

EVALUACIÓN DASOMÉTRICA TEMPRANA DE UNA PLANTACIÓN AGROFORESTAL DE TRES ESPECIES INTRODUCIDAS, EN EL MUNICIPIO DE HUEHUETLA, HIDALGO

B. Arteaga Martínez; M. Castelán Lorenzo

División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5
Carr. México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.
Correo-e: barteaga@correo.chapingo.mx

RESUMEN

Se estableció una plantación agroforestal en Huehuetla, Hgo., México, con tres especies tropicales de rápido crecimiento: cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.), melina (*Gmelina arborea* Roxb.) y teca (*Tectona grandis* L. f.), con el fin de realizar una evaluación temprana de la sobrevivencia y el potencial de crecimiento. El diseño experimental fue bloques en parcelas divididas; cada bloque consistió en un sitio, en el cual se establecieron nueve parcelas con 25 árboles de cada especie en cada una y a diferentes densidades de plantación, 3.0 x 3.0, 2.5 x 2.5 y 2.0 x 2.0 m. Se establecieron tres bloques (sitios), resultando en total 27 parcelas, cada sitio por 75 árboles de cada especie, 225 en total.

El ANOVA para las variables altura, diámetro basal y volumen mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los tres sitios a un año de establecer la plantación agroforestal. Al realizar la prueba de comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) se obtuvieron los mayores crecimientos de las especies en el sitio tres, asociadas con café y con un nivel de significancia del 5 %; melina tuvo el mayor crecimiento y una sobrevivencia del 95 %, seguida de cedro rosado con 88 %; teca registró los más bajos crecimientos y una sobrevivencia de 57 %. Los sitios uno y dos, asociados con maíz, mostraron los menores crecimientos en las tres variables evaluadas y una baja sobrevivencia. En cuanto a espaciamentos, tanto para melina como para cedro rosado resultó ser el más adecuado el correspondiente a 3 x 3 m. El sistema agroforestal o combinación de café con melina y cedro rosado resultó mejor que la combinación de las mismas con maíz.

PALABRAS CLAVE: *Acrocarpus fraxinifolius*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, crecimiento, evaluación, sistema agroforestal, maíz, café.

EARLY DASOMETRIC EVALUATION OF AN AGROFORESTRY PLANTATION OF THREE INTRODUCED SPECIES, IN THE MUNICIPALITY OF HUEHUETLA, HIDALGO

SUMMARY

An agroforestry plantation was established in Huehuetla, Hgo., México, with three fast growth tropical species: pink cedar (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.), melina (*Gmelina arborea* Roxb.), and teak (*Tectona grandis* L. f.), to conduct an early assessment on to the survival and growth potential. The experimental design was the split plot blocks, each block consisted on a single site, in which were established nine sites with 25 trees of the three species in each block and different planting densities, 3 x 3, 2.5 x 2.5 and 2 x 2 m. Three blocks were established (sites), resulting a total of 27 plots for the three blocks. Each site had 75 trees of each species, 225 overall.

The ANOVA test for the three variables: height, basal diameter and volume showed significant differences ($P \leq 0.05$) in the three sites, after one year of established the agroforestry plantation. According to the Least Significant Difference (LSD) test the best growths of the species were obtained on the site three, associated with coffee and using a level of significance of 5 %; melina had the highest survival (95 %) and growth, followed by pink cedar with 88%; teak recorded the lowest survival (57 %) and growth. Sites one and two, associated with maize showed the least growths for the three evaluated variables and exhibited low survival. In relation to spacing, both, melina and pink cedar had as the most appropriate 3 x 3 m. This agroforestry system or the combination of coffee with melina and pink cedar resulted better than the combination of these two with maize.

KEY WORDS: *Acrocarpus fraxinifolius*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, growth, evaluation, agroforestry system, maize, coffee.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales han ido aumentando en México, debido principalmente al interés de los productores forestales por el aprovechamiento maderable. Se ha visto la importancia que éstas han tenido para la industria papelera y maderera en general; empleando varias especies para tal fin, tanto de zonas templadas como tropicales, entre otras, *Eucalyptus* spp., *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y *Pinus patula*.

