

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# Estructura poblacional y parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* Schtdl.

Demetrio Ayerde-Lozada y Lauro López-Mata<sup>1</sup>

## RESUMEN

El propósito de este trabajo fue comparar la estructura poblacional y algunos parámetros demográficos de *Juniperus flaccida*, entre dos poblaciones, para contribuir al diseño de prácticas de manejo, aprovechamiento y conservación de la especie. Se establecieron dos parcelas de una hectárea cada una, bajo condiciones contrastantes de perturbación. Las condiciones de perturbación fueron: parcela P1: con presencia de extracción de madera y pastoreo y parcela P2: sin presencia de extracción de madera ni pastoreo y sujeta solo a perturbaciones naturales. En cada parcela se marcaron y numeraron todos los árboles de *J. flaccida* y se registraron el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de cada individuo. Se calculó la densidad y la proporción de sexos, la supervivencia, el crecimiento y la fecundidad de todos los individuos, mediante observaciones periódicas y censos. Con base en las alturas y el DAP, ambas poblaciones se estructuraron en ocho categorías de tamaño. La estructura poblacional presentó diferencias significativas entre las parcelas. La proporción de sexos (machos:hembras) de los individuos adultos no presentó diferencias significativas de una proporción teórica de 1:1 en la población bajo extracción selectiva de madera y apacentamiento, pero sí se presentaron diferencias significativas en la población sin extracción de madera. Las frecuencias de mortalidad de individuos, por categorías de tamaño, presentaron diferencias significativas dentro de cada parcela. La tasa absoluta de crecimiento de los individuos adultos y su fecundidad fueron mayores en la población con mayor perturbación. Las diferencias, tanto en estructura poblacional como en los parámetros demográficos de las poblaciones estudiadas, se asociaron con las condiciones de perturbación prevaletentes.

## PALABRAS CLAVE:

Disturbios naturales, extracción selectiva de madera, *Juniperus flaccida*, pastoreo, perturbaciones antropogénicas.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to compare the population structure and some demographic parameters of *Juniperus flaccida* between two populations in order to contribute for a better understanding of the management practices, as well as the use and conservation of this species. Two permanent plots of 1ha each one were settled down under different perturbation conditions to compare both, the population structures and demographic parameters of *Juniperus flaccida*. Perturbation conditions were: for plot P1, with selective wood extraction and presence of cattle grazing, and for plot P2 with neither selective wood extraction nor cattle grazing but natural disturbances. In each plot all individuals of *J. flaccida* were marked, numbered and measured in their height, diameter to breast height (dbh) and survival, growth and fecundity were estimated on an annual basis in both plots. Population density and sex ratio (males:females) were estimated for each plot, and based on height and dbh individual parameters each population was structured in 8 size categories. The densities of the categories of both population sizes showed differences statistically significant between them. The sex ratio did not present significant differences from a theoretical 1:1 ratio in the population with selective wood extraction and cattle grazing. On the other hand, there were significant differences in the population without wood extraction. The frequencies of mortality by size categories showed significant differences into populations. The absolute rate growth of mature individuals and their fecundities were higher in the plot with wood extraction and cattle grazing. The differences in both population structures and demogra-

1 Programa de Botánica, Colegio de Posgraduados. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. Correo-e: lauro@colpos.mx

phic parameters of the population were associated with the perturbation conditions.

KEY WORDS:

Natural disturbances, selective wood extraction, *Juniperus flaccida*, cattle grazing, anthropogenic perturbations.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas, como fuentes de perturbación de los bosques son ampliamente reconocidas (Harrison y Turner, 1978; Gómez-Pompa *et al.*, 1987; Gómez-Pompa y Klaus, 1990; Piperno y Pearsall, 1998). El impacto de dichas actividades afectan invariablemente su composición florística y faunística (Dirzo y Miranda, 1991), su estructura, mediante el abatimiento de su biomasa en pie (Lorimer, 1989) y, en consecuencia, los atributos demográficos de las especies, principalmente las tasas de supervivencia, de crecimiento y de reproducción, así como las tasas de reemplazo de las mismas (Barden, 1980).

