



VARIACION DE FRUTOS Y SEMILLAS DE UNA POBLACION RUDERAL DE *Guazuma ulmifolia* Lambert (Sterculiaceae).

Cesar Viveros Colorado¹

RESUMEN. El presente trabajo reúne los primeros resultados del estudio sobre la variación del Guázamo (guácimo) *Guazuma ulmifolia* Lambert (Sterculiaceae), para apoyar un criterio de evaluación de las características morfológicas de los frutos y las semillas así como la producción de semillas por fruto, en una población ruderal de la costa del golfo de México en Veracruz, México. Con base en Scheaffer et al (1990) y considerando la variable producción de semillas, se determinó como tamaño de muestra un mínimo de 28 árboles y dos frutos por árbol, para conocer su variación. Se estudiaron las variables peso, longitud y diámetro del fruto; el peso, largo y ancho de la semilla así como el número de semillas por fruto/árbol. Se estimó la variación de estas características morfológicas de frutos y semillas y las diferencias que en estas características existen entre individuos de la población. Se encontraron datos de longitud del fruto, diámetro del fruto y producción de semillas, superiores a lo reportado en la literatura. Se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre árboles de acuerdo a el ANOVA al 0.05, para todas las variables, por lo que se concluye que existe la suficiente variación en las características para ser incorporada en la selección y futura domesticación de la especie.

INTRODUCCION. El conocimiento y manejo forestal debe ser parte de cualquier solución a la conservación de la biodiversidad sus recursos genéticos en particular (Ledig, 1997). Por esto en México y en todo el mundo el paradigma del desarrollo sustentable implica necesariamente conocer, manejar y aprovechar racionalmente los recursos naturales. Estas tareas en el campo forestal requieren de investigar en primer término la variabilidad genética de las especies y su relación con el ambiente (Zobel y Talbert, 1988). En ello se debe contemplar el reconocimiento de la importancia de los recursos genéticos nativos, debido a que la variación genética de las poblaciones locales son las únicas y principales fuentes de semillas para el mejoramiento genético forestal de especies de interés a futuro. (Thompson, 1997).

Entre las especies potenciales que enriquecen la diversidad forestal en México, está el guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lambert), un árbol que se vislumbra entre las nativas tropicales como especie agroforestal. Su problema fundamental como muchas especies forestales polispérmicas es la falta de referencias concretas sobre variación de las características del fruto y sus semillas, de familias, para saber posteriormente la forma de utilizarla, tal como lo apuntan Zobel y Talbert (op. cit.) para árboles forestales, pues ninguna tecnología de cultivo forestal se expresará adecuadamente sin los beneficios del mejoramiento genético (Red mexicana de germoplasma forestal, 1999; Burley y Speedy, 2000).

Desafortunadamente para *Guazuma ulmifolia* en México, no se conoce entre otros la producción semillera, lo que es común en diversas especies polispérmicas tropicales (William, cit por Niembro, 1998). Por lo tanto la única referencia como base para proceder metodológicamente a su estudios son las consideraciones de Bramlet et al (1977) Niembro (1998); y como soporte estadístico el muestreo por conglomerados en dos etapas de acuerdo a Scheaffer et al (1990). Los objetivos que se abordaron en este trabajo fueron: a) Plantear una metodología de muestreo de frutos adecuado para el estudio de una población de *Guazuma ulmifolia* considerando la variación de producción de semillas por fruto y b) Determinar las diferencias estadísticas entre los árboles de la población de referencia, para peso de fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de semilla, largo de semilla, ancho de semilla y producción de semillas por fruto.

¹ Profesor del Instituto Tecnológico agropecuario No. 18. Director del Proyecto: 2731-P CoSNET.

MATERIAL Y METODOS

Selección y ubicación área de estudio

El marco ecogeográfico es la vertiente del Golfo de México, donde crece *Guazuma ulmifolia* en las condiciones del clima tropical más seco en el estado de Veracruz (Acosta, 1986 y Gómez Pompa, 1978). Se desarrolló el estudio en un área con las condiciones climáticas y edáficas homogéneas.

Su ubicación está dada por la provincia florística denominada Planicie costera del golfo de México (Rzedowski, 1978). Políticamente está dentro del municipio de Actopan a lo largo de la carretera federal costera Cardel-Nautla. Se sitúa en los paralelos 19° 30' y 19° 37' de latitud Norte y entre los meridianos 96° 20' y 96° 37' longitud Oeste.