La FAO (1982) define a las plantaciones forestales como: "rodales forestales establecidos mediante plantación o la siembra directa en el proceso de forestación o reforestación. Puede ser con especies introducidas o con especies nativas manejadas en forma intensiva, que cumplen con los siguientes criterios: una o dos especies plantadas, coetáneas y con espaciamiento regular". Así como: "los bosques establecidos artificialmente por repoblación de terrenos cubiertos por masas forestales en los 50 años anteriores o hasta donde llega la memoria; la operación supone la sustitución de las masas anteriores por otras nuevas y esencialmente diferentes".

Las plantaciones forestales cumplen en forma precisa un objetivo de producción de bienes para la sociedad y aparte de influir positivamente en la calidad de vida del ser humano, ayuda también en muchas ocasiones a aliviar las presiones que la misma sociedad ejerce sobre los bosques naturales, que cada vez más están siendo reservados para la conservación de la biodiversidad y la regulación de otros recursos naturales como el suelo y el agua (Musálem, 2006).

Por otra parte, los sistemas agroforestales son todo un complejo tecnológico en donde se halla creciendo algún cultivo perenne o anual, asociado con algún árbol en la misma unidad de área, pudiendo ser empleado para diversos fines (Evans, 1992). Por lo que un sistema agroforestal siempre tiene dos o más productos, incluyendo dos o más especies de plantas (o plantas y animales) y por lo menos una de ellas es perenne leñosa (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Durante el proceso de establecimiento de plantaciones forestales de cualquier tipo, deben procurarse áreas que tengan suelos apropiados y dadas las condiciones de la mayoría de los terrenos forestales, la plantación podría ser manual, debiendo cuidar la aplicación de los tratamientos silvícolas para favorecer la calidad de la madera como son podas y fertilización, entre otros; dentro de los límites económicos (Arteaga, 2004).

En el municipio de Huehuetla, estado de Hidalgo, se ha visto que los campesinos de esta zona no muestran interés en realizar plantaciones forestales, a pesar de las campañas que se han realizado en el país sobre este aspecto, debido, en cierta manera, al poco conocimiento que tienen respecto a ellas, además de que no cuentan con los apoyos técnicos para llevar a cabo algún tipo de plantación. Por lo

anterior se realizó una plantación forestal con el fin de mostrar a los campesinos la importancia que representan las plantaciones con fines agroforestales, principalmente con especies de rápido crecimiento y con un alto potencial en zonas similares ecológicamente a la zona de Huehuetla. Estas especies fueron cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et. Arn.), melina (*Gmelina arborea* Roxb.) y teca (*Tectona grandis* L. f.); el objetivo fue realizar una evaluación temprana de la sobrevivencia y el potencial de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plantación se estableció en el municipio de Huehuetla que se localiza entre los paralelos 20° 23' a 20° 41' de latitud norte y 97° 59' a 98° 10' de longitud oeste; con un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año (ACf), temperaturas medias de 16 a 22 °C y precipitaciones de 2,422 mm. Los suelos son de tipo Feozem y Acrisol (INEGI, 1998).

La procedencia de la planta fue de semilla colectada de rodales semilleros ubicados en el municipio de Juchique de Ferrer, Veracruz, para el caso de melina y teca, y en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, para el caso del cedro rosado. Melina y teca se produjeron a través del sistema Jiffy y sólo tenían 15 días de haber germinado cuando se llevaron al campo, se cuidó que las plántulas tuvieran buen color y no presentaran deformaciones. Respecto al cedro rosado, a diferencia de las anteriores, éste se produjo en bolsa de polietileno en un vivero tradicional y tenían un mes de haber germinado cuando se llevaron al campo.

Para el establecimiento de la plantación se utilizó el sistema de cepa común. La plantación se realizó a finales del mes de junio de 2006 (el período de lluvias en la región comienza a mediados del mes de junio). Con esto se buscó que hubiera buena disponibilidad de humedad para los árboles al momento de la plantación y aprovechar el resto de la temporada.