Las áreas boscosas en las cuales la extracción selectiva de madera y el pastoreo por ganado son una importante actividad humana, resultan de especial interés en virtud de que representan una práctica común en terrenos no deforestados. Varios estudios realizados en bosques templados consignan el impacto de la extracción de madera y el apacentamiento sobre algunos atributos poblacionales de varias especies de *Juniperus*. Moinuddin *et al.* (1990), en bosques de *J. excelsa*, encontraron una menor densidad de árboles de diámetros grandes bajo condiciones de extracción selectiva y apacentamiento, que en áreas protegidas donde la densidad fue mayor. Los trabajos de McGowan *et al.* (2004) en bosques de *J. communis*, bajo condiciones de apacentamiento, muestran una disminución de la densidad poblacional y tamaño de los individuos, así como

cambios en la proporción de sexos. En tanto que los de Fitter y Jennings (1975) consignan una disminución en la supervivencia y tamaño de árboles jóvenes. En contraste, varios estudios muestran que la reducción en el apacentamiento de ganado o el abandono de otras actividades humanas en bosques de *Juniperus* ocasionan incrementos en las densidades poblacionales de *J. communis* (Bakker *et al.*, 1996), de *J. thurifera* (Gauquelin *et al.*, 2002; Gauquelin *et al.*, 2003) y de *J. oxycedrus* (Baldoni *et al.*, 2004).

Por otra parte, tanto la latitud como la altitud tienen efectos sobre la proporción de sexos de *J. communis*. Marion y Houle (1996) encontraron que las poblaciones al norte de Quebec, Canadá, presentan una mayor proporción de machos que de hembras, mientras que al sur del mismo las proporciones se invierten. Ortiz *et al.* (2002) observaron que la proporción de machos a hembras se incrementó significativamente en altitudes superiores a los 2 600 m.

Asímismo, Lawton y Cothran (2000) observaron que en suelos fértiles, 86 % de los individuos de *J. virginiana* con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor de 10 cm fueron reproductivamente activos y tuvieron una proporción de sexos de 1:1, mientras que en suelos pobres y xéricos solamente 41 % fueron reproductivamente activos y su proporción de sexos fue 2,2:1.

En México, la extracción selectiva e intensiva de madera en bosques de *J. flaccida* Schtdl., y el apacentamiento de ganado bovino en sus áreas de distribución natural, han ocasionado diversos cambios en su estructura poblacional, así como en su supervivencia, crecimiento y reproducción. Sin embargo, el escaso conocimiento de los efectos de estas perturbaciones, es una limitante para el diseño y puesta en práctica de alterna-

tivas de aprovechamiento, manejo y conservación de *J. flaccida* en toda su área de distribución natural.

En este trabajo se planteó como hipótesis de estudio que la extracción de madera y el apacentamiento, inducen cambios diferenciales en la fecundidad, la estructura de tamaños y la tasa de crecimiento individual de *J. flaccida*. Se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la densidad poblacional y la proporción de sexos de *J. flaccida* bajo dos condiciones contrastantes de perturbación?, ¿existen diferencias en su supervivencia, crecimiento y fecundidad entre ambas condiciones de perturbación?, y ¿la extracción de madera y el apacentamiento representan un riesgo para la viabilidad de las poblaciones de *J. flaccida*?

## OBJETIVO

Comparar la estructura poblacional y los parámetros demográficos de dos poblaciones de *J. flaccida* bajo condiciones contrastantes de perturbación por extracción de madera y apacentamiento, que sirvan como elementos para el diseño de prácticas de manejo, aprovechamiento y conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se localiza en el municipio de Tetipac, Guerrero, entre los 18° 38' y 18° 40' de latitud norte, y 99° 38' y 99° 40' de longitud oeste, a una altitud entre 1 600 m y 1 700 m (Figura 1). El clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, A(C)w<sub>2</sub>(w). La temperatura promedio anual es de 21,9 °C; abril es el mes más cálido con 30,1 °C y enero el más frío con 17 °C. La precipitación

promedio anual es de 1 182 mm, con un máximo de 249,6 mm en septiembre y un mínimo de 7,5 mm en marzo. El 94 % de la precipitación promedio anual (1 109,6 mm) se presenta en el periodo de lluvias que comprende de mayo a octubre; el periodo de sequía comprende los meses de noviembre a abril con 72,4 mm de precipitación promedio.

### Especie

*Juniperus flaccida* es una especie dioica. El desarrollo de microestróbilos se presenta durante marzo a junio. El desarrollo y maduración de conos tiene una duración de 18 meses. La caída de conos y dispersión de semillas se presenta de septiembre a diciembre, con mayor intensidad en noviembre. El número de semillas por cono varía de 4 a 13 (Martínez, 1963) y germinan desde julio hasta octubre.