Descripción del área de estudio

El clima es Aw1 de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (1981), el clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano con un cociente P/T entre 43.2 y 55.3; con temperatura media anual del mes más cálido mayor de 22 °C. Los meses más cálidos son de abril y mayo y el mes más frío es enero. La zona de estudio es influenciada por la Sierra de Manuel Díaz con su topografía accidentada que provoca variados escurrimientos. Los suelos que caracterizan las comunidades ruderales de *Guazuma ulmifolia* en el área de estudio, son del tipo regosol éutrico (Re) de textura gruesa, (Acosta, op. cit.).

Diseño de muestreo

Para el estudio se consideró la presencia de árboles fructificando en acahuals ruderales. Se realizó un muestreo por conglomerados en dos etapas de acuerdo a Scheaffer, et al (1990), con selección sistemática de conglomerados (árboles) en la primera etapa y selección de elementos (frutos) de cada conglomerado en la segunda. El sitio de muestreo sistemático de puntos fijos, en un transecto de 50 kilómetros de longitud en la carretera federal costera Veracruz - Nautla en el estado de Veracruz, desde la margen norte del Río Actopan, en el Puente Limón, hasta la margen Sur del Arroyo Palma Sola, en el Puente del mismo nombre. Los puntos de muestreo, a través del transecto consistieron en rectángulos de 1000 metros cuadrados (50 m de largo por 20 de ancho) paralelos a la cinta asfáltica, descartando una franja de 10 metros de distancia a partir de la orilla a ambos lados de la carretera, respetando el derecho de vía.

Material Biológico del estudio

Se desarrolló el estudio sobre plantas silvestres de la especie *Guazuma ulmifolia*, un árbol que según Watson and Dallwitz (1998) es de la familia de las Esterculiaceae, que se caracteriza por una copa dispersa y con producción de chupones frecuentemente (Pennington y Sarukhan, 1968; Powell, 1997 y Raintree Nutrition, 1998). Con hojas de una variada forma, redondeadas, ovadas o lanceoladas; simples y alternas con estípulas, de color verde oscuro en el haz verde grisáceo en el envés, con pelos estrellados muy abundantes (Pennington y Sarukhan, 1968). El promedio de las hojas según Powell (1997) es de 5 a 7 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho. Florece casi todo el año, especialmente de octubre a abril (Pennington y Sarukhan, op cit y Powell, op cit). Sus frutos según Pennington y Sarukhan (op. cit.) son cápsulas ovoides de 3 a 4 cm de longitud en infrutescencias hasta de 10 cm de longitud.

Selección de árboles.

La selección de árboles dentro de cada punto de muestreo a través del transecto se realizó de la siguiente manera: a) Se consideraron aquellos árboles con aspecto sano, ubicados todos en condiciones de crecimiento de acahual. b) El criterio de selección fue desechar aquellos árboles cuyos frutos estuvieran en estado inmaduro, árboles afectados por incendios o cortados por el humano, así como aquellos utilizados como postes vivos y, c) Se consideraron árboles que tuvieran frutos maduros, cuyo color fuera café oscuro secos.

Recolección de frutos

Los frutos se recolectaron del medio natural, en etapa de madurez fisiológica, cuando adquirieron un color café oscuro de acuerdo al criterio de Pennington y Sarukhan (1968), todos los frutos fueron recolectados en un solo día (20 de marzo del año 2000).



Tamaño de muestra y variables estudiadas en los frutos

La muestra piloto consideró inicialmente una selección arbitraria de 20 frutos por árbol, contando para ello como única referencia la recomendación de Callaham (1964) cuando no se conoce la variación de una especie.

A partir de los análisis preliminares de la muestra piloto se calculó el tamaño de muestra final que contempló la máxima variación en la producción de semillas, característica de máximo interés. De lo anterior se obtuvo el tamaño de muestra final de frutos por árbol. Para este cálculo se utilizaron las ecuaciones de Scheaffer et al (1990) con las varianzas entre y dentro de conglomerados, y así estimar el tamaño de muestra final para conglomerados (árboles) y el tamaño de muestra final de elementos (frutos) dentro de conglomerados. De la muestra de frutos se analizaron las siguientes variables: a) Peso del fruto (PF), b) Longitud del fruto (LF) y c) Diámetro del fruto (DF). La variable peso de fruto (PF) se determinó con una balanza analítica en escala 0.0001 g. y las variables longitud de fruto (LF) y diámetro de fruto (DF), con un vernier graduado en 0.01 mm.