El espaciamiento entre plantas que se probó consistió en tres diferentes densidades 2.0 x 2.0, 2.5 x 2.5, 3.0 x 3.0 m para las tres especies. El diseño experimental fue el de bloques en parcelas divididas. Cada bloque consistió en un sitio, en el cual se establecieron nueve parcelas con 25 árboles de cada especie en cada una y a diferentes densidades de plantación. Se establecieron tres bloques (sitios), resultando en total 27 parcelas para los tres. Cada sitio quedó constituido por 75 árboles de cada especie, 225 en total.

El modelo estadístico empleado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + Blq_i + \tau_{j(i)} + \delta_{ij} + Esp_k + (\tau Esp)_{jk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$; $k = 1, 2, 3$ y $l = 1, 2, \dots, 25$.

Donde: μ es la media global; Blq_i , representa el bloque general; $\tau_{j(i)}$ es la distancia entre plantas; δ_{ij} es el error de

parcela grande; Esp_k es la especie (parcela chica); $(\tau Esp)_{jk}$ es la interacción espaciamiento–especie y ϵ_{ijkl} es el error de parcela chica.

Se realizó una evaluación temprana, a un año de establecer la plantación; tomando datos cada tres meses; esto para cuantificar la sobrevivencia y crecimiento, a través de las variables altura, diámetro basal y volumen. Para estimar el porcentaje de sobrevivencia se realizó un conteo de los árboles en cada parcela registrando el número de árboles presentes por parcela y para todos los sitios; la medición de la altura se realizó con una regla graduada y para el diámetro basal se midió con un vernier a la altura del cuello de la base.

Para estimar el volumen primeramente se calculó el área basal diamétrica por especies, a un año de establecida la plantación, con la siguiente fórmula:

$$AB = \pi/4 (D^2) \quad (2)$$

Donde: AB: área basal (cm²); D: diámetro de la base (mm)

A su vez, el volumen se calculó con la fórmula:

$$Vol = AB \cdot H \cdot cm \quad (3)$$

Donde: AB: área basal (cm²); H: altura (cm) y cm: coeficiente mórfico. Se consideró como constante un c. m. de 0.5.

Para el Análisis de Varianza se restaron de los datos de la lectura final la lectura inicial, $L_f - L_i$; es decir, a 12 meses después de haberse plantado. Se crearon archivos en el Programa EXCEL para realizar la concentración total de los datos. Posteriormente se sometieron a un Análisis de Varianza con el Programa SAS V8 para Windows, empleando el Programa GLM de análisis de datos estadísticos; se realizó la comparación de medias por la

prueba de rangos múltiples de la diferencia mínima significativa (DMS). Asimismo, se solicitó al programa la estimación de las medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS) (least squares means) y la significancia de la diferencia entre dos medias (PDIF), la cual usa la prueba de t para las comparaciones (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento por especies

El análisis de varianza realizado para el crecimiento, tomando en cuenta las variables altura, diámetro basal y volumen, muestra que existen diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre las especies, en los tres sitios, durante el primer año de establecida la plantación (Cuadro 1).

La especie que mejor se adaptó a las condiciones medioambientales de Huehuetla fue melina, seguida de cedro rosado, y finalmente teca que mostró el crecimiento más bajo en todas las variables consideradas (Figura 1). Así también se muestra la comparación de medias donde se puede observar a melina como la especie que mejor crecimiento tuvo de las tres (Cuadro 2).

Espaciamiento dentro de especies

El espaciamiento tuvo influencia en el crecimiento de los árboles, al encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$), lo que indica que las especies plantadas respondieron de manera diferente en los espaciamientos empleados. Así, para cedro rosado, el espaciamiento donde se mostró el mejor crecimiento fue el correspondiente a 3.0 x 3.0 m, seguido de 2.5 x 2.5 m; para melina fue el de 3.0 x 3.0 m seguido del de 2.5 x 2.5 m, y para teca el de 2.5 x 2.5 m; (Figura 2). En la prueba de comparación de medias entre los espaciamientos se observa 3.0 x 3.0 m como el mejor para cedro rosado y melina, con una significancia del 5 % (Cuadro 3).

CUADRO 1. Análisis de varianza del crecimiento de las tres especies incluyendo los tres sitios, a doce meses de establecer la plantación, en el municipio de Huehuetla, Hgo.

Variable	Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc.	Pr > F
ALTURA	Modelo	10	1976770.733	197677.073	63.99	<.0001
	Error	432	1334560.039	3089.259		
	Total	442	3311330.772			
DIÁMETRO	Modelo	10	31636.54159	3163.65416	54.03	<.0001
	Error	432	25295.47220	58.55433		
	Total	442	56932.01379			
VOLUMEN	Modelo	10	43169843.6	4316984.4	21.34	<.0001
	Error	432	87396940.5	202307.7		
	Total	442	130566784.1			

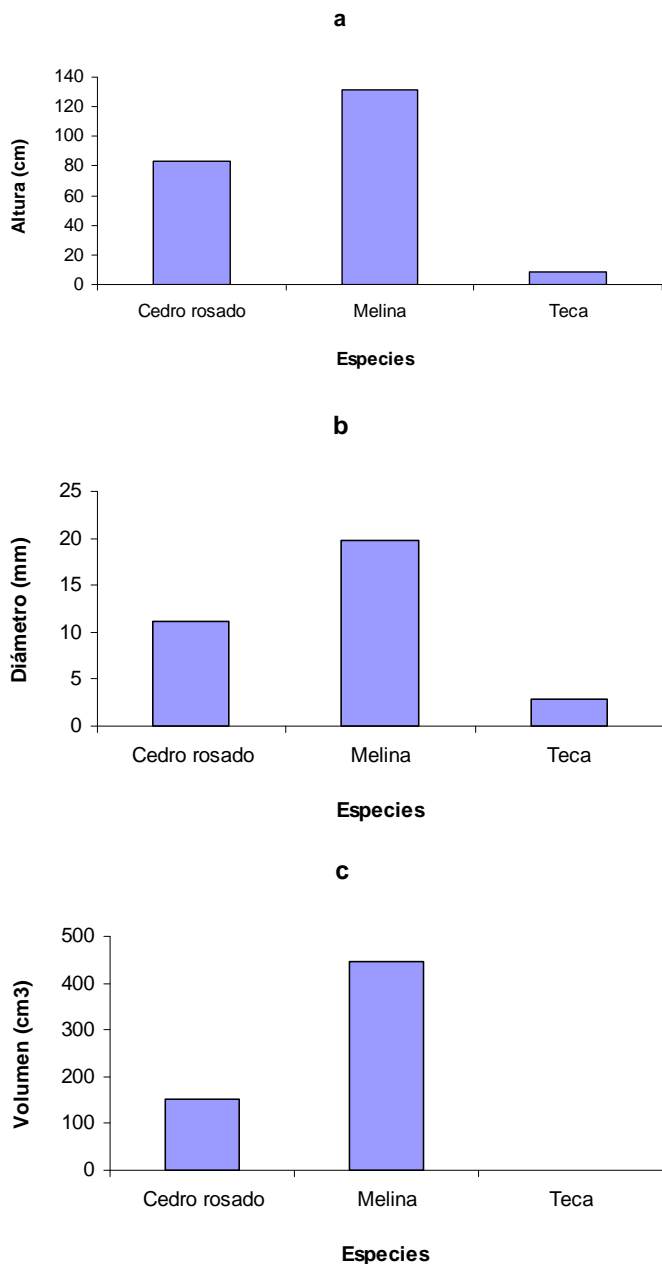


FIGURA 1. Crecimiento en las especies forestales introducidas en el municipio de Huehuetla, Hgo., de las variables: a) altura, b) diámetro basal y c) volumen.

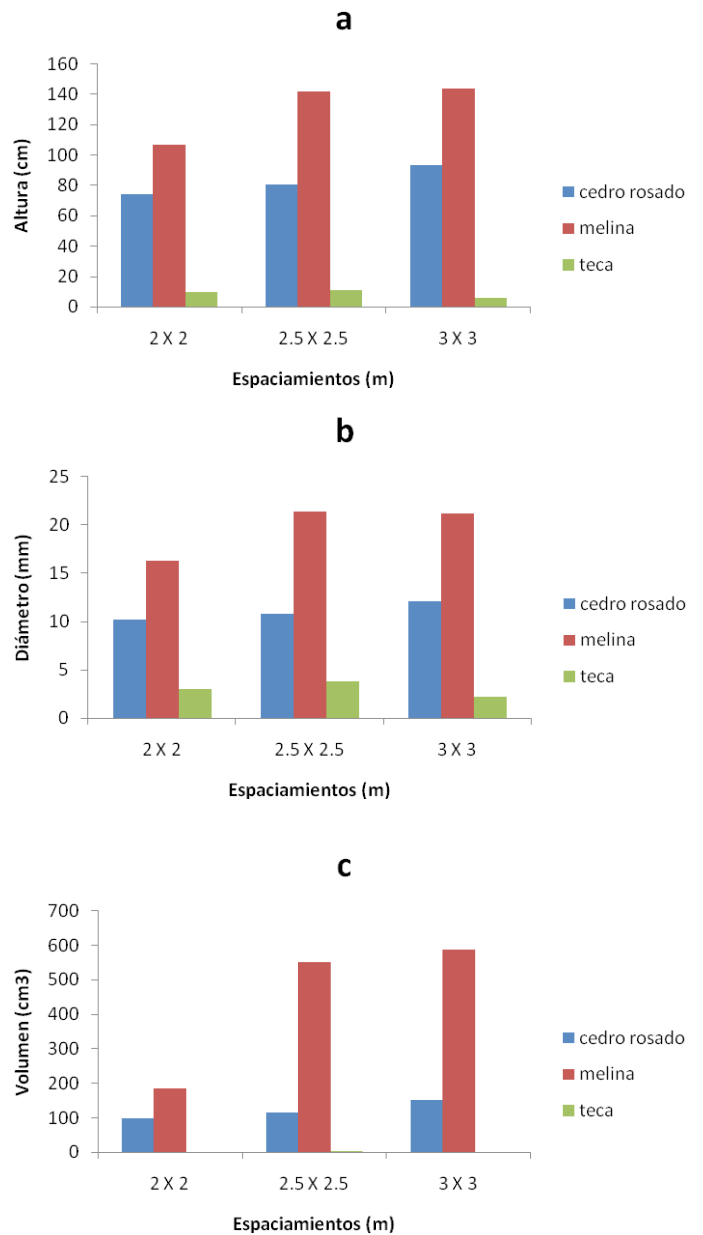


FIGURA 2. Comparación del crecimiento entre espaciamientos de las tres especies de las variables: a) altura, b) diámetro basal y c) volumen; en el municipio de Huehuetla, Hgo.

CUADRO 2. Comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) de las especies forestales introducidas en el municipio de Huehuetla, Hgo.

Especie	Altura (cm)	Media Diámetro (mm)	Volumen (cm³)	Núm. de obs.	Grupo
Melina	131.6	19.8	447.5	181	a
Cedro rosado	83.3	11.1	151.1	163	b
Teca	8.3	3.0	1.2	99	c

Nota: Medias con la misma letra no muestran diferencias significativas. P=0.05; y Número de observaciones.

Sobrevivencia de las especies

La sobrevivencia de las especies fue de 83.72 % a los tres meses de haber plantado, que fue cuando se hizo la primera lectura, esto, considerando el total de árboles plantados en los tres sitios y con las tres especies. El sitio donde se mostró la tasa más alta de sobrevivencia fue en el sitio 3, seguido del sitio 1 y finalmente el sitio 2 que presentó la tasa más baja. Los porcentajes de sobrevivencia generales por especie fueron mayores para cedro rosado en los primeros tres meses, siendo superada por melina en los siguientes registros. En el Cuadro 4 se muestran los porcentajes de sobrevivencia registrados durante cada periodo evaluado y

CUADRO 3. Comparación de medias por DMS de las variables altura, diámetro basal y volumen entre los distintos espaciamientos por especie.

Especie	Espaciamiento (m)	Altura (cm)	Media Diámetro (mm)	Volumen (cm ³)	Número de Grupo Observaciones
Cedro rosado	3 x 3	93.4	12.1	151.2	57 a
	2.5 x 2.5	80.7	10.8	115.0	53 a
	2 x 2	74.0	10.2	98.7	53 b
Melina	3 x 3	144.1	21.2	586.7	56 a
	2.5 x 2.5	141.8	21.4	552.2	68 a
	2 x 2	107.0	16.3	185.8	57 b
Teca	2.5 x 2.5	10.6	3.8	2.7	29 a
	2 x 2	9.3	3.0	1.0	31 a
	3 x 3	5.9	2.2	0.2	39 b

Nota: Medias con la misma letra no muestran diferencias significativas. Las tres variables tuvieron el mismo comportamiento en los grupos en las tres especies. $P < 0.05$; Núm. de observaciones: Número de observaciones y Gpo: Grupo

CUADRO 4. Supervivencia por sitio y por especie, en la plantación agroforestal de tres especies introducidas, en el municipio de Huehuetla, Hidalgo.

Supervivencia por sitio (%)	Período de evaluación (meses)			
	3	6	9	12
1	82.2	76.0	69.33	68.0
2	76.45	53.78	50.22	48.4
3	92.5	86.67	81.81	80.1
Supervivencia por especie (%)				
Cedro rosado	97.04	93.34	91.41	90.82
Melina	95.71	93.93	93.48	93.5
Teca	90.97	84.89	82.23	81.19

en las Figuras 3 y 4, se observa el comportamiento de la supervivencia general, por sitio y por especie.

Un factor importante en el establecimiento de la plantación es el espaciamiento entre planta y planta; este factor influye en la supervivencia, crecimiento en altura y diámetro, dependiendo de la especie y condiciones de las que se trate. La densidad influye en el crecimiento en diámetro, en la forma de los fustes, y en el crecimiento en altura en menor grado, y por consecuencia en el volumen de la cosecha (Fierros, 2001).

Específicamente para melina, en ensayos anteriores, se encontró que los espaciamientos probados no influyeron en la supervivencia y crecimiento en los primeros años del establecimiento; sin embargo, después de siete años, se encontró que a menor espaciamiento, los fustes fueron más rectos y a mayor espaciamiento hubo mayor número de ramas gruesas y bifurcación (Rojas *et al.*, 2004). De acuerdo con esto, podría pensarse en utilizar el espaciamiento de 3.0 x 3.0 m para melina, que fue el espaciamiento donde se obtuvieron los mejores crecimientos, seguido del

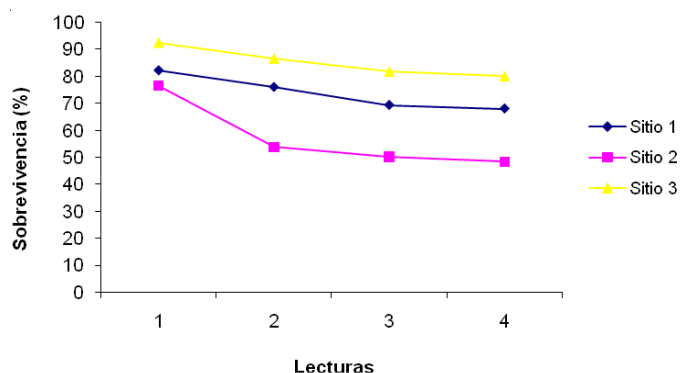


FIGURA 3. Comportamiento de la supervivencia por sitio de la plantación agroforestal establecida en el municipio de Huehuetla, Hgo.

