie está limitado principalmente por las condiciones ambientales predominantes en dichas zonas (bajas temperaturas y escasa precipitación) (Hernández *et al.*, 2005).

La población del Pico de Orizaba al igual que la del Cofre de Perote de esta especie, se encuentran seriamente afectadas debido a problemas de reproducción (alto porcentaje de semillas vacías y baja germinación) que se han detectado en estudios previos de viabilidad (Iglesias *et al.*, 1999; Tivo e Iglesias, 2004; Iglesias *et al.*, 2005) y que al parecer constituyen manifestaciones del fenómeno de depresión consanguínea, bastante común en especies de coníferas (Williams y Savolainen, 1996). Esta problemática está para que no exista cacofonía ocasionando una sensible disminución en la producción y calidad de la semilla de esas poblaciones que están provocando una seria reducción de las tasas reproductivas en las mismas (Iglesias *et al.*, 1999; Tivo e Iglesias, 2004).

La conservación de éstas y el manejo adecuado de las mismas requieren, entre otros aspectos, del conocimiento preciso de la magnitud y patrón de variación geográfica y genética en diferentes características de importancia botánica y económica (Iglesias y Tivo, 2005). Dicha información puede utilizarse posteriormente para emprender programas de manejo, conservación y mejoramiento de la especie (López, 1993).

Para México y en particular para Veracruz, resulta de interés disponer de información sobre la variabilidad morfométrica existente en poblaciones de pinos como la del Pico de Orizaba ya que hasta la fecha no se dispone de suficiente información al respecto. Algunos estudios realizados han permitido conocer la variación en las características morfológicas, de calidad de la madera y ecológicas de algunas poblaciones de esta especie (Pérez, 1984; Bonilla, 1993; Solís, 1994).

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar la variación intrapoblacional de *P. hartwegii* de la región del Cofre de Perote. Además estimar la variación de las características evaluadas atribuibles a los factores genéticos y ambientales; explicar la variación de los caracteres evaluados con las características de los árboles y clasificar los genotipos de pino sobre la base de la variación en las características morfométricas evaluadas, los que puedan ser de utilidad para emprender programas adecuados de manejo, conservación y mejoramiento genético en la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

La población de *P. hartwegii* en estudio estuvo constituida por árboles que se encuentran ubicados en las regiones del Pico de Orizaba y el Cofre de Perote del estado de Veracruz, México (Figura 1), a una altitud entre 3,500 y 3,800 m a 19° 01' longitud Norte y 97° 15' latitud Oeste respectivamente. Estas localidades se caracterizan por presentar una precipitación media anual de 2,091.1 mm y una temperatura media anual de 18.8°C. Crece sobre suelos profundos, arenosos y con buen drenaje (Servicio Meteorológico Nacional, 1984).



Figura 1. Ubicación geográfica de la población de *P. hartwegii* bajo estudio.

Para efectuar la colecta del material vegetal se realizó un recorrido por las dos poblaciones en estudio: Pico de Orizaba y Cofre de Perote y posteriormente se seleccionaron de cada una de ellas una muestra conformada por 30 y 24 árboles respectivamente a partir de la apariencia externa o fenotipo, basándose en el factor probabilístico de que un fenotipo tenga suficiente base genética para mostrar una reacción favorable ante distintos ambientes y es de tipo direccional, en cuanto a que se selecciona hacia un extremo de la población, buscando incrementar la media de las poblaciones futuras, es decir, de acuerdo a siguientes criterios de inclusión como: la rectitud del fuste, la poda natural, la conformación de la copa y ramas, libres de plagas y enfermedades, espaciados a una distancia aproximada de 50 m para evitar el efecto de coancestría y que estuviesen a diferentes gradientes altitudinales con el fin de mejorar en sentido positivo el genotipo medio de una población, a través de la selección de árboles superiores en los rodales naturales o plantaciones (Acosta 1993, SIRE: Conabio-Pronare 2001, Nieto de Pascual-Pola *et al.*, 2003). El tamaño de las muestras se basó a las cifras recomendadas por Callaham (1964) para aquellos casos en los que no se conoce la variación fenotípica de los árboles.

Se tomó arbitrariamente de la parte media de la copa de cada árbol en estudio, una muestra vegetativa que consistió de ramillas, fascículos y conos cerrados. Estos se etiquetaron debidamente, guardando la identidad de cada árbol para su traslado al Laboratorio de Biotecnología y Ecología Aplicada (LABIOTECA) para realizar su evaluación.

De cada árbol se evaluó con la ayuda de un clinómetro, la altura total de los árboles (AT) y la altura a la base inferior de la primera rama (APR) en metros y el diámetro a la altura de pecho (DAP) en cm con una cinta diamétrica. Conjuntamente se evaluó la calidad del árbol con una escala de clasificación de 1 a 3, siguiendo la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1992) quienes clasifican como 1 a los individuos con tallo recto, 2 semirrecto y 3 con curvatura acentuada.

Para el análisis de las características de las hojas se tomó de cada árbol una muestra al azar conformada por 30 fascículos siguiendo el tamaño de muestra recomendado por Pérez (1984) para este tipo de estudio. Se evaluó el número de acículas por fascículo (NA) y con la ayuda de una regla graduada en milímetros se midió la longitud de las acículas mayores (LAMa), la longitud de las acículas menores (LAME), la longitud del braquiblasto (LB) y la longitud del fascículo (LF).

Simultáneamente se recolectaron todos los conos cerrados presentes en los árboles seleccionados y se evaluaron por cada árbol en estudio las siguientes características: peso (Peso), largo (Largo), ancho de la base del cono (AB), ancho del ápice del cono (AA) y el peso promedio de las semillas por cono (PP.SE/C). El peso de los conos y el de semillas se determinó de manera individual con una balanza analítica (marca Ohaus) con una precisión de 0.01 g. El peso de las semillas se efectuó por grupos de 10 semillas, luego se trabajó con pesos promedios de semillas por cono.

Finalmente de cada cono evaluado se tomó arbitrariamente de la parte central 10 semillas y se evaluó con un vernier (marca Scala) con una precisión de 0.1 mm, las siguientes características: el largo, el ancho y el grosor de cada una.

Con el fin de describir la población se realizaron los análisis exploratorios para cada característica de la variable evaluada. Primeramente se utilizaron cuadros con estadísticas descriptivas: tamaño de la muestra (N), media (Prom.), desviación estándar (Desv.), valor máximo (Máx.) y mínimo (Mín.). Luego para cada carácter morfométrico se calcularon los valores de Coeficiente de Variación (CV) y de Factor de Variación (FV), éste último siguiendo la metodología indicada por CIAT (1983).

Se efectuó un análisis de correlaciones entre las características silvícolas evaluadas en los árboles y las variables de las acículas, conos y semillas. Esto con el fin de determinar las variables de los árboles que pueden explicar la variación de los caracteres morfométricos analizados.

Originalmente se planteó un modelo jerárquico para explicar la variación entre las diversas características morfométricas (foliares, conos y semillas) a diferentes niveles (Cuadro 1).

Cuadro 1. Modelo jerárquico para explicar las características morfométricas (foliares, conos y semillas) a diferentes niveles.

Variables respuesta	
Fascículos y conos	Semillas
$Y_{ij} = \mu + B_i + E_j(i)$	$Y_{ikj} = \mu + B_i + A_k(i) + E_j(ik)$
$B_i = \beta_{00} + \beta_{01} AT + \beta_{02} \text{Diámetro} + \beta_{03} \text{A.P.Rama} + \beta_{04} \text{Calidad} + u_{0j}$	

Donde:

Y_{ikj} = Variable respuesta.

μ = Media general.

B_i = Efecto del i-ésimo árbol.

$A_k(i)$ = Efecto del k-ésimo cono dentro del i-ésimo árbol.

$E_j(ik)$ = Error aleatorio.

Se realizaron análisis foliares, de conos y semillas que proporcionaron evidencia de que no existía suficiente variación a nivel de árbol, por lo que se propusieron los siguientes modelos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Modelo jerárquico para explicar las características morfométricas (foliares, conos y semillas) que proporcionaron evidencia de que no existe suficiente variación a nivel de árbol.

Variables respuestas	
Fascículos y conos	Semillas
$Y_{ij} = \mu + B_i + E_j(i)$	$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_k(i) + E_j(ik)$
Donde:	
Y_{ijk} = Variable respuesta.	
μ = Media general.	
B_i = Efecto del i-ésimo árbol.	
$A_k(i)$ = Efecto del k-ésimo cono dentro del i-ésimo árbol.	
$E_j(ik)$ = Error aleatorio.	

Para determinar la existencia de variación, se realizaron análisis de la misma ajustando para las variables correspondientes a las semillas, un modelo anidado de acuerdo con el programa Statistica (1998). Se estimaron los componentes de varianza según un modelo aleatorio (Steel y Torrie, 1988). Por medio de un análisis de regresión jerárquica se pretendió explicar la variación debida al árbol, en las características morfométricas para acículas, conos y semillas. Se realizó un análisis cluster y un K-means, con el fin de clasificar a los árboles de acuerdo a los valores promedios para cada carácter evaluado. Para este análisis se consideraron los promedios de las variables de cada carácter que fue significativo en el análisis de la varianza previamente realizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de análisis efectuado para las características silvícolas evaluadas, revelaron la existencia de una notable variación intrapoblacional (Cuadro 3). La altura a la primera rama fue la variable que mayor coeficiente y factor de variación mostró con un valor de 77.4% y 36.1% respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas para las características silvícolas evaluadas.

Variable	N	Prom.	Desv.	Min.	Máx.	CV	FV
D	30	31.74	12.89	15.6	61.1	40.6	1.6
AT	30	8.62	3.11	3.0	16.0	36.1	1.4
APR	30	1.55	1.20	0.3	5.0	77.4	3.0
C	30	2.30	0.60	1.0	4.0	25.9	1.0

D: diámetro (cm), AT: altura total (m), APR: altura a la primera rama (m), C: calidad del árbol, N: tamaño de la muestra, Prom: media, Desv: desviación estándar, Máx: valor máximo, Min: mínimo, CV: coeficiente de variación y FV: factor de variación.

El crecimiento en diámetro de los árboles suele ser más sensible a las variaciones en los factores ambientales que el crecimiento en altura. En general, el crecimiento en altura se ha representado como un proceso continuo, el cual puede ser caracterizado por una curva sigmoide bastante uniforme (Kramer y Kozlowski, 1960, citado por Aldana y Aureoles, 1991).

La altura y el diámetro de los pinos y en general de todos los árboles se ve influenciado mayormente por las características físicas y climáticas de los sitios en donde se desarrollan (Zobel y Talbert, 1988). Este pudo haber influido en la variación intrapoblacional observada para cada carácter evaluado en esta población.

En la Figura 2 se observa que la mayor parte de los individuos se clasificaron como árboles de calidad 2, que de acuerdo con la clasificación de Murillo y Camacho (1992), porque son árboles rectos o ligeramente doblados con presencia de ramas delgadas y sin presencia de bifurcaciones, protuberancias producto de la poda natural, grano en espiral, gambas o

cualquier otro daño. Este carácter es de suma importancia en proyectos de plantaciones forestales con fines comerciales o en la selección de individuos para programas de mejoramiento genético.

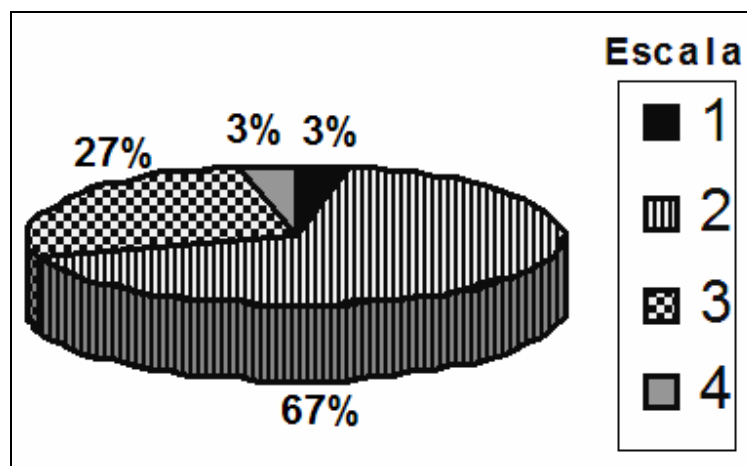


Figura 2. Variación en la calidad de los árboles evaluados.

Los resultados obtenidos del análisis de los valores de coeficiente y factor de variación para los caracteres foliares evaluados permitieron distinguir dos grupos: el más variable dentro del cual se ubicó el carácter longitud del braquiblasto (CV: 56 y FV: 3.5) y otro menos variable conformado por el resto de caracteres foliares evaluados (Cuadro 4). Similares resultados fueron obtenidos por Bermejo y Patiño (1980) quienes detectaron en *P. pseudostrobus* que la longitud del braquiblasto constituía el carácter que mayor variación presentaba en todas las localidades estudiadas.

Cuadro 4. Estadísticas descriptivas para las características foliares evaluadas.

Variable	N	Prom.	Desv.	Mín.	Máx.	CV	FV
NA	900	4.496	0.725	2.0	5.0	16.1	1.0
LAMa	900	8.377	1.881	2.6	14.2	22.5	1.4
LAMe	900	8.256	1.893	1.9	13.9	22.9	1.4
LB	900	1.367	0.766	0.3	12.4	56.0	3.5
LF	900	9.745	1.913	3.6	17.9	19.6	1.2

NA: número de acículas, LAMa: longitud de acícula mayor (cm), LAMe: longitud de acícula menor (cm), LB: longitud de braquiblasto (cm), LF: longitud del fascículo (cm), N: tamaño de la muestra, Prom: media, Desv: desviación estándar, Máx: valor máximo, Mín: mínimo, CV: coeficiente de variación y FV: factor de variación.

En cuanto al número de acículas por fascículo se ha indicado que muy pocos pinos mexicanos muestran constancia en este carácter (Eguiluz, 1985). Sin embargo, éste ha sido incluido en las claves para la determinación de las especies. De acuerdo con Martínez (1948) para *P. hartwegii* este carácter varía entre 3, 4 y 5 acículas, lo que concuerda con lo obtenido en este estudio (4 a 5 acículas). Estos resultados asimismo concuerdan con lo obtenido por Pérez (1984) quien detectara en un estudio de esta especie valores de longitud de las acículas que oscilaban entre 8 a 16.5 cm.

Los análisis de varianza efectuados revelaron asimismo una mayor contribución del componente genético (árbol) para las cinco características foliares evaluadas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variabilidad detectada para las características foliares evaluadas.

Fuentes	NA	% V	LAMa	% V	LAMe	% V	LB	% V	LF	% V
variación										
Árboles	3.730***	21.0	22.918***	18.8	21.933***	18.5	2.789***	12.9	32.361***	26.8
Error	0.417	79.0	2.923	81.2	2.959	81.5	0.496	87.1	2.711	73.2
X± ES	4.50±0.65		8.4±1.71		8.26±1.72		1.37±0.70		9.75±1.65	

%V: componente de variación; *** altamente significativo ($P \leq 0.01$)

De hecho el análisis de variación para cada característica foliar evaluada, mostró un mayor aporte de variación genética atribuible al ambiente para todas las características foliares evaluadas. Estos resultados concuerdan con lo obtenido en esta especie por Little (1962), Eguiluz (1985) y Aldana y Aureoles (1991) quienes han puesto de relieve que la longitud de las acículas se encuentra correlacionada positivamente con la temperatura y precipitación imperante en la estación de crecimiento, lo que refleja que los caracteres del follaje se encuentran fuertemente influidos por los factores ambientales. De acuerdo a lo obtenido por Eguiluz (1985) el número de acículas por fascículo (en el caso de los pinos), tienen un mayor control genético que su longitud, pero también, éste es influenciado por las condiciones ambientales.

Con el análisis de correlaciones de estas características con las variables del árbol, resultó que la altura a la primera rama y la calidad fueron las más correlacionadas, seguidas de la

altura total y el diámetro. Sin embargo, con la regresión jerárquica se determinó que ninguna de las características evaluadas del árbol, explican significativamente la variación existente en esas variables correspondientes a las acículas.

Los caracteres de los conos evaluados mostraron valores promedios de 31.62 g para la variable peso, 7.8 cm para el largo, 3.61 cm para el ancho de la base del cono y 1.69 cm para el ancho del ápice del cono. De acuerdo con los valores de coeficiente de variación y factor de la misma, los conos variaron más con respecto al caracter ancho de la base y peso; mientras que las demás variables resultaron más homogéneas (Cuadro 6).

Los datos obtenidos para el largo del cono fueron muy similares a los resultantes en otro estudio morfométrico realizado en esta especie, el cual fue de 6 a 12 cm con un promedio de 8.9 cm (Pérez, 1984).

El peso promedio de las semillas por cono, mostró un valor alto de coeficiente de variación y factor de variación. Esto coincide con otros estudios realizados en el género *Pinus* (Iglesias y García, 2000), que incluyen al peso de las semillas entre los caracteres más variables.

Cuadro 6. Estadísticas descriptivas para las características de los conos.

Variable	Prom.	Desv.	Mín.	Máx.	CV	FV
Peso	31.62	14.15	11.4	86.40	44.7	2.4
Largo	7.80	1.31	4.2	11.7	18.4	1.0
AB	3.61	0.79	1.2	6.6	21.9	1.2
AA	1.69	0.34	1.0	3.20	19.9	1.1
PP.SE/C	0.02	0.02	0.004	0.14	90.6	7.6

AB: ancho de la base del cono, AA: ancho del ápice del cono, PP.SE/C: peso promedio de las semillas por cono, N: tamaño de la muestra, Prom: media, Desv: desviación estándar, Máx: valor máximo, Mín: mínimo, CV: coeficiente de variación y FV: factor de variación.

Los resultados de los análisis de varianza efectuados (Cuadro 7), permitieron constatar la existencia de diferencias significativas para todas las variables de los conos evaluados. Esta variabilidad se debe al factor genético de un 61.6% para la variable peso, el 50% para el carácter largo, el 29.7% para el carácter ancho del ápice del cono y el 47.9% al ancho de la base del cono.

Cuadro 7. Variabilidad detectada para las características de los conos evaluados.

Fuentes de variación	P. por cono	% V	L	% V	AB	% V	AA	% V	PP.SE/C	% V
Árboles	1096.077***	61.6	7.803***	50	2.569***	47.9	0.371***	29.7	0.0129***	56.5
Error	79.952	38.4	0.892	50	0.329	62.1	0.081	70.3	0.0037***	24.1
X± ES	31.62±8.94		7.11±0.94		3.61±0.57		1.69±0.28		0.0003	19.4
									0.022±0.001	

P: peso del cono, L: largo, AB: ancho de la base del cono, AA: ancho del ápice del cono, PP.SE/C: peso promedio de semillas por cono; %V: variación y ***altamente significativo ($P \leq 0.01$)

Según lo expuesto por Little (1962), las características de los conos resultan menos afectadas por el ambiente y constituyen un factor taxonómico importante en la clasificación de las especies de pinos. Sin embargo, en este estudio se comprobó la marcada influencia ambiental en algunos de los caracteres del cono evaluados (Cuadro 5). Se ha encontrado en el género *Pinus* que el peso y el tamaño de los conos disminuyen bajo condiciones deficientes de humedad y que el grosor del cono disminuye al aumentar la precipitación (Baker, 1972; citado por López, 1993). Algunos autores han indicado que la longitud del cono se correlaciona con la altitud o el clima, es decir, los conos más largos se encuentran en las altitudes más bajas o cálidas (Pérez, 1984).

La mayor contribución ambiental en la expresión de algunas características de los conos evaluadas pudiera deberse a que el tamaño de la muestra no fue el adecuado; sin embargo el tamaño de la muestra fue superior al recomendado para estudios de variación morfológica en esta especie con un nivel de confianza de un 95% (Pérez, 1984). Estos resultados concuerdan con lo indicado por López (1993) en relación a que el peso de la semilla no muestra una asociación definida con el ambiente sino que presenta muy poca variación. De igual manera, el carácter peso ejerce un efecto importante sobre la distancia a que será

dispersada la semilla y éste representa en gran parte el capital de recursos que lleva consigo para mantener la semilla durante sus primeras fases de asentamiento (Granados, 1991).

Con el análisis de correlaciones de estas características con las variables del árbol, resultó que la altura total y la calidad del árbol fueron las más correlacionadas, seguidas de la altura a la primera rama y al diámetro. Sin embargo, con la regresión jerárquica se determinó que ninguna de las características del árbol evaluadas explican significativamente la variación existente en esas variables correspondientes a los conos. Los resultados del análisis descriptivo de los caracteres de las semillas examinadas, revelaron valores muy similares en el coeficiente de variación y factor de variación para las variables largo, ancho y grosor de la semilla (Cuadro 8).

Es importante destacar que de acuerdo con Davidson *et al.* (1996) y Lawrence (1998), las semillas con mayor peso y tamaño deben tener una mayor oportunidad de sobrevivir en las primeras fases de su ciclo de vida.

Cuadro 8. Estadísticas descriptivas para las características de las semillas.

Variable	N	Desv.	Mín.	Máx.	CV	FV
Largo	2479	0.06	0.280	0.69	12.2	1.0
Ancho	2479	0.04	0.180	0.48	12.0	1.0
Grosor	2479	0.03	0.100	0.36	12.9	1.1

N: tamaño de la muestra, Prom: media, Desv: desviación estándar, Máx: valor máximo, Mín: mínimo, CV: coeficiente de variación y FV: factor de variación.

Por otra parte los resultados de los análisis de varianza efectuados mostraron la existencia de diferencias significativas para las todas las características de las semillas examinadas a nivel de árboles y de conos dentro de árboles (Cuadro 9).

Cuadro 9. Variabilidad detectada para las características morfométricas de las semillas evaluadas.

Fuentes de variación	Largo	% V	Ancho	% V	Grosor	% V
Árboles	0.1228***	52.6	0.0294***	27.0	0.0132***	25.9
Cono	0.0090***	4.9	0.0046***	5.1	0.0016***	3.3
Error	0.0023	42.5	0.0015	67.9	0.0004	70.8
X± ES	0.49±0.037		0.33±0.032		0.23±0.022	

% V: variación, ***altamente significativo ($P \leq 0.01$).

De acuerdo con estos resultados, el largo de la semilla tiene un mayor control genético en su expresión, lo que contrasta con la mayor influencia del ambiente en las características de ancho y grosor de las semillas.

El tamaño de la semilla es una característica variable en muchas poblaciones de plantas, éstas a menudo influyen en la sobrevivencia, crecimiento y reproducción. La variación en el tamaño de la semilla puede originarse de recursos genéticos o ambientales. Teóricamente se pronostica poca variación genética para características correlacionadas con éxito reproductivo, debido a un período largo de selección debido a la eliminación de alelos con efectos deteriorantes en el éxito reproductivo. Por lo tanto es probable que la variación en el tamaño de la semilla se origine en su mayor parte de recursos ambientales (Falconer, 1981; citado por Schwaegerle y Levin, 1990). Lo anteriormente se observa en los componentes de varianza que es debido al ambiente para los caracteres largo, ancho y grosor de la semilla.

Esto concuerda en general con estudios efectuados en coníferas, sobre la determinación de la base genética del tamaño de la semilla y otros atributos que han indicado que las diferencias genotípicas representan uno de los componentes más importantes de la variación detectada (El-Kassaby, 1992; Chaisurisi *et al.*, 1994 ; Beaulieu y Simon, 1994).

Por otra parte, según Granados (1991) algunas características de las semillas como el grosor y ancho de la semilla se encuentran muy influidos por factores ambientales tales como humedad, temperatura y pH. Estos caracteres son de gran importancia, ya que el tamaño de la semilla influye en el vigor de las plántulas, el cual juega un papel en su sobrevivencia (Córdova, 1985).

De acuerdo al análisis de correlaciones, la altura total y la altura a la primera rama del árbol, se correlacionaron más con las características de las semillas; seguidas del diámetro y la calidad del árbol. Sin embargo, con la regresión jerárquica se determinó que ninguna de las características del árbol evaluadas, explican significativamente la variación existente en esas variables correspondientes a las semillas.

La clasificación de los genotipos sobre la base de la variación en las características morfométricas evaluadas se muestran en la Figura 3.

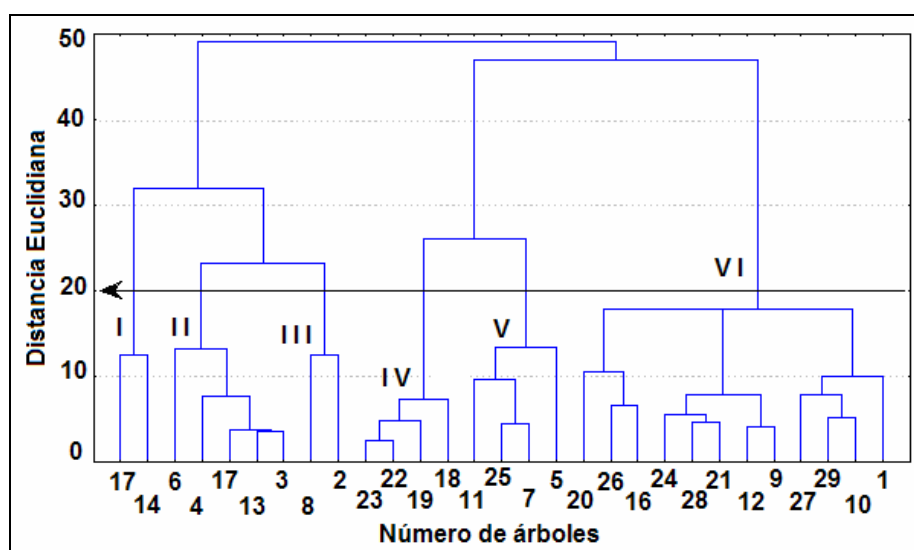


Figura 3. Dendrograma de la agrupación de los árboles sobre la base de características morfométricas evaluadas.