Tamaño de muestra y variables estudiadas en semillas

Se consideró una muestra piloto de 20 semillas por árbol al azar, a dicha muestra se aplicó la fórmula de Scheaffer et al (1990) con la que se calculó el tamaño de muestra final. Se extrajeron las semillas y se analizaron las siguientes variables: a) Número total de semillas por fruto (PS), b) Peso de la semilla (Ps), c) Longitud de la semilla (Ls) d) Ancho de la semilla (As)

La variable número total de semilla (PS) se realizó contabilizando directamente las semillas con la ayuda de un Microscopio de disección. El peso fue medido en una balanza analítica en escala 0.001 g, la longitud (Ls) y el ancho (As) de la semilla se midieron con un vernier electrónico graduado en 0.01 mm.

Análisis estadístico

El análisis estadístico realizado a los datos obtenidos en las variables en la primera fase consistió en un análisis exploratorio en el cual se obtuvieron medidas de tendencia central como el promedio y también medidas de dispersión como varianza, desviación estándar, error estándar y fue estimado el coeficiente de variación. Fueron realizados también gráficos exploratorios de las variables de interés, con el fin de visualizar la variación por árbol. Por cada variable se realizó un ANVA al 0.05 de probabilidad y la prueba de medias de Tukey HSD, para detectar las diferencias estadísticas entre los árboles respecto a la morfometría de los frutos y semillas así como la producción de semillas, bajo el modelo estadístico simple que sustentó la hipótesis de trabajo y que se indica a continuación.

$$Y_{ij} = m + \text{Árbol } i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = La variable respuesta

m = una media poblacional

Árbol = i ésimo árbol

E_{ij} = error aleatorio

RESULTADOS

Árboles muestreados en el transecto

Del total de puntos del muestreo sistemático, solo en 8 puntos (16 000 m²) se tuvieron árboles que cumplieron con el criterio de selección (30 árboles) para el estudio.

El tamaño de muestra final de árboles, frutos y semillas

Con la técnica de Scheaffer et al (1990) se seleccionó el tamaño de muestra final, misma que se determinó con la varianza entre conglomerados (árboles) $S^2 = 92.90$ y la varianza dentro de conglomerados (frutos) $S^2 = 189.30$. Estas varianzas permitieron determinar que, para un estudio de variación en la población de referencia de *Guazuma ulmifolia* se requiere un mínimo de 2 frutos como tamaño de muestra de elementos (frutos) y respecto al tamaño de muestra de los conglomerados (árboles) con una desviación estándar propuesta de 7 semillas por fruto, se requiere una muestra final de

28 árboles. Respecto al número de semillas por árbol el tamaño de muestra final resultó ser de 542 semillas para la población, de tal manera que por cada árbol se necesitaron al menos de 18.69 semillas, es decir, 19 por árbol.

Morfometría de frutos de *Guazuma ulmifolia*: Peso, Longitud y Diámetro.

Los frutos del guázamo en la población de estudio, son cápsulas rugosas que están en infrutescencias tal como lo describen diversos autores en forma de racimos, son de olor dulce, se colectan fácilmente con la mano. En el cuadro 1 se apuntan las estimaciones estadísticas morfométricas de los frutos a nivel poblacional.

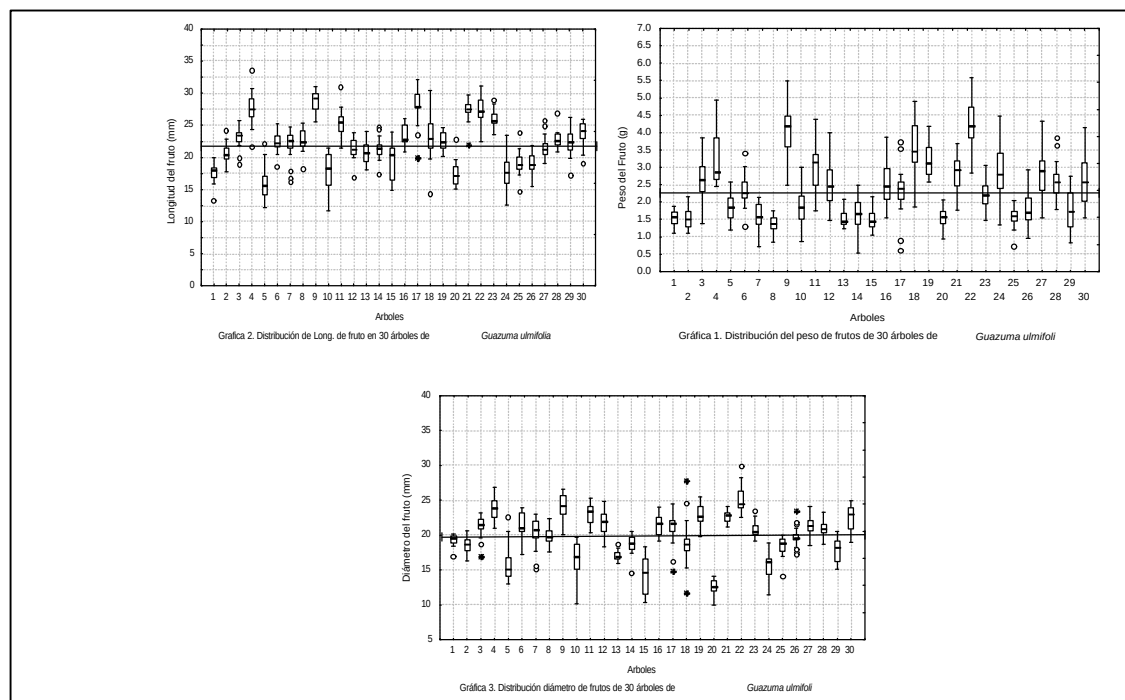
Cuadro 1. Estadísticas descriptivas del peso, longitud y diámetro del fruto en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz.

Variable	N	Media	C.V.	Mínimo	Máximo	Des.Est..	E. Estd
PF (g)	594	2.37	40.85	0.524	7.971	0.968	.0397
LF (mm)	594	22.31	17.67	11.690	33.550	3.943	.1618
DF (mm)	594	19.97	17.51	9.9450	40.660	3.499	.1436

PF =Peso de fruto; LF =Longitud de fruto; DF =Diámetro de fruto.

Las distribuciones de datos de morfometría de los frutos se muestran en la figura 1. Para todas las variables morfométricas del fruto el ANVA al 0.05 de probabilidad mostró diferencias estadísticamente significativas entre los árboles de la población de *Guazuma ulmifolia*. (Cuadro 2). De acuerdo a las pruebas de tukey HSD, por el peso de los frutos existen 11 agrupamientos. La longitud del fruto fue ordenada en 12 agrupamientos de acuerdo a Tukey, y por su parte de acuerdo al diámetro, 16 agrupamientos estadísticamente diferentes, fueron dados en esta prueba.

Figura 1. Gráficos de distribución de los datos de las variables morfométricas del fruto en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz.



Cuadro 2. ANVA para el peso, longitud y diámetro del fruto en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel - Nautla, estado de Veracruz.

VARIABLE	Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Nivel-P
PF (g)	Árbol	29	371.4308	12.80796	39.23598	0.00
	Error	564	184.1088	0.32643		
	Total	593	555.5396			
LF (mm)	Árbol	29	6794.478	234.2923	54.50533	0.00
	Error	593	2424.366	4.2985		
	Total		9218.844			
DF (mm)	Árbol	29	5170.033	178.2770	48.12082	0.00
	Error	564	2089.496	3.7048		
	Total	593	7259.529			

PF = peso del fruto; LF = Longitud del fruto; DF = Diámetro del fruto
F < 0.05

Producción de semillas de *Guazuma ulmifolia*.

