



## RELACIÓN ENTRE VARIABLES CLIMÁTICAS CON LA MORFOLOGÍA Y CONTENIDO DE ACEITE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) DE CHIAPAS

### RELATIONSHIP AMONG CLIMATIC VARIABLES WITH THE MORPHOLOGY AND OIL CONTENT OF CASTOR OIL PLANT (*Ricinus communis* L.) SEEDS FROM CHIAPAS

María Antonieta Goytia-Jiménez<sup>1\*</sup>, Carlos Horacio Gallegos-Goytia<sup>1,2</sup>, Carlos Alberto Núñez-Colín<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa para la Formación de Jóvenes Investigadores y Emprendedores, Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. MÉXICO.

<sup>2</sup> Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

<sup>3</sup> Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. Apartado Postal 112. Celaya, Guanajuato, C. P. 38010. MÉXICO.

\* Autor para correspondencia: magoytia02@hotmail.com.

#### RESUMEN

Ciento cincuenta y un accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.), colectadas en el estado de Chiapas, México, fueron caracterizadas por contenido de aceite, forma, tamaño y peso de la semilla, con el objetivo de generar información que pueda servir de base en un programa de mejoramiento para esta especie, que podría ser una opción rentable para la producción de biodiesel y bioturbosina. De acuerdo con su distribución, se establecieron las cuatro siguientes zonas climáticas: Región 1) clima Lluvioso tropical sin estación seca; Región 2) Sabana tropical con inviernos secos; Región 3) Sabana tropical con inviernos menos secos que la Región 2, y Región 4) Lluvioso Tropical. Se encontró una amplia variación en tamaño (de 0.05 a 2.49 cm<sup>2</sup>), color, peso (desde 7 hasta 123.9 g por cada 100 semillas) y contenido de aceite (desde 12.20 a 64.84 %). Las asociaciones que se establecieron entre el tamaño y peso de 100 semillas con temperatura y precipitación fueron negativas, y significativas sólo en las regiones 3 y 4. No hubo significancia para las asociaciones del contenido de aceite con temperatura y precipitación, pero la tendencia fue a ser positivas en las regiones 1 y 4, las de mayor humedad de las cuatro regiones, y negativas en las regiones 2 y 3. Se concluye que los individuos de esta especie presentan una gran adaptación a diferentes entornos y crean fenotipos especiales para cada lugar en donde se desarrollan.

Recibido: 4 de agosto, 2010  
Aceptado: 15 de septiembre, 2010  
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.048  
[http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas)

**PALABRAS CLAVE:** Biodiesel, aceite, accesiones, cambio climático.

#### ABSTRACT

One hundred and fifty-one castor oil plant (*Ricinus communis* L.) accessions, collected in the state of Chiapas, Mexico, were characterized by the oil content, shape, size and weight of the seeds, with the aim of generating information that can serve as a basis for a breeding program for this species, which could be a profitable option for the production of biodiesel and turbine biofuel. Based on the distribution of the accessions, the following four climatic zones were established: Region 1) tropical rainy climate without a dry season; Region 2) tropical savanna with dry winters; Region 3) tropical savanna with less dry winters than those of Region 2; and Region 4) tropical rainforest. There was a wide variation in seed size (from 0.05 to 2.49 cm<sup>2</sup>), color, weight (from 7 to 123.9 g per 100 seeds) and oil content (from 12.20 to 64.84 %). The relationships established between the size and weight of 100 seeds with temperature and precipitation were negative, being significant only in regions 3 and 4. There was no significance to oil content relationships with temperature and precipitation, but the trend was positive in regions 1 and 4, the most humid ones of the four regions, and negative in regions 2 and 3. It is concluded that individuals of this species have a great ability to adapt to different environments and create special phenotypes for each place where they develop.

**KEY WORDS:** Biodiesel, oil, accessions, climate change.

## INTRODUCCIÓN

Los biocombustibles son una alternativa para contrarrestar los daños ocasionados al ambiente por el uso de los combustibles fósiles (Labrousse, 1998; Durham y Wood, 2002), así como para el desarrollo de zonas rurales al establecer cultivos bioenergéticos y utilizar este biocombustible en la maquinaria de los productores, o en la generación de electricidad para su consumo. Además, esta producción coadyuvará para hacer frente al futuro desabasto de petróleo, cuya amenaza enfrenta hoy la humanidad. Una planta factible de incorporarse a la producción de biocombustibles es la higuierilla (*Ricinus communis* L.), de la cual se obtiene el aceite de ricino, que presenta gran densidad y conserva su viscosidad a diferentes temperaturas y sólo se congela a los  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Lascarro, 2005; Durham y Wood, 2002; Ramírez, 2006). Esta especie se distribuye ampliamente en el territorio mexicano de manera silvestre, y no obstante es poca la información que respecto a ella existe, por lo que en la presente investigación se evaluaron en 151 accesiones provenientes del estado de Chiapas la morfología y el contenido de aceite de las semillas, así como la correlación que éstas presentaron con las variables climáticas de la región en donde fueron colectadas. Esto con el objetivo de generar información que puede servir de base para la selección de genotipos que puedan ser utilizados para el establecimiento de cultivares bioenergéticos de esta especie con germoplasma local, que hagan competitivo este proceso como lo recomienda Benavides (2007).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio es el estado de Chiapas, en donde predominan los climas cálidos húmedos y se presentan diferentes condiciones geográficas, latitudinales y de elevación (Gobierno de Chiapas, 2005), lo que hace que de manera general se vuelva complicado establecer cómo las variables climáticas inciden en la morfología y contenido de aceite de la semilla; por lo tanto, se delimitaron cuatro regiones climáticas con base en la distribución de las 151 accesiones (Figura 1, Cuadro 1). Se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) para el análisis de datos de distribución de especies, y ArcGIS v. 9, para ubicar geográficamente las 151 accesiones.

### Germoplasma

Se trabajó con 151 accesiones, colectadas por habitantes del estado de Chiapas, para el concurso "Recolección de semilla de higuierilla" bajo los términos de la convocatoria emitida por la Comisión de Bioenergéticos del Estado de Chiapas, que tuvo vigencia del 15 de abril al 15 de mayo de 2008.

## INTRODUCTION

Biofuels are an alternative to counteract the damage caused to the environment by the use of fossil fuels (Labrousse, 1998; Durham and Wood, 2002) and for rural development by establishing bioenergy crops and using this biofuel in the producers' machinery, or in the generation of electricity for consumption. Furthermore, this production will help address the predicted future oil shortage, which is a serious threat facing humanity today. One plant that could be used for biofuel production is the castor oil plant (*Ricinus communis* L.), from which castor oil is obtained, which has great density and retains its viscosity at different temperatures and only freezes at  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  and below (Lascarro, 2005; Durham and Wood, 2002; Ramírez, 2006). This species is widely distributed in Mexico in the wild, and yet there is little information about it there, which is why this study evaluated the morphology and oil content of the seeds in 151 accessions from the state of Chiapas, as well as the correlation they presented with the climatic variables of the region where they were collected. The aim was to generate information that can serve as a basis for selecting genotypes that can be used to establish bioenergy cultivars of this species with local germplasm, thereby making this process competitive as recommended by Benavides (2007).

## MATERIALS AND METHODS

### Geographic location of the study area

The study area is the state of Chiapas, characterized by warm humid climates and different geographical, latitