

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus cembroides* Zucc.

J. González-Ávalos¹; E. García-Moya²; J. J. Vargas-Hernández³;
A. Trinidad-Santos⁴; A. Romero-Manzanares²; V. M. Cetina-Alcalá³

¹Centro de Investigaciones Forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Pachuca, Hidalgo, México. Correo-e: goavjo@hotmail.com.

²Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km 36.5. Carretera México-Texcoco.
Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. México. Correo-e: edmundo@colpos.mx, dahly@colpos.mx

³Forestal. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco.
Montecillo, Estado de México. Correo-e: vargashj@colpos.mx, vicmac@colpos.mx

⁴Edafología. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados, Montecillo,
Estado de México. C. P. 56230. Correo-e: trinidad@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la distribución de los conos en la copa, la producción de conos y semillas, el grado de asociación con las características dasométricas de los árboles y las características de los conos y semillas en una plantación joven de 15 años de *Pinus cembroides* Zucc. Se evaluó la proporción de árboles productores de conos, en cada año se contó el número de árboles que produjeron conos. A una muestra aleatoria de los árboles productores se les registró la distribución de los conos en la copa. Los conos cosechados fueron medidos, pesados y contadas sus semillas, las que también se pesaron y se midieron. El análisis de varianza realizado indica diferencias estadísticas entre años en la proporción de árboles productores de conos, en el primer año 5.07 % de árboles fueron productores de conos, en el segundo 27.64 % y el tercero 30.18 %. La producción de conos promedio por árbol también fue estadísticamente diferente entre años; en el primer año, fue de 3.12 conos; en el segundo, 8.75 y en el tercero, 17.44. La distribución de conos dentro de la copa fue estadísticamente diferente, el tercio distal tuvo en promedio una producción de conos de 42.76 %, el medio 38.85 % y el basal 18.37 %. Las características de peso, diámetro y número de semillas de los conos fueron similares en los dos años evaluados, sólo hubo diferencia significativa en la longitud ($P < 0.001$). Las semillas sólo presentaron diferencia estadística en longitud ($P < 0.01$) entre los años evaluados.

PALABRAS CLAVE: biomasa, cono, copa, piñón.

EVALUATION OF PRODUCTION AND CONES AND SEEDS ANALYSIS OF *Pinus cembroides* Zucc.

SUMMARY

Cone and seed production and cone distribution in the canopy and cone and seed characteristics were analyzed in a plantation of Mexican pinyon pine. A random sample of trees was taken in the number of cone produced was registered along with their distribution in the canopy. The cones were harvested, measured and their seeds were counted; their seeds were weighted and measured. The results indicated that there were statistical differences between years among the trees which produced cones. In the first year, only 5.07 percent of the trees produced cones, in the second 27.6 % and whereas by the third 30.18 percent did produce cones. The cone production by tree was significant among year, in the first was of 3.12, in the second of 8.75 and 17.44 by the third. The cone distribution in the canopy was also different; the distal third contributes with 42.76 percent, followed by the middle third with 38.85 percent whereas the basal third 18.37 percent. The morphological features of the cones were similar in the two years of evaluation in relation to the weight, diameter and number of seed per cone; there was only significant differences ($P < 0.001$) in length. The morphological features of the seeds were similar in the two years of evaluation; there was only significant difference ($P < 0.01$) in length.

KEY WORDS: biomass, cone, canopy, pinyon.

INTRODUCCIÓN

Pinus cembroides Zucc. Pertenece al grupo de los pinos conocidos como piñoneros cuya característica principal es contar con semilla sin ala y comestible conocida como piñón, el cual aporta beneficios económicos basados en la comercialización debido a su valor alimenticio (Velasco, 2000), cualidades nutritivas (García y Gómez, 1988; Chambers *et al.*, 1999) y amplio uso en la repostería a escala local, regional e incluso internacional.

El establecimiento de plantaciones como alternativa de manejo silvícola de las especies de piñoneros, tiene la intención de facilitar la producción de semilla en cantidad, calidad y regularidad como lo demanda el mercado (García, 1989), así como la predicción de la producción de conos femeninos como una práctica esencial en el manejo de las plantaciones (Little, 1987 y Caballero y Ávila, 1989), lo cual sirve para estimar la futura producción de conos cosechables.

El patrón de distribución de los estróbilos femeninos en la copa de los pinos comúnmente incluye la parte superior de ésta y la parte distal de las ramas (Eis, 1967; Dick *et al.*, 1985), por lo que las prácticas de manejo de los árboles como podas, fertilización y control de plagas deben ser basadas en dicha característica. También es importante cuantificar la producción individual de los árboles con la finalidad de seleccionar a los que presenten mayor y más predecible producción de conos y semillas; de esta manera, a través de su selección y propagación se lograría un aumento del rendimiento, además de la estabilización de la etapa reproductiva mediante los fenotipos que presenten tales características (Little, 1987). Las semillas son el producto que se comercializará, por lo que es importante evaluar su variación respecto a las características morfológicas y nutricionales, para orientar la producción de piñones a mercados específicos (Eguiluz, 1987).

Con base en lo anterior, los objetivos del presente estudio en la plantación de *P. cembroides* fueron: a) cuantificar el número de árboles con capacidad de producción de conos femeninos, su cantidad por árbol y su distribución dentro de la copa; b) correlacionar la producción de conos con el tamaño del árbol; y c) analizar y correlacionar las características morfológicas de los conos y semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una plantación joven de *P. cembroides* ubicada en el predio La Moraleja, municipio de Huimilpa, Querétaro, (20° 18' 57" N y 100° 16' 06" W y una altitud de 2,450 m). Las condiciones ambientales prevalecientes en el área son: clima templado subhúmedo con temperatura media anual de 15 °C y precipitación media anual de 800 mm; sustrato sedimentario, suelo litosol, poco desarrollado y con profundidad menor a 10 cm, textura media, capa superficial oscura y friable rica en materia orgánica. La vegetación circundante es un bosque mixto de

encino-pino (INEGI, 1981). La plantación se estableció en el año de 1986, la semilla con la cual se produjo la planta procede de la población natural ubicada en el municipio de Cadereyta, Querétaro, se colectó a granel sin selección de fenotipos de semillas ni identificación de familias. Los árboles de la plantación tenían 15 años de edad en el año 2000. La superficie ocupada por la plantación es de tres cuartos de ha, con un total de 1,395 árboles colocados en 35 líneas con un espaciamiento entre líneas y árboles de 2.5 m.

Árboles productores, producción de conos y su distribución en la copa

La plantación fue censada en los años 2000-2002, en los meses de mayo y junio, se caminó sobre cada una de las líneas de la plantación y la observación de la fructificación se realizó de manera directa sobre cada árbol con auxilio de una escalera de tijera. De los árboles productores, se escogieron al azar 50 para el año del 2000 y 150 en 2001 y 2002, lo que representó un porcentaje de muestreo de 86.2, 40.76 y 43.5 % para cada año, respectivamente. En cada ocasión se cuantificó el número de conos producidos por cada árbol.

La distribución de los conos en la copa se realizó con base en una muestra aleatoria de 50 árboles para cada año de la evaluación, con una intensidad del muestreo para el año 2000 de 86.2, 13.6 % para el 2001 y de 14.5 % para el 2002. La metodología se basa en la utilizada por Marquard y Hanover (1984), en la cual registran los conos producidos en cada verticilo, sólo se hizo la modificación de dividir la copa de los árboles en tercios, la tercera parte de los verticilos próximos al suelo formaron el tercio basal, los siguientes el medio y los últimos el distal. Sólo en el año 2002 se eligieron al azar 150 individuos para medir además la producción de conos, el diámetro a la base del árbol y la altura, para correlacionar estas medidas con la producción de conos por árbol.

Medición de conos y semillas

La medición de conos se realizó sólo en los años 2000 (15 años de edad de la plantación) y 2001 (16 años de edad de la plantación), en que se pudieron cosechar los conos; el 100 % de los conos fueron cosechados de la copa de los árboles, sin separación por tercios de la copa. En ambos años se utilizó una muestra aleatoria de 200 conos. Se registró el peso en verde y seco. El pesado se realizó en una balanza de precisión marca Sartorius CP 124S y el secado en un horno Marca Grieve Modelo LW-201C a una temperatura de 60 °C hasta alcanzar peso anhidro. En los dos años se midió la longitud y diámetro de los conos con un vernier digital marca Mitutoyo Modelo CD-S6" y se hizo el conteo del número de semillas por cono.

La medición de las semillas se realizó en una muestra

de 200 en ambos años, se seleccionaron aleatoriamente de las extraídas de los conos previamente medidos; se pesaron en una balanza de precisión marca Sartorius CP 124S y se les determinó el largo y diámetro con un vernier digital marca Mitutoyo Modelo CD-S6", con aproximación centésimas de milímetro.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza para ver la diferencia de árboles productores entre años y la distribución de los conos en la copa cuyo modelo estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde: μ = promedio general de las fuentes de variación, T_i = fueron los años evaluados y los tercios de la copa, ϵ_{ij} = error aleatorio.

Se hicieron pruebas de comparación de medias de Tukey (0.05) donde hubo significancia estadística.

El análisis estadístico de los conos y semillas se llevó a cabo a través de un análisis de varianza cuyo modelo estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde: μ = promedio general de la fuente de variación, T_i = fueron los años evaluados, ϵ_{ij} = error aleatorio.

Se corrieron análisis para las variables, longitud, diámetro y número de semillas por cono, mientras que en semillas fueron peso, longitud y diámetro. Para las variables donde hubo significancia se corrieron pruebas de medias de Tukey, con un alfa al 0.05.

Los datos de diámetro y altura de los árboles se correlacionaron con la producción de conos, así como el tamaño de conos y semillas mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Todos los modelos de análisis de varianza y correlación fueron analizados en el paquete estadístico SAS utilizando los procedimientos PROC GLM y CORR, respectivamente (Freud y Little, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Árboles productores, producción de conos y su distribución en la copa

Se encontró una diferencia estadística significativa

($P < 0.01$) entre los años evaluados (Figura 1) en cuanto al número de árboles que producen conos en la plantación. La tendencia de árboles productores fue en aumento, a los 16 años de edad de la plantación fue de más de cinco veces respecto del año anterior y a los 17 años de edad de la plantación tal incremento fue de casi tres puntos porcentuales en comparación con la edad de 16 años.

El porcentaje de los árboles productores mostró un aumento con respecto al incremento de la edad, tal proporción no alcanza el 50 %, debido tal vez a la falta de madurez fisiológica de los árboles, la cual se presenta entre los 20 y 30 años para algunas especies productoras de piñón (Lanner, 1981). Sin embargo, es de mucha importancia detectar dentro de la plantación a los árboles con capacidad de floración a más corta edad (precoces) con la finalidad de su selección para acortar el tiempo de la cosecha de conos y semillas con fines comerciales.

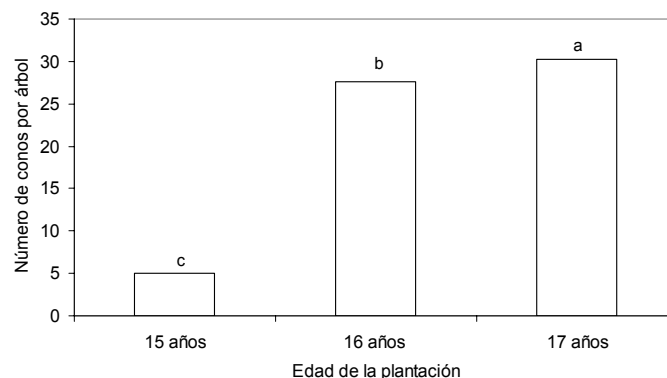


FIGURA 1. Porcentaje de árboles de *P. cembroides* que produjeron conos en tres años consecutivos de evaluación.

La respuesta de la producción conos por árbol mostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.0001$) entre los años evaluados, la tendencia fue a incrementarse el número de conos promedio, a la edad de 16 años de la plantación los árboles produjeron 180.4 % más conos que el año anterior y a los 17 años tal diferencia alcanzó 458.9 % (Figura 2).

El aumento en el promedio de conos por árbol se debió quizá al aumento en el tamaño de la copa de los árboles, debido a un mayor número de ramas y de unidades de crecimiento (yemas) sobre las cuales nacen y crecen los conos. Resultados similares han reportado diversos autores los cuales atribuyen el aumento de conos por árbol a la edad y tamaño de la copa (Fogal *et al.*, 1996; Daoust *et al.*, 1995). Sin embargo, lo importante es detectar a temprana edad a aquellos individuos cuya capacidad de producción supere al promedio de los árboles de plantación para seleccionarlos y reproducirlos.

Con respecto a la asociación entre la producción de

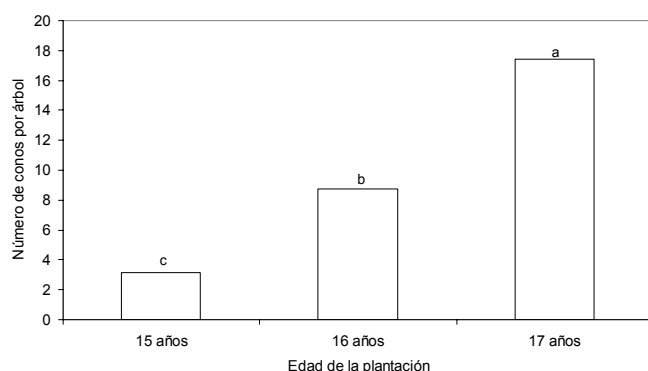


FIGURA 2. Promedio de conos producidos por árbol en *P. cembroides* que en tres años de evaluación.

conos y la altura y diámetro del árbol, se tiene que existe una correlación significativa ($P < 0.01$) positiva entre las variables, con un coeficiente correlación de 0.23 con la altura total y del 0.24 con el diámetro a la base del árbol.

Existe una relación positiva baja entre el número de conos producidos y el diámetro y altura de los árboles, por lo que los individuos con mayor tasa de crecimiento alcanzarían un mayor tamaño en menor tiempo lo cual los capacitaría para producir mayor cantidad de conos, tal característica podría servir para una selección temprana de los individuos deseables. Sin embargo, no todos los autores han encontrado relación de la producción promedio de conos por árbol y alguna medida dasométrica como es el caso de García y Gómez (1988). Pero no solo las características dasométricas infieren en la producción de conos de los árboles, otros autores han encontrado correlación significativa con la edad, tamaño de la copa, temperatura y precipitación en *Picea Mariana* (Mill.) B.S.P. y *Pinus echinata* Mill y *Pinus taeda* L. (Innes, 1994; Caron, 1995; Cain y Shelton, 2000).

En la Figura 3 se puede observar la distribución de los conos en la copa de los árboles, la cual presenta diferencia estadística significativa ($P < 0.01$ para la edad de 15 años; $P < 0.05$ a los 16 años y $P < 0.01$ a los 17 años). El tercio apical es el que presenta el mayor porcentaje de la producción de conos con un promedio cercano a 40 % en los tres años; el tercio medio promedio 34 % y el tercio inferior 26 % del total de los conos del árbol. A los 15 años

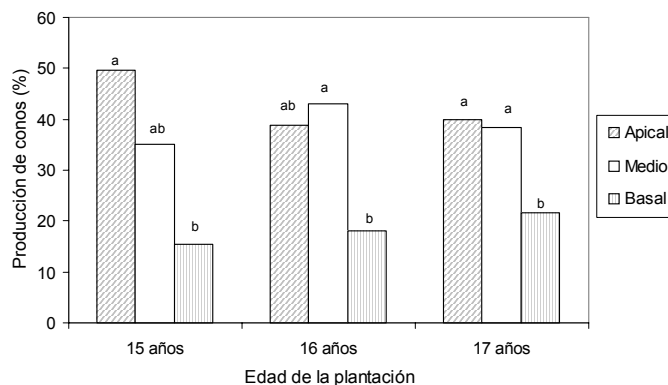


FIGURA 3. Comportamiento de la distribución de conos en la copa de los árboles de *P. cembroides* en tres años de evaluación sucesivos.

de edad de la plantación, el tercio apical es el que más conos produce superando al tercio medio en 14.5 % y al tercio basal en 34.2 %. A los 16 años de edad, el tercio medio superó en 4.3 % al tercio distal y en 24.9 % al tercio basal. A los 17 años de la plantación los tercios distal y medio no mostraron diferencia estadística entre ellos y presentaron un promedio de 39.2 % de la producción de conos y superaron al tercio basal en 17.7 %.

En la distribución de los conos dentro de la copa se observó una transición del tercio medio al distal, lo cual coincide con otros estudios que reportan que la parte superior de la copa es la que mayor cantidad de conos produce (Lanner, 1980; Caron y Powell 1993; Clarke y Malcom, 1998, Zhouwen, 2004).

Características de conos

Las características morfológicas de los conos fueron muy semejantes en los dos años de evaluación (Cuadro 1). Sólo la longitud presentó diferencia estadística significativa ($P < .001$) entre años, a los 16 años de edad, los conos fueron 29.8 % más largos que los producidos por la plantación de 15 años de edad.

En la Figura 4 se muestra la distribución del número semillas por cono. A la edad de 15 años de la plantación 52 % de los conos contenían sólo una semilla y a los 16 años disminuyó a 48 %, mientras que el porcentaje de conos con

CUADRO 1. Características de los conos de una plantación de *P. cembroides* en dos años de evaluación (n=200).

Edad de la plantación	Peso verde (g)	Peso seco (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Númro de semillas por cono
15 años (n=200)	8.08	2.32	2.08 b*	2.36 a	2.09 a
16 años (n=200)	Sin datos	Sin datos	2.70 a	2.38 a	2.09 a

*Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con $P < 0.05$.

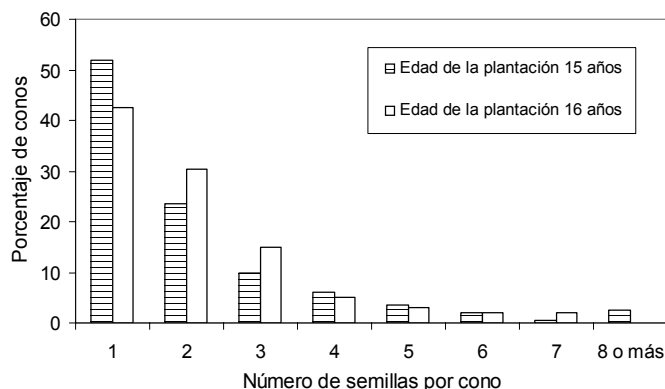


FIGURA 4. Número de semillas por cono en dos años sucesivos de evaluación en una plantación de *Pinus cembroides*.

dos semillas aumentó de 23 a 27 %, así como el de tres semillas, el cual cambió de 10 a 13 %. En el resto de las categorías el cambio fue en menor grado.

Debido tal vez al estado juvenil de los árboles, los conos no han alcanzado el tamaño que señalan algunos autores en estudios realizados en poblaciones naturales con árboles maduros, donde se registran un peso seco para los conos de 4.5 a 5.5 g, una longitud de 3.8 cm, diámetro de 3.5 y un promedio de semillas por cono de entre 10 a 13 (Solís *et al.*, 1989; Sánchez *et al.*, 2002).

Características de las semillas

El análisis estadístico mostró diferencia ($P < 0.01$) entre años para la longitud, las semillas producidas por la plantación a la edad de 16 años disminuyeron 0.36 mm con

CUADRO 2. Características morfológicas de las semillas de una plantación de *P. cembroides* en dos años de evaluación.

Año	Peso (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
15 años de edad (n=200)	0.55 a [*]	14.21a	8.88 a
16 años de edad (n=200)	0.54 a	13.85b	8.82 a

*Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con $P < 0.05$.

CUADRO 3. Valores de los coeficientes de correlación de Pearson para las características de conos y semillas de *P. cembroides* de una plantación.

Variables	Peso verde del cono (g)	Peso seco del cono (g)	Diámetro del cono (mm)	Longitud del cono (mm)
Número de semillas (15 años de edad de la plantación)	0.8607 < 0.0001	0.8308 < 0.0001	0.6010 < 0.0001	0.8067 < 0.0001
Número de semillas (16 años de edad de la plantación)	Sin datos	Sin datos	0.6896 < 0.0001	0.8149 < 0.0001

respecto de las producidas a los 15 años. El resto de las características no varió significativamente (Cuadro 2).

El número de semillas por cono se correlaciona significativamente ($P < 0.0001$) y de manera positiva tanto con el diámetro como con la longitud del cono para ambos años en que se midió (15 y 16 años de edad), mostrando mayor asociación con la longitud del cono. La correlación del número de semillas con el peso verde y peso seco del cono sólo se pudo realizar cuando la plantación tenía 15 años, la cual presentó significancia estadística ($P < 0.001$) y una correlación con mayor grado que con el diámetro y longitud del cono, superior a 80 % (Cuadro 3).

El tamaño de las semillas en este estudio es muy similar a los consignados por diversos autores como Eguiluz *et al.* (1985) y García y Capó (1989). Los resultados de otros autores sólo difieren en el peso de la semilla, esto pudiera deberse a que la mayoría de los conos presenta una semilla, la cual es mucho más pesada en promedio que las semillas de los conos que producen mayor cantidad. Lo relevante de conocer las características de las semillas por árbol es para seleccionar los fenotipos de mayor tamaño para su propagación debido a su mayor atractivo para la comercialización.

CONCLUSIONES

El porcentaje de árboles productores y la producción de conos aumentan con la edad de los mismos. Los árboles de *P. cembroides* producen la mayor cantidad de conos en el tercio distal y medio de la copa. Las características morfológicas de conos y semillas no varían significativamente entre años, a excepción de la longitud para ambos casos.

LITERATURA CITADA

- CABALLERO D., M.; R. ÁVILA R. 1989. Importancia Actual y Potencial de los Pinos Piñoneros de México. In: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Octubre de 1989. Flores F., J. D., J. Flores L., E. García M. y R. H. Lira S. (Comps.). Saltillo, México. pp: 18-22.
- CAIN, M. D.; SHELTON, M. G. 2000. Revisiting the relationship between common weather variables and loblolly-shortleaf pine seed crops in natural stands. *New Forests* 19: 187-204.

- CARON, G. E.; POWELL, G. R. 1993. Patterns of on-shoot positioning of seed cones in relation to shoot length and position in the crowns of young *Picea mariana*. *Trees* 7: 182-188.
- CARON, G. E. 1995. Seed-cone and pollen-cone production models for young black spruce seedling seed orchards: a first approximation. *Can. J. For. Res.* 25: 921-928.
- CHAMBERS, J. C.; VANDER WALL, S. B.; SCHUPP, E. W. 1999. Seed and seedling ecology of piñon and juniper species in the Pygmy Woodlands of western north America. *The Botanical Review* 65(1): 1-38.
- CLARKE, G. C.; MALCOLM, D. C. 1998. Location of cones in the crown and along shoots of sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) and the influence of coning intensity and shoot size. *Can. J. For. Res.* 28: 1756-1772.
- DAOUST, G.; PLOURDE, A.; BEAULIEU, J. 1995. Influences of crown size and maturation on flower production and sex expression in *Picea glauca* treated with gibberellin A_{4/7}. *Tree Physiology* 15: 471-475.
- DICK, J. M.; SMITH, R. I.; LONGMAN, K. A. 1985. Effect of barking and gibberellin on the number and distribution of cones in Sitka spruce (*Picea sitchensis*). *Acta Univ. Agric. Fac. Agron. (Brno)* 3: 659-663.
- EGUILUZ P., T.; NIEMBRO R., A.; PÉREZ, P. M. 1985. Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros mexicanos. *In: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. J.E Flores L.; C.M Cantú A.; J.S Marroquín de la F. (Eds). UANL. Linares, N. L., México. pp. 53-68.
- EGUILUZ P., T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros mexicanos. *In: II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. 6-8 de agosto de 1987. M.F. Passini; D. Cibrián T.; T. Eguiluz P. (Comps). Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines. México. pp. 83-89.
- EIS, S. 1967. Cone crops of black and white spruce are predictable. *For. Chron.* 43: 247-252.
- FOGAL, W. H.; JOBIN, G.; SCHOOLEY, H. O.; COLEMAN, S. J.; WOLYNETZ, M. S. 1996. Stem incorporation of gibberellins to promote sexual development of white spruce, norway spruce, and jack pine. *Can. J. For. Res.* 26: 186-195.
- FREUD, R. J.; LITTLE, R. C. 1981. *Sas for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures*. Sas Institute Inc. Cary, NC. USA. 231 p.
- GARCÍA, M. A.; CAPÓ A., M. A. 1989. Variación morfológica y fisiológica entre especies y procedencias de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus maximartinezii* Rzedowski y de *Pinus ayacahuite* Erhen. En semillas y plántulas durante el primer año de crecimiento. *In: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. Octubre de 1989. J. D. Flores F., J. Flores L., E. García M. y R. H. Lira S. (Comps.). Saltillo, México. pp. 59-63.
- GARCÍA M., E.; GÓMEZ A., R. 1988. Estimación de la producción de piñón en los piñoneros del estado de San Luis Potosí. *Agrociencia* 71: 225-237.
- GARCÍA M., E. 1989. Los antecedentes y los objetivos del III simposio nacional de piñoneros. *In: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. Octubre de 1989. J.D. Flores F., J. Flores L., E. García M. y R.H. Lira S. (Comps.). Saltillo, México. pp. 1-3.
- INEGI. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 224 p.
- INNES, J. L. 1994. The occurrence of flowering and fruiting on individual trees over 3 years and their effects on subsequent crown condition. *Trees* 8: 139-150.
- LANNER, R. M. 1980. A self-pollination experiment in *Pinus edulis*. *The Great Basin Naturalist*. 40(3): 265-267.
- LANNER, R. M. 1981. *The pinon pine: A natural and cultural history*. University of Nevada Press. Reno, NV. USA. 208 p.
- LITTLE, E. L. JR. 1987. Los pinos piñoneros de los Estados Unidos: su pasado y su futuro. *In: II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. 6-8 de agosto de 1987. M.F. Passini; D. Cibrián T.; T. Eguiluz P. (Comps). Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines. México. pp. 21-27.
- MARQUARD, R. D.; HANOVER, J. W. 1984. Sexual zonation in the crown of *Picea glauca* and the flowering response to exogenous GA_{4/7}. *Can. J. For. Res.* 14: 27-30.
- SÁNCHEZ T., V.; MENDIZÁBAL H., L. C.; REBOLLEDO C., V. 2002. Variación en conos y semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D. K. Bailey de Las Cuevas, Altzayanca, Tlaxcala. *Foresta Veracruzana* 4(1):25-30.
- SOLÍS M., M. J.; MANZANO C., M.; BLANCO I., V. 1989. Estimación de la producción de piñón como apoyo para su aprovechamiento en el ejido Santa Rosa, Mpio. de Saltillo, Coahuila. *In: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. Octubre de 1989. J. D. Flores F., J. Flores L., E. García M. y R. H. Lira S. (Comps.). Saltillo, México. pp. 153-156.
- VELASCO M., H. A. 2000. *Sobrevivencia en los desiertos mexicanos*. AGT Editor. México. 459 p.