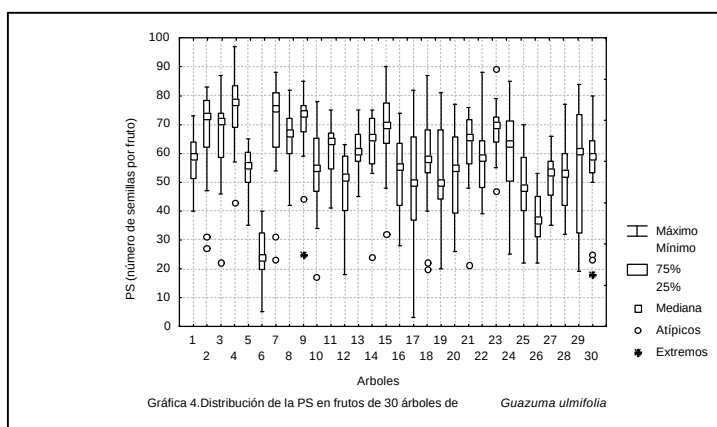
La descripción estadística de la producción de semillas se aprecian en el Cadro 3. La distribución de producción de semillas por fruto, se aprecia en la figura 2. En el caso de producción de semillas los resultados del ANVA mostraron que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los árboles de la población al 0.05 de probabilidad (Cuadro 4). Respecto a la comparación de medias de producción de semillas por fruto entre los treinta árboles, la prueba de Tukey los ordenó en 8 grupos y los árboles con los mayores promedios se agruparon entre 60.6 y 75.6 semillas por fruto.

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de: producción de semillas en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz

Variable	N	Media	C.V.	Mínimo	Máximo	Des.Est..	E. Estd
PS	594	57.45	29.14	3.00	97.00	16.74	0.686784

PS=Producción de semillas por fruto.

Figura 2. Gráfico de distribución de los datos de la producción de semillas en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz.



Cuadro 4. ANVA para la producción de semillas de una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel - Nautla, estado de Veracruz.

VARIABLE	Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Nivel-P
PS	Árbol	29	60166.6	2074.712	11.04151	0.00
	Error	564	105976.2	187.901		
	Total	593	166142.8			

PS = Número de Semillas producidas por fruto.

Peso, Largo y Ancho de las semillas de *Guazuma ulmifolia*.

Las variables morfométricas peso, largo y el ancho, en su descripción estadística aparecen el cuadro 5, la distribución de datos de la morfometría de las semillas se aprecia en la figura 3.

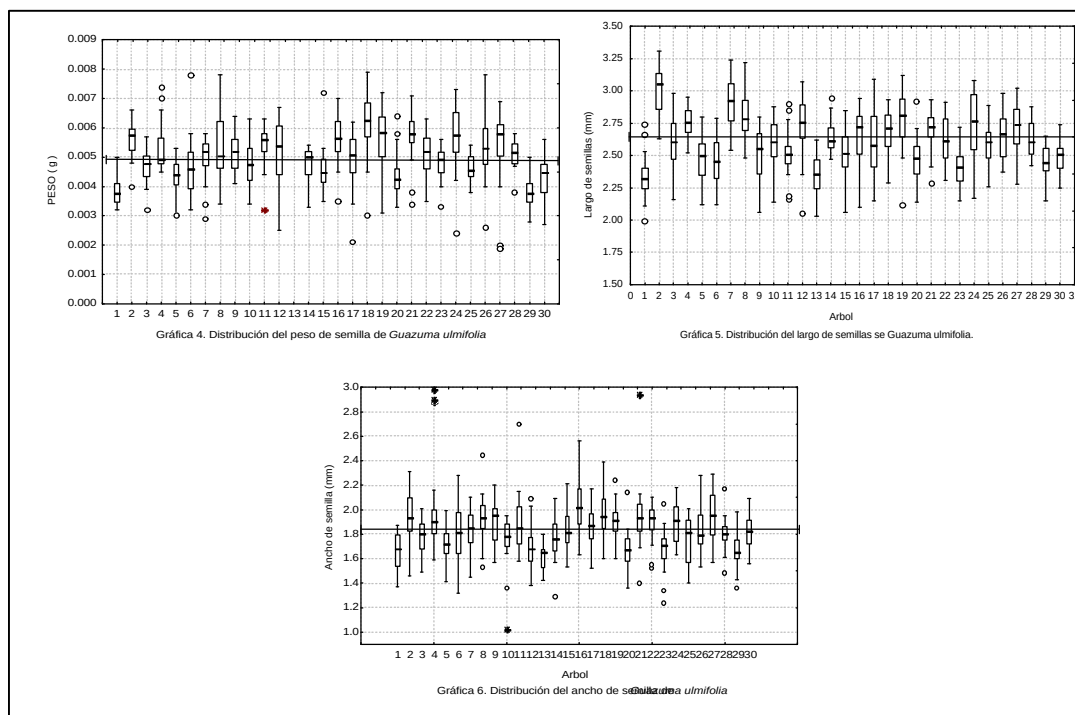
De acuerdo a los resultados, el largo y el ancho de la semilla se considera que son poco variables sin embargo, presentaron diferencias entre árboles estadísticamente significativas al 0.05 de probabilidad, misma que se aprecia en el Cuadro 6. De acuerdo al peso de la semilla la prueba de Tukey HSD, ordenó 9 grupos; por largo de la semilla fueron ordenados en 11 grupos, y así mismo la prueba de Tukey ordenó a los árboles en 8 grupos por el ancho de semilla.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas del peso, largo y ancho de semillas en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz

Variable	N	Media	C.V.	Mínimo	Máximo	Des.Est..	E. Estd
Ps (g)	580	0.005	20.00	.0019	.0079	0.001	.000042
Ls (mm)	600	2.61	09.20	1.990	3.310	0.240	.009808
As (mm)	600	1.83	13.17	1.020	2.980	0.224	.009148

Ps = peso de semilla; Ls= largo de semilla (mm), As= ancho de semilla (mm).

Figura 3. Gráficos de distribución de los datos de peso, largo y ancho de semillas en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel- Nautla, estado de Veracruz.



Cuadro 6. ANVA para el peso, largo y ancho de semillas de 30 árboles en una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* en la carretera costera Cardel - Nautla, estado de Veracruz.

VARIABLE	Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Nivel-P
Ps (g)	Árbol	28	.000178	.000006	8.717501	.00000
	Error	555	.000401	.000001		
	Total	579	0.000579			
Ls (mm)	Árbol	29	6794.478	234.2923	54.50533	0.00
	Error	564	2424.366	4.2985		
	Total	594	9218.844			
As (mm)	Árbol	29	5170.033	178.2770	48.1282	0.00
	Error		2089.496	3.7048		
	Total		7259.529			

Ps = peso de semilla; Ls= largo de semilla; As = ancho de semilla.

F < 0.05

Discusión de resultados.

La muestra piloto de frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam. en esta población, fue adecuada, por lo que no hubo la necesidad de realizar nuevas colectas. Es decir que con base en la metodología de Scheaffer et al (1990) pudo manejar con confianza la muestra de frutos con significancia estadística.

El peso del fruto es una característica que puede referirse hasta ahora como altamente variable. La longitud de los frutos concuerda con lo expuesto en la literatura (Pennington y Sarukhan, 1968 y Salazar et al, 1997). El diámetro del fruto por su parte difiere importantemente de lo encontrado en literatura.

En la población de *Guazuma ulmifolia* bajo estudio, presentó evidencia estadísticamente significativa para afirmar que hay diferencias entre árboles para las características estudiadas. Aunque el Salazar et al, (1997) refiere que los frutos de *Guazuma ulmifolia* tienen 40-80 semillas, en este estudio se encontró un rango global de 3 a 97, y los promedios individuales de los 30 árboles medidos presentaron promedios por árbol desde 25 hasta 70 semillas por fruto, a lo que hay que agregar como dato importante que más del 50 % de los árboles están sobre la media poblacional, que fue de 57.45 semillas por fruto.

El peso de la semillas de *G. ulmifolia* fue en promedio de .0050 gramos. Si se hace una conversión a un Kilogramo de semillas se necesitarían aproximadamente 200 000 semillas. Al comparar esto con la referencia de Salazar et al, (1997) que apunta que un Kilogramo de semillas contiene 150 000, es decir que por conversión serían semillas con un peso de .0067 g aprox., puede deducirse que las semillas de nuestra población de estudio resultaron ser aproximadamente 25 % menos pesadas que las referidas por este autor (op. cit.).

Respecto a la morfometría de las semillas de *Guazuma ulmifolia* de la población de referencia, existen diferencias estadísticamente significativas entre árboles las cuales deberán estudiarse a fondo para encontrar una explicación de su origen. Para el caso de semillas se observó que la población de estudio presentó longitudes máximas por arriba de lo reportado por Pennington y Sarukhan (1968) y coinciden con el dato de longitud de semilla reportado por Salazar et al, (1997). El ancho de la semilla por su parte, fue algo más variable que el largo de la semilla.

Aunque, el estudio de nuevas colectas a futuro permitirá tener mejores bases para conocer la variación natural de estas características en esta y otras poblaciones de *Guazuma ulmifolia* para llegar a una conclusión convincente, debe reiterarse que, en todas las variables morfométricas del fruto y la semilla así como de la producción de semillas por fruto pudo comprobarse que la población de *Guazuma ulmifolia* bajo estudio es variable y que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que hay diferencias entre árboles para dichas características. En este sentido las diferencias encontradas resultan de mucha importancia, ya que ayudarán a futuro a explicar la variabilidad genética, como lo refiere Zobel y Talbert (op. cit.) pues si se describe la variación que se encuentra entre individuos, se puede evaluar la variabilidad genética de este árbol para su selección, domesticación y adecuado aprovechamiento.

CONCLUSION. Se requirió un mínimo de 2 frutos y 28 árboles como muestra final de estudio, por lo que el muestreo piloto fue adecuado comprobado con la metodología de Scheaffer et al (1990).

El peso del fruto es la característica más variable y su longitud y diámetro tienen poca variación. El peso de la semilla resultó ser menor que lo reportado en la literatura, por su parte el largo y ancho de las semillas son poco variables en la población.

Existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que hay diferencias entre árboles, cuya variación apunta a los atributos de naturaleza genética y que es suficiente para utilizarla como base preliminar de selección en la domesticación de esta especie agroforestal.

LITERATURA CONSULTADA

- Acosta, P.,R. 1986. La vegetación de la sierra de Manuel Díaz, Ver. México. Tesis profesional de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana. 97 p.
- Bramlett, D.L.; E.W. Belcher, Jr.; G.L. DeBarr; G.D. Hertel; R.P. Karrfalt; C.W. Lantz; T. Miller; K.D. Ware y H.O. Yates III. Manual de análisis de conos. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. (Traducción). 31 p.
- Burley, J. Y Spedsdy, A.W. 2000. Investigación agroforestal – perspectivas globales. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. MailServ-Reply@mailserv.fao.org
- Callahan, R.Z. 1964. Investigación de procedencias, estudio de la diversidad genética asociada a la geografía. Unasilva. 18 (73) 40-48.
- Furnier, R., G. 1997 Métodos para medir la variación genética en plantas. En: Vargas, H., J. J.; Bermejo, V., B. y Ledig, T., F. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. pp 13-36.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Anls. Inst. de Geogr.. de la UNAM. México. 243 pag.
- Gómez -Pompa, A. 1978. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. CECSA. 89 pag.
- Ledig, T., F. 1997. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. En: . En: Vargas, H., J. J.; Bermejo, V., B. y Ledig, T., F. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Pp. 1- 22.
- Loo, J. 1997. Manejo de germoplasma en programas de mejoramiento de árboles. En: Vargas, H., J. J.; Bermejo, V., B. y Ledig, T., F. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Pp. 49 - 65.
- Niembro, R., A. 1998. Potencial y eficiencia de producción de semillas de frutos de 10 fuentes parentales de Tzalam (Lysiloma bahamensis Benth.) colectados en un bosque tropical subcaducifolio en Campeche, Mexico. En: memorias de la XI Reunión Científica,Tecnológica, Forestal y Agropecuaria de Veracruz. INIFAP. Pp. 267-270.
- Penington, T., D. y Sarukhan, J. 1968. Árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Pp. 300-301.
- Powell, H., M. 1997. A guide to multipurpose trees from around the world. The forest, farm, and community tree net work. Winrock International. Erkanas USA. 4 pag. Email: Forestry@msmail.
- Raintree Nutrition. 1998. Mutamba Guazuma ulmifolia. Raintree Nutrition, Inc. Austin, Texas. USA - tree.com.
- Red Mexicana de Germoplasma Forestal,. 1999. Recolección de frutos y semillas forestales. En: Gaceta de la Red mexicana de germoplasma forestal 3 :7-14.
- Rzedowski, J. 1978 Vegetación de México. Limusa. 432 pp.
- Scheaffer, R.L.; Mendenhall, W. and Ott, L. 1990. Elementos de muestreo. Grupo editorial Iberoamérica. México, D.F. 321 p.
- Salazar, R.; Méndez, J.M. y Soihet, C., 1997. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales: Guazuma ulmifolia Lam. CATIE Turrialba, Costa Rica. 3 pag
- Thompson, C., M. 1997. Zonificación de semillas en México. En: Vargas, H., J. J.; Bermejo, V., B. y Ledig, T., F. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Pp. 67 - 88.
- Watson, L., and Dallwitz, M.J. 1998. The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification and Information Retrieval. Version:15 th October 1998.
- Zobel, B. Y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Noriega Edit - LIMUSA.545 pp.