La madera de *J. flaccida* tiene demanda para la elaboración de muebles y artesanías debido a su color rojizo, veteado suave y aroma agradable. Además, la madera presenta textura fina, hilo recto, densidad media y una alta estabilidad dimensional debido a su baja relación de anisotropía. Estas características le confieren diversos usos potenciales como la elaboración de muebles con acabados finos, molduras, lambrín y piezas torneadas (Quintero, 2002).

### Parcelas permanentes

En un bosque de *J. flaccida* se establecieron dos parcelas de una ha (100 m x 100 m) cada una, bajo condiciones de perturbación contrastantes. Ambas parcelas se subdividieron en 100 cuadros de 10 m x 10 m, con la ayuda de brújula y cintas métricas. La parcela P1 corresponde a una población sujeta a extrac-

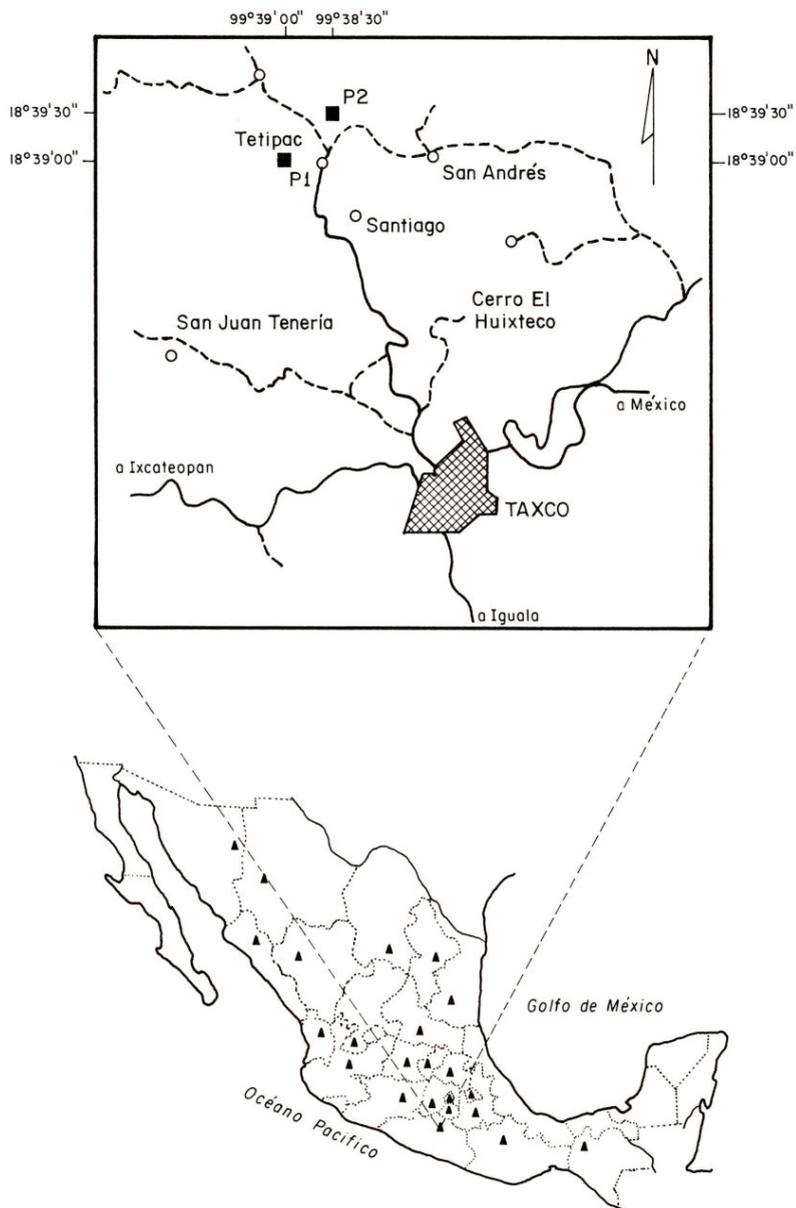


Figura 1. Distribución de *Juniperus flaccida* en México (▲) y localización de las parcelas de estudio P1 y P2 (■).

ción selectiva de madera y apacentamiento de ganado bovino. En esta población, la extracción de madera ha sido de árboles con DAP > 10 cm. El apacentamiento de ganado bovino en este sitio es una actividad complementaria a la extracción de madera para la elaboración de muebles. En términos generales estas condiciones predominan en los bosques y bosquetes de *J. flaccida* de la región norte del estado de Guerrero. En contraste, la parcela P2 está en una propiedad privada donde no se permite la extracción ni el apacentamiento de ganado y se protege de los incendios forestales. Este sitio sólo está sujeto a perturbaciones naturales causadas por la caída de ramas y muerte natural de árboles, vientos fuertes y ocasionalmente rayos y tormentas eléctricas.

### Estructura y parámetros poblacionales

Con base en el ciclo de vida de *J. flaccida* y medidas de la altura y el DAP, se definieron ocho categorías de tamaño (Tabla 1).

Durante 2003 y 2004 se realizaron dos censos para estimar la supervivencia y el crecimiento anual de todos los individuos, excepto aquellos de la categoría de

plántulas 1, los cuales fueron censados mensualmente. En el primer año se estimó la altura total de todos los individuos de las categorías 2 a la 8 y el DAP de los individuos de las categorías 4 a la 8 (individuos con DAP  $\geq$  1.0 cm). En el segundo año se estimó la altura total de los individuos de las categorías 2 y 3 que sobrevivieron, y el DAP de los individuos que sobrevivieron de las categorías 4 a la 8.

La supervivencia anual de los individuos de las categorías de tamaño 2 a la 8 se estimó de los individuos que fueron registrados en el primer año y que sobrevivieron en el segundo año. Para estimar la supervivencia de los individuos de la categoría de plántulas 1, primero se localizaron y estratificaron las áreas de regeneración natural dentro de las parcelas permanentes. Después, se trazaron dos transectos de 0,5 m de ancho y longitud acotada por la proyección de caída natural de las semillas. Los transectos se ubicaron en forma paralela y perpendicular a la pendiente del terreno y con punto de intersección a la base del tallo del árbol. Se relacionó el número de individuos de los transectos con respecto al área total de regeneración natural de las parcelas permanentes.

Tabla 1. Clasificación de categorías de tamaño con base en la altura total y DAP de *Juniperus flaccida*.

Categorías de tamaño	Intervalo de altura (cm)	Intervalo de DAP (cm)
1 Plántulas 1	$\leq 10,0$	-
2 Plántulas 2	10,1-50,0	-
3 Juveniles	$> 50,0$	$\leq 1,0$
4 Prerreproductivos	-	1,1 – 5,0
5 Adultos 1	-	5,1– 10,0
6 Adultos 2	-	10,1-20,0
7 Adultos 3	-	20,1-30,0
8 Adultos 4	-	$> 30,0$

El cálculo de la tasa absoluta de crecimiento en altura o en DAP resultó de la diferencia de la altura o DAP del segundo año con respecto al primero, y se expresó en  $\text{cm.año}^{-1}$ . También, se calculó la tasa relativa de crecimiento al dividir la tasa absoluta de crecimiento entre el tamaño inicial del individuo, y se expresó en  $\%\text{.año}^{-1}$ . La tasa absoluta y relativa de crecimiento se determinó individualmente y por categoría de tamaño.

La producción anual de semillas se estimó mediante la recolección de conos en trampas circulares de  $0,25 \text{ m}^2$  colocadas debajo de la copa de los árboles en reproducción entre septiembre y diciembre. Cada semana se recolectaron los conos contenidos en las trampas y se extrajeron sus semillas. El número de semillas por individuo se estimó mediante la relación entre la cantidad de semilla estimada en la superficie de las trampas y la superficie total de proyección de la copa de cada individuo.

La expresión sexual de los individuos adultos ( $\text{DAP} \geq 5,1 \text{ cm}$ ), marcada por el desarrollo de microestróbilos en los machos y el desarrollo de macroestróbilos en las hembras, se registró en dos años consecutivos durante los meses de marzo a junio de 2003 y 2004.

## RESULTADOS

### Estructuras poblacionales

La densidad de cada una de las primeras cuatro categorías de tamaño (plántulas, juveniles y prerreproductivos) fue mayor en el sitio sujeto a extracción selectiva y apacentamiento (parcela P1), pero para cada una de las tres categorías de tamaño posteriores (adultos 1 a 3), la densidad fue mayor en el sitio protegido (parcela P2). En la última categoría de tamaño ( $> 30 \text{ cm DAP}$ ), la densidad fue mayor en la parcela P1 (Tabla 2, Figura 2). La densidad total fue de 3 967 y 2 085

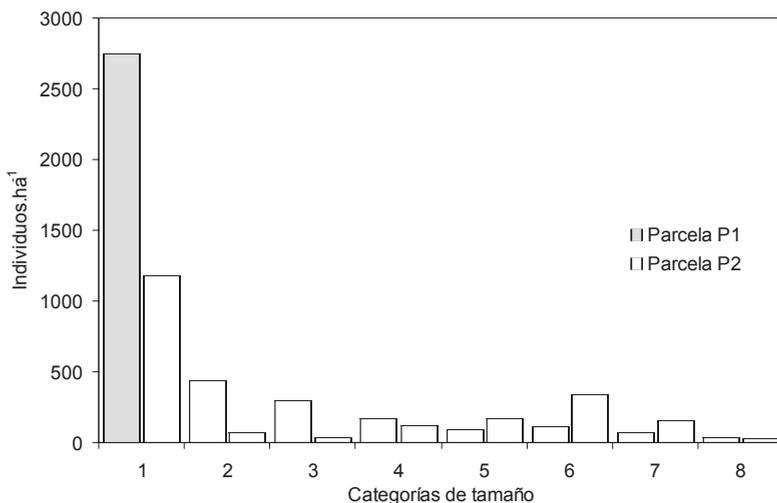


Figura 2. Distribución de frecuencias por categoría de tamaño de las poblaciones de *J. flaccida* en la parcela con extracción de madera y apacentamiento (P1) y la parcela protegida (P2).



individuos.ha<sup>-1</sup> en las parcelas P1 y P2, respectivamente. La densidad de plántulas 1 representó 69,3 % de la población en P1 y 56,7 % de la población en P2. La densidad de adultos fue de 313 árboles.ha<sup>-1</sup> en P1 y de 687 árboles.ha<sup>-1</sup> en P2. Los individuos adultos representaron 8 % y 33 % de la densidad poblacional de las parcelas P1 y P2, respectivamente. La estructura poblacional presentó diferencias significativas entre las parcelas P1 y P2 ( $X^2=779,24$ ,  $gl=7$ ,  $P<0,005$ ).

Con excepción de la última categoría de tamaño, la densidad de individuos machos en P2 fue mayor a la densidad de machos en P1 (Tabla 3). En cambio, por lo que respecta a las hembras no se observó un patrón similar, ya que la densidad en las categorías diamétricas menor y mayor en P2 fueron más bajas que en P1, y las categorías intermedias resultaron con mayor densidad en la parcela P2 que en la parcela P1. La proporción de sexos (machos:hembras) fue de 1,1:1 en P1 y 2:1 en P2. En P1 se registraron 312 individuos adultos, de los cuales 161 fueron machos y 151 hembras. En P2 se registraron 682 árboles adultos, de los cuales 454 fueron machos y 228 hembras. Para

los individuos adultos dentro de la población de P1 no se encontraron diferencias significativas en una proporción de sexos teórica de 1:1 ( $X^2=3,18$ ,  $gl=3$ ,  $P=0,293$ ). En contraste, los individuos adultos dentro de la población de P2 presentaron diferencias significativas en una proporción de sexos teórica de 1:1 ( $X^2=37,06$ ,  $gl=3$ ,  $P<0,005$ ).

### Supervivencia

La supervivencia se incrementó conforme aumentó el tamaño de los individuos en ambas poblaciones. La supervivencia anual de los individuos de la categoría de tamaño 1 fue menor del 5 % en las dos parcelas estudiadas (Tabla 2). Su tasa de mortalidad máxima se alcanzó durante el mes de marzo, coincidiendo con la más baja precipitación promedio mensual (7,5 mm). En cambio, la supervivencia de los individuos de la categoría de tamaño 2 fue de 93 % y 89 % en P1 y P2, respectivamente. A partir de la categoría 3, la supervivencia fue  $\geq 95$  % en ambas parcelas. Se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de mortalidad dentro de P1 y P2 (Kolmogorov-Smirnov,  $D=0,86$ ,  $n=2$  672,  $P<0,05$ ), (Kolmogorov-Smirnov,  $D=0,86$ ,  $n=1$  161,  $P<0,05$ ), respectivamente.