En la figura anterior, se observa la formación de seis grupos, donde el grupo VI lo constituye la mayor parte de los árboles (41%), y en menor cantidad se presenta el grupo I (6.9%).

El cuadro 10 muestra los árboles que conforman cada grupo, con las medias y desviaciones estándar de las variables evaluadas que resultaron significativas en la formación de dicha agrupación (diámetro, altura total, largo del cono y el peso del cono).

El análisis de los valores medios de cada uno de los grupos para los caracteres morfométricos evaluados (Cuadro 10), permitió constatar que el grupo I se caracterizó por presentar individuos con menor altura total y los mayores valores para el largo y peso del cono. El grupo III, lo constituyen los árboles con el segundo mayor valor de altura total y peso del cono y en general el grupo II, son árboles con valores muy bajos en las variables analizadas. El grupo IV se formó con árboles de menor peso del cono y el grupo V lo constituyen los individuos con mayores diámetros y mayor altura total. El grupo VI presenta los árboles con los menores diámetros y largo de conos.

Cuadro 10. Características de los grupos formados e individuos y las variables que contribuyeron a su conformación.

Grupo	Individuos		Diámetro (p = 0.000)	Altura total (p = 0.0476)	Largo cono (p = 0.0098)	Peso cono (p = 0.000)
I	14, 15	Prom.	27.05	5.5 (-)	9.64 (+)	61.44 (+)
		Desv.	7.14	3.54	0.27	3.94
II	6, 4, 17, 13, 3	Prom.	26.88	8.80	7.59	43.60
		Desv.	1.63	3.40	0.59	3.63
III	2, 8	Prom.	42.90	9.00	7.96	44.80
		Desv.	6.65	4.20	0.18	3.46
IV	23, 22, 18, 19	Prom.	39.93	11.0	6.99	24.93 (-)
		Desv.	2.22	1.40	0.36	1.12
V	11, 25, 7, 5	Prom.	56.83 (+)	11.30 (+)	7.01	30.33
		Desv.	3.33	4.10	0.86	4.13
VI	20, 26, 16, 24, 28, 21, 12, 9, 27, 29, 10, 1	Prom.	22.56 (-)	7.50	6.64 (-)	25.11
		Desv.	5.47	2.3	0.69	4.27

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran la existencia de una amplia variabilidad intrapoblacional desde el punto de vista morfométrico, lo que es de esperar considerando lo planteado por Ledig (1998) en relación a que los pinos constituyen organismos muy variables.

Ninguna de las características silvícolas evaluadas al árbol (diámetro, altura total, altura a la primera rama y calidad) contribuyeron a explicar la variación genética presentada en las variables de acículas, conos y semillas analizadas.

LITERATURA CITADA

- Acosta, M. M. 1993. **Fenología de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham.** In: Memorias del 1 er. Encuentro de Ciencia y Tecnología del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Puebla. SARH/CITAEP/Gobierno del Estado 8-10/IX. Puebla, Puebla, México. 90 p.
- Aldana, R. y Aureoles, S. 1991. **Fenología de brotes anuales de *Pinus hartwegii* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. y su relación con los factores ambientales físicos, en la estación forestal experimental Zoquiapan, México.** Tesis Ing. Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 80 p.
- Beaulieu, J. and Simon, J.P. 1994. **Genetic structure and variability in *Pinus strobus* in Quebec.** Can. J. For. Res. 24:1726-1733.
- Bermejo, B y Patiño, F. 1980. **Variación morfológica en características de hojas y conos de *Pinus pseudostrobus* var. Oaxacana Mtz. en poblaciones naturales de los Altos de Chiapas.** Tesis Ing. Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo, México. División de Ciencias Forestales. 42 p.
- Bonilla, V.O. 1993. **Variación natural en *Pinus hartwegii* Lindl: Longitud de traqueidas de las maderas a lo largo del Eje Neovolcánico.** Tesis Ing. Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo, México. División de Ciencias Forestales. 75 p.

- Callaham, R.Z. 1964. **Investigación de procedencias: estudio de la diversidad genética asociada a la geografía.** Unasylva 18 (2-3): 40-50.
- Campos, J.L. 1993. **Claves para la determinación de los pinos mexicanos.** Universidad Autónoma Chapingo, México 22:70 p.
- CATIE. 1995. **Mejoramiento Forestal y Conservación de Recursos Genéticos Forestales.** Serie Técnica. Manual Técnico. Turrialba, Costa Rica. 14: 173 p.
- Chaisurisi, K., Edwards, D.G., El-Kassaby, Y.A. 1994. **Effect of seed size on seedling attributes in Sitka Spruce seed.** New For. 8:81-87.
- CIAT. 1983. **Programa de frijol.** Informe Anual. 278 p.
- Córdova, B. 1985. **Demografía de árboles tropicales** In: Gómez- Pompa, A. Estudio sobre regeneración de selvas II. Ed. Alambra. pp: 103-128.
- Davidson, R.H., Edwards, D.G.W., Sziklai, O., El-Kassaby, Y.A. 1996. **Genetic variation in germination parameters among populations of Pacific Silver fir.** Siva Genetics. 45:23.
- Eguiluz, P.T. 1985. **Origen y evolución del género *Pinus* (con referencia especial de los pinos mexicanos).** Dasonomía Mexicana. 3(6):5-31.
- El-Kassaby, Y.A. 1992. **Domestication and genetic diversity-should me be concerned?** For. Chron. 68:687-700.
- Falconer, D.S. 1981. **Introduction to Quantitative Genetics.** 2nd Ed. Longman, London.
- Granados, D. 1991. **Ecología y dispersión de las plantas.** Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Serie de Apoyo Académico 45:114.
- Hernández, A.J.C., Gutiérrez, G.G., Almeida, L.L. y Ordóñez, D.J.A.B. 2005. **Análisis dendroclimático de *Pinus hartwegii* en el volcán nevado de Toluca.** México. I Simposio Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Memorias. Laboratorio de Biotecnología y Ecología Aplicada. LABIOTECA. Xalapa, Veracruz, México. Noviembre 17 y 18, 2005. pp: 102-103.
- Iglesias, A.L., Alba, L.J. y Enriquez, J.L. 1999. **Estrategias para la conservación de la población de *Pinus hartwegii* Lindl. en la región del Perote, Veracruz.** Revista Monte Bravo, España. 4 y 5: 20-22.
- Iglesias, A.L. y García, J. 2000. **Variabilidad morfométrica y bioquímica de la semilla de nueve poblaciones de pinos.** Revista Ciencia Forestal. INIFAP.

- Iglesias, L. y Tivo, F.Y. 2005. **Contribución al manejo de la población de *Pinus hartwegii* Lindl. del Cofre de Perote. Agroentorno.** Funprover, Fundación Produce Veracruz. 61(8):16–17.
- Iglesias, L.; Tivo, Y. y Casas, J.L. 2005. **Cofre de Perote. *Pinus hartwegii*. Agroentorno. Funprover.** Fundación Produce Veracruz. 70(8):22-24.
- Lawrence, V. 1998. **Seed morphometrics and adaptative geographic differentiation. Instituto de Ecología,** Universidad Nacional Autónoma de México. *Evolution* 52(2):344-354.
- Ledig, F.T. 1998. **Genetic variation in *Pinus*.** In: Richardson, D. M. (ed) *Ecology and biogeography of *Pinus** Cambridge University Press. Cambridge. pp: 251-280.
- Little, E.L. 1962. **Key to the mexican species of pines.** *Caribbean Forester* 23(2):72-81.
- López, J. 1993. **Variación de características morfológicas en conos y semillas de *Pinus greggii*.** Agrociencia. Serie Recursos Naturales Renovables. Montecillo, México. 1(3):81-95.
- Martinez, M. 1948. **Los pinos mexicanos.** 2ª. Ed. Botas; México, D.F. 361 p.
- Murillo, O. y Camacho, P. 1992. **Metodología para la evaluación de la calidad de las plantaciones forestales.** In: II Congreso Forestal Nacional: la Actividad Forestal al Servicio de un País en Desarrollo. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. Dirección General Forestal. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, Costa Rica. pp: 40-42.
- Nieto de Pascual-Pola, C., Musálem, M. A., Ortega-Alcalá, J., 2003. **Estudio de algunas características de conos y semillas de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham.** Agrociencia. 37(5): 521 - 531.
- Pérez, R.P. 1984. **Variación morfológica en acículas y conos de poblaciones naturales de *Pinus hartwegii* del Eje Neovolcánico.** Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 103 p.
- Schwaegerle, K and Levin, D. 1990. **Quantitative genetics of seed size variation in *Phlox*.** *Evolutionary Ecology*. USA. 4:143-148.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1984. **Normales Climatológicas.** Dirección General de Geografía y Meteorología. México. 799 p.

- SIRE: Conabio-Pronare, 2001. Aguilera R. Manuel. Archivo personal. ***Pinus greggii* Engelm.** SIRE: Paquetes tecnológicos, 7 p.
- Solís, M.A. 1994. **Monografía de *Pinus hartwegii* Lindl.** Tesis profesional para obtener el Título de Ingeniero Forestal Universidad Autónoma de Chapingo. División Ciencias Forestales. 130 p.
- Statistica. 1998. **STAT SOFT.** Inc. Statistica for window. (Computer program manual). Statistica: user guide. 2325 East 13th Street, Tulsa ok. 74104. EUA.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1988. **Bioestadística: Principios y Procedimientos.** McGraw-Hoññ. Omc-USA. 622p.
- Tivo, F.Y. e Iglesias, A.L. 2004. **Problemática de la población e importancia de la conservación de *Pinus hartwegii* Lindl.** Agroentorno. Funprover, Fundación Produce Veracruz. 60(8):4–5.
- Williams, C.G. y Savolainen, O. 1996. **Inbreeding depression in conifers: implications for breeding strategy.** For. Sci. 42:102-117.
- Zobel, B. y J. Talbert. 1988. **Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales.** Trad. I. M. Guzmán. Editorial LIMUSA. México. 545 p.

Lourdes G. Iglesias Andreu

Doctor en Ciencias egresado del Ministerio de Educación Superior de Cuba. Es profesora del Doctorado “Biodiversidad: Conservación y Gestión de las Especies y sus Hábitat” del Centro Iberoamericano de Biodiversidad de la Universidad de Alicante, España y de la Maestría en Biotecnología Agrícola del Centro de Biotecnología del Ecuador perteneciente a la Escuela Politécnica del Litoral (Guayaquil, Ecuador). Ha obtenido diversos reconocimientos Científicos otorgados por el Ministerio de Educación Superior y la Academia de Ciencias de Cuba. Actualmente es responsable del Cuerpo Académico en Formación de “Biotecnología Forestal”, desarrolla la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento “Detección y uso de Marcadores moleculares”.

Yamilet Tivo Fernández

Maestra en Ciencias en Ecología Forestal por el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana de Xalapa, Veracruz. Licenciada en Biología por la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana de Peñuela, Veracruz, México.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

CARACTERES MORFOLÓGICOS DE PLANTAS DE *Morus alba* L. DERIVADAS DEL CULTIVO *in vitro* EN CONDICIONES DE CAMPO

José Enrique Salas Barboza, Daniel Agramonte Peñalver, Jiménez, T.F., Collado, L.R. y
Pérez, P.M.

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 469-479



e-revist@s



Caracteres morfológicos de plantas de *Morus alba* L. derivadas del cultivo *in vitro* en condiciones de campo

Morphologic characters of plants of “*Morus Alba* L”. derived from the culture *in vitro* in field conditions

José Enrique Salas-Barboza¹; Daniel Agramonte-Peñalver²; Jiménez, T.F.²; Collado, L.R.²; Pérez, P.M.²

¹Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco. México. Tel: 937 372 40 99. Fax: 937 372 22 97. salasj@colpos.mx; salas2001mx@yahoo.com.mx ² Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 42 281257 y 42 281268. Fax: 42 28 13 29.

RESUMEN

Se evaluaron en condiciones de campo plantas de morera provenientes del cultivo *in vitro* desarrolladas en medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y plantas, control en dos localidades con diferencias en tipo de suelo y método de riego. Se utilizó un arreglo factorial 2x3 con 4 repeticiones por tratamiento. Se determinó el porcentaje de supervivencia, altura de la planta, número de hojas y tallos, acumulación de materia seca y tasa de crecimiento. Se observó un mejor comportamiento de las plantas en la localidad 1 con valores de 97.51%, 106.79 cm, 230.05 hojas, 7.97 tallos, 1256.4 kg ha⁻¹ y 9.62 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, respectivamente para las variables evaluadas, respecto a la localidad 2; asimismo, las plantas *in vitro* fueron superiores a las plantas control y entre estas, las plantas procedentes de inmersión temporal superaron a las de medio de cultivo semisólido.

Palabras clave: medio del cultivo, inmersión temporal, evaluación en campo.

SUMMARY

Mulberry plants from *in vitro* culture and developed in semisolid media culture, temporary immersion and control under field conditions in two sites with differences in soil type and watering method were evaluated. A factorial arrangement 2x3 was used with 4 repetitions for treatment. It was determined the survival (%), height of plant, leaves number and shafts, accumulation of dry matter and growth rate. A better behavior of the plants was observed in the site 1 with 97.51%, 106.79 cm, 230.05 leaves, 7.97 shafts, 1256.4 kg ha⁻¹ and 9.62 kg MS ha⁻¹ day⁻¹, respectively for the evaluated variables, respect to the site 2; also, the *in vitro* plants were best to the control plants and among these, the plants from temporary immersion were best to semisolid plants developed.

Key words: culture medium, temporary immersion, field evaluation.

INTRODUCCIÓN

Las especies vegetales consideradas como forrajes son la principal fuente de alimentación del ganado en el trópico, pero su bajo contenido de nutrientes es sin duda la mayor limitante para cubrir los requerimientos de los animales y hacer más rentable la ganadería regional; por lo que es importante buscar alternativas que permitan mejorar su calidad, dando por hecho que al incrementarse dicha calidad los costos por suplementación en la alimentación animal serán menores y consecuentemente aumentará la productividad animal (Mesa *et al.*, 1994).

Una de estas alternativas es la utilización de los árboles y arbustos forrajeros los cuales han alcanzado un notable desarrollo en los últimos diez años debido a los beneficios productivos, económicos, sociales y ambientales que brindan a la sociedad. Dentro de estas especies se encuentra la morera (*Morus alba* L.), la cual es un arbusto forrajero que despierta cada vez más interés en los propósitos de especialistas y productores encargados de promover vías de producción y explotación sostenibles, lo más independiente posible de insumos externos y con las respuestas productivas que necesita la creciente demanda de los productos básicos de la canasta familiar; además, constituye la especie arbórea con mayores perspectivas de expansión por sus elevados rendimientos en biomasa comestible, digestibilidad, palatabilidad, altos valores nutricionales y perennidad frente al corte y; por su uso como forraje verde o conservada en forma de ensilaje o deshidratada (González *et al.*, 2000; Sánchez, 2002).

Los trabajos realizados en la propagación de morera utilizando el cultivo de tejidos han sido principalmente con el objetivo de producir material vegetal en el menor tiempo posible para su uso en la alimentación del gusano de seda; ello debido a las limitantes que tiene el cultivo en su propagación por los métodos convencionales la cual se considera lenta, no viable económicamente por el exceso de mano de obra y pobre desarrollo radicular (Bhau y Wakhlu, 2001; Lu, 2002). Por otro lado, mediante el tejido de cultivos se han logrado algunos resultados en el establecimiento y multiplicación de varias especies de *Morus* (Lu, 2002; Chitra y Padmaja, 2002; Habib, *et al.*, 2003; Hassanein *et al.*, 2003); sin embargo, no se han evaluado las plantas *in vitro* en condiciones de campo.

De lo anterior se deriva el objetivo del presente trabajo que fue determinar algunos caracteres morfológicos de las plantas de morera obtenidas a través del cultivo de tejidos en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron plantas derivadas del cultivo de tejidos (plantas *in vitro*) procedentes de medio de cultivo semisólido e inmersión temporal, obtenidas según la metodología empleada para la micropropagación de especies vegetales (Orellana, 1998) y plantas control originadas del establecimiento de estacas de morera, las cuales permanecieron 45 días en casa de cultivo para su aclimatización.

Después de permanecer en la fase de aclimatización, las plantas con una altura promedio de 28 cm y 10 hojas como mínimo, se llevaron a condiciones de campo y fueron sembradas 600 plantas por procedencia en dos localidades: a). localidad 1 Finca particular “La Yolanda” referencia provincial con suelo pardo sialítico mullido y riego por gravedad municipio de Santa Clara y b) Localidad 2, Estación Experimental “Pedro Lantigua” con suelo rojo ferralítico compactado y riego por aspersión municipio de Remedios, provincia de Villa Clara, Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

Se realizaron 12 evaluaciones cada 30 días y se tuvieron en cuenta las siguientes variables: a) Supervivencia: se realizó una sola evaluación a los 15 días de sembradas las plantas en campo, para ello se tomó en cuenta el número de plantas al momento de la siembra y el número de plantas vivas al realizar la evaluación, b) altura de la planta: Se determinó la altura de 10 plantas por repetición utilizando una regla graduada en cm de tal manera que resultaron 40 observaciones por tratamiento; c) Número de hojas y ramas: para estas variables se utilizaron las mismas plantas que para la variable altura de la planta, a las cuales se les determinó la cantidad de hojas y ramas; d) Acumulación de materia seca: para cada evaluación se seleccionaron al azar 10 plantas por repetición a las cuales se les cosechó el follaje para eliminar la cantidad de agua en una estufa de aire forzado a 60°C durante 72 horas y obtener la masa seca, posteriormente estimar la acumulación de materia

seca en kg ha^{-1} , considerando 20 000 plantas por hectárea (distancia entre surcos de 1,0 m y 0,5 m entre plantas) y e) tasa de crecimiento (TC): para su cálculo se utilizaron los datos de peso seco por hectárea e intervalo en días entre muestreos obtenidos de la producción de biomasa foliar y utilizando la ecuación propuesta por Hunt *et al.*, (2002).

$$TC = \frac{PS_2 - PS_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

PS₁ y PS₂: Peso seco del muestreo 1 y 2, respectivamente;

T: Intervalo de tiempo entre PS₁ y PS₂.

Los datos fueron analizados mediante un diseño factorial 2x3 para determinar el efecto de las dos localidades de siembra y tres procedencias de las plantas con 4 repeticiones, 10 plantas por evaluación mensual y 12 meses de evaluación. Los datos de las variables número de hojas y número de ramas fueron transformados previos a su análisis mediante $\sqrt{x}$. Se utilizó la comparación múltiple de medias de Tukey y el paquete estadístico SPSS versión 8.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La procedencia de las plantas micropropagadas influyó significativamente ($p < 0,05$) sobre la variable porcentaje de supervivencia. En este caso se observó mayor porcentaje de supervivencia en la localidad 1 con un valor promedio de 97.51% en relación a la localidad 2 (Cuadro 1).

Para la localidad 1 no hubo diferencias significativas entre las plantas procedentes de medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y estacas; caso contrario ocurrió en la localidad 2 donde las plantas *in vitro* fueron superiores significativamente ($p < 0.05$) respecto a las plantas procedentes de estacas. El comportamiento de las plantas procedentes de medio de cultivo semisólido fue similar a las de inmersión temporal en las dos localidades evaluadas,

lo que indica que el estado físico del medio de cultivo (semisólido y líquido) donde se desarrollaron las plantas *in vitro* no afecta la supervivencia de las mismas en la fase de campo ya sea en la localidad 1 como en la 2.

Al respecto algunos autores como Chitra y Padmaja (1999), Lu (2002), Chitra y Padmaja (2002) y Hassanein *et al.*, (2003) quienes llevaron plantas micropropagadas de morera a campo, solo reportan valores de supervivencia, los cuales varían de 80 a 95%, estos son similares a los resultados observados en este trabajo en la localidad 2 pero inferiores a los de la localidad 1, ello indica que el tipo de suelo y método de riego empleados en la evaluación de campo de las plantas de morera obtenidas en cultivo *in vitro* en este estudio influyeron en la supervivencia de las mismas.

Cuadro 1. Características morfológicas de las plantas de morera procedentes de medio de cultivo semisólido (SS), inmersión temporal (SIT) y estacas (E) en dos localidades de siembra.

		Supervivencia (%)	Altura de la planta (cm)	Número de hojas
Localidad 1	SS	97.43a	115.53b	16.43b (264.99)
	SIT	98.10a	121.53a	17.14a (293.76)
	E	97.00a	83.08c	11.46c (131.41)
	MG±EE	97.51A±0.71	106.71A±3.16	15.01A±0.22
Localidad 2	SS	90.61a	106.97b	8.67b (75.10)
	SIT	91.44a	117.18a	10.61a (112.61)
	E	82.30b	69.96c	4.93c (24.28)
	MG±EE	88.12B±0.6	98.04B±2.94	8.07B±0.38

a, b. Medias con letras desiguales difieren para $p < 0.05$ de acuerdo a Tukey

Letras mayúsculas en la misma columna indican diferencia entre localidades.

Letras minúsculas en la misma columna para cada localidad indican diferencia entre procedencias

() Valores reales. EE: Error experimental

En la altura de las plantas no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre localidades para esta variable; sin embargo, si hubo diferencias dentro de localidades, observando un mejor ($p < 0.05$) comportamiento de las plantas micropropagadas respecto a

las estacas en las dos localidades evaluadas, siendo mejor aún ($p<0.05$) las plantas procedentes de inmersión temporal en relación con las procedentes de medio de cultivo semisólido. De acuerdo con esto, las plantas *in vitro* superan en altura a las plantas obtenidas de estacas y, aún mejor en la localidad 1, esto se puede asociar con una mayor acumulación de materia seca, a la mayor cantidad de hojas presentes y al mayor crecimiento de la planta (Cuadro 1 y 2).

Los valores promedio en altura para las localidades evaluadas fueron estadísticamente iguales; sin embargo las plantas micropropagadas procedentes de inmersión temporal mostraron diferencias significativas ($p<0.05$) respecto a las provenientes de medio de cultivo semisólido y estacas en las dos localidades evaluadas. En plantas de morera procedentes de estacas, Martin *et al.*, (2000) indican un valor en altura de 318 cm en la variedad criolla a los doce meses de sembradas; y Martin *et al.*, (2000) observaron una altura de 375 cm en plantas de la variedad tigreada a los doce meses de sembradas en campo, los cuales son superiores a los resultados obtenidos en este experimento a los doce meses de evaluación.

Tanto para número de hojas como de ramas se observó un aumento considerable en la localidad 1 ($p<0.05$) respecto a la localidad 2, lo cual significa que la morera mostró mayor adaptabilidad a las condiciones de tipo de suelo y riego proporcionadas en la localidad 1 y manifestadas no solo en el número de hojas y tallos sino también en mayor producción de biomasa foliar, altura de la planta y tasa de crecimiento en las plantas procedentes de medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y estacas.

En la variable número de hojas, las plantas micropropagadas mostraron mayor cantidad de estas respecto a las procedentes de estacas con diferencias significativas ($p<0.05$), y las plantas procedentes de inmersión temporal fueron mejor que las de medio de cultivo semisólido. El valor más alto en el número de hojas se observó en las plantas procedentes de inmersión temporal en la última evaluación con valores de 496 y 164 para la localidad 1 y 2 respectivamente. Al respecto Almeida y Canto (2002) observaron un promedio de 26.3 hojas en 30 variedades de morera cuando las plantas originadas de estacas tenían un metro

de altura, estos resultados son inferiores a los obtenidos en este estudio en la localidad 1 ya que a un metro de altura en las plantas derivadas de estacas se observaron 173 hojas; sin embargo, son similares a los registrados en la localidad 2 con un valor de 32.1 hojas, aunque esta altura no se alcanzó a la misma edad en las plantas *in vitro* evaluadas.

En la variable número de ramas se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las plantas procedentes de medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y estacas en las dos localidades evaluadas, resultando mejor las plantas obtenidas del cultivo *in vitro* respecto a las de estacas y dentro de estas las plantas provenientes de inmersión temporal. Se observaron los valores más altos en el número de ramas en la localidad 1 en relación a la localidad 2 (Cuadro 2).

Para la variable acumulación de materia seca se detectaron diferencias significativas entre localidades ($p < 0.05$) resultando mejor la localidad 1. En las dos localidades evaluadas se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre plantas procedentes de medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y estacas con valores superiores para las de inmersión temporal.

Los máximos valores obtenidos en la acumulación de materia seca en el tiempo evaluado fueron de 3042.0, 3526.4 y 2183.0 y 806.0, 1019.0 y 652.0 kg ha⁻¹ observados en la última evaluación para plantas procedentes de medio de cultivo semisólido, inmersión temporal y estacas, para la localidad 1 y 2, respectivamente. Estos valores son inferiores a los indicados por Martin *et al.*, (1999) quienes mencionan una producción de biomasa de 8200 kg ha⁻¹ en plantas de morera variedad criolla originadas de estacas a los doce meses de establecida en campo. Sin embargo, Benavides (2002), Sánchez (2002b) y Ye (2002) mencionan que la producción de biomasa de hojas en morera depende de la variedad, localidad, método de cosecha, aplicación de fertilizantes y densidad de siembra.

Cuadro 2. Características morfológicas de las plantas de morera procedentes de medio de cultivo semisólido (SS), inmersión temporal (SIT) y estacas (E) en dos localidades de siembra.

			Acumulación de	Tasa de crecimiento
			materia seca	
			(kg ha ⁻¹)	(kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)
Número de ramas				
Localidad 1	SS	3.17b (10.07)	1378.1b	10.02b
	SIT	3.33a (11.07)	1537.6a	11.58a
	E	1.67c (2.78)	853.5c	7.25c
	MG±EE	2.72±0.046	1256.4±51.59	9.62±0.9
Localidad 2	SS	2.01b (4.03)	513.8b	2.60b
	SIT	2.10a (4.42)	662.8a	3.01a
	E	1.37c (1.89)	319.8c	2.17c
	MG±EE	1.83±0.028	498.8±22.19	2.59±0.07

a, b. Medias con letras desiguales difieren para $p < 0.05$ de acuerdo a Tukey
 Letras mayúsculas en la misma columna indican diferencia entre localidades.
 Letras minúsculas en la misma columna para cada localidad indican diferencia entre procedencias
 () Valores reales. EE: Error experimental.

Por otro lado, se observó un crecimiento irregular del cultivo durante el tiempo de evaluación para las dos localidades. En el caso de la localidad 1 y 2 se observa una tasa de crecimiento de 11.58 y 3.01 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en las plantas micropropagadas procedentes de inmersión temporal siendo diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) en relación con las plantas procedentes de medio de cultivo semisólido y estacas. Por otro lado, se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la localidad 1 respecto a la localidad 2. Estos resultados indican que la producción de biomasa de la morera ya sea en plantas propagadas *in vitro* o a través de estacas tiene un comportamiento irregular y dependerá en gran medida del tipo de suelo y método de riego que se utilice en su cultivo. Al respecto Salas (1998) observó que la luz, temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes y concentración de CO₂ atmosférico son los principales factores que pueden limitar el crecimiento de las

especies vegetales, lo cual puede ser la respuesta al comportamiento en el crecimiento de la morera observado en este trabajo para las dos localidades evaluadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo planteado y los resultados obtenidos se puede concluir que, las plantas *in vitro* mostraron mejor comportamiento respecto a las plantas procedentes de estacas en las variables evaluadas y, dentro de estas, las plantas procedentes de inmersión temporal superaron a las provenientes de medio de cultivo semisólido. Las condiciones de crecimiento en campo tales como tipo de suelo y método de riego tuvieron gran importancia debido a que fueron factores que afectaron el establecimiento y desarrollo de las plantas de *Morus alba* L.

LITERATURA CITADA

- Almeida, J.E. y Canto, T. 2002. **Mulberry germoplasm and cultivation in Brazil**. In: Mulberry for Animal Production. Sánchez, M.D. (ed.). FAO Animal Production and Health. Paper 147. pp. 72-100.
- Benavides, J.E. 2002. **Utilization of mulberry in animal production systems**. In: Sánchez, M.D. (ed.). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health. Paper 147. pp. 301-340.
- Bhau, B.S. y Wakhlu, A.K. 2001. **Effect of genotype, explant type and growth regulators on organogenesis in *Morus alba* L.** Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 66: 25-29.
- Chitra, V.D.S. y Padmaja, G. 1999. **Clonal propagation of mulberry (*Morus indica* L. Cultivar M-5) through in vitro culture of nodal explants**. Scientia Horticulturae. 80: 289-298.
- Chitra, V.D.S. y Padmaja, G. 2002. **Seasonal influence on axillary bud sprouting and micropropagation of elite cultivars of mulberry**. Scientia Horticulturae. 92: 55-68.
- González, E.; Ortega, M.; Cáceres, O. y Arece, J. 2000. **Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y crecimiento de carbitas destetadas en confinamiento total**. In: I Taller Internacional de morera. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. (En Línea) Disponible en www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/afris/espanol/document/morera/indice.htm

- Habib, A.; Ali, M.R.; Amin, M.N. y Arman, M.M. 2003. **Clonal propagation of white mulberry (*Morus alba* L.) using in vitro technique**. Journal of Biotechnological Sciences. 3(12): 1181-1187.
- Hassanein, A.M.; Galal, A.A. y Azooz, M.M. 2003. **Interaction between time of nodal explant collection and growth regulators determines the efficiency of *Morus alba* micropropagation**. Journal of Plant Biotechnology. 5(4): 225-231.
- Hernández, J.A.; Pérez, J.J.M.; Bosch, I.D.; Rivero, R.L.; Camacho, D.E. 1999. **Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba**. Instituto de Suelos. Ministerio de Agricultura. Ciudad La Habana. Cuba. 64 p.
- Hunt, R.; D.R. Causton; B. Shipley y A.P. Askew. 2002 **"A modern tool for classical growth analysis"**. Annals of Botany. 90: 485-488.
- Lu, M.Ch. 2002. **Micropropagation of *Morus latifolia* Poilet using axillary buds from mature trees**. Scientia Horticulturae. 96: 329-341.
- Martin, G.; Yepes, I; Hernández, I. y Benavides, J.E. 2000. **Evaluación del comportamiento de cuatro variedades de morera (*Morus alba* L.) durante la fase de establecimiento**. In: III Taller Internacional Silvopastoril: Los Arboles y Arbustos en la Ganadería. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". FAO. Matanzas. Cuba. pp. 92-96.
- Martin, G.; Reyes, F.; Hernández, I. y Milera, M. 2000. **Estudios agronómicos realizados en *Morus alba* L.** In: III Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería". Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". FAO. Matanzas. Cuba. pp. 200-204.
- Mesa, A.R.; Lajonchere, G. y Toral, O. 1994. **El cultivo *in vitro* en el mejoramiento de pastos y forrajes**. I. Variación somaclonal. Pastos y Forrajes. 17:1.
- Orellana P. P. 1998. **Propagación vía organogénesis**. In: Propagación y mejora genética de plantas por Biotecnología. Pérez, P. J. (Ed.). Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central de las Villas. Santa Clara. 390 p.
- Quintero, R.R. 1996. **Biotechnología y desarrollo sustentable. Biotechnología Aplicada**. Revista de la Sociedad Iberoamericana de Biotecnología Aplicada a la Salud. Elfos Scientiae. Vol. 13. La Habana, Cuba.
- Salas, B.J.E. 1998. **Estado fisiológico óptimo de corte en alfalfa durante el verano y otoño**. Tesis presentada como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. 88 p.

Sánchez, M.D. 2002. **Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide.** *In:* Mulberry for Animal Production. Sánchez M.D. (ed.). FAO Animal Production and Health Paper 147. pp 301-313.

Ye, Z. 2002. **Factors influencing mulberry leaf yield.** *In:* Mulberry for Animal Production. Sánchez M.D. (ed.). FAO Animal Production and Health Paper 147. Rome, p. 107-108.

José Enrique Salas Barboza. Doctorado en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, Cuba. Maestro en Ciencias en Ganadería por Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia por la Universidad Autónoma Chapingo. Investigador del Colegio de Postgraduados desde 1999.

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 Instituto de Biotecnología de las Plantas desde 2002.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

CAPACIDAD DE REGENERACIÓN EN GROSOR Y LATERAL EN CORTEZA DE CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlect.) EN EL ESTADO DE MORELOS

Fortunato Solares Arenas, Jesús Jasso Mata Jesús, Jesús Vargas, Hernández, Marcos R.
Soto Hernández y Carlos Rodríguez Franco
Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 481-495



e-revist@s

CAPACIDAD DE REGENERACIÓN EN GROSOR Y LATERAL EN CORTEZA DE CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) EN EL ESTADO DE MORELOS

REGENERATION CAPACITY IN LATERAL THICKNESS AND IN CRUST OF CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex- Schlecht.) IN THE MORELOS STATE

Fortunato Solares-Arenas¹; Jesús Jasso-Mata Jesús²; Jesús Vargas-Hernández²; Marcos R. Soto-Hernández³ y Carlos Rodríguez-Franco⁴.

¹Investigador del INIFAP en el Departamento de Conservación y Manejo Forestal. Correo electrónico: gomeztj@colpos.mx. ²Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Programa Forestal Colegio de Postrados. Correo electrónico: jejama@colpos.mx. ³Profesor Investigador. Programa de Botánica. Colegio de Postgraduados. Correo electrónico: sotoh@yahoo.com.mx. ⁴Director Regional del Área Forestal Zona Sur-INIFAP.

RESUMEN

La corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht), es utilizada con gran intensidad en varias partes del país para curar más de treinta enfermedades. En el Edo. de Morelos, se realiza el descortezamiento sin control, desconociéndose hasta el momento los efectos fisiológicos sobre el árbol y si la nueva corteza presenta la misma eficiencia medicinal. En este estudio se determinó si existe efecto del diámetro en la capacidad de regeneración en grosor y lateral de corteza así como el efecto de tres magnitudes de daño al cambium vascular en la velocidad de regeneración lateral de corteza.

Palabras clave: Corteza, regeneración, cambium.

SUMMARY

The bark of cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex schlecht.), is extensively used, in some regions of the country in the treatment of more than thirty diseases. In Morelos state, decortication is done without control, and it is not know to this moment the physiologic effects on the tree and if the new bark presents the same curative effects. In this study it was determined if there are any effect on the stem's diameter in the regeneration capacity in thickness and lateral growth of the bark; as well as the effect to magnitudes of damage to vascular cambium on the speed of lateral regeneration of bark.

Key words: Bark, regeneration, cambium.

INTRODUCCIÓN

El cuachalalate es una especie que ocupa el octavo lugar en importancia, de cuatrocientas especies útiles registradas en el uso tradicional en el estado de Morelos (Boyás *et al.*, 1988). Su corteza es utilizada para curar más de treinta enfermedades diferentes y a pesar de que se consume en otras partes del País, su aprovechamiento se concentra en el estado de Morelos y parte del Estado de Guerrero.

En el estado de Morelos, se comercializa alrededor de 500 g mensuales de corteza equivalente a 15,000 nuevos pesos (Soberanes y Boyás, 1991). Sin embargo, debido a que el descortezamiento que realizan los campesinos es muy intenso y en muchas ocasiones destruyen tejidos conductores como el floema y cambium vascular, es posible que este tipo de destrucción afecte el desarrollo fisiológico del árbol, reduciendo o inhibiendo su capacidad de regeneración de la corteza que pudiera ser utilizada en un segundo aprovechamiento.

En virtud de lo anterior, el presente trabajo pretende evaluar la capacidad de regeneración en grosor de corteza, así como regeneración lateral ante diferentes magnitudes de daño al cambium vascular de árboles de diferentes diámetros.

Por lo anteriormente expuesto ya no se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Determinar la “tasa de regeneración”, en grosor, de la corteza de árboles de diferente tamaño en diámetro del tronco.
- b) Evaluar el efecto de diferentes niveles de daño al “cambium vascular” sobre el crecimiento lateral de la corteza, en árboles con diferentes diámetros del tronco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El trabajo se llevó a cabo a tres km al NW de la comunidad de Barranca Honda, Municipio de Tlaltizapán, Mor. El sitio experimental quedó específicamente ubicado en la altitud de

1,350 msnm, una pendiente de 35% y una exposición sureste, comprende alrededor de 1 Ha dentro de la unidad ecológica * 1.3.6.10.7 que es una de las dos más representativas de la entidad con 49,250 Ha, de acuerdo con el mapa reportado por Boyás (1991).

Selección de árboles.

La selección de árboles se hizo midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) y ubicándolos en su correspondiente clase diamétrica, como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los árboles estudiados por clase diamétrica.

CLASE DIAMÉTRICA (cm)	No. DE ÁRBOL	SEXO
1 (5.1 - 10.0)	1	F
	2	M
	3	M
	4	F
	5	M
	6	M
2 (10.1 - 15.0)	7	F
	8	F
	12	M
	13	M
	14	M
	15	F
3 (15.1 - 20.0)	9	M
	10	MN
	11	M
	16	M
	20	M
4 (> 20.0)	17	F
	18	M
	19	M

* F= femenino (33.3%), M= masculino (66.7%)

* 1. Clima cálido subhúmedo 3. sierra 6. roca caliza 10. suelo de rendzina 7. vegetación de selva baja caducifolia.

Diseño experimental

El experimento consideró el efecto de dos factores. Por un lado se incluyó el tamaño de los árboles, agrupados en las cuatro categorías diamétricas, y por el otro se consideró el nivel de daño ocasionado al cambium vascular en tres tratamientos de descortezado. Estos tres niveles de daño se aplicaron simultáneamente en cada uno de los árboles.

Tratamientos de descortezado

Para observar el crecimiento en grosor de la corteza, el primer descortezamiento se realizó durante la primera mitad del mes de enero de 1994. Se descortezó en todos los árboles una longitud similar de 70 cm, abarcando todo el perímetro del fuste, con ayuda de un machete y un martillo. En este proceso se trató de obtener un descortezamiento lo más homogéneo posible, a una profundidad de 4 a 6 mm de grosor en promedio, sin alcanzar dañar el cambium vascular. Sobre una parte de la superficie descortezada se aplicaron en todos los árboles de cada clase diamétrica (CD) tres distintos tratamientos. Los tres tratamientos consistieron en extraer placas de corteza dejando expuesto el xilema en un área de 20 cm de longitud y de una anchura variable. Las anchuras consideradas en los tres niveles de daño fueron:

1.3 cm, 2.6 cm y 3.8 cm

Medición de variables de respuesta en campo.

Crecimiento lateral

El crecimiento lateral de la nueva corteza se midió en la dirección paralela a la periferia del fuste, como una respuesta del árbol a tratar de cubrir la herida realizada. Esta variable se midió incrustando al centro y límite por los dos lados verticales de la herida un alfiler, para marcar con exactitud el inicio del crecimiento lateral en los tres tratamientos. La medición

se realizó con vernier digital en periodos aproximados de treinta días, sumando el crecimiento generado en los dos lados de la herida.

Crecimiento en grosor

Esta variable se refiere a la regeneración de corteza en forma perpendicular al eje del fuste para recuperar el grosor original. Para la medición de esta variable, en una cara de la superficie descortezada se clavaron cinco alfileres entomológicos de 34 mm de longitud, distribuyéndolos a lo largo de la superficie. De esta forma, al crecer en grosor la nueva corteza, el alfiler fue cubierto progresivamente. Así, al medir la diferencia en la longitud exterior del alfiler entre dos fechas de medición, se pudo estimar el crecimiento en grosor de la corteza ocurrido durante ese periodo.

De manera adicional se colocaron dos alfileres en un área del tronco sin descortezar, cercana al área descortezada, para comparar la velocidad de crecimiento en grosor, entre corteza original y corteza regenerada, y determinar si el descortezado estimula o inhibe el proceso de acumulación de la corteza.

Se obtuvieron cincuenta y cuatro observaciones en cada fecha de medición, aplicándoseles un análisis de varianza, tanto para el crecimiento en grosor como para el crecimiento lateral por mes, época de estío (febrero-mayo), época de lluvia (junio-septiembre) y crecimiento total al final del periodo de estudio.

Análisis de datos.

Los datos de crecimiento en grosor y lateral de la corteza fueron capturados por separado para cada fecha de medición, para su análisis con el paquete estadístico SAS. El análisis estadístico con base en los siguientes modelos:

$$\text{Crecimiento lateral: } Y_{ijk} = M + CD_i + T_j + CD_i * T_j + E_{ij}$$

Donde:

V_{ijk} = Valor de la observación en el k-ésimo árbol de la i-ésima categoría diamétrica y j-ésimo tratamiento.

M = Valor promedio del crecimiento lateral de corteza en la población.

CD_i = Efecto de la i-ésima categoría diamétrica.

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento (nivel de daño al cambium).

$CD_i * T_j$ = Efecto de la interacción de la i-ésima CD_i con el j-ésimo tratamiento T_j .

E_{ijk} = Error aleatorio.

$$\text{Crecimiento en grosor: } Y_{ij} = M + CD_i + TC_j + E_{ij}$$

Donde:

V_{ijk} = Valor de la observación en el k-ésimo árbol de la i-ésima categoría y j-ésimo corteza.

M = Valor promedio del crecimiento en grosor de corteza en la población.

CD_i = Efecto de la i-ésima categoría diamétrica.

TC_j = Efecto de tipo de corteza.

E_{ijk} = Error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas de la corteza.

Crecimiento en grosor de la corteza.

A pesar de que la regeneración de corteza se dio en forma homogénea en toda la zona descortezada, se observó que después de treinta días de efectuado el descortezamiento, los valores registrados para todos los árboles estaban por abajo del valor inicial, es decir, la corteza se había contraído, siendo esto más acentuado en el área descortezada que en la corteza original.

Es posible que los valores registrados durante el mes de febrero se deban a una deshidratación del árbol al perder una parte de su corteza protectora. Este fenómeno debió acentuarse, ya que las temperaturas medias mensuales de 1994 estuvieron 7°C arriba de las temperaturas medias mensuales de los últimos 13 años. Esta aseveración se apoya en resultados encontrados en otras especies de clima templado, como *Pinus resinosa* y

Fraxinus americana que disminuyeron su diámetro del fuste después de una fuerte sequía (Kozlowski, 1982). Por otra parte, es posible que la presencia de la resina sobre la superficie descortezada al solidificarse ayudara a disminuir posteriormente la deshidratación y permitiera una recuperación en la regeneración de la corteza.

Al registrar la respuesta del crecimiento en grosor tanto de la corteza regenerada como de la corteza original para los árboles de cada clase diamétrica, aparentemente los valores promedio mensuales indican diferencias entre sí (Cuadro 2). Sin embargo, el análisis de varianza aplicado a tal información, indicó que no existen diferencias significativas entre clases diamétricas en ninguno de los meses de estudio, pero sí entre tipos de corteza durante los meses de junio a septiembre, (Cuadro 3). Por lo que se deduce que la velocidad de regeneración de corteza podría ser la misma para las distintas clases diamétricas de los árboles que constituyen la población estudiada. Esto confirma que el diámetro no influye en la respuesta del crecimiento en grosor por efecto del descortezamiento, y que más bien este comportamiento similar entre clases diamétricas podría obedecer al efecto de los factores ambientales como temperatura y precipitación y en cierta medida a factores intrínsecos de la especie, ya que el coeficiente de variación fue relativamente bajo en toda la población. Por otra parte, parece ser que las diferentes profundidades de descortezado para cada clase diamétrica no influyó en la capacidad de regeneración. Lo que podría coincidir con lo que reporta Fahn (1985), en el sentido de que el felógeno se origina a diferentes profundidades de la corteza y éste regenera a las capas celulares que se descortezaron. Estos resultados son similares a los encontrados por Solares (1992) en un ensayo preliminar cuando compara dos clases diamétricas (14-18 y 19-22 cm), en la unidad ecológica 1.3.1.5.7 durante doce meses de estudio.

Este mismo comportamiento se detectó al analizar los datos por época seca y de lluvia y también para los valores promedio de crecimiento acumulado de enero a septiembre. Aunque para estos últimos dieran la impresión de que los árboles con diámetros de 15 a 20 cm. tienen un valor promedio menor al resto de los árboles en las otras clases diamétricas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio del crecimiento en grosor de corteza para el área descortezada y la corteza original, en árboles de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) de diferente clase diamétrica en el Estado de Morelos.

CLASE DIAMÉTRICA		INCREMENTO MEDIO MENSUAL (mm)							CRECIMIENTO TOTAL
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	
1	A	0.46	0.11	0.08	0.48	0.21	0.23	0.19	1.76
	B	0.32	0.26	0.08	1.55	0.73	0.85	0.57	4.45
2	A	0.50	0.58	0.11	0.41	0.03	0.04	0.11	1.78
	B	0.77	0.20	0.36	1.24	0.72	0.52	0.49	4.31
3	A	0.51	0.37	0.11	0.43	0.04	0.04	0.15	1.65
	B	0.36	0.16	0.21	0.82	0.58	0.75	0.39	3.27
4	A	0.33	0.03	0.05	0.07	0.03	0.04	0.23	0.78
	B	0.92	0.44	0.02	1.47	0.85	1.15	0.06	4.91
Med ia	A	0.45	0.27	0.08	0.34	0.07	0.08	0.17	1.49
Med ia	B	0.86	0.26	0.16	1.27	1.11	0.81	0.37	4.24

A= Corteza original B= Área descortezada

Al no existir diferencias estadísticas significativas en el crecimiento absoluto del grosor de corteza regenerada, el crecimiento promedio durante los ocho meses de regeneración de corteza para cualquier árbol es de 4.24 mm (Cuadro 3) lo que equivale al 69.3% del promedio total de descortezamiento, que fue de 6.11 mm (Cuadro 4).

Cuadro 3. Análisis de varianza del crecimiento en grosor de corteza para clase diamétrica y tipo de corteza en cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.).

FUENTE DE VARIACIÓN	MESES							CRECIMIENTO TOTAL
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	
Clase	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Diamétrica (CD)								
Tipo de Corteza (TC)	NS	NS	NS	**	**	**	**	**
CD x TC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Cuadro 4. Valores promedio de descortezamiento en grosor y porcentaje de regeneración de corteza por clase diamétrica en cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

CLASE DIAMÉTRICA	CORTEZA COMPLEATA (mm)	GROSOR DE DESCORTEZAMIENTO (mm)	CRECIMIENTO EN GROSOR (mm)	REGENERACIÓN DE CORTEZA %
1	10.93	4.46	4.45	99.6
2	15.58	5.18	4.31	83.2
3	18.67	7.53	3.27	43.4
4	20.32	<u>7.29</u>	<u>4.91</u>	<u>67.3</u>
PROMEDIO		6.11	4.24	69.3

Considerando que el promedio de crecimiento mensual por época es de 0.34 mm para el período de estío y de 0.80 mm para el período de lluvias (Cuadro 5), es posible calcular con mayor exactitud el tiempo de recuperación que requiere un árbol para poder volverse a descortezar si se supone que los valores de velocidad de regeneración de corteza encontrados en cada período no se modifican al hacer los aprovechamientos en diferentes épocas del año. Por ejemplo, si descortezamos los 10 mm antes de la época de lluvias (mayo), teóricamente se requiere alrededor de dieciséis meses como mínimo para su recuperación. Es decir, $4 \times 0.80 + 8 \times 0.34 + 4 \times 0.80 = 9.12$ mm (Cuadro 5), dato que está muy cerca de los 10 mm estipulados como indicador para que un árbol se hubiera recuperado en dieciséis meses. Por otro lado, si descortezamos los 10 mm de corteza antes de la época de secas (octubre), tendríamos $8 \times 0.34 + 4 \times 0.80 + 8 \times 0.34 + 4 \times 0.80$ mm = 11.92 mm. Esto indica que, teóricamente, se requerirían alrededor de veinticuatro meses para que un árbol recupere un poco más de 10 mm de corteza después de haberse descortezado poco antes de la época de secas.

Considerando no la información relativa al incremento de la corteza original al de la regenerada como dos procesos distintos, se observó que existen diferencias en dicho incremento durante todos los meses de evaluación. La corteza regenerada presentó los mayores valores de incremento durante todo el período de estudio. Sin embargo, dichas diferencias solamente resultaron ser estadísticamente significativas durante la época de lluvias, que corresponde a los meses de junio a septiembre (Cuadro 6). Al analizar por separado los resultados agrupados para la época seca (marzo, abril y mayo) y la época de

lluvias (junio, julio, agosto y septiembre), se observó el mismo comportamiento (Cuadro 6). Si se analiza la amplitud de la época seca (octubre-mayo) y el momento del descortezamiento (enero), se puede inferir que la no significancia en la diferencia de crecimiento entre los dos tipos de corteza durante esta época de estío, puede deberse a la estacionalidad del cambium vascular, esto es, a su inactividad durante la época seca asociada al estado vegetativo del árbol, aunado a la escasez de fotosintatos en los tejidos de almacenamiento y quizás, a la ausencia de follaje durante ese período. Asimismo, las diferencias significativas observadas durante la época de lluvias, en que los crecimientos de la corteza regenerada fueron mayores, pueden deberse a la reactivación del cambium vascular y a una mayor actividad metabólica de los árboles durante este período del año, lo que permite proveer una mayor cantidad de fotosintatos hacia las zonas averiadas por el descortezamiento como una prioridad dentro de la actividad fisiológica del árbol, cuando éste ya tiene follaje nuevamente.

Cuadro 5. Crecimiento total de corteza regenerada por época seca y de lluvia para cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

TIPO DE CORTEZA	EPOCA DE SECAS		EPOCA DE LLUVIAS		TOTAL
Original	a 0.27*	0.81	a 0.16	0.68	a 1.49
Regenerada	a 0.34	1.04	b 0.18	3.20	b 4.24

*/ Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes: Prueba de Tukey.

Cuadro 6. Comparación de medias mensuales de crecimiento en grosor entre corteza original y corteza regenerada en cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

TIPO DE CORTEZA	MESES						
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept
Corteza Original	0.559	0.302	0.203	1.264	0.698	0.787	0.426
Regenerada	a*	a	a	b	b	b	b
Corteza Original	0.443	0.247	0.096	0.388	0.086	0.099	0.167
	a	a	a	a	a	a	a

*./- Medias en una columna con la misma letra no son significativamente diferentes: Prueba de Tukey.

Crecimiento lateral

Al realizarse el análisis de varianza para el crecimiento lateral, sólo se detectaron diferencias estadísticas significativamente entre clases diamétricas durante los meses de febrero y mayo. Mientras que entre tratamientos se detectaron diferencias estadísticas significativas en los meses de marzo, junio, julio, agosto y septiembre (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza del crecimiento lateral mensual de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

FUENTE DE VARIACIÓN	MESES							
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Clase Diamétrica (CD)	**	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
Tratamientos (T)	NS	*	NS	NS	**	**	**	**
CD x T	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
* Significativo al 0.05%		**Significativo al 0.01%						

Al aplicar la prueba de Tukey en la comparación de medias entre clases diamétricas, resultó que en febrero los árboles de 15 a 20 cm de diámetro tuvieron un 42.07% más en la respuesta de crecimiento al inicio del proceso de regeneración que los árboles de 5 a 10 cm de diámetro, pero un 62.96% menos que los árboles de 10-15 cm de diámetro en el mes de mayo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias para el crecimiento lateral de la corteza entre clases diamétricas del árbol de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht) en diferentes meses.

CLASE DIAMÉTRICA	CRECIMIENTO LATERAL Y DE LA CORTEZA (mm)							
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
(5-10)	*3.40	2.78	2.85	3.11	4.68	5.44	5.93	4.91
(10.1-15)	3.74	3.17	3.01	*3.96	6.16	7.88	9.56	2.98
15.1-20)	*5.00	3.56	3.32	*2.43	5.47	8.93	9.17	2.94
(> 20)	4.47	3.63	3.87	3.77	5.71	8.87	9.19	4.03

*/- Estadísticamente diferentes al 0.05%

Al agrupar los datos por época de estío (febrero-mayo) y época de lluvias (junio-septiembre), sólo se detectaron diferencias estadísticas entre las clases diamétricas 4 y 1

durante la época de estío, acusando una diferencia total acumulada de 3.21 mm al final del estudio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores promedio del crecimiento lateral por época y mensual total para cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

CLASE DIAMÉTRICA	CRECIMIENTO POR PERIODO (mm)				
	ÉPOCA DE SEQUÍA		ÉPOCA DE LLUVIA		PROMEDIO MENSUAL
	TOTAL	PROMEDIO	TOTAL	PROMEDIO	
1	12.14	3.03	20.96	5.24	4.14
2	13.88	3.47	26.58	6.64	5.43
3	14.31	3.57	26.51	6.49	5.03
4	15.34	3.83	27.80	6.95	5.39
PROMEDIO	13.91	3.47	25.46	6.33	4.99

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas entre clases diamétricas, se puede señalar, con base en los datos del cuadro 9, que en promedio el crecimiento lateral de la corteza durante la época de lluvias fue más de un 70% mayor que durante la época de sequía. Tomando en cuenta este dato, es posible que al realizar una herida de 30 mm de ancho antes de la época de lluvias (febrero) en un árbol de cualquier diámetro estudiado en este trabajo, se requeriría de un mínimo de seis meses para su recuperación total, ya que al finalizar este período se tendría $3 \times 3.47 + 3 \times 6.33 = 29.40$ mm. Por el contrario, si se hiciera después de la época de lluvias, se tendría que $8 \times 3.66 \text{ mm} = 29.28 \text{ mm}$ y por lo tanto se necesitaría de 8 a 9 meses para su recuperación total.

Con respecto a los niveles de daño ocasionados al cambium, las diferencias estadísticas significativas detectadas durante el mes de marzo, se deben a que el tratamiento 2 (6 cm) presenta un 47.47% más de crecimiento que el tratamiento 1 (3 cm), mientras que durante los meses de junio a septiembre el tratamiento 3 (8 cm) presentó un 63.10, 125.96, 130.52 y 262.50% más que el tratamiento 1, respectivamente. Sin embargo, para este último valor debe tomarse en cuenta que nueve árboles del tratamiento 1 ya habían alcanzado el 100% de regeneración por, lo que el valor registrado de 1.20 mm corresponde al avance del resto de los árboles y por lo mismo resulta un valor muy bajo. Al finalizar los ocho meses de regeneración lateral, el tratamiento 3 presentó un 43.06% (21.05 mm) más que el

tratamiento 1 y un 5.76% (2.82 mm) que el tratamiento 2. Mientras que el tratamiento 2 presentó un 39.57% (18.23 mm) que el tratamiento 1 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores mensuales promedio de crecimiento lateral de corteza en los diferentes tratamientos de daño al cambium aplicados en árboles de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

MESES	1 (3 cm)	TRATAMIENTO 2(6 cm)	3 (8 cm)
Feb	4.35a	4.10a	4.20a
Mar	2.97a	4.38b	3.80b
Abr	3.19a	3.90a	3.71a
May	2.85a	3.19a	3.78a
Jun	4.31a	5.76ab	7.03b
Jul	4.66a	9.00b	10.53b
Ago	4.98a	10.29b	11.48b
Sep	1.20a	5.44b	4.35b
Total	27.83	46.06	48.88

/.- Medias con la misma letra en cada línea no son significativamente diferentes.

Esto parece indicar que a mayor anchura del daño ocasionado al cambium, la velocidad de recuperación es mayor.

CONCLUSIONES

La capacidad de regeneración en grosor de la corteza fue similar en las cuatro clases diamétricas estudiadas, por lo que aparentemente el diámetro del árbol no influye en este proceso.

Durante el período de estudio la velocidad promedio mensual de crecimiento en grosor en la zona descortezada fue 185.71% más que el crecimiento en grosor de la corteza original, con 0.60 mm y 0.21 mm respectivamente.

El diámetro del árbol tampoco influyó sobre la capacidad de regeneración lateral de corteza, cuando el descortezamiento se realizó hasta xilema.

La magnitud del daño al cambium vascular influyó favorablemente en la velocidad de regeneración lateral de la corteza obteniéndose una mayor tasa de crecimiento cuando la anchura del daño fue de 8 cm con respecto a los tratamientos donde la anchura del daño fue de 6 ó 3 cm.

La mayor velocidad de crecimiento en la regeneración de corteza tanto en grosor como en forma lateral se presentó durante los meses de lluvia (junio-septiembre), con un 207.69% (2.16 mm) y 83.03% (11.55 mm) más que durante la temporada de estío, respectivamente.

El tiempo estimado para que los árboles se recuperen totalmente de un descortezamiento en grosor de 10 mm varía de dieciséis a veinticuatro meses. Mientras que en la regeneración lateral en un descortezamiento hasta xilema con una anchura de 30 mm, el tiempo estimado para su recuperación total varía de seis a nueve meses, dependiendo de la época en que se realice el descortezamiento.

LITERATURA CITADA

- Boyás D., J.C. 1991. **Regionalización ecológica del Estado de Morelos**. In: Primeras Jornadas de Investigación en el Estado de Morelos. (Medardo T.U., editor). UAEM. Cuernavaca, Morelos. 318 p.
- Boyás D., J.C., F. Solares A., J.M. Javelly, M.M. Linares y M.A. Cervantes. 1988. **Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos**. INIFAP - SARH. Zacatepec, Morelos. Informe Técnico. 333 p.
- Fahn, A. 1985. **Plant Anatomy**. Pergamon Press. Third Edition. Oxford, England. 544 p.
- Kozlowski, T.T. 1982. **Water supply and tree growth**. Part I: Water deficits. Forestry Abstracts. 43(2):1-38.
- Soberanes C., N.E. y J.C. Boyás D. 1991. **Distribución, abundancia, condiciones ecológicas y etnobotánicas del cuachalalate *Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht, en el Estado de Morelos**. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas. UAEM, Cuernavaca, Mor. 72 p.

Solares A., F. 1992. **Avances del estudio sobre el efecto del descortezamiento en la capacidad de regeneración de corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en el Estado de Morelos.** Memoria. INIFAP-SARH. Campo experimental de Zacatepec. Publicación especial 7. pp:91-98.

Fortunato Solares Arenas. Maestría en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en el Programa Forestal. Licenciado en Biología por el Instituto Politécnico Nacional. **Investigador del INIFAP en el Departamento de Conservación y Manejo Forestal.**

Jesús Jasso Mata. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Maestría en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Ingeniero Agrónomo especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

J. Jesús Vargas Hernández. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad Estatal de Oregon. Maestría en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

Marcos R. Soto Hernández. Doctorado en Química Orgánica por la Universidad de Wales, Inglaterra. Maestría en Ciencias en Farmacia (síntesis de fármacos) por la Universidad Nacional Autónoma de México. Licenciado en químico farmacéutico por la Universidad Nacional Autónoma de México. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

Carlos Rodríguez-Franco. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Maestría en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en el Programa Forestal. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE ASIERRE EN *Quercus sideroxyla* Humb & Bompl. DE EL SALTO, DURANGO

Juan Abel Nájera Luna, Isaac Rodríguez Reta, Jorge Méndez González, José de Jesús
Graciano Luna, Fernando Rosas García y Francisco Javier Hernández

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 497-513



e-revist@s



EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE ASIERRE EN *Quercus sideroxyla* Humb & Bonpl. DE EL SALTO, DURANGO

EVALUATION OF THREE SAWING SYSTEMS IN *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. FROM EL SALTO, DURANGO

Juan Abel Nájera-Luna¹; Isaac Rodríguez-Reta²; Jorge Méndez-González³; José de Jesús Graciano-Luna¹; Fernando Rosas-García¹ y Francisco Javier-Hernández¹

¹Profesor-investigador. Instituto Tecnológico de El Salto (ITES). Mesa del Tecnológico s/n El Salto Pueblo Nuevo, Durango, 34950, México. Correo electrónico: jalnajara@yahoo.com.mx. ²Estudiante del Programa de Maestría en Desarrollo Forestal Sustentable ITES,

³Profesor-Investigador. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 173. Nuevo Ideal, Durango.

RESUMEN

Se evaluaron tres sistemas de aserrío (tangencial, radial y mixto) para lo cual se utilizaron setenta y ocho trozas de encino rojo (*Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl) de la región de El Salto, Dgo., para determinar el rendimiento, la calidad y los tiempos de proceso. Los resultados mostraron que el mejor rendimiento en madera aserrada fue observado en el sistema de aserrío tangencial con 67.98%, mientras que el menor rendimiento se observó en el sistema radial con 46.99%. Los sistemas que mejor se ajustaron a aserrar a 28 mm de grueso fueron el radial y mixto con 28.13 y 28.27 mm respectivamente. El menor tiempo para procesar 1000 pies tabla se observó utilizando el sistema de aserrío tangencial con 44.65 minutos por 74.20 del radial. La velocidad de alimentación promedio del ensayo fue de 28.4 m/min. La desviación estándar del proceso fue de 1.43 mm considerando como media, reflejando una mala calidad de aserrío en grueso por la gran cantidad de tablas que se observaron fuera del grueso establecido de 28 mm.

Palabras clave: Encino, rendimiento, aserrío, calidad, Durango.

SUMMARY

Three sawing systems were evaluated (tangential, radial and mixed) for which were employed 78 saw logs of red oak (*Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl) from El Salto, Durango to determine the saw yield, quality and process times. The results showed that the best saw yield was observed in the tangential system with 67.98%, while the worst was the radial system with 46.99%. The sawing systems that best adjusted to established thickness of 28 mm were the radial and mixed with an average of 28.13 and 28.27 mm respectively. The smallest time to saw 1000 feet board was observed utilizing the tangential system with 44.65 minutes again the radial system with 74.20 minutes. The average cutting speed was of 28.4 m/min. The sawing variation was 1.43 mm considering as middle due to the fact that many boards were out of the 28 mm.

Key words: Oak, saw yield, sawing, quality, Durango.

INTRODUCCIÓN

El proceso de aserrío es considerado una de las actividades mas importantes de la industria forestal del país, sin embargo, el grado de avance tecnológico ha sido lento a pesar de lo sencillo que pueda parecer el proceso de transformación de la trocería en madera aserrada, para optimizar la eficiencia de la transformación de las trozas en madera aserrada es necesario estudiar las interrelaciones que existen entre las características físicas de la madera con las características de los productos aserrados generados (Zavala, 1996).

El rendimiento de madera aserrada se define como la proporción de madera en escuadría que resulta al aserrar una unidad de volumen de trozas (Ferreira *et al.*, 2004). La proporción de madera aserrada puede ser afectada por el tipo y tamaño del equipo de aserrío, las especies, las técnicas utilizadas y la destreza y capacitación de los operarios responsables del proceso (De Oliveira *et al.*, 2003; Rocha y Tomaselli, 2001). Las variables más significativas que influyen en el rendimiento del aserrío son el ancho de corte y esquema de corte, las dimensiones de la madera, el diámetro, la longitud, conicidad y calidad de la troza así como la toma de decisiones del personal y las condiciones de mantenimiento del equipo (Melo y Ravón, 1989; Dilworth & Bey, 1984). García *et al.*, (2001), afirman que el rendimiento de madera aserrada es uno de los principales indicadores para medir la eficiencia de cualquier industria. La eficiencia se refiere al grado de aprovechamiento de la materia prima que garantiza el producto que se comercializa.

El control de calidad es vital para la industria maderera, de ahí la necesidad de llevar un control del producto que se elabora (Troncoso, 2001). La calidad de la madera aserrada puede ser evaluada por sus características naturales como las propiedades físicas y por la precisión de sus dimensiones. La variación dimensional de las tablas aserradas, síntoma de baja calidad, dificulta la comercialización y en consecuencia, la baja competitividad de la industria del aserrío (Eleotério *et al.*, 1996). Al mismo tiempo, la variación del aserrío influye significativamente en el rendimiento y calidad de la madera. Grandes variaciones en el espesor de las tablas provoca menor rendimiento porque las variaciones elevadas requieren mayores refuerzos en las piezas aserradas. El análisis de la variación en grosor

por medio de observaciones y mediciones periódicas esta siendo adoptado rápidamente por la industria de aserrío (Gatto, *et al.*, 2004; Zavala, 1993).

En la región de El Salto, Durango se aprovechan volúmenes significativos de encino, los cuales se transforman en productos aserrados. El aserrío del encino se realiza de la misma forma que el pino lo que resulta en productos de calidad apenas aceptable en cuanto a dimensiones se refiere. Con el propósito de determinar el rendimiento del aserrío y la calidad de los productos aserrados de *Quercus sideroxyla* Humb & Bompl (encino rojo), el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los sistemas de asierre tangencial, radial y mixto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La trocería utilizada en el presente trabajo se colectó en varias áreas de corta del Ejido San Pablo del Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo., el cual se localiza en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental, su acceso es por la carretera interoceánica en su tramo Durango-Mazatlán a 125 km de la ciudad de Durango.

El aserrío se realizó en la Unidad de Producción y Enseñanza Forestal (UPEF) de El Salto, Dgo. Para tal efecto, se utilizó una sierra principal marca Bögli® diseñada para trabajar con maderas duras. Su funcionamiento es totalmente automático. El diámetro de los volantes es de 59” a los cuales se les montó una sierra banda calibre 17 de 8” de ancho, paso de diente de 1 ½”, ángulo de ataque de 25°. La velocidad de los volantes se calibró para girar a 360 r.p.m. El equipo lo complementa un carro de asierre de cinco escuadras, una desorilladora múltiple y una sierra de péndulo para dimensionar las tablas.

Selección de los árboles y trozas

Se colectaron veintiséis árboles de *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl perteneciente al grupo de los encinos rojos. Para la selección de los árboles, se consideró que fueran ejemplares con un diámetro mínimo aserrable de 35 cm. A cada árbol se les midieron sus

características dasométricas en pie y corroboradas al ser derribados. Del fuste principal se obtuvieron 3 trozas de 8 pies de largo más un refuerzo de 0.5 pies (Figura 1). En cada troza se ensayó uno de los tres sistemas de aserrío tangencial, radial y mixto.

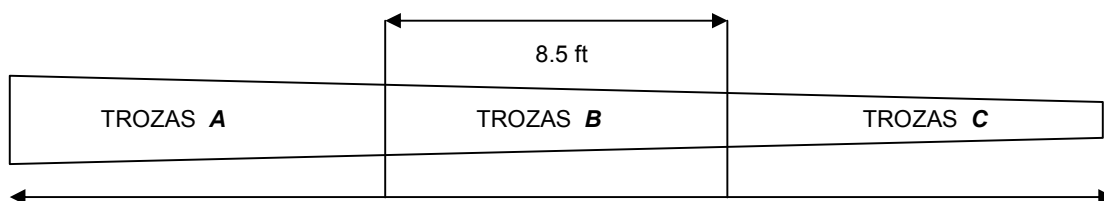


Figura 1. Obtención de las trozas dentro de los árboles seleccionados.

En total se obtuvieron 78 trozas de los 26 árboles seleccionados. A cada troza se le asignó en forma aleatoria un sistema de asierre de acuerdo a lo recomendado por Berengut *et al.*, (1973). La distribución de las trozas quedó como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño del ensayo de aserrío en *Quercus sideroxyla*.

Sistema de asierre					
Mixto	Radial	Tangencial	Mixto	Radial	Tangencial
Árbol/Troza					
1 A	1 C	1 B	14 C	14 B	14 A
2 C	2 A	2 B	15 B	15 A	15 C
3 A	3 B	3 C	16 C	16 B	16 A
4 A	4 C	4 B	17 B	17 C	17 A
5 C	5 A	5 B	18 B	18 A	18 C
6 B	6 A	6 C	19 A	19 C	19 B
7 B	7 C	7 A	20 B	20 C	20 A
8 A	8 B	8 C	21 B	21 A	21 C
9 C	9 B	9 A	22 B	22 C	22 A
10 A	10 C	10 B	23 B	23 C	23 A
11 B	11 A	11 C	24 C	24 B	24 A
12 A	12 B	12 C	25 B	25 A	25 C
13 B	13 A	13 C	26 C	26 B	26 A

A cada troza se le midieron los diámetros mayor y menor con y sin corteza así como la longitud real para obtener el volumen de la troza utilizando la fórmula de Smalian (Hush *et al.*, 1982) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diámetro y volumen promedio sin corteza por sistema de aserrío.

Tratamiento	Trozas (n)	Diámetro sin corteza (cm)	Desv. Std. (cm)	Volumen sin corteza (m ³ r)	Desv. Std. (m ³ r)
Aserrío tangencial	26	50.12	14.17	0.5469	0.3187
Aserrío mixto	26	48.74	13.94	0.5150	0.2951
Aserrío radial	26	48.16	11.86	0.4981	0.2392

Sistemas de aserrío evaluados

Se evaluaron tres sistemas de aserrío: Tangencial, Radial y Mixto (Figuras 2, 3 y 4). Las trozas fueron aserradas en tablas con espesor nominal de 28 mm para obtener tablas secas y cepilladas de 19.05 mm

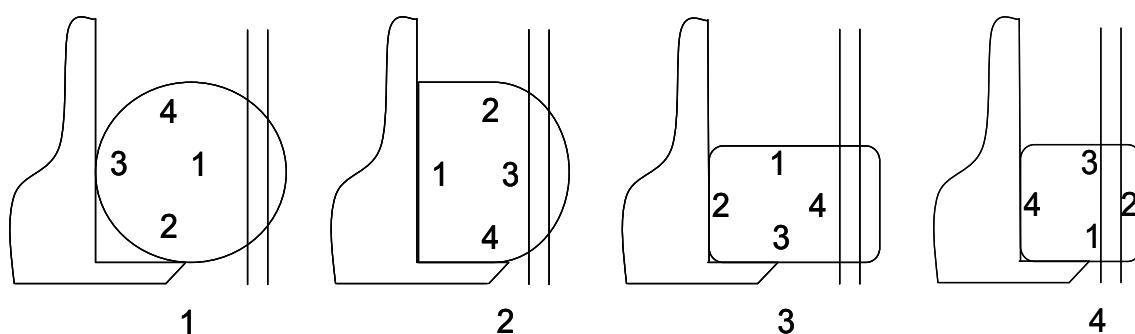


Figura 2. Sistema de aserrío Tangencial.

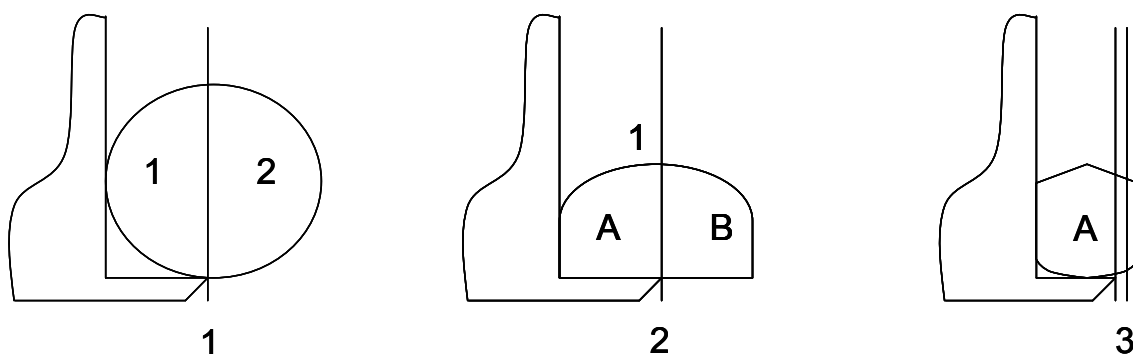


Figura 3. Sistema de aserrío Radial.

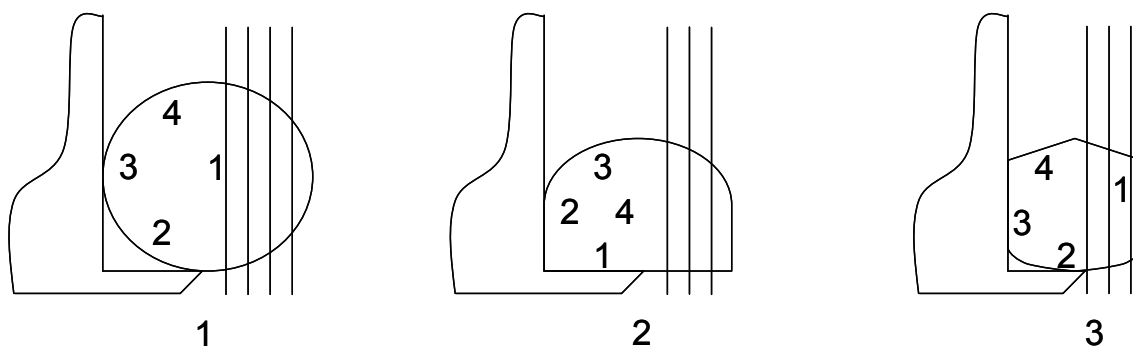


Figura 4. Sistema de aserrío Mixto (60% tangencial y 40% radial).

Determinación del rendimiento en madera aserrada

El rendimiento de madera aserrada se determinó mediante la siguiente relación:

$$R = 100 \times (\text{Volumen de madera aserrada} / \text{Volumen de madera en rollo}).$$

Donde: R = Rendimiento de madera aserrada en %.

Volumen de madera aserrada (m^3).

Volumen de madera en rollo (m^3r).

Calidad del aserrío

Para evaluar la calidad del aserrío, en términos de la variación del espesor de las tablas, se utilizó el método de medición de Puntos Múltiples sugerido por Brown (2000). En este caso se tomaron 10 mediciones por tabla, tres en cada canto y ancho. La primera medición se

tomó a 12 pulgadas de cada extremo de las tablas, evitando tomar puntos coincidentes con nudos, rajaduras u otros defectos que no fueran originados por efecto del corte. La otra medición se tomó al centro de cada tabla. Con esta información se determinó la desviación estándar dentro de la tabla (S_w), que es un indicador de la forma como esta cortando la sierra y la desviación estándar entre tablas (S_b), que es un indicador para conocer que tan bien están los engranajes de las escuadras y la alineación de las guías del carro. La variación del corte en el aserrío se determinó a través de la desviación estándar total del proceso (S_t) de acuerdo con Zavala, (1991).

Tiempos de aserrío

Se contabilizó el tiempo del proceso considerando los tiempos de carga de la troza al carro escuadra, los avances y retrocesos del carro, los volteos de la troza, los tiempos muertos justificados y no justificados en el proceso cuya suma fue considerada como el tiempo total de asierre. Con esta información se determinó el tiempo promedio para aserrar 1000 pies tablas y la velocidad de alimentación por sistema de aserrío.

Análisis estadístico

Se aplicaron tres tratamientos con 26 repeticiones cada uno. Los tratamientos aplicados fueron los sistemas de asierre tangencial, radial y mixto. Las variables a evaluar fueron el rendimiento de la madera aserrada, los gruesos, anchos, largos, tiempos de proceso y velocidad de alimentación. Para evaluar si existe diferencia significativa en al menos uno de los tres sistemas de asierre aplicados en cada variable, se utilizó un diseño completamente al azar (Cuadro 1). Cuando el análisis de varianza fue significativo, se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 para determinar cuál sistema de asierre fue diferente. El proceso del análisis de datos se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) Versión 6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento en madera aserrada por sistema de aserrío

El rendimiento en madera aserrada entre el sistema de asierre tangencial y el mixto fue estadísticamente similar; sin embargo, en términos absolutos el sistema de asierre tangencial fue superior al mixto en un 9%. El sistema de asierre radial presentó, significativamente, un rendimiento en madera aserrada menor a los anteriores (Cuadro 3).

El sistema de asierre tangencial es el de mayor uso en los aserraderos de la región de El Salto, Durango debido a que presenta el mayor rendimiento en madera aserrada, una menor limitación en el largo y ancho de las tablas generadas y permite corregir las distorsiones dimensionales de las tablas. El menor rendimiento observado en el sistema de asierre radial se debe a que se requiere mayor cantidad de cortes al cuartear la troza y al aserrar cada cuartón en dirección a los radios. La mayor cantidad de cortes origina a su vez mayor cantidad desperdicio de madera. A pesar de esta situación, la madera generada del asierre radial presenta una mejor estabilidad dimensional durante el proceso de secado (Nájera *et al.*, 2005a).

Una buena opción para satisfacer la demanda de madera aserrada en forma radial y tangencial es utilizar el sistema de asierre mixto. Este presenta un rendimiento en madera aserrada bastante aceptable y tiene la ventaja de obtener tablas orientadas en los planos tangencial y radial en proporciones de 60% y 40%, respectivamente.

Cuadro 3. Volumen total y de tablas generadas por tratamiento.

Tratamiento	Trozas aserradas (n)	Volumen de trozas sin corteza (m ³ r)	Volumen de tablas (m ³)	Rendimiento (%)*
Asierre tangencial	26	14.22	9.47	67.98 a
Asierre mixto	26	13.39	7.73	61.62 a
Asierre radial	26	12.95	6.33	46.99 b

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Nájera *et al.*, (2005) encontraron un rendimiento de madera aserrada en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Durango de 32% utilizando el sistema de asierre radial, mientras que para el tangencial y mixto fue de 51 y 46% respectivamente, lo anterior, influenciado por el diámetro promedio de las trozas ensayadas ya que a medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento (Fahey & Sachet, 1993). La variación dimensional de las tablas aserradas influye significativamente en el rendimiento siendo el grueso de asierre el mas crítico de controlar, por lo que importante utilizar equipos sin vibraciones y sierras en buen estado (Eleotério *et al.*, 1996).

Calidad del aserrío

Del proceso de aserrío se generaron 1599 tablas, correspondiendo al proceso de asierre tangencial 549, al radial 560 y al mixto 490 (Cuadro 4). De acuerdo a la prueba de comparación de medias, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre los gruesos promedios que presentaron las tablas aserradas mediante los sistemas de asierre mixto y radial (28.27 mm y 28.13 mm). El grueso que presentaron las tablas aserradas a través del sistema tangencial fue significativamente menor a los gruesos que se obtuvieron utilizando los sistemas radial y mixto. El grueso promedio de las tablas que resultaron del aserrío tangencial fue de 27.83 mm. Sólo las tablas obtenidas mediante los sistemas de asierre radial y mixto se ubicaron dentro del grueso especificado de aserrío de 28 mm.

En relación al grado de variación, el sistema mixto presentó una mayor variación en las tablas aserradas (C.V.=2.52). La variación en grueso en las tablas producto de los sistemas de asierre radial y tangencial fue bajo (C.V.=1.54 y 1.44, respectivamente). Esto indica una mayor uniformidad en el grueso en tablas aserradas. Las variables que afectan la uniformidad en el grueso de las tablas son: la velocidad de alimentación, la forma de los dientes de la sierra, el balanceo incorrecto de los volantes, la falta de alineación del carro y las propiedades de las especies procesadas (Ferreira *et al.*, 2004; Álvarez y Egas, 2002). La variación dimensional de la madera es una de las causas que dificultan la comercialización y por consecuencia la baja competitividad de la industria maderera (Eleoterio *et al.*, 1996).

Cuadro 4. Número total y grueso promedio de tablas por sistema de asierre.

Tratamiento	Número total de tablas (n)	Grueso promedio (mm)*	C.V
Asierre mixto	490	28.27 a	2.52
Asierre radial	560	28.13 a	1.54
Asierre tangencial	549	27.83 b	1.44

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Por lo que respecta a la distribución del grueso de las tablas generadas por el sistema de asierre mixto, sólo el 8% de las 490 tablas se ubicaron dentro del grueso especificado de 28 mm; de las 560 radiales sólo el 38% se ajustó a los 28 mm y de las 549 tablas generadas por el sistema de asierre tangencial sólo el 33% estuvieron dentro del grueso especificado de 28 mm. Lo anterior refleja una mala calidad de asierre ya que un porcentaje considerable de tablas se ubicaron fuera del grueso especificado (Figura 5).

HISTOGRAMA DE GRUESOS POR CORTE EN *Q. sideroxyla*

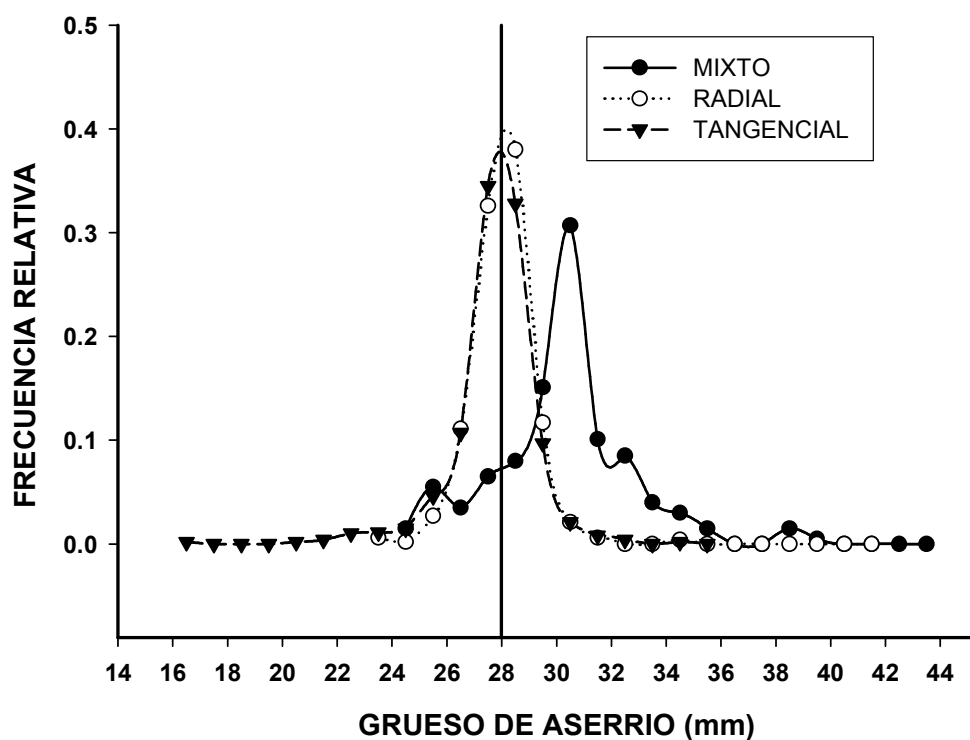


Figura 5. Histograma de gruesos por sistema de asierre.

Ancho y largo de las tablas

Los anchos de las tablas de los sistemas de asierre tangencial y mixto se ubicaron por el orden de las 8 pulgadas no mostrando diferencias significativas entre ambos pero si con respecto al radial que genero tablas del orden de 5 pulgadas de ancho (Cuadro 5). Esto sugiere un efecto directo del sistema de aserrío sobre el ancho de las tablas. El aserrío tangencial produce por lo general tablas más anchas que el aserrío al cuarteo o radial y permite mejorar la calidad de la madera al separar la albura de las zonas mas externas de las trozas. La combinación de albura y duramen en una misma tabla induce a un comportamiento diferenciado durante la contracción en el secado. Sus efectos son mayores en la porción de albura donde la contracción es más severa que en el duramen. De la misma manera, las tablas tangenciales son más susceptibles a presentar rajaduras superficiales y acanalamientos durante el secado (Najera *et al.*, 2005a). Estos efectos impactan directamente sobre la calidad de la madera aserrada.

El largo de las tablas obtenido en el ensayo no mostró diferencias significativas indicando que los sistemas de asierre no afectaron el largo de las tablas generadas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ancho y largo promedio de tablas por sistema de asierre.

Tratamiento	Ancho promedio (mm)*	C.V	Largo promedio (mm)*	C.V
Asierre tangencial	239.59 a	18.78	2277.74 a	9.19
Asierre mixto	217.43 a	24.45	2170.19 a	10.85
Asierre radial	134.71 b	11.94	2306.04 a	11.95

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Variación del proceso de aserrío

La estimación de la desviación estándar general del proceso fue de 1.43 mm. La menor desviación del proceso lo presentó el sistema de asierre radial (Cuadro 6). Esta variación menor fue influenciada por un mayor tiempo empleado para realizar este tipo de aserrío. Lo anterior indica que el equipo trabaja en forma aceptable y que las correcciones al proceso se

debe realizar capacitando mejor al personal encargado del manejo de la sierra principal para garantizar que las tablas aserradas se puedan ajustar al grueso de asierre establecido de asierre. Nájera *et al.*, (2005b) encontraron una desviación estándar del proceso de aserrío en *Quercus laeta* de 2.55 mm influenciado por una alta velocidad de alimentación del proceso, mientras que Zavala (2003) al aserrar tres especies de encino, determinó una desviación estándar del proceso de 3.93 mm considerado como alto reflejando una mala calidad de asierre.

Cuadro 6. Variación del proceso de aserrío por sistema de asierre.

Tratamiento	Sw (mm) [†]	Sb (mm) [¶]	S ² _§	St (mm) ^Φ
Asierre mixto	1.35	0.85	0.74	1.54
Asierre radial	1.02	0.76	0.77	1.27
Asierre tangencial	1.32	0.74	0.67	1.48

[†] Desviación estándar dentro de las tablas

[¶] Desviación estándar entre tablas

[§] Varianza de los espesores de cada tabla

^Φ Desviación estándar del proceso

Tiempos de asierre

El tiempo promedio para aserrar 1000 pies tabla (p.t) fue de 56.78 minutos. El sistema de asierre tangencial requirió 60% menos tiempo que el radial para aserrar 1000 p.t. (Cuadro 7). El sistema de asierre radial utilizó mayor tiempo en el avance, volteo, acomodo de las trozas en el carro escuadra y tiempos de espera injustificados. Es importante considerar la variable tiempo de proceso, puesto que al traducirse en productividad y costos de elaboración se puede llegar a límites incosteables donde la única opción es poner un sobreprecio para recuperar costos de producción por excesivo tiempo de proceso y un elevado porcentaje de desperdicio generado.

Cuadro 7. Tiempos por tratamiento para aserrar 1000 pies tabla en minutos.

Tratamiento	Carga	Avance	Retroceso	Volteo	Justificado	No Justificado	Total Asierre
Asierre radial	4.38	26.03	4.88	35.88	2.89	0.13	74.20
Asierre mixto	4.91	26.53	5.57	14.16	0.35	0.00	51.50
Asierre tangencial	4.54	22.73	5.12	11.21	1.04	0.00	44.65

Nájera *et al.*, (2005) encontraron en promedio 63 minutos para aserrar 1000 pies tabla en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Durango. Reportaron que el sistema de asierre que requirió menor tiempo fue el tangencial con 45.40 minutos, seguido por el mixto con 58.14 minutos y el radial con 84.52 minutos.

Velocidad de alimentación

La calidad de las tablas que resultan del aserrío depende en gran medida del control de la velocidad de alimentación (Berengut *et al.*, 1973). La velocidad de alimentación promedio del ensayo de aserrío fue de 28.43 m/minuto. Esta velocidad está dentro del rango de velocidades de alimentación recomendada por la literatura para aserrar encinos. De acuerdo a la prueba de comparación de medias, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre la velocidad de alimentación de los sistemas de asierre evaluados (Cuadro 8). Sin embargo, en términos absolutos, el sistema de asierre tangencial observó la mayor velocidad de alimentación. A esta situación se atribuye el menor ajuste al grueso establecido de 28 mm en las tablas generadas por este sistema de aserrío.

Cuadro 8. Velocidad de alimentación por sistema de asierre.

Tratamiento	Velocidad de alimentación promedio (m/min ⁻¹)*	C.V
Asierre tangencial	32.24 a	9.19
Asierre radial	26.85 a	10.85
Asierre mixto	26.22 a	11.95

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Nájera *et al.*, (2005) registraron una velocidad de alimentación promedio al aserrar trozas de *Quercus laeta* bajo tres sistemas de asierre de 42.33 m/minuto. Las velocidades de alimentación por sistema de aserrío reportadas fueron de 55.90 m/minuto para el tangencial, 45.26 para el mixto y 25.84 m/minuto para el radial influyendo directamente sobre la alta variación observada en el grueso de las tablas generadas en ese ensayo.

CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento en madera aserrada se observó en el sistema de asierre tangencial con 67.98%, mientras que el menor rendimiento se observó en el sistema de asierre radial con 46.99%.
- Se generaron 1599 tablas. 490 fueron resultado del sistema de asierre mixto, 560 del radial y 549 del tangencial.
- Solo el 8% de las tablas con asierre mixto se ubicaron en el grueso de 28 mm, mientras que el 38% de las radiales también se ajustaron al grueso establecido y el 33% de las tablas tangenciales se establecieron en el grueso de 28 mm.
- El ancho de las tablas tangenciales y mixtas mostraron anchos promedios de 8 pulgadas por 5 del sistema de asierre radial.
- El largo de las tablas no fue afectado por el sistema de asierre.
- La desviación estándar del proceso fue de 1.43 mm considerado como media.
- El tiempo requerido para aserrar 1000 pies tabla fue de 56.78 minutos.
- La velocidad de alimentación promedio fue de 28.43 m/minuto.

AGRADECIMIENTO:

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación “Aprovechamiento Integral del Encino de la región de El Salto, Durango” el cual fue financiado por **FUNDACIÓN PRODUCE DURANGO A.C**

LITERATURA CITADA

- Álvarez, D y A. F. Egas. 2002. **Factores fundamentales para aumentarlos rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda.** Revista AVANCES CIGET Pinar del Río. 4(2):1-2
- Berengut, G., Herrero P. R. y A. Ramos de Freitas. 1973. **Ensaio de desdobro de *Eucalyptus saligna* Smith.** Silvíc. S. Paulo. (8):80-98
- Brown, T.D. 2000. **Lumber Size Control, Part 1: Measurement Methods.** Oregon State University. 11 p.
- Dilworth, J.L y J.F. Bey. 1984. **Log scaling and timber cruising.** O.S.U. Book Stores. Corvallis, Oregon, U.S.A. 468 p.
- Eleotério, J. R., Storck, L. y S., Lopes. 1996. **“Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade.”** Revista Ciencia Florestal, 6(1):89-99.
- Fahey, T y J. Sachet. 1993. **“Lumber recovery of ponderosa pine in Arizona and New Mexico”.** USDA Forest Service PNW-RP-467. Pacific Northwest Research Station. Portland Oregon. 18 p.
- Ferreira, S., Lima, J. T., Da Silva, S. y P.F. Trugilho. 2004. **Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp.** Revista Cerne, Lavras, 10(1):10-21
- García, R., J.D., L. Morales Q., y S. Valencia. 2001. **Coefficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco.** Foresta-AN. Nota técnica No. 5. UAAAN, Saltillo, Coah. 12 p.
- Gatto, D, A., Santini, E. J., Haselein, C. R y A. Durlo. 2004. **Qualidade da madeira serrada na região da quarta colônia de imigração Italiana do Rio Grande Do Sul.** Revista Ciência Florestal, 14(1):223-233.
- Hush, B., Miller, C & T. Beers. 1982. **“Forest mensuration”.** Krieger Publishing. New York, USA. 402 p.
- Melo, R. y H. Ravón. 1982. **“Análisis y diagnóstico de procesos industriales de transformación de mecánica de la madera”.** INFOR. Concepción, Chile. 162 p.
- Nájera, J. A., De La Cruz, R., Pairán C., Méndez, J., Graciano, J.J y J. J. Návar. 2005. **Ensayo de aserrío en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Dgo.** Revista Agrofaz 5 (1): 763-773.

- Nájera, J. A., Mancinas, J., Jacques, S., Méndez, J y J. J. Graciano. 2005a. **Calidad del secado en *Quercus laeta* y *Q. sideroxyla* de la región de El Salto, Dgo.** In: *VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, México.* 374-375 pp.
- Nájera, J. A., Méndez, J y J. J. Graciano. 2005b. **Calidad del aserrío en *Quercus laeta* y *Q. sideroxyla* de la región de El Salto, Dgo.** In: *VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, México.* 370-371 pp.
- Oliveira, A., Martins, E., Scolforo, R., Rezende, J y A. de Souza. 2003. **Viabilidade economica de sarrarias que processam Madeira de florestas natives-o caso do municipio de Jara, Estado de Rodonia**". Revista CERNE 9(1): 001-015.
- Rocha, M. P e I. Tomaselli. 2001. **Efeito do modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*.** Revista Floresta e Ambiente, 8(1)94-103.
- SAS. 1985. **"User's Guide: Statics"**. Ver. 6. SAS Institute Inc. 1028 p.
- Troncoso, L. F. 2001. **"Aserrío en trozas de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), provenientes del primer raleo de un renoval de la provincia de BioBío: Rendimientos y defectos"**. Tesis Profesional de Licenciatura. Universidad de Concepción. Departamento Forestal. Chile. 44 p.
- Zavala, D. 1996. **"Coeficiente de aprovechamiento de trocería de pino en aserraderos banda"**. Revista Ciencia Forestal en México 21(79):165-181
- Zavala, D. 1991. **Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada.** Serie de apoyo académico No. 44. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- Zavala, D. 2003. **"Efecto del sistema de aserrío tradicional y radial en las características de la madera de encinos"**. Revista Madera y Bosques 9(2):29-39.

Juan Abel Najera Luna

Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área de Tecnología de la Madera en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P.N., Durando.**

Isaac Rodríguez Reta

Ingeniero Forestal por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. Estudiante de la Maestría en Desarrollo Forestal Sustentable en el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango, México.

Jorge Méndez González

Estudiante del Programa de Doctorado en Manejo Sustentable de Recursos Naturales en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UAIL). Linares, Nuevo, León, México. Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Linares, Nuevo, León, México. Profesor e Investigador del Área de Forestal en el Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 173, de Nuevo Ideal, Durango. Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1. De El Salto, Durango, México.

José de Jesús Graciano Luna

Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UAIL). Linares, Nuevo, León, México. Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1. De El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N., Durango.**

Fernando Rosas García

Maestría en Informática por la Universidad Autónoma de Durango, Durango, Durango, México. Ingeniero en Tecnología de la Madera por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. **Profesor e Investigador del Área de Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N. Durango.**

Francisco Javier Hernández

Doctorado ph. D. en Ecología Forestal por la Universidad Estatal de Oklahoma, Oklahoma, U.S.A. Master of Forest Science por la Universidad de Texas A&M. Kingsville, Texas, U.S.A. Ingeniero Forestal por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área de Manejo de Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N., Durango.**

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

ORIENTACIONES METODOLÓGICAS PARA DESARROLLAR LA PREPARACIÓN FÍSICA (FUERZA) EN LAS ATLETAS DE GIMNASIA RÍTMICA

René Mena Ramos e Iván Misael Álvarez Velásquez
Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 515-532



e-revist@s

ORIENTACIONES METODOLÓGICAS PARA DESARROLLAR LA PREPARACIÓN FÍSICA (FUERZA) EN LAS ATLETAS DE GIMNASIA RÍTMICA

METHODOLOGIC DIRECTIONS TO DEVELOP THE PHYSICAL TRAINING (FORCE) IN THE ATHLETES OF RHYTHMICAL GYMNASTICS

René Mena-Ramos e Iván Misael Álvarez-Velásquez²

¹Director de Cursos Internacionales y Diplomados, Vicerectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo La Habana Cuba Correo Electrónico: mena@iscf.cu. ²Facilitador Académico en el área de deportes de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM) Correo electrónico: malvarez@uaim.edu.mx.

RESUMEN

Sobre la base y tendiendo en cuenta las deficiencias que presenta el proceso de Preparación Física en nuestras gimnastas a partir del desconocimiento parcial de los métodos y medios que para desarrollar este tipo de trabajo existen (análisis de criterio de los especialistas) lo que impide la interpretación y aplicación del Programa de Preparación del Deportista, se pasó a confeccionar un sistema de orientaciones metodológicas para el desarrollo de la fuerza, teniendo en cuenta que sobre el trabajo con esta capacidad motriz existe poca literatura específica y un desconocimiento parcial de sus formas de trabajo en las gimnastas de este deporte. Estas orientaciones fueron aplicadas a la Preselección Nacional de Gimnasia Rítmica, durante un ciclo de trabajo, dando como resultado la aplicación del experimento incrementos significativos de esta capacidad.

Palabras clave: Preparación física, Fuerza, Gimnasia Rítmica.

SUMMARY

On the base and tending in account the deficiencies that the process of Physical training in our gymnasts from the partial ignorance of the methods presents/displays and means that stops to develop this type of work, it exist (analysis of criterion of the specialists) what prevents the interpretation and application of the Setup program of the Sportsman, went to make a system of methodological directions for the development of the force, considering that on the work with this motor capacity exists little specific Literature and a partial ignorance of its forms of work in the gymnasts of this sport. These directions were applied on the National Pre-selection of Rhythmical Gymnastic, during a cycle of work, giving like result the application of the experiment significant increases of this capacity.

Key Words: Physical preparation, gymnastic, athlete.

INTRODUCCIÓN

Las cualidades que hasta hace apenas unos años le fueron reconocidas a la Gimnasia Rítmica como deporte, son en su mayoría aquellas que se refieren a la plasticidad de movimientos, gracia, expresividad, feminidad, elegancia, arte y otras, pero mucho más allá de esa envoltura frágil y sutil que se le ha otorgado, encontramos un deporte de elevadas exigencias psíquicas, físicas, funcionales, que nos evidencia la total integración que debe existir entre el arte del movimiento y las potencialidades de reservas orgánicas que pueden ser utilizadas en el control, y en la dirección de un proceso de entrenamiento en el que se toma como parámetro de comprobación la efectividad obtenida por la gimnasta en el terreno de competencia.

La Gimnasia Rítmica como deporte de coordinación y arte competitivo, se caracteriza por la necesidad de largos años de trabajo para lograr la especialización; el nivel técnico que se requiere es muy alto y los ejercicios de desarrollo físico general y especial, se presentan como base para el fortalecimiento de las diversas capacidades físicas que permiten crear y acelerar el proceso de aprendizaje y fijación de las diferentes técnicas de movimiento.

El constante aumento de las exigencias y el anticipado alcance de los máximos resultados competitivos en la Gimnasia Rítmica obligan a establecer un sistema de preparación donde las capacidades físicas juegan un rol determinante y principal acorde con estos requerimientos.

El Programa de preparación del Deportista como guía metodológica para la conducción de la Preparación de nuestras gimnastas no puede abordar todos los fundamentos teóricos, prácticos y metodológicos de la preparación deportiva, de ahí que surja la necesidad de que se elaboren materiales bibliográficos complementarios que influyan en la superación de los técnicos del deporte y, por ende, en la efectividad del proceso de preparación de la y los gimnastas cubanas.

Se ha podido comprobar según estudios anteriores (Estudio de la Reserva Deportiva de Cuba. 1996). Espinosa e Ilisastigui. 1996 y Saavedra. 1998, que de forma general, el mayor dominio de los medios y métodos de trabajo en el desarrollo de las capacidades físicas se presenta en la capacidad condicional de Flexibilidad, a nuestro entender por el criterio que existía de que era esta la capacidad rectora en los movimientos gimnásticos.

Con la elevación de las exigencias técnicas de la Gimnasia Rítmica como deporte, las y los entrenadores comprenden la necesidad de trabajar de forma sistemática con el resto de las capacidades, empezando a atender contra ello el desconocimiento parcial de los medios y métodos de trabajo para su desarrollo.

En el caso particular de la fuerza como capacidad motriz, influyó en que fuera precisamente en los resultados del trabajo para su desarrollo donde se detectará desde 1992 la mayor cantidad de problemas y deficiencias con la consecuencia negativa, que trajo en la base y las premisas para el dominio de los elementos técnicos básicos y de dificultad que puedan surgir en estos años.

En la actualidad ha sido probado por la práctica y en estudios hechos por los técnicos del deporte, que no podemos obviar la Preparación Física de las gimnastas, mucho menos separada del resto de los componentes.

La Preparación Física ocupa entonces un lugar importante en todas las etapas del entrenamiento a largo plazo, ya que un alto nivel de preparación física general y especial en las gimnastas, es una condición indispensable para dominar las exigencias en eventos gimnásticos de esta disciplina deportiva.

De estas afirmaciones, se infiere que, para el logro de la maestría deportiva es necesario que la gimnasta desarrolle la fuerza en todas sus manifestaciones, teniendo en cuenta las cargas para cada segmento corporal y la edad, además del desarrollo de la rapidez, la resistencia y la flexibilidad, esta última como capacidad determinante, porque así estamos

formando una gimnasta fuerte, pero a su vez flexible, capaz de exhibir un nivel óptimo de perfeccionamiento técnico.

El desarrollo de la fuerza de los diferentes segmentos corporales y su relación con el peso corporal de las gimnastas, aumenta la base para las acciones de despegue exigidas en los saltos gimnásticos, así como crea las posibilidades para las grandes elevaciones de piernas necesarias en equilibrios, giros y elementos de gran flexibilidad; para el cambio de la posición de las diferentes partes del cuerpo durante el vuelo en un salto o elemento acrobático y para la recuperación de las grandes flexiones del tronco.

En la medida en que haya un mayor desarrollo de los niveles de fuerza se garantizará también la recuperación de las posiciones del cuerpo, después de grandes saltos, así como el control neuromuscular necesario para la mantención de las posiciones de equilibrio y de la postura de la gimnasta como base para la ejecución de los ejercicios de este deporte.

El trabajo dirigido al desarrollo de la fuerza, que contribuye además al perfeccionamiento de las restantes capacidades físicas, también genera un perfeccionamiento de los mecanismos que integran el sistema de sensibilidad somestésica lo que se refleja en el mejoramiento de la orientación espacial, garantizando ello la precisión de la colocación de piernas, brazos y tronco en posiciones simétricas, sin el control visual continuo de cada uno de estos segmentos.

Por lo planteado anteriormente formulamos lo siguiente:

¿Cómo elevar la preparación de fuerza, como uno de los componentes de la preparación Física en las gimnastas de Alto Rendimiento de Gimnasia Rítmica?

Los Objetivos de la investigación fueron:

- Elaborar un sistema de Orientaciones Metodológicas para la Preparación Física (Fuerza) en la Gimnasia Rítmica.

- Aplicar un sistema de orientaciones metodológicas de Preparación Física (Fuerza) en las Gimnastas élites de Gimnasia Rítmica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación se utilizaron métodos teóricos, (histórico-lógico, modelación, análisis de documentos), métodos empíricos (medición, experimento) y métodos y técnicas estadísticas.

Primeramente se caracterizó a la Gimnasia Rítmica como modalidad deportiva y se determinaron las tendencias actuales de la Preparación Física de las gimnastas a través del análisis de los documentos que rigen este deporte (Código de Puntuación y Reglamento Técnico 1996- 2000, Programa de Preparación del Deportista ciclo 1996 – 2000) así como de la bibliografía existente al respecto, la que hubo de completarse con el análisis de las fuentes sobre las características de los grupos técnicos de este deporte.

Estos análisis estuvieron dirigidos fundamentalmente a los requerimientos que desde el punto de vista físico tienen los ejercicios gimnásticos (elementos técnicos y ejercicios competitivos).

Se pasó entonces a aplicar el método de experimento, con el fin de aplicar y probar la efectividad del sistema de Orientaciones Metodológicas de Preparación Física para el desarrollo de la fuerza en las Gimnastas élites de este deporte, sistema creado a partir de lo planteado en la bibliografía general y específica y de los criterios de las entrenadoras de la selección nacional y una técnica rusa que impartió un curso de Solidaridad Olímpica en Cuba en el año 1998.

El experimento fue realizado en el ciclo 1998-1999, dentro de la Preparación para los Juegos Panamericanos de Winnipeg, durante el Período Preparatorio de este ciclo.

Durante este tiempo se aplicó un sistema metodológico para el desarrollo de la capacidad de fuerza, que formó parte del plan de preparación para este ciclo.

Se utilizó el diseño Pre-tests y Post-tests, para lo cual se aplicaron las pruebas de preparación física establecidas para la selección nacional de juveniles y adultas del país de este deporte, al final de cada mesociclo y etapa de preparación en el Período Preparatorio del ciclo 1998-1999.

Los tests aplicados al final de cada mesociclo tuvieron el objetivo de ir controlando la marcha del experimento, e ir estableciendo las correcciones necesarias en el plan.

El resultado de la prueba que se muestra en el presente trabajo son las que se aplicaron al inicio y final del Período Preparatorio y que permitieron evaluar la eficacia de la aplicación de los contenidos del sistema metodológico creado.

El experimento se realizó con la población de la selección nacional, para un total de 13 gimnastas con edades de 12 a 22 años.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:

- Juveniles – 4
(12.- 14 años)
- Adultas – 9
(más de 15 años)
- Total - 13

Como método complementario del experimento hubo de utilizarse la medición, en la aplicación de los tests, con vistas a controlar y evaluar el desarrollo de la capacidad de fuerza en las gimnastas en correspondencia con el plan aplicado.

TESTS APLICADO A LAS GIMNASTAS:

Se determinó en cada momento los valores de fuerza máxima individuales en los siguientes ejercicios:

- Fuerza de Espaldas (Desde acostado al frente, elevación del tronco)
- Fuerza de Brazos de frente.
- Fuerza de Brazos lateral
- Fuerza de Piernas de frente (Grand Ecart)
- Fuerza de Piernas lateral (Grand Ecart)
- Fuerza de Pierna atrás (Grand Ecart)
- Resorte.

Los datos recogidos fueron procesados estadísticamente, aplicándose el cálculo porcentual, la media ($\bar{X}$), la desviación (S), índice de significación, valores máximos y mínimos, la mediana y el incremento porcentual mediante de la fórmula de Filin y Volkov (1987).

La muestra se procesó utilizando el paquete estadístico “STATISTICA” V-5. La dócima aplicada fue la diferencia de medias para muestras dependientes, con lo que se comprobó de antemano la normalidad en la muestra seleccionada, utilizando para ello la prueba de SHAPIRO – WILLS.

Posteriormente se pasó a la elaboración de las orientaciones metodológicas para la preparación de Fuerza en la Gimnasia Rítmica, utilizando el método de modelación, para determinar a partir de la información recopilada, la función que debía tener este material didáctico, su contenido y argumentación a los efectos de su mejor entendimiento y posible aplicación.

Estas orientaciones han sido introducidas parcialmente en el país, en los cursos nacionales y provinciales y en las preparaciones metodológicas de los CEAR, (Escuela Nacional y Equipo Nacional de Gimnasia Rítmica de Cuba).

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla comparativa entre los resultados de la primera y de la segunda versión se pueden apreciar los valores absolutos de las diferencias de las medias de las pruebas realizadas al grupo sometido al experimento y su crecimiento de forma porcentual. Nótese cómo en todas las pruebas hubo crecimientos auténticos de la primera a la segunda medición, y se

presentaron ritmos de crecimientos porcentuales entre 7 y 18 %, por lo que se destaca como crecimiento que desde el punto de vista estadístico se comportan como significativos.

Sólo la prueba de resorte de piernas no mostró un crecimiento significativo desde el punto de vista estadístico, esto puede estar relacionado con el hecho de que son los planos musculares los que intervienen en este movimiento, lo que por la ejecución propia de los elementos técnicos (giros, pasos resortes, saltos) conllevan un desarrollo de la fuerza, aunque no se aplique sistemáticamente un trabajo específico en este sentido, por la propia frecuencia con que son utilizados.

Al aplicar una metodología específica, se logra un mayor resultado en el desarrollo de la fuerza y, por ende una premisa mayor para elevar la calidad de la ejecución de la técnica corporal del deporte.

Los resultados obtenidos con la aplicación del experimento muestran la influencia positiva de la metodología utilizada para el desarrollo de la fuerza, por lo que se puede considerar válida, para aplicar en condiciones similares a la estudiada en este trabajo (Cuadro 1 y 2)

Orientaciones metodológicas para elevar la preparación de fuerza en las atletas de gimnasia rítmica

Igual que en cualquier otro deporte, las mejoras en la técnica de la Gimnasia Rítmica se garantiza mediante la búsqueda de una buena condición física general. Con el fin de desarrollar la fuerza necesaria para realizar la correcta ejecución de los elementos técnicos de la Gimnasia Rítmica, hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- 1- La prioridad de la fuerza relativa (fuerza absoluta / peso corporal).
- 2- La prioridad de la fuerza rápida
- 3- La relación entre la fuerza y la coordinación.

Mientras que en algunos casos la progresión de la gimnasta puede estar relacionada con una estabilización e incluso con una disminución del peso corporal, o con un crecimiento de la

masa muscular, esto no supone necesariamente un problema, a no ser, que dicho incremento sea excesivo para la gimnasta.

El trabajo destinado al desarrollo de la fuerza rápida debe ir precedido por un desarrollo de los músculos de apoyo (abdominales, dorsales, lumbares, piernas) y por una mejora de la resistencia muscular.

La coordinación intermuscular puede ser mejorada con un trabajo específico de técnica. La coordinación intramuscular y la velocidad de contracción pueden ser mejoradas con repeticiones de ejercicios dinámicos.

De acuerdo con la relación entre la fuerza y la coordinación hay que tener en cuenta:

- La variedad de los ejercicios.
- Los ejercicios se eligen en relación con el tipo de fuerza que es útil para la gimnasia.
- Son realizados conjuntamente con ejercicios apropiados de compensación (de estiramiento, de relajación).

El desarrollo de la fuerza va acompañado por un entrenamiento dirigido específicamente hacia la Gimnasia Rítmica.

Para el desarrollo de la fuerza en las atletas de Gimnasia Rítmica se deben utilizar tres grandes grupos fundamentales de ejercicios:

1- Ejercicios de Preparación Física General o de Desarrollo Físico General:

Son los elementos de otras disciplinas deportivas que se incluyen dentro de la preparación de la gimnasta. Entre los elementos más utilizados se encuentran los ejercicios de gimnasia o manos libres, la acrobacia y los ejercicios de aparatos y con implementos gimnásticos, las carreras, saltos y lanzamientos del atletismo y los juegos deportivos.

2- Los ejercicios auxiliares:

Son los utilizados para el desarrollo de la fuerza de los diferentes planos musculares. Se caracterizan por una técnica de ejecución relativamente sencilla, se subdividen en auxiliares

de piernas, auxiliares de brazos, auxiliares de tronco y auxiliares combinados, (con sobrecargas – pesas).

3- Ejercicios Especiales:

Son aquellos que están constituidos por partes o fases de los ejercicios técnicos o se asemejan a estos con ligeras modificaciones. Se utilizan preferentemente para la enseñanza y el perfeccionamiento de la técnica deportiva.

Conociendo la clasificación de los ejercicios y sabiendo que la función principal de ellos es el fortalecimiento de los diferentes planos musculares, las entrenadoras deben saber que existen tres tipos básicos de ejercicios para el desarrollo de la fuerza, con su propio peso, con implementos y con sobrecargas (pesas).

Especialmente los dos primeros, pueden ejecutarse en la playa, auxiliándose de la arena; utilizando diferentes implementos gimnásticos, tales como sogas, anillas, barra fija, cajón sueco, espalderas, balas, mancuernas y muchos otros.

Con las balas y mancuernas pueden realizarse flexiones ventrales, dorsales y laterales del tronco, con el cajón sueco y las espalderas, se pueden ejecutar múltiples ejercicios de fortalecimiento abdominal y dorsal.

El método de circuito es, por excelencia, la tendencia más utilizada para el desarrollo del fortalecimiento en la etapa de preparación general, debido a que los procedimientos básicos de este método permiten optimizar el tiempo dedicado a esta tarea.

Se ha comprobado que el método de circuito por tiempo y repeticiones controla el desarrollo de la fuerza, organizando la dosificación de cada ejercicio, del tiempo entre ejercicios y del tiempo entre cada repetición del circuito.

Variantes del trabajo en circuitos teniendo en cuenta la relación trabajo – descanso.

Proporciones:

	Trabajo		Descanso
a)	1	:	3
b)	1	:	2
c)	1	:	1
d)	2	:	1
e)	2	:	3

Ejemplo:

- a) 15" de Trabajo / 45" de Recuperación.
- b) 15" de Trabajo / 30" de Recuperación.
- c) 15" de Trabajo / 15" de Recuperación.
- d) 30" de Trabajo / 15" de Recuperación.
- e) 30" de Trabajo / 45" de Recuperación.

Las Pesas: El entrenamiento con pesas, poco frecuente en este deporte, es preferible realizarlo en la preparación de una gran gama de ejercicios. En la medida en que se aproxima la preparación especial, deben concentrarse los esfuerzos en aquellos que tienen una mayor transferencia de hábitos sobre los elementos técnicos de la Gimnasia Rítmica, específicamente en los que se manifiestan los empujes de piernas, saltos, mantenciones y equilibrio.

Para la planificación y dosificación del trabajo con pesas, de acuerdo a experiencias acumuladas en trabajos hechos con gimnastas de la Selección Nacional de este deporte se han utilizado los siguientes métodos:

MÉTODOS	MANIFESTACIONES DE LA FUERZA
Estándar a intervalos con muchas repeticiones (40 al 60 % del peso máximo)	Resistencia a la Fuerza.
Descanso Corto:	- Incremento de mio fibrillas activas.
Estándar a intervalos de repeticiones rápidas. (60 al 85 % del peso máximo)	- Mayor reserva energética.
Descanso corto y medio.	Fuerza Explosiva.
Estándar a intervalos con pocas repeticiones (80 al 100 % del peso máximo).	- Anaerobia láctica
Descanso medio y largo.	- Anaerobia Aláctica.
	Fuerza Máxima.
	- Anaerobia Aláctica.

De acuerdo con el número de series y repeticiones en dependencia del por ciento se utiliza el siguiente criterio:

%	Tipo de Fuerza	Repeticiones	Series	Recuperación	Veloc. Del Mov.
100		1			
95	FUERZA	1-2	1 – 3 y		
90	MÁXIMA.	2-3	hasta 4	3 – 4 minutos	MODERADA.
85		3-4			
80		4-5			RÁPIDA A
75		5-6	3 – 4 y	2 – 4	MUY
70	FUERZA RÁPIDA	6-7	hasta 6	minutos.	RÁPIDA
65		7-8			
60		8-9			
55		9-10	3- 5 y		
50	RESISTENCIA A	10-11	hasta 8		MODERADA
45	LA FUERZA.	12-15			A LENTA.
40		Mas de 15			

En la etapa de preparación general del período preparatorio donde se le prestará gran atención a la Resistencia a la Fuerza, el músculo pocas veces será fuerte, ya que lo que provoca es un crecimiento de la fibra muscular donde se producen algunos procesos de formación que favorecen la ejercitación de las posteriores fases de Fuerza Máxima y Fuerza Rápida.

Los ejercicios serán realizados de forma que algunos músculos puedan ser entrenados aisladamente, donde el volumen e intensidades típicas a utilizar serán de cinco series de 8 – 15 repeticiones al 40 – 60% del máximo de las posibilidades de las y los gimnastas.

El entrenamiento para el desarrollo de esta manifestación puede durar de ocho a diez semanas con frecuencia de 2 – 3 veces por semanas.

El método de desarrollo de la Fuerza Máxima en las gimnastas se utilizará como un método de control para conocer el incremento de su fuerza en los ejercicios previamente seleccionados, los cuales en su gran mayoría se clasifican como Especiales porque ejercitan grandes masas musculares funcionales (espaldas y extensores de las piernas). Los

volúmenes e intensidades a utilizar en esta manifestación pueden ser de 2 a 4 series con 1 – 4 repeticiones y siempre con el máximo de carga posible.

Para el entrenamiento de la Fuerza Rápida, los resultados del trabajo de esta manifestación pueden obtenerse a partir de 8 – 12 semanas, con una frecuencia de 2 – 3 veces en el microciclo, teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado por las gimnastas en el desarrollo de la resistencia a la fuerza, es por eso que el mayor por ciento de trabajo de Fuerza Rápida se tiene que lograr en la Etapa de Preparación Especial.

Con el desarrollo de esta manifestación de la fuerza nos acercamos a contracciones musculares características de la Gimnasia Rítmica en algunos de sus elementos fundamentales, que serán realizados con la base del entrenamiento general ejecutado semanas anteriores, y que constituyen contracciones típicas necesarias para las gimnastas. Se debe tratar de buscar el tipo de fuerza que predomine en el desarrollo de los movimientos de la Gimnasia Rítmica, así como su característica de contracción dinámica temporal a realizar en la competición.

En el sentido más amplio, pertenecen por ejemplo a esta categoría de Fuerza, los ejercicios de saltos, pero también otros especiales como resorte, fuerza de espaldas etc.

Los volúmenes e intervalos a utilizar deben ser desde 3 – 5 series de 4 a 8 repeticiones con el máximo de rapidez en su ejecución.

Dentro de los **Ejercicios de Preparación física general o de Desarrollo físico general** están los encargados del desarrollo de la fuerza de la musculatura de sostén o apoyo.

1- Músculos abdominales:

Hay que comenzar a trabajar con estos músculos al iniciarse la preparación por los siguientes motivos:

- Desempeñan un gran papel en casi todos los movimientos.
- Ayudan a mantener el funcionamiento normal intestinal y contribuyen de esta manera a la buena formación general de la gimnasta.
- Unos músculos abdominales fuertes, son la mejor garantía contra las hernias.
- Ayudan a la mantención de la postura gimnástica.

2- Músculos Dorsales y Lumbares:

El desarrollar la fuerza de los músculos dorsales y lumbares, resulta de gran importancia para la Gimnasia Rítmica, ya que se fortalece esta parte del cuerpo lo que garantiza la postura y ayuda al logro del equilibrio en los desplazamientos y saltos, previendo también posibles lesiones en las espaldas, las cuáles están sometidas a un gran esfuerzo en estos movimientos y en las grandes flexiones que se realizan.

3- Piernas:

La coordinación inter e intramuscular depende del equilibrio que exista entre los músculos agonistas y antagonistas. El fortalecimiento de los antagonistas no solamente hace que el movimiento resulte más fluido, sino que también reduce el riesgo de sufrir lesiones de la zona pélvica.

Para el fortalecimiento de esta parte del cuerpo influyen en un por ciento amplio de todos, los elementos técnicos de la Gimnasia Rítmica y dentro de los Ejercicios de Desarrollo Físico General, se consideran como unos de los más importantes, los Multisaltos.

Según experiencia de trabajo con los Multisaltos, ellos deben clasificarse en:

- 1- Saltos generales
- 2- Saltos Técnicos o Especiales
- 3- Saltos Pliométricos.

Ejercicios Auxiliares:

Estos ejercicios se van a utilizar con sobrecargas y se pueden emplear tanto en la etapa de Preparación General como en la Especial, en dependencia del tipo de manifestación de la

fuerza que se quiera desarrollar y de los objetivos propuestos en la planificación del entrenamiento.

Dentro de ellos tenemos.

- Ejercicios para las piernas.
- Ejercicios para los brazos
- Ejercicios para el tronco
- Ejercicios para el abdomen
- Ejercicios auxiliares combinados.

Ejercicios Especiales:

Este tipo de ejercicios se pueden utilizar con sobrecargas (pesas), ligas y con lastre o peso en los tobillos y brazos de las gimnastas y con el propio peso corporal.

Los ejercicios con sobrecargas y con peso en los tobillos trabajarán en dependencia del resultado obtenido en el Tests de Fuerza Máxima.

CONCLUSIONES

Se hace necesario que junto con la elaboración de los programas de Preparación del Deportista se implemente un sistema de información que sirva de orientación metodológica para el desarrollo de la preparación gimnástica (cursos, seminarios, publicaciones, y difusión bibliográfica específica, sistema de orientaciones metodológicas)

La metodología que proponemos en este trabajo tuvo resultados efectivos, por lo que sirvió de base al Sistema de Orientaciones Metodológicas destinados a las y los entrenadores de Gimnasia Rítmica con el fin de desarrollar la fuerza en sus atletas.

LITERATURA CITADA

- Abruzini, E. 2000. **Código de Puntuación de Gimnasia Rítmica, ciclo 1996 – 2000** / E. abruzini. Federación Internacional de Gimnasia.1993.Algunas consideraciones acerca de la preparación y selección deportiva en Gimnasia Rítmica Deportiva / MéliX Ilisastigui Avilés. La Habana: ISCF.
- Barrios Recio, J. y Ranzoln R. A. 1988. **Manual para el deporte de iniciación y desarrollo** / La Habana: Ed. Deportes.
- Brikina, A. T. 1985. **Gimnasia** / A. T. Brikina --- La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- González Griñán, E. 1985. **Estudio de las características de los Saltos de Gimnastas élités de Gimnasia Rítmica Deportiva**. ISCF. (CH).
- Grosser, S. M. y Starachka, E. Z M. 1991. **Los principios, la fuerza y la panificación del entrenamiento deportivo**. M. Gossewr, *et al.*, México: Ediciones Roca S.A.
- Piñera Álvarez, V. **Programa de Preparación del Deportista Gimnasia Rítmica Deportiva**. Unidad Impresora “José A Huelga”.
- Román Suárez, I. 1998. **Levantamiento de Pesas. Sus ejercicios** / La Habana: INDER.
- Román Suárez, I. 1998. **Multifuerza** / I. La Habana.
- Román Suárez, I. 1995. **Preparación de Fuerza para todos los deportes**. La Habana: (s.n.)
- Saavedra, V. 1997. **Influencia de la preparación de fuerza en los niveles de preparación física y técnica de las atletas de Gimnasia Rítmica de Alto rendimiento**.
- Zatsiorvski, V. M. 1998. **Metrología deportiva**. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- René Mena Ramos**. Doctor en Educación Física por la Universidad de la Habana, Cuba. Director de Cursos Internacionales y Diplomados Vicerectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo.
- Ivan Misael Álvarez Velázquez**, Entrenador deportivo avalado por la Federación Internacional de Atletismo Amateur (IAAF), Federación Mexicana de Atletismo(FMA), Federación Mexicana de Gimnasia (FMG), Facilitador Universitario en el área de deportes de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

Cuadro 1. Comparativa de los resultados entre la 1ra. y 2da. medicion.

PRUEBAS	DIF.X	%	SIGNIF. ESTAD.
FZA. ESPALDAS	4.6	13.5	***
FZA. BRAZOS DE FRENTE (D)	0.42	7.5	**
FZA. BRAZOS DE FRENTE (I)	0.88	16.9	***
FZA. BRAZOS LATERAL (D)	0.52	10.3	**
FZA. BRAZOS LATERAL (I)	0.69	14.3	***
FZA. PIERNAS DE FRENTE (D)	0.65	14	***
FZA. PIERNAS DE FRENTE (I)	0.70	18.6	**
FZA. PIERNAS LATERAL (D)	0.39	7.9	**
FZA. PIERNAS LATERAL (I)	0.75	17.8	**
FZA. PIERNAS ATRAS (D)	0.46	9	***
FZA. PIERNAS ATRAS (I)	0.39	7.1	**
RESORTE	5	10.4	No hay Dif. Signif.

LEYENDA: *** - Muy Significativo

** - Significativo

- No hay Diferencias Significativas

Cuadro 2. Comparativa de los resultados entre la 1ra. y la 2da. medición.

PRUEBAS	X	ESTADIGRAFO	SIGNIFICACION
FZA. ESPALDAS 1ra.	9.113028	-6.19232	***
FZA. ESPALDAS 2da.	9.506029		
FZA. BRAZOS DE FRENTE (D) 1ra.	5.384615	-0.415385	**
FZA. BRAZOS DE FRENTE (D) 2da.	5.800		
FZA. BRAZOS DE FRENTE (I) 1ra.	4.769231	-5.90845	***
FZA. BRAZOS DE FRENTE (I) 2da.	5.653846		
FZA. BRAZOS LATERAL (D) 1ra.	4.807692	-3.04677	**
FZA. BRAZOS LATERAL (D) 2da.	5.330769		
FZA. BRAZOS LATERAL (I) 1ra.	4.484615	-0.684615	***
FZA. BRAZOS LATERAL (I) 2da.	5.169231		
FZA. PIERNAS DE FRENTE (D) 1ra.	4.307692	-6.8	***
FZA. PIERNAS DE FRENTE (D) 2da.	4.961538		
FZA. PIERNAS DE FRENTE (I) 1ra.	3.423077	-4.63053	**
FZA. PIERNAS DE FRENTE (I) 2da.	4.123077		
FZA. PIERNAS LATERAL (D) 1ra.	4.730769	-4.17029	**
FZA. PIERNAS LATERAL (D) 2da.	5.115385		
FZA. PIERNAS LATERAL (I) 1ra.	3.846154	-3.28634	**
FZA. PIERNAS LATERAL (I) 2da.	4.596154		
FZA. PIERNAS ATRAS (D) 1ra.	4.903846	-5.19854	***
FZA. PIERNAS ATRAS (D) 2da.	5.361538		
FZA. PIERNAS ATRAS (I) 1ra.	5.326923	-4.1671	**
FZA. PIERNAS ATRAS (I) 2da.	5.719231		
RESORTE 1ra.	45.42154	-1.26154	No hay Dif. signif.
RESORTE 2da.	50.42331		

Cuadro 3. Base de datos de la 1ra. Medición.

NOMBRE	FZA ESPALDAS (Kg.)	FZA BRAZO (frente)		FZA BRAZO (lateral)		FZA PIERNA (frente)		FZA PIERNA (lateral)		FZA PIERNA (atrás)		RESORTE
Yordania Corrales	36,75	7,5	6,5	6,5	6,5	5,25	4,0	6,5	4,0	6,0	7,25	86,25
Arletis Chacón	31,75	6,5	5,0	5,0	5,0	5,5	4,0	5,5	4,0	5,5	5,5	38,75
Yasleidis Rodríguez	39,00	5,0	4,0	5,0	5,0	4,5	4,0	4,5	4,0	5,0	6,0	38,78
Kirenia Ruiz	38,75	6,5	5,0	5,0	5,0	3,25	4,5	3,25	4,5	6,5	6,5	53,75
Yamilé Sotolongo	39,00	6,5	5,0	6,5	5,0	7,0	4,0	7,0	4,0	7,0	7,0	40,50
Daily Parra	41,75	6,5	5,0	5,0	5,8	8,0	5,0	8,0	6,0	8,0	9,0	63,70
Yanet Comas	38,75	6,5	6,5	6,0	5,0	5,25	4,0	5,25	5,25	5,25	6,5	50,00
Yumaslim Pérez	28,75	5,0	5,0	5,0	4,0	4,5	5,75	4,5	5,75	4,5	5,75	42,50
Anisley Martínez	39,00	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,8	5,75	4,5	4,5	60,00
Yenly Figueredo	18,75	4,0	4,0	4,0	4,0	1,5	0,0	2,0	1,5	3,0	3,0	28,75
Dulce Vera	18,75	4,0	4,0	2,5	2,5	3,25	2,3	3,25	2,25	3,5	3,25	25,00
Lilibel Arias	18,75	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	3,0	3,0	28,75
Ismaray Nodal	21,75	3,0	3,0	3,0	2,5	0,0	0,0	1,5	0,0	2,0	2,0	33,75
Máximo	41,75	7,50	6,50	6,50	6,50	8,00	5,75	8,00	6,00	8,00	9,00	86,25
Mínimo	18,75	3,00	3,00	2,50	2,50	0,00	0,00	1,50	0,00	2,00	2,00	25,00
Media	31,65	5,38	4,77	4,81	4,48	4,31	3,42	4,73	3,85	4,90	5,33	45,42
D.E	9,11	1,37	0,99	1,20	1,22	2,10	1,73	1,90	1,78	1,74	2,05	17,16
C.V	28,79	25,47	20,80	24,95	27,26	48,80	50,63	40,16	46,23	35,41	38,43	37,78

Cuadro 4. Base de datos de la 2da. medición.

NOMBRE	FZA ESPALDAS (Kg.)	FZA BRAZO (frente)		FZA BRAZO (lateral)		FZA PIERNA (frente)		FZA PIERNA (lateral)		FZA PIERNA (atrás)		RESORTE
Yordania Corrales	43,75	8,4	7,5	7,4	6,6	6,00	4,5	6,5	4,5	6,6	7,50	90,00
Arletis Chacón	41,25	6,65	6,7	6,65	5,85	6,0	4,0	5,5	4,0	5,5	5,5	53,75
Yasleidis Rodríguez	43,75	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	6,0	55,00
Kirenia Ruiz	43,75	6,5	6,5	6,25	6,25	4,00	4,85	3,50	4,5	6,6	6,6	68,75
Yamilé Sotolongo	41,25	6,5	5,3	5,85	5,85	7,5	5,5	7,5	5,0	7,5	7,5	63,75
Daily Parra	43,75	6,65	6,4	5,0	5,8	8,5	5,0	8,5	9,0	8,5	10,0	55,00
Yanet Comas	41,25	6,5	6,5	6,25	6,25	5,50	4,5	5,50	5,50	5,25	6,5	47,75
Yumaslim Pérez	36,25	5,5	6,3	5,0	5,0	5,0	6,00	5,5	6,00	5,5	6,25	65,00
Anisley Martínez	43,75	6,0	6,0	5,85	5,85	5,0	5,0	5,75	5,75	5,0	5,0	30,75
Yenly Figueredo	20,00	4,0	4,0	4,5	4,5	2,0	1,5	2,5	2,0	3,5	3,5	27,00
Dulce Vera	20,00	4,5	4,5	3,0	3,0	3,50	2,8	3,50	3,00	3,75	3,50	30,00
Lilibel Arias	26,25	5,0	5,0	4,5	4,0	4,5	3,5	4,75	4,0	4,0	4,0	35,00
Ismaray Nodal	26,25	4,25	4,0	4,05	3,25	1,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	33,75
Máximo	43,75	8,35	7,50	7,40	6,60	8,50	6,00	8,50	9,00	8,50	10,00	90,00
Mínimo	20,00	4,00	4,00	3,00	3,00	1,50	1,50	2,50	1,50	2,50	2,50	27,00
Media	36,25	5,80	5,65	5,33	5,17	4,96	4,12	5,12	4,60	5,36	5,72	50,42
D.E	9,51	1,23	1,10	1,19	1,17	1,95	1,43	1,80	1,90	1,68	2,04	18,76
C.V	26,22	21,21	19,52	22,35	22,64	39,35	34,72	35,22	41,40	31,30	35,74	37,20

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

ENSAYO

EL PROCESO DE ASIMILACIÓN DE LA FUERZA EN EL MÚSCULO DEL SER HUMANO

Iván Misael Álvarez Velázquez , Félix Fernando Álvarez Velázquez, Fernando Álvarez-
Barreras y Rene Mena Ramos

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 533-548



e-revist@s



EL PROCESO DE ASIMILACIÓN DE LA FUERZA EN EL MÚSCULO DEL SER HUMANO

THE PROCESS OF ASSIMILATION OF THE FORCE IN THE MUSCLE OF THE HUMAN BEING

Iván Misael **Álvarez-Velázquez**¹, Félix Fernando **Álvarez-Velázquez**¹, Fernando **Álvarez-Barreras**², Rene **Mena-Ramos**³

¹Facilitador Deportivo Universitario Universidad Autónoma Indígena de México Correo Electrónico: churea2002@hotmail.com. ²Apoyo Técnico Pedagógico Supervisión de Educación Física Región II Los Mochis Sinaloa México Correo Electrónico: kirry@hotmail.com.

³Director de Cursos Internacionales y Diplomados Vicerrectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo La Habana Cuba Correo Electrónico: mena@iscf.cu.

RESUMEN

Para comprender el proceso de la asimilación de la fuerza en ocasiones es necesario tener conocimientos sobre la anatomía del músculo por lo tanto podemos resumir que el ser humano es una maquina perfecta, capaz de crear anticuerpos y adaptarse a cualquier estímulo, sin llegar a lesionar ninguna estructura anatómica, en el caso del músculo es capaz de decidir hasta dónde puede desarrollar más trabajo ya que con la irrigación de ácido láctico anuncia una fatiga la cual es un indicador para detener algún esfuerzo máximo.

Palabras clave: Fuerza, músculo, ácido láctico.

SUMMARY

In order to include/understand the process of the assimilation of the force in occasions is necessary to have knowledge on the muscle anatomy, so we can summarize that the human being is a perfect machine, able to create antibodies and to adapt to any stimulate, without getting to injure no anatomical structure. The muscle is able to decide to where it can already develop but work that with the lactacid acid irrigation of announces a fatigue as it is an indicator to stop some maximum force.

Key words: Force, muscle, lactacid acid.

Recibido: 10 de febrero de 2006. Aceptado: 1 de mayo de 2005.

Publicado como ENSAYO en Ra Ximhai 2(2): 533– 548. 2006.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas anatómicos del ser humano uno de los más complejos y más interesantes es el músculo, ya que nuestro cuerpo está constituido en gran parte por músculos y sin ellos no podríamos realizar ningún tipo de función a que nos referimos con ésto, hasta para mover el globo ocular se necesita realizar una contractura muscular y para poder contraer un músculo tiene que haber una irrigación de ATP o ADT.

En el deporte es importante clasificar el tipo de músculo que si tomamos en cuenta no es el mismo el tipo muscular de un corredor de velocidad al de un corredor de distancia larga, para poder desarrollar sus capacidades al máximo en la disciplina que incursiona tomando en cuenta la edad, peso y estatura. A su vez es importante el conocimiento de cómo esta constituido nuestra estructura antropométrica y el complejo muscular que deseamos transformar.

En muchas ocasiones deseamos que nuestros atletas formen músculos pronunciados pensando que con ello tendremos la potencialidad de la asimilación de la fuerza, dependiendo de la necesidad de la disciplina deportiva será el énfasis para el desarrollo muscular y las dosificaciones de las cargas por niveles.

Es por eso que esta investigación busca contribuir con conocimientos científicos, de cómo podemos aplicar las cargas necesarias teniendo el conocimiento de la asimilación de la fuerza en el ser humano.

Clasificación del músculo

El músculo esquelético es una máquina capaz de convertir energía química en trabajo mecánico gracias a su fundamental propiedad, la contractibilidad (Figura 1).

El fenómeno de la contracción se realiza en tres tiempos, el primero consiste en la llegada al músculo de los impulsos motores provenientes del sistema nervioso central; el segundo, en las modificaciones químicas que liberan la energía para la contracción, y el tercero en la contracción muscular que provoca el incremento de la tensión o un acortamiento de los elementos estructurales de la fibra muscular con la siguiente producción de trabajo mecánico.

El tejido muscular se clasifica, desde el punto de vista anatomofuncional, en dos tipos fundamentales, el tejido muscular liso y el tejido muscular estriado.

Tejido Muscular liso

Tiene la función de regir la actividad motora de los sistemas de vida vegetativa (digestivo, Circulatorio, Urinario, Genital, Bascularlinfático) y se caracteriza por una particular uniformidad de sus fibras.

Tejido muscular estriado

Está constituido por la musculatura esquelética (dedicada a la estática y la dinámica del organismo humano) y el tejido muscular del corazón, músculo involuntario que se diferencia del anterior por algunas particularidades.

Estructura del músculo estriado

El músculo, en su forma mas simple, está constituido por millares de fibras musculares, cada una rodeada de tejido conjuntivo. Cada fibra está constituida por una célula cuya

longitud varía entre 1 y 40 milímetros y su espesor entre 10 y 100 micras. Una docena o más de fibras constituyen un fascículo primario, rodeado de conjuntivo más consistente y rico en fibras de colágena. Varios fascículos secundarios, siempre rodeados de tejido conjuntivo propio, dan lugar a un fascículo terciario y así hasta formar el músculo completo (Figura 1).

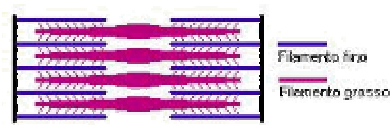
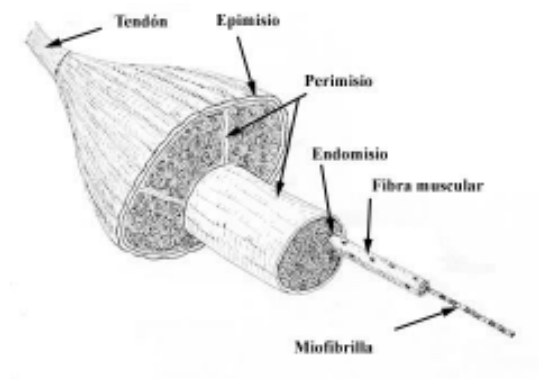


Figura 1: Representación esquemática de la hipótesis estructural del sistema troponina-tropomiosina-actina.

El trabajo muscular humano

El organismo humano está construido para la actividad, no para el reposo. El movimiento es una propiedad fundamental y se realiza mediante la acción de los músculos sobre los huesos. El sistema nervioso guía su acción: el respiratorio, cardiocirculatorio y el sanguíneo transportan a los tejidos el oxígeno y la sustancia nutritivas (combustible). Cada célula del cuerpo puede representarse como una máquina de combustión con la célula muscular como un ejemplo típico.

La energía necesaria para la contracción muscular proviene, como se ha visto, de reacciones bioquímicas que son utilizadas de modo diferente según el tipo, la duración y la intensidad del trabajo que efectúa.

Cuando el organismo se mueve, cumple siempre un trabajo, el cual puede ser medido en unidades que se calculan multiplicando la fuerza por el desplazamiento.

En la práctica, el trabajo humano tiene como unidad de medida el kilogramo (Kg), o sea, el trabajo efectuado para levantar a un metro un kilogramo de peso.

Cuando el peso es elevado a cierta altura, adquiere una energía potencial que es igual al trabajo que fue necesario para llevarlo a la posición alcanzada. Tal energía se libera cuando el peso se deja caer nuevamente a la posición inicial (energía cinética).

Cuando el peso cae, la energía potencial disminuye progresivamente, mientras que la energía cinética aumenta. Entre la energía mecánica o trabajo y el calor de ésta se libera, existe una relación constante que representa el equivalente mecánico de la caloría (427 kg. = 1 kcal.).

Otra medida muy importante en fisiología es la potencia, definida como la cantidad de trabajo realizado en un minuto o segundo; se expresa en caballos de vapor y corresponde a 75 kg/seg, ó sea, 735 watts.

Cada vez que un grupo muscular se contra desarrolla una fuerza que es definida fisiológicamente como la máxima tensión que el músculo es capaz de desarrollar cuando se le somete a un estímulo máximo. La intensidad de la fuerza depende del número de fibras musculares que toman parte en la contracción y es aproximadamente proporcional a la sección del músculo. La fuerza se puede medir a través del esfuerzo muscular ejercido contra una resistencia: puede desarrollarse con y sin acortamiento del músculo (contracción isotónica o isométrica). La unidad de medida de la fuerza es el kilogramo. El trabajo muscular es la manifestación de la fuerza debida a la contracción muscular, fuerza que se ejercita contra otra fuerza mecánica (resistencia) y que lleva a la producción de trabajo mecánico y de calor. Todo trabajo muscular es la expresión de un proceso energético que efectúa la transformación de energía química en energía de posición esto es, trabajo mecánico) y energía calorífica. Las proporciones entre trabajo mecánico y calor pueden ser diversas y la relación entre la cantidad de energía química transformada en trabajo mecánico y la totalidad de la energía utilizada se llama rendimiento.

El trabajo mecánico representa sólo un porcentaje, más o menos alto, de trabajo fisiológico (este es un trabajo que no se efectúa contra la fuerza de la gravedad), que puede alcanzar un máximo del 30 % las condiciones de trabajo (para el rendimiento y la destreza del sujeto que efectúa el ejercicio) son óptimas.

Teniendo en cuenta lo expuesto y recordando los mecanismos que permiten al músculo desarrollar su función como motor de la máquina humana, es importante considerar que el sistema locomotor utiliza las diferentes fuentes de energéticas de las que dispone para producir los diferentes tipos de trabajo mecánico.

El hombre puede desarrollar una gran cantidad de trabajo en un tiempo muy breve a través de las fuentes energéticas basadas en la degradación de los complejos de trifosfato de adenosina (ATP) y fosfato de creatinina (CP). En esta fuente de energía se basan las actividades deportivas definidas como de “potencia”, las cuales son todas aquellas que imprimen grandes aceleraciones contra la gravedad.

Para realizar la máxima potencia muscular absoluta, la máquina humana tiene reservas energéticas suficientes solamente para unos cuantos segundos. La competencia de los 100 metros planos (la cual se define como actividad de potencia), la máxima velocidad alcanzada por un atleta no puede mantenerse constante durante toda la competencia debido al agotamiento prematuro de las fuentes aeróbicas constituidas por el ATP y el CP.

En las actividades deportivas de mayor duración, los sistemas energéticos que proporcionan la energía para su desarrollo son el sistema aeróbico y el sistema glucolítico (basado en la transformación del ácido piruvico en ácido láctico) (Hernández, 1997).

Tenemos a las actividades de tipo aeróbico, en las cuales la energía es proporcionada por la oxidación de los alimentos.

Clasificación de los músculos en el deporte

El conocimiento de estos factores permite a los entrenadores y médicos deportivos elaborar planes de entrenamiento más adecuados a las características físicas del atleta, y sobre todo orientarlos hacia especialidades deportivas más en consonancia con su hábito somático.

La estructura muscular no es la misma en todos los deportistas:

Deportes de músculo morado:

Son deportes que exigen una contracción fuerte, casi desmesurada, y continua del músculo tratando de vencer una resistencia enorme, a veces superior a las posibilidades musculares del momento de forma. Estos deportes son: El Levantamiento de pesas, ciclismo, lucha libre, remo, gimnasia de aparatos, etcétera.

Deportes de músculo rojo:

Son los que exigen del músculo una contracción breve, violenta y rápida, intercalada a menudo con fases instantáneas de relajación de los antagonistas. Es el caso del boxeo ligero, atletismo, baloncesto, tenis, fútbol, etc.

Deportes de músculo rosa:

Son aquellos en los que el músculo tiene una actividad más bien continua, prolongada y pausada, sin bruscas intervenciones ni interrupciones, como la gimnasia sueca, el cicloturismo y por excelencia la natación.

En síntesis, el interés de esta clasificación radica en establecer que los deportes de músculo morado o carne de toro producen hipertrofia muscular desmesurada, como el culturismo, y no son, en términos generales, saludables. Sólo pueden practicarse en la plenitud de la vida y bajo estricta vigilancia médica por la sobrecarga cardíaca que implica. Basta imaginar

un corazón palpitando a más de 100 latidos por minuto, dentro de un tórax a una presión quizás en doble de la atmosférica y con un tubo de escape, las arterias y venas capilares aprisionadas entre enormes músculos contraídos al máximo, como es el caso de un levantador de pesas. La misma tensión muscular, si actúa sobre la epífisis de los huesos largos en épocas de crecimiento, proporcionará al final del desarrollo esquelético el típico aspecto de enano forzado que tan acostumbrados estamos a ver en los podios de halterofilia o colgado de las anillas. Los deportes de músculo rojo, carne de pura sangre de hipódromo, pueden practicarse desde la adolescencia a la madurez, tienen el valor de educar coordinación psiconeuromotriz, la ambición de competir, el espíritu de equipo y son adecuadamente formativos también desde el punto de vista somático.

Los deportes de músculo rosa, carne de salmón, como la natación, que se pueden practicar toda la vida, sin distinción de edades ni sexos.

Estructura y función de la fibra muscular:

Cada músculo esquelético está compuesto por un determinado número de haces y cada uno de éstos, a su vez por un número variable de fibras musculares.

Esta fibra muscular es la unidad celular, cuya unidad subcelular básica es la miofibrilla y, a su vez, la de ésta, el sarcómero.

En el sarcómero y entre las líneas Z, a manera de teclas blancas y negras de un piano, de actina y miosina, respectivamente, se encuentran estas dos sustancias responsables de la contracción.

El hueco entre las teclas blancas de actina y las teclas negras de miosina se llama Zona H, que es la que, en definitiva, se estrecha hasta desaparecer en la contracción por

acercamiento entre sí de las teclas negras de miosina, comprimiendo todo el espacio intermedio. Esto hace en definitiva que microscópicamente el músculo, al contraerse se acorte pero aumente su perímetro (Figura 2).

La contracción muscular, los músculos se contraen:

Isotónicamente. Cuando la tensión generada acorta el músculo, como en el culturismo cuando se demuestra el bíceps (sacar la bola).

Excéntricamente. Cuando a pesar de la contracción el músculo se alarga, como al bajar lentamente un peso.

Isoquinéticamente. Cuando se genera la máxima tensión en el músculo contracturado durante todo el arco del movimiento y a velocidad constante como en las máquinas cybex, especie de bicicleta de resistencia autoajutable.

Anatomía del músculo esquelético

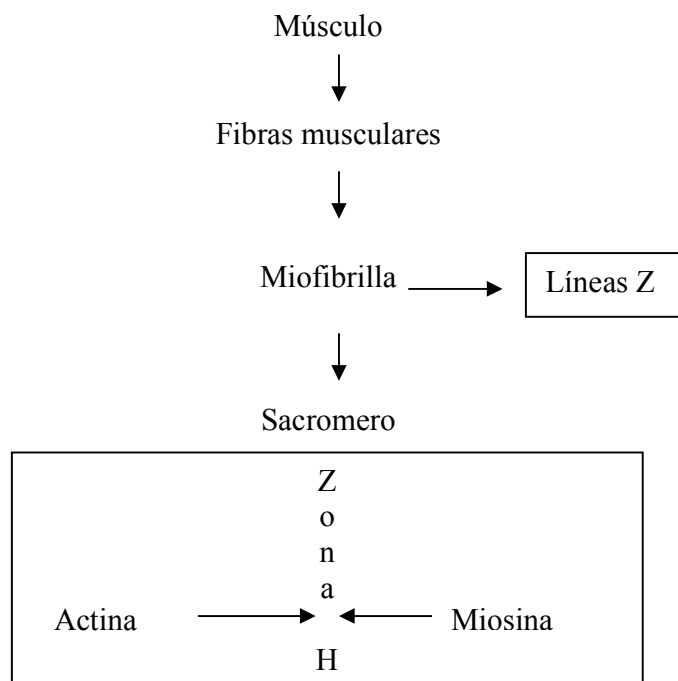


Figura 2: Gráficamente se puede ver así la Anatomía del Músculo Esquelético (Doctor Opraiz Oar)

Las ideas que expuestas a principios de los años 70 han tomado carta de naturaleza bajo la denominación de fibras musculares de contracción rápida y lenta.

Las fibras de contracción rápida (fase twitch fibres “FT”). Se contraen más rápido y conservan la máxima tensión durante esta contracción, por lo que proporcionan también la máxima fuerza e su acción.

Enzimáticamente su actividad es breve, pero intensa, y su prestación se da durante ejercicios que obtienen energía para la contracción de la glicólisis anaerobia.

Las fibras de contracción lenta (slow twitch fibres “ST”). Se contrae más lentamente y durante más tiempo, pero proporcionan menos fuerza.

Enzimáticamente su actividad es reducida y su prestación se da durante ejercicios que obtienen energía para la contracción por métodos de combustión aerobios, no sólo glicólisis, sino triglicéridos y ácidos grasos libres (free fatide acids “FFA”).

La proporción entre fibras FT y ST viene dada genéticamente hasta el punto de ser la misma en gemelos monocigóticos. Y existe, lógicamente una relación muy estrecha entre el porcentaje de fibras musculares FT y ST del individuo con el deporte para el que éste determinado individuo estará genéticamente mejor dotado.

Histoquímica

Hay que partir de la definición de la unidad motriz y funcional del músculo que es aquella que tiene su innervación suministrada por terminales de una única neurona motora.

Esta unidad funcional se comporta como fibra FT o ST desde su origen y lo único que hace su entrenamiento es mejorar la habilidad de contracción (su volumen de O₂, su irrigación, su metabolismo, la utilización de sus enzimas, etc) y rendimiento.

Por eso, cada tipo de fibra, en su histoquímica ligada íntimamente a su fisiología, tiene caracteres detectables que permiten ser localizados, y desde ellas, que las fibras sean identificadas como FT o ST.

Energía en la contracción muscular

La energía se produce por desintegración de TAP en ADP más fósforo inorgánico, siendo la reacción reversible. $ATP \rightarrow ADP + P_i + \text{energía}$, el cuerpo, cuando se acaba el ATP, lo tiene que sintetizar, y esto precisa energía también que proviene de tres fuentes sistema fosfagénico de muy breve, pero muy intensa, actividad útil, por ejemplo para el saltador pero que se acaba enseguida, en segundos, y hay que recurrir a la glicólisis anaerobia: Produce energía rápidamente para la síntesis del ATP desde el ADP pero también esta fuente dura poco, alrededor de 1 a 2 minutos y forma además, como desecho, ácido láctico, que se acumula y produce fatiga, con lo que se limita la actividad muscular, en el tiempo a la aparición de cantidades no tolerables de ácido láctico, el estado de forma del atleta para los ejercicios anaerobios (100 metros).

La glicólisis aerobia es la tercera fuente de energía, no muy potente ni rápida, pero sí duradera. Es la fuente de energía utilizada en las pruebas de resistencia. Cuando no hay más material para la glicólisis, en la misma combustión aerobia se queman, con gran consumo de oxígeno, los ácidos grasos libres (FFA).

Como ejemplo de todo lo expuesto diremos que el cuerpo puede producir ATP para la energía, en actividades de corta duración, a través del sistema fosfageno y de la glicólisis anaerobia.

Para actividades intermedia puede utilizar además el ácido láctico (sprint final de una carrera de 800 metros), también por el sistema aerobio. Para actividades de larga duración se utiliza el sistema aerobio.

Interrelación entre la clase de fibras y su metabolismo

Esquemáticamente, aunque los límites reales no son tan claros, se puede asumir que hay:

Fibras FT: Típicas de ejercicio breve, combustión glicolítica anaerobia, calculable por el consumo de SDH en cifra de minimoles por kilogramo y minuto y por la precocidad en el esfuerzo de aparición de productos de reconstrucción de ATD (Acido Láctico).

Fibras ST: Típicas de ejercicio prolongado, combustión aerobia glicolítica, calculable por el consumo de CPK.

Irrigación capilar del músculo esquelético

Con cloración del PAS demostramos el aumento de capilaridad del músculo, que va seguido de aumento de consumo de SFH se polariza como sigue:

Entrenamiento fraccionado (Interval training anaerobic). Aumento de SDH en las fibras FT.

Entrenamiento Continuo (Carrera de fondo). Aumento de SDH en las fibras ST.

El entrenamiento fraccionado potencia la actividad de las fibras FT y el continuado el de las ST.

Aspectos prácticos

Los superclases. Mediante biopsias de los músculos vasto externo y deltoides se pueden detectar los porcentajes de fibras ST y FT del individuo en la adolescencia, lo que permite orientar su entrenamiento. El término estándar es de 52% de fibras ST y 48% de FT, de las que 34 % son FTa y 14% FTb, y la distribución por sexos es la misma. Pero las fibras FT de los hombres son de mayor grosor.

Cualquier desviación de más de 2 y hasta el 4 % de estas fibras ST, FTa o FTb permite la predicción de hacia que tipo de deporte o prueba atlética está indicado dirigir al individuo.

El entrenamiento. Sólo consigue aumentar el grosor de las fibras a expensas del contenido de mioglobina y capilarización, mejorando la utilización y aumentando el consumo de oxígeno.

El entrenamiento fraccionado actúa más selectivamente sobre las fibras FT y el continuado, sobre las ST.

La potencia puede adquirirse con pesas, por ejemplo partiendo del cálculo de la “carga 10/RM”, que es el peso que puede levantar un grupo muscular específico diez veces antes de fatigarse.

El programa consiste en tres series de diez alzadas:

La 1ra. Con un $\frac{1}{2}$ del 10/RM.

La 2da. Con $\frac{3}{4}$ del 10/RM.

La 3ra. Con el total del 10/RM.

Periódicamente se prueba un RM/10 (máximo de repeticiones) más alto y, si se supera la prueba, se continúa con el mismo programa de tres series de levantadas a partir del nuevo y superior R/M.

El programa sirve para hombres y mujeres, pero estas desarrollan menos grasa muscular por el bajo contenido de testosterona, lo mismo que los adolescentes. (Apraiz Oar, 1990).

CONCLUSIONES

En conclusión podemos apoyar que la estructura fisiológica del músculo y el desarrollo de la fuerza en el deporte es muy necesario que el entrenador como el deportista tengan conocimientos tanto generales como específicos del desarrollo del mismo, el proceso de la asimilación de la fuerza es largo ya que tiene que pasar por la producción de trabajo, la asimilación del ejercicio y la concentración de la fuerza para su potencialización, las fuerzas negativas como positivas colaboran con el cuerpo para el desarrollo muscular con el desarrollo de la fuerza isométrica e isotónica, podemos encontrar que las fibras musculares en el cuerpo humano son de contracción rápida y lenta, las primeras pueden durar por un corto periodo y concentran la máxima fuerza, en cambio la fibras de contracción lenta duran más tiempo pero no concentran mucha fuerza. Los procesos químicos que contribuyen con la asimilación de la fuerza ayudan en gran manera con este desarrollo, si tomamos en cuenta que el ser humano es puramente procesos químicos.

Podemos decir que hay muchas formas de trabajo físico para el desarrollo de la fuerza y no es fácil dar recetas para la elevación de esta capacidad física pero si podemos decir que cualquier trabajo la asimilación del mismo es bueno teniendo en cuenta el deporte y el tipo de actividad física.

LITERATURA CITADA

Nilo Hernández José Luis. 1997. **Las Bases Fisiológicas del Ejercicio Físico y del Deporte**. La Prensa Medica Mexicana. México.

Medicina del deporte. 1990. **Fisiología del Músculo en el Ejercicio**. Tomo 2 Internet; Ediciones Tener Lide. Colombia.

Ivan Misael Álvarez Velázquez, Entrenador deportivo avalado por la Federación Internacional de Atletismo Amateur (IAAF), Federación Mexicana de Atletismo(FMA), Federación Mexicana de Gimnasia (FMG), Facilitador Universitario en el área de deportes de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

Félix Fernando Álvarez Velázquez, Licenciado en Educación Física egresado de la Escuela Superior de Educación Física (ESEF) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Coordinador General de Deportes en la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

Fernando Álvarez Barreras, Licenciado en Educación Física egresado de la Escuela Superior de Educación Física y Deportes (ESEFD) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Apoyo Técnico Pedagógico de la Supervisión de Educación Física Región II de la Secretaria de Educación Pública Descentralizada.

René Mena Ramos. Doctorado en Educación Física por la Universidad de la Habana, Cuba. Director de Cursos Internacionales y Diplomados Vicerectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

RESEÑA

ANTROPOLOGÍA INDÍGENA: UMA INTRODUÇÃO, HISTORIA DOS POVOS INDIGENAS DO BRASIL

José Ángel Vera Noriega y Sonia Grubits
Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 533-548



e-revist@s



RESEÑA

ANTROPOLOGÍA INDÍGENA: UMA INTRODUÇÃO, HISTORIA DOS POVOS INDIGENAS DO BRASIL

Título: Antropología indígena: uma introdução, historia dos povos indigenas do Brasil

Autor: Carmen Junqueira.

Edición: EDUC.

No. de páginas: 105 pp.

Año: 2002.

ISBN: 85-283-0014-5

Estando en el Mato Grosso procurando en las librerías bibliografía para mi estudio sobre la crianza en las aldeas Terena, me encontré este libro de la profesora Carmen Junqueira que es profesora de antropología de la PUC-SP y una conocedora de las sociedades indígenas del Brasil. Trabajo con los Kamayvrá en el parque indígena del Xingu y con los cinta-larga del parque indígena de Aripuanã ambos en el Mato Grosso. Invite a la Dra. Sonia Grubits a leer este libro y el resultado de las discusiones y conversaciones en esta reseña que esperamos haga justicia a la experiencia y conocimiento que se plasma en este libro sobre la antropología indígena.

La lectura de este libro requiere para su comprensión e interpretación de ser indígena, la convivencia con ellos o al menos el entendimiento de su mundo tradicional. El libro empieza con tres conceptos básicos, el símbolo, cultura y el parentesco.

En esta primera parte trata de que el lector lleve a cabo una reinterpretación de su cotidianidad y asuma que su rutina está compuesta por actos que fueron contruidos socialmente y no tienen una determinación puramente genética o sea es una cualidad humana atribuir significado, o sea simbolizar. Los símbolos son arbitrarios y cada grupo social le atribuye significados diferentes al mismo comportamiento.

Por ejemplo, en nuestra sociedad se toman todas las medidas de higiene para preparar los alimentos y una gota de fríjol en la camisa ensucia la ropa, pero como que el alimento no estaba limpio. En otros colectivos no se considera que la comida ensucie la ropa.

El concepto de cultura es polisémico, en antropología se refiere a los patrones de comportamiento de instituciones y a los valores materiales y espirituales de un pueblo. Tratando de rescatar la cultura del hombre primitivo de aquellos marcos caricaturescos de un hombre con un mazo arrastrando una mujer, retoma de Levis Strauss un comentario en “Raza e historia”: “la mayor parte de los pueblos a los que llamamos de primitivos se denigraban a sí mismos con nombres que significaban “los verdaderos” “los buenos”, “los excelentes” y le aplicaban adjetivos a los otros que denegaban su condición humana como “macacos de la tierra” o “huevos de piojo”.

La originalidad de los símbolos está presente en todas las culturas aún cuando no se encuentren aisladas. La proximidad entre las culturas, estimula el deseo de oposición entre ellas y la necesidad de marcar sus diferencias. La cultura como conjunto de construcciones simbólicas sociales se aprende desde el nacimiento a través de reglas, normas, formas de expresión, lenguas y rutinas adoptadas en el contexto de vida. De esta forma la cultura se torna familiar y delante de sus ojos todo parece natural como si fuera el desdoblamiento de la cultura humana. En contrapartida otras culturas y otros pueblos son vistos con reserva y extrañamiento a veces con un sentido absurdo o cómico.

En relación al parentesco es interesante destacar que en las sociedades indígenas es más frecuente encontrar personas que traen un mismo nombre, esto recibe el nombre de clase. Las personas pertenecen a un mismo clan del nacimiento a la muerte. El clan supone para regular la vida social, los casamientos, la transmisión de propiedades, de ciertos bienes, de conocimiento, etc. En estos clanes los hombres de un mismo clan de la madre son vistos como “tíos” y todas las mujeres de ese clan de la madre son vistas como “madres”. El hermano del papá es igualado al “papá”, la hermana de la mamá a la “mamá”, la hermana del papá es la tía y el hermano de la mamá es el tío. Esta regla se aplica en gran número de

sociedades indígenas. El parentesco es una clasificación simbólica que ordena diversas actividades de la vida social, tales como el trabajo, casamiento, rituales.

En el siguiente capítulo el libro habla de la mitología, se refiere a la historia sobre la creación del mundo que tiene todo pueblo indígena. Se describe la leyenda de Aravutará de los Ramayurá y la de los indios Suruí de Rondônia . La primera cuenta de dos amigos que acordaron que el que muriese primero procuraría al otro. El amigo de Aravutará murió enfermo y al mismo tiempo un día que el sol apagó (eclipse) salió a buscar a su amigo. En el Mato oyó los rezos de “mamaé” (espíritus) que no gustaba del olor de Aravutará porque es olor de gente viva. Cuando Aravutará vio a su amigo él le contó que los espíritus iban a la fiesta de los pájaros. Fiesta peligrosa en la cual los espíritus y los pájaros luchan hasta la muerte.

Aravutará resolvió acompañar a su amigo llevando red, arco, flecha, tuavi (bolsa para guardar penas) y una flauta de bambú. Caminaron mucho y anocheció, colgaron la única red y los dos durmieron juntos, el espíritu de su amigo le dijo “no tengo miedo de mi compañero”. Según los Kamayurá los espíritus se transforman en víboras para dormir y se defienden así de los pájaros y otros animales. Cuenta que encontraron sapos, cangrejos, espinos pero siempre llevando a los espíritus (mamaé) a la aldea de los pájaros y ahí se entabló una lucha entre arcos y flechas se defendían de los picos de los pájaros, pero los pájaros eran muchos y mataban a los espíritus. Aravutará y su amigo pusieron carbón en el cuerpo para asustar a las aves y no fue suficiente. Entonces para ahuyentar a los pájaros comenzó a gritar y su espíritu amigo le dijo “toca la flauta” y las aves se asustaron. El jefe de los pájaros --- que muchos habían muerto, salió en retirada, seguido por tucanes, papagayos, araras y otros.

Aravutará guardó las penas de las almas muertas en un tuavi y los pájaros llevaban pedazos de los mamaé derrotados para que el gavián se los comiera.

Así los Kamayurá no se cansan de advertir que los muertos deben ser enterrados con adornos en la cabeza, arco y flechas, las mujeres con el furo de hilvanar algodón para

defenderse de los pájaros y los vivos deben de gritar bien alto en la muerte para que los pájaros se vayan asustados.

Después pasa a la discusión del concepto de desarrollo desde la perspectiva comparativa entre la sociedad envolvente y la indígena. Desde las sociedades que se denominan desarrolladas las comunidades tradicionales indígenas son atrasadas porque no cuentan con la tecnología para dominar la naturaleza. Pero las sociedades indígenas viven de lo que extraen de la naturaleza su objetivo no es dominarla sino cuidarla y amarla. En calidad de vida se observa que existe mayor abundancia e igualdad. Las relaciones sociales son más enriquecedoras y la violencia menor. Se podría decir que los indios son más desarrollados que nosotros. En relación a la abundancia la autora reflexiona que se puede alcanzar de dos formas: 1) produciendo mucho y 2) deseando poco. Cuanto mayor es la cantidad recolectada mayor la abundancia alcanzada. Por ejemplo, cuantas naranjas satisfacen a una persona? Si una se satisface con dos cuatro sería abundante, pero si requiere de ocho sería insuficiente.

Los pueblos indígenas se conducen dentro de patrones bastante sobrios con muy pocos bienes, pero sus deseos, intereses y motivaciones son otros. Trabajan pocas horas diarias para asegurar el alimento mas siempre estas jornadas son intercaladas con tiempo libre y ocio. Entre los cinta-larga buena parte del tiempo es dispendiada en conversaciones, baños de río, paseos, y otras horas para descanso. Así la actividad productiva entre los pueblos indígenas esta intermediada por reposo, juegos y descanso.

Para los Kamayurá el trabajo en la parcela exige del grupo una media máxima de 130 horas por mes o sea, 26 horas semanales. Hasta hoy no se tienen noticias de trabajo extenuante y sin intervalos en sociedades tribales.

Así pues, en las sociedades indígenas no se piensa en el trabajo como una actividad cada vez más intensa para con eso obtener una cantidad creciente de bienes. Sin exageración podíamos decir que el sentido de la vida comunitaria reside en gran medida en la

realización regular de las fiestas y ceremonias, en los contactos con los amigos, visitas y parientes y en la forma variada de ocio y manifestaciones artísticas.

Después de la discusión de los conceptos de trabajo y ocio se traslada al desarrollo del concepto de tradición oral como forma de transmisión de conocimientos incluyendo la lengua hablada, expresión corporal, dibujos, música. La tradición oral imprime características significativas en estas sociedades. Una de ellas es el desarrollo de la atención, el hábito de observar, y los detalles de la naturaleza. Como nada se registra a través del texto, buena parte de sus leyendas y mitos tienen que ver con algún río, monte, árbol, piedra que constituyen un eje de relación con el pasado. Una característica de la oralidad que la autora remarca además del contacto con la naturaleza y el desarrollo de la atención es el de aproximar a las generaciones pues los mas viejos tienen mas conocimiento y las relaciones de jerarquía en la sociedad se dan a través de los grupos de edad.

Para terminar se describen la diversidad étnica del Brasil que tratare de sintetizar. Existen en Brasil 33 familias indígenas hablando 181 lenguas distintas agrupadas en áreas culturales que reúnen grupos que comparten en mayor o menor grado elementos culturales semejantes. Se tienen 10 áreas culturales desde las amazonas hasta el sur con un total de 185,485 indígenas más se habla de que son 220 mil.

Por su contacto con la sociedad dominante se dividen en 3 grupos: 1) Grupos autónomos o aislados, ocupan zonas no alcanzadas por la frontera económica y mantienen poco contacto con la sociedad nacional. Su modo de vida es tradicional y preservado. Su número no excede una docena de grupos en la floresta amazónica y fronteras del norte del país, 2) Grupos con contacto esporádico, viven en regiones ya expuestas a ocupación y mantienen relaciones con la economía de mercado en mayor o menor grado. Utilizan hachas de hierro, hilos de nylon para pesca y cosas que ellos no pueden producir, 3) Grupos en contacto regular, depende sustancialmente de productos externos, sal, telas y artículos de metal. Perdieron su autonomía cultural, hablan portugués. Su economía es desorganizada y sus miembros trabajan como asalariados rurales.

Estos tres niveles son producto de los movimientos de expansión de la sociedad brasileña que interfiere de cerca con la vida indígena por la fuerza del potencial destructivo que cargan al instalar plantas eléctricas, carreteras, hoteles, trayendo polución, contaminación y muerte.

Sin miedo a errar podemos decir que el Brasil fue invadido por las fuerzas de las armas y el conquistador impuso su poder. A partir de 1531 da inició la esclavitud indígena. Los indios continúan siendo perseguidos, humillados, asesinados, y los pocos derechos que consiguieron en arduas luchas son constantemente amenazados.

Este libro muestra un poco de lo que el brasileño aún en nuestros días se rehúsa a aceptar y a compartir con alegría, su origen indígena.

José Ángel Vera Noriega. Doctorado En Psicología Social del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. en el Departamento de Desarrollo Regional Evaluación de Programas en saludos y educación. Sus más recientes publicaciones son: "Práctica docente en el aula multigrado rural de una población mexicana", en *Educacacao e Pesquisa*, revista da faculdade de educacao da Universidade de Sao Paulo(2005); "Pareja, estimulación y desarrollo del infante en zona rural en pobreza extrema", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa* (2005); "Juegos, estimulación en el hogar y desarrollo del niño en una zona rural empobrecida", en *Revista CNEIP Enseñanza e Investigación en Psicología* (2006). Correo electrónico: avera@cascabel.ciad.mx

Sonia Grubits. Doctorada en Ciencias Sociales por la Universidad de París 8-Sorbonne. Doctorada en Salud Mental por la Universidad Estatal de Campiñas, Brasil. Maestra en Ciencias en Psicología por la Universidad de Campiñas. Maestra en Ciencias en Psicología por la Universidad Pontificia Católica de Sao Paulo. Licenciada en Psicología por la Universidad Pontificia Católica de Janeiro. Coordinadora de la Maestría en Psicología de la Universidad Católica Don Bosco, Campo Grande. Matto Grosso del Sur, Brasil. Correo electrónico: sgrubits@uol.com.br.

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

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

2006

RESEÑA

PAZ Y CONFLICTO RELIGIOSO. LOS INDÍGENAS DE MÉXICO

Miguel Ángel Sámano Rentería

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 533-548



e-revist@s



RESEÑA

PAZ Y CONFLICTO RELIGIOSO. LOS INDÍGENAS DE MÉXICO

Título: Paz y conflicto religioso. Los indígenas de México.

Autor: Eduardo Sandoval Forero, Leif Korsbaek, Ernesto Guerra García y Ricardo Contreras Soto.

Edición: INAH-CONACULTA, México.

No. de páginas: 317 pp.

Año: 2006.

ISBN: 970-94656-9-4

Se trata de un libro colectivo e interinstitucional que versa sobre los conflictos y aspectos religiosos entre grupos indígenas y migrantes mexicanos que se encuentran laborando en los Estados Unidos, tema que las ciencias sociales en general poco se ha abordado. El libro está integrado por cuatro capítulos, en que cada uno de los autores hace aportes al tema desde su perspectiva y analizando desde diferentes visiones la religión. Es un libro interesante ya que hace aportes al conocimiento sociológico y antropológico de los aspectos religiosos que tienen que ver también con los procesos de paz y de interacción cultural. Cada capítulo viene acompañado de una extensa bibliografía citada por los autores.

El primer capítulo de Eduardo Sandoval Forero, de la UAEM, titulado *Paz y Conflicto Religioso. Los indígenas Mazahuas de México*, es el más extenso. El autor hace una introducción al tema de los conflictos religiosos en México situándolos en el contexto social en que se desarrollan. El capítulo se compone de siete apartados, en el primero el autor aborda la Paz etnocéntrica, la democracia y el conflicto entre los indígenas del México moderno, se refiere al caso de los mazahuas del Estado de México. El segundo apartado se refiere a *El semillero de la conversión religiosa*, es decir, porque los grupos indígenas abandonan su religión de origen y buscan otra, el tercero aborda *La construcción de templos*, como un hecho que se da en varias comunidades al llegar nuevas religiones, el

cuarto trata sobre la *Migración espiritual y Conflicto religiosos*, cuando algunas personas de la comunidad adoptan una religión diferente crea un conflicto dentro del grupo o división. En el quinto apartado el autor se refiere a la transición *Del Conflicto religioso a la construcción de la Paz arraigada*, que no es otra cosa que la aceptación y tolerancia de otras religiones que se deben dar en una comunidad para que no se rompan los lazos sociales. En el sexto apartado el autor da *Cifras del Cambio Religioso en México*, con esto trata de demostrar que la conversión religiosa es un fenómeno presente y que ha ganado presencia en México en los últimos años. El último apartado versa sobre el *Cambio y Conflicto Religioso en la Prensa*, sobre todo en el Estado de México, este apartado refuerza el anterior al mostrar que ya es un hecho cotidiano, y al final el autor hace algunas reflexiones, sobre la diversidad religiosa, y la transformación de los conflictos en convivencia pacífica, en donde la identidad mazahua juega un papel importante en la reconstitución étnica y la reconfiguración del tejido social.

El segundo capítulo escrito por Leif Korsbaek, de la ENAH, aborda un estudio de caso etnográfico y lo titula *La Religiosidad Popular y el Conflicto en San Francisco Oxtotilpan: la lucha por la paz*. El capítulo el autor lo divide en cinco apartados, en el primero se refiere a *La Comunidad: San Francisco Oxtotilpan*, donde se hace una descripción de la comunidad del estudio de caso, en el segundo apartado el autor habla de *Los Cargos Religiosos en San Francisco Oxtotilpan*, que juegan un papel importante en la cosmovisión y la vida cotidiana de los matlazincas de San Francisco. En el tercer apartado el autor aborda *El Estudio del Conflicto*, desde el punto de vista teórico o visto desde diferentes posturas, el cuarto apartado se refiere a *El conflicto en San Francisco Oxtotilpan*, que es un estudio etnográfico del conflicto religioso en la comunidad estudiada, en el quinto apartado el autor habla de *La Lucha por la Comunidad*, donde destaca la búsqueda de la unidad de sus miembros de la comunidad a pesar de sus diferencias religiosas existentes y finalmente llega a dos conclusiones interesantes, una es que la comunidad pese al conflicto no se ha dividido como era de esperarse y la otra es que los propios indígenas están revisando los estudios etnográficos sobre los conflictos para tratar de entenderlos, ya que no es privativo de esta comunidad sino que se da en varias comunidades indígenas del país.

El tercer capítulo escrito por Ernesto Guerra García, de la UAIM, titula su capítulo *La Complejidad Religiosa de los Estudiantes de la Universidad Autónoma Indígena de México*, el autor divide el capítulo en ocho apartados, en donde da cuenta en el primero sobre *La UAIM*, en el segundo habla sobre los *Grupos étnicos que participan* en la UAIM, que son más de veinte entre nacionales y de otros países latinoamericanos. En el tercer apartado el autor aborda la *Definición de sincronía y asincronía*, para después abordar en el cuarto *La complejidad religiosa*, dentro de la comunidad Universitaria como un estudio de caso de la diversidad religiosa. El autor en el quinto apartado se refiere al *Desanclaje y dialogo religioso*, donde la religión católica esta dejando de ser la religión preponderante, para después referirse en el sexto a las *Prácticas y creencias*, haciendo una diferencia entre ambas, ya que la identidad tiene que ver con las dos. En el séptimo apartado el autor se refiere a *La nueva era*, de la globalización en donde las creencias religiosas entran en crisis, para finalmente en el octavo habla de la *Identidades complejas*, en una sociedad donde las relaciones soicointerculturales juegan un papel determinante. El autor concluye que la diversidad cultural presente en la institución muestra una complejidad religiosa, en donde se dan procesos de sincronía que llevan al sincretismo, y asincronías que provocan un desanclaje en todas las religiones, es decir, se dan procesos de transformación de las identidades.

El cuarto capítulo escrito por Ricardo Contreras Soto, de la Universidad de Guanajuato, se subdivide también en ocho apartados en donde toca aspectos interesantes. En el primero se refiere a la *Dinámica en el campo de la organización*, en el segundo aborda el aspecto de las *Identidades culturales*, que son cambiantes al cambiar el contexto social y cultural en el cual se desarrollan, en el tercer apartado el autor se refiere a *La religión como hipervínculo en la organización*, en base a la experiencia de grupos organizados para el trabajo donde la religión juega el papel de unión. En el quinto apartado es más específico sobre el estudio de caso de *La Identidad Mexicana y la Religión*, para después hablar en el sexto apartado de las *Ventanas de la diversidad cultural religiosa*, las ventanas las ve el autor a través de las diferentes religiones que profesan los migrantes y las reconstruye a través de las historias de vida. En el séptimo apartado se avoca el autor al *Campo organizacional: violencia simbólica y la lucha simbólica de las religiones*. En el último apartado habla el autor de *Las*

funciones de la religión en los trabajadores migrantes creyentes, y finalmente concluye el autor que los hipervínculos que se dan en las organizaciones en torno a una religión pueden ser armoniosos o conflictivos, dependiendo del contexto de las relaciones internas que se dan en un grupo.

Después de hacer una referencia a grandes rasgos del contenido del libro no me queda más que recomendar su lectura para los estudiosos del tema y para aquellos que nos son especialistas en religión, ya que nos muestra que la Religión y las Creencias pueden ser diversas, y esta diversidad puede llevar al conflicto o a la armonía dependiendo de cómo tome un grupo social el aspecto religioso.

Miguel Ángel Sámano Renteria. Doctorado en Historia Económica por la Universidad de Humboldt, Alemania. Maestro en Ciencias en Etnografía en la Universidad de Humboldt, Alemania. Ingeniero Agrónomo especialista en Sociología Rural por la Universidad Autónoma Chapingo. Profesor-Investigador del Departamento de Sociología Rural de la Universidad Autónoma Chapingo, miembro del PISRADES-CIISMER, coordinador de la línea Cuestión étnica y autogestión indígena. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.**