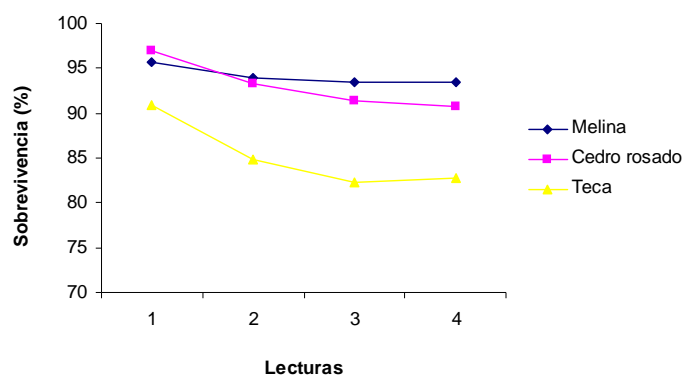


FIGURA 4. Comportamiento de la supervivencia por especie de la plantación agroforestal establecida en el municipio de Huehuetla, Hgo.

espaciamiento 2.5 x 2.5 m, al menos en los primeros años de crecimiento; aunque Rojas *et al.* (2004), recomienda plantar melina en un espaciamiento de 2.5 x 2.5 m si se quiere producir leña o pulpa y de 3.0 x 3.0 m si lo que se quiere obtener es madera para aserrío, aunque mucho depende del objetivo de producción.

Murillo y Valerio (1991) mencionan que melina se ha empleado en sistemas agroforestales con espaciamientos de 2.5 x 2.5 y 3.0 x 3.0 m asociándola con maíz y frijol; sin embargo, por su rápido crecimiento y amplia densidad de copa, después del primer año de plantación, impiden su asociación con estos cultivos; debiendo elegir otro cultivo que tolere más la sombra. En el caso del cultivo de café, como en el sitio 3 del presente trabajo, este permite la asociación con melina, por ser una especie que requiere de sombra, al menos en su etapa inicial, misma que los árboles pueden proporcionarles.

Para cedro rosado, los espaciamientos que se han probado en asociación con café en la Sierra Norte de Puebla, han dado buenos resultados; estos han sido de 3.0 x 3.0, 4.0 x 4.0, 5.0 x 5.0 y 10.0 x 10.0 (Honorato *et al.*, 2005). En la plantación establecida se encontró que el mejor crecimiento para cedro rosado, se dio a espaciamientos de 3.0 x 3.0 m. El tipo de producto que desea obtenerse, así como la fertilidad, clase de suelo y la intensidad del manejo, definen el espaciamiento. Así se tiene que, para cedro rosado, si se quiere obtener madera en plantaciones puras el espaciamiento inicial debe ser de 3.0 x 3.0 m, aplicando aclareos a los 4 y 8 años para un turno de 12 años; por el contrario, si se establece en asociación agroforestal el espaciamiento inicial debe ser de 4.0 x 4.0 m, aplicando aclareos a los 4 y 6 años, igual para un turno de 12 años (Musálem, 2006).

Gmelina arborea se ha asociado con cultivos anuales como maíz y frijol y se ha encontrado que aumenta la disponibilidad de N y P en el suelo, resultando idóneo para utilizarla en programas de uso múltiple del suelo. Se ha asociado además en plantaciones de café y te en Centroamérica, siendo muy utilizado en plantaciones forestales bajo el sistema taungya, con espaciamientos de 2.0 x 3.0 m, en donde los cultivos pueden ser incorporados a la vez o en forma escalonada en el tiempo, en un lapso de 5 a 10 meses (Murillo y Valerio, 1991). En el caso de la teca se han probado espaciamientos de 2.0 x 2.5, 3.0 x 3.0 m y en general de 1.5 x 1.5 hasta 3.0 x 6.0 m, siendo más utilizado el de 3.0 x 3.0 m, el cual ha favorecido el desarrollo de los árboles en la zona de Nayarit. En el estado de Campeche se han probado espaciamientos de 4.0 x 2.0 y 3.5 x 3.5 m, empleándose más comúnmente esta última por su facilidad de manejo (Musálem, 2007). Sin embargo, esta especie no creció bien en la zona de Huehuetla, además de registrar una baja sobrevivencia.