Tabla 3. Proporción de sexos de individuos adultos de *Juniperus flaccida* bajo condiciones de perturbación diferentes.

Categoría	Diámetro (cm)	Parcela P1		Proporción (M:H)	Parcela P2		Proporción (M:H)
		M	H		M	H	
5	5,1-10	49	45	1,1	136	28	4,9
6	10,1-20	51	62	0,8	225	114	2,0
7	20,1-30	39	29	1,3	77	73	1,1
8	> 30	22	15	1,5	16	13	1,2
Total		161	151	1,1	454	228	2,0

M=Machos; H=Hembras.

## Crecimiento

La tasa absoluta de crecimiento ( $\text{cm}\cdot\text{año}^{-1}$ ) y la tasa relativa de crecimiento ( $\%\cdot\text{año}^{-1}$ ) por categoría de tamaño se presentan para ambas poblaciones (Tabla 2). Con excepción de la categoría de tamaño 6, la tasa absoluta y relativa de crecimiento de cada una de las categorías de tamaño fueron mayores en P1 que en P2. En P1, la tasa relativa de crecimiento tendió a decrecer de la categoría más pequeña a la categoría de mayor tamaño. Con excepción de la categoría 5, en P2, la tasa relativa de crecimiento también tuvo una tendencia decreciente de la categoría más pequeña a la categoría de mayor tamaño. Los individuos adultos tuvieron una tasa absoluta de crecimiento en DAP de  $0,43\pm 0,36 \text{ cm}\cdot\text{año}^{-1}$  en P1 y de  $0,33\pm 0,28 \text{ cm}\cdot\text{año}^{-1}$  en P2.

## Fecundidad

En ambas poblaciones la fecundidad tendió a incrementarse a medida que el DAP de los árboles se incrementa hasta alcanzar un máximo en la categoría 7 y después tendió a disminuir en los árboles de mayor diámetro y posiblemente más viejos. Los valores máximos de fecundidad se alcanzaron en el tamaño intermedio de los individuos reproductivos entre los 10 cm y 30 cm de DAP de las poblaciones estudiadas (Tabla 2). El tamaño de los individuos a la primera reproducción se presentó en árboles con  $\text{DAP} \geq 5,1 \text{ cm}$ . Se encontraron diferencias significativas en el número promedio de semillas producidas por categoría de tamaño de adultos entre P1 y P2 ( $\chi^2=115,22$ ,  $\text{gl}=3$ ,  $P<0,005$ ).

## DISCUSIÓN

Los parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* fueron similares a los de otras especies del género, con o sin la

presencia de perturbación. La distribución de frecuencias de la densidad de *J. flaccida*, bajo condiciones de extracción selectiva de madera y apacentamiento de ganado bovino tuvo un patrón similar a la de *J. excelsa* (Moinuddin *et al.*, 1990). La densidad de árboles de diámetros grandes de *J. flaccida* y *J. excelsa* fue mayor bajo condiciones más protegidas y menor bajo condiciones de extracción selectiva y apacentamiento. La densidad de individuos adultos de *J. flaccida* en la población bajo extracción selectiva de madera (P1), se asocia con una mayor densidad de la regeneración natural, una mayor tasa absoluta y relativa de crecimiento, tanto en altura como en DAP, así como una fecundidad máxima en las categorías diamétricas intermedias.

La proporción de sexos 1:1 de *J. flaccida*, bajo condiciones de extracción de madera y apacentamiento fue similar a la proporción de sexos de *J. excelsa* (Moinuddin *et al.*, 1990) y de *J. communis* (Ward, 1982), bajo condiciones de perturbación, y de *J. virginiana* sobre suelos fértiles (Lawton y Cothran, 2000). La proporción de sexos de 2:1 de la población sin extracción de madera de *J. flaccida* fue similar a la proporción de sexos de 2,2:1 consignada para *J. virginiana* en hábitats xéricos (Lawton y Cothran, 2000). La proporción de sexos 1:1 de *J. flaccida*, bajo extracción selectiva de madera, puede atribuirse a que dicha extracción haya estado orientada al aprovechamiento de árboles machos. Se desconoce aun cómo afectó el apacentamiento de ganado bovino a la proporción de sexos de *J. flaccida*, ya que el apacentamiento se presenta conjuntamente con la extracción de madera. Para conocer más sobre la proporción de sexos de *J. flaccida* es necesario determinar el sexo y la supervivencia de los individuos desde las primeras fases de desarrollo. Ward (1982) postuló que la proporción de sexos de los juníperos (*Juniperus* spp.) puede

deberse a la presencia de perturbaciones o a interacciones de competencia con otras especies.

La supervivencia de individuos de *J. flaccida* se incrementó conforme aumentó el tamaño de los mismos. La mortalidad de plántulas de *J. flaccida* se asoció con la falta de humedad en el suelo, como también se ha consignado con las plántulas de *J. communis* (García *et al.*, 1999). La cohorte de plántulas que se establece de julio a octubre se enfrenta a una falta de agua en el suelo durante el periodo de secas, principalmente en febrero y marzo. En estos meses se alcanzan los porcentajes más altos de mortalidad de plántulas, y se asocia con la más baja precipitación promedio mensual del año. Se desconoce el efecto del apacentamiento sobre la supervivencia de plántulas de *J. flaccida*, ya que no hubo evidencia de ramoneo de plántulas pero sí de daño a éstas por pisoteo del ganado bovino, sin causar su muerte. No se han precisado las causas de la mortalidad de los individuos adultos de *J. flaccida*. Sin embargo, Ward (1982) encontró que algunas especies de *Juniperus*, en su fase adulta, mueren por senescencia, pudrición o por el ataque de insectos.

El crecimiento activo de las plántulas se presentó durante los meses de mayor concentración pluvial, de junio a septiembre. La parcela P2, sin extracción de madera y con mayor densidad de árboles adultos, presenta un dosel cerrado que restringe la penetración de luz. Tal impedimento puede asociarse con la reducción de las tasas de crecimiento de *J. flaccida* en la parcela más protegida, comparada con las tasas de crecimiento mayores en la parcela P1 sujeta a perturbación. Un efecto de ese tipo se ha consignado en plántulas y árboles inmaduros de *J. ashei*, cuyo reducido crecimiento fue para los individuos que crecen

en condiciones sombreadas o bajo el dosel de los árboles maduros (Van Auken *et al.*, 2004). Esto indica que las condiciones de sombra bajo el dosel del bosque y sotobosque no son las mejores condiciones para el crecimiento de plántulas e individuos juveniles de *J. flaccida*, y sugiere que las condiciones de borde del bosque o de periferia en los claros de luz pueden representar las mejores condiciones para su crecimiento.

La fecundidad de *J. flaccida* está afectada por la densidad de los individuos adultos, además del tamaño del árbol. La fecundidad máxima se consignó para la parcela sujeta a extracción selectiva de madera y apacentamiento de ganado bovino, es decir, con la menor densidad de árboles adultos y con una proporción de sexos 1:1.

## CONCLUSIONES

Las diferencias en la estructura de tamaños, supervivencia, crecimiento y fecundidad de las poblaciones estudiadas están relacionadas con el aprovechamiento, uso, manejo y conservación de *J. flaccida* en los sitios estudiados. La extracción de madera y el apacentamiento tuvieron un efecto positivo sobre los parámetros demográficos estudiados, por lo que estas actividades en su nivel de intensidad actual no representan un riesgo aparente para la viabilidad poblacional de *J. flaccida*.

Estos resultados constituyen la base para el análisis de la dinámica poblacional de la especie, el cual permitirá explorar si las poblaciones de *J. flaccida* están creciendo, decreciendo o se encuentran en equilibrio demográfico bajo las condiciones de perturbación y protección estudiadas. Dicho análisis permitirá entender cuál o cuáles de los parámetros del ciclo de vida de *J. flaccida* (supervivencia,

crecimiento o reproducción) tiene el mayor impacto sobre su tasa de crecimiento poblacional, y explorar escenarios potenciales de manejo y conservación para esta especie mediante la simulación de diferentes intensidades de extracción de madera, de incendios forestales, de regeneración asistida y de extracción de conos.

## RECONOCIMIENTOS

El autor principal agradece el apoyo del CONACYT por otorgarle una beca-crédito para realizar sus estudios de doctorado. Se agradece a la señora María Alberta Gómez Martínez y al señor Víctor Rogelio Aranda Bustos por facilitar el trabajo en los bosques de *Juniperus*, y por el cuidado de las parcelas durante esta investigación. Gracias por la hospitalidad de la familia Rivera-Valdez. Finalmente, se agradece a las autoridades del municipio de Tetipac y al señor Julián Martínez Arce, por el apoyo para la recolección de la información de campo.