En los sitios 1 y 2, las especies fueron combinadas con maíz, en donde se intercalaron líneas de maíz entre las líneas de árboles y el sitio 3 (Cantarranas), sólo se combinó con café. Se observó que en los primeros sitios la sobrevivencia no fue igual que en el sitio 3. Durante todo el proceso de registro de datos se le dieron los cuidados mínimos a la plantación como fueron chaponeos y podas, esta última labor sólo se le aplicó a melina, que presenta chupones de manera natural. No se presentaron tallos

bifurcados ni follaje amarillento en las tres especies; respecto a plagas, no se presentó alguna considerada como de importancia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. *Gmelina arborea*, mostró los mejores crecimientos en los tres sitios; seguido de *Acrocarpus fraxinifolius* alcanzando alturas similares a melina y al final *Tectona grandis* mostró un crecimiento menor en los tres sitios durante el período de evaluación.

2. Los espaciamientos empleados tuvieron influencia en los crecimientos de las especies, resultando más adecuado el espaciamiento de 3 x 3 m tanto para melina como para cedro rosado.

3. La combinación de café con melina y cedro rosado del sitio 3 resultó mejor que la combinación de las mismas especies con maíz de los sitios 1 y 2. Teca no respondió bien a la combinación con los cultivos en los 3 sitios.

4. Se recomienda realizar una remediación de la plantación a los cinco años de haber sido plantada, con el fin de asegurar el éxito de las futuras plantaciones a establecer en la zona, siendo ideal tomar en cuenta factores como suelo, pendiente y exposición, entre otros.

LITERATURA CITADA

- ARTEAGA, M., B. 2004. Necesidades técnicas del sector para favorecer el establecimiento de plantaciones forestales. *In*: Baldemar Arteaga Martínez y Miguel A. Musálem Santiago (Compiladores). 2004. Plantaciones forestales: producir para conservar. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Estado de México. pp. 270-288.
- EVANS, J. 1992. Plantation forestry in the tropics. Second edition. Oxford Science Publications. New York, USA. 403 p.
- FAO. 1982. Los recursos forestales tropicales. Roma, Italia. 113 p.
- FIERROS, G., A. M.; RODRÍGUEZ T., D. A.; LEYVAH., A. L. 2001. Ejecución de proyectos de plantaciones. *In*: Sosa Cedillo, V. E. y Fierros González, A. M. (coord.). 2001. Manual del Curso de especialización en plantaciones forestales. Consultoría Forestal y Agropecuaria. México, D. F. pp. 71-246.
- HONORATO, S. J. A.; QUINTANAR O., J. J.; PARRAGUIRRE L., F. C.; RODRÍGUEZ C., H. M. 2005. Cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*): una opción agroforestal para la Sierra Norte del Estado de Puebla. Bol. Téc. Inst. Nal. Invest. For. Núm. 1. México. 41 p.
- INEGI. 1998. Cuaderno Estadístico Municipal: Huehuetla. Aguascalientes, Estado de Aguascalientes. 129 p.
- KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. 1999. Agroforestería básica. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental Núm. 3. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, D. F. 340 p.
- MURILLO, O.; VALERIO, J. 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxb.), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de

guías silviculturales. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE. Núm. 181. Turrialba, Costa Rica. 72 p

MUSÁLEM S., M. A. 2006. Silvicultura de plantaciones forestales comerciales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 208 p.

MUSÁLEM S., M. A. 2007. Guía silvicultural de teca (*Tectona grandis L.*). In MUSÁLEM, M. A. Memorias del Curso Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales. Universidad

Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Programa de Postgrado. Chapingo, Estado de México. 50 p.

ROJAS, R. F.; ARIAS A., D.; MOYA R., R.; MEZAM., A.; MURILLO G., O.; ARGUEDAS G., M. 2004. Manual para productores de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. Archivo PDF. 314 p.

STEEL R., G. D.; TORRIE J., H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª. Ed. Mc. Graw-Hill. México, D. F. 622 p.