## REFERENCIAS

- Bakker, J.P., E.S. Bakker, E. Rosen, G.L. Verweij y R.M. Bekker. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *Journal of Vegetation Science* 7:165-176.
- Baldoni, M., E. Biondi y L. Ferrante. 2004. Demographic and spatial analysis of a population of *Juniperus oxycedrus* L. in an abandoned grassland. *Plant Biosystems* 138(2):89-100.
- Barden, L.S. 1980. Tree replacement in small canopy gaps of the cove hardwood forest in the southern Appalachians. *Oikos* 35:16-19.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. *In*: P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes y W.W. Benson (eds.). *Plant-animal interactions: Evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley and Sons Pub, Nueva York. p: 273-287.
- Fitter, A.H. y R.D. Jennings. 1975. The effects of sheep grazing on the growth and survival of seedling Junipers (*Juniperus communis* L.). *Journal of Applied Ecology* 12(2):637-642.
- García, D., R. Zamora, J.A. Hódar y J.M. Gómez. 1999. Age structure of *Juniperus communis* L. in the Iberian peninsula: conservation of remnant populations in Mediterranean mountains. *Biological Conservation* 87(2): 215-220.
- Gauquelin, T., V. Bertaudière-Montès, W. Badri y N. Montès. 2002. Sex ratio and sexual dimorphism in mountain dioecious thuriferous juniper (*Juniperus thurifera* L., Cupressaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138(2):237-244.
- Gauquelin, T., V. Bertaudière, J. Cambèdes y G. Largier. 2003. *Juniperus thurifera* in the Pyrenees: conservation status and stands management. *Acta Botanica Barcinonensia* (49):83-94.
- Gómez-Pompa, A., S.J. Flores y V. Sosa. 1987. The "Pet Kot": a man-made tropical forest of the Maya. *Interciencia* 12:10-15.
- Gómez-Pompa, A. y A. Klaus. 1990. Traditional management of tropical forest in Mexico. *In*: A.B. Anderson,

- ed. Alternatives to deforestation, steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest. Columbia University Press, USA. p. 43-60.
- Harrison, P.D. y B.L. Turner II. 1978. Pre-hispanic Maya agriculture. University of New Mexico Press, EUA.
- Lawton, R.O. y P. Cothran. 2000. Factors influencing reproductive activity of *Juniperus virginiana* in the Tennessee valley. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127(4):271-279.
- Lorimer, C.G. 1989. Relative effects of small and large disturbances on temperate hardwood forest structure. *Ecology* 70:565-567.
- Marion, C. y G. Houle. 1996. No differential consequences of reproduction according to sex in *Juniperus communis* var. *depressa* (Cupressaceae). *American Journal of Botany* 83(4):480-488.
- Martínez, M. 1963. Las pináceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- McGowan, G.M., J. Joensalo y R.E.L. Naylor. 2004. Differential grazing of female and male plants of prostrate juniper (*Juniperus communis* L.). *Botanical Journal of Scotland* 56(1):39-54.
- Moinuddin, A., S.S. Shaukat y A.H. Buzdar. 1990. Population structure and dynamics of *Juniperus excelsa* in Balouchistan, Pakistan. *Journal of Vegetation Science* 1:271-276.
- Ortiz, P.L., M. Arista y S. Talavera. 2002. Sex ratio and reproductive effort in the dioecious *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suter) Čelak. (Cupressaceae) along an altitudinal gradient. *Annals of Botany* 89(2):205-211.
- Piperno, D.R. y D.M. Pearsall. 1998. The origins of agriculture in the lowland neotropics. Academic Press, EUA.
- Quintero, A. A. 2002. Caracterización tecnológica de la madera de *Juniperus flaccida* var. *poblana* Mtz. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 p.
- Van Auken, O.W., J.T. Jackson y P.N. Jurena. 2004. Survival and growth of *Juniperus* seedlings in *Juniperus* woodlands. *Plant Ecology* 175:245-257.
- Ward, L.K. 1982. The conservation of Juniper: Longevity and old age. *Journal of Applied Ecology* 19(3): 917-928.

Manuscrito recibido el 11 de noviembre de 2005.

Aceptado el 19 de abril de 2006.

Este documento debe citarse como:

Ayerde-Lozada, D. y L. López-Mata. 2006. Estructura poblacional y parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* Schtdl. *Madera y Bosques* 12(2):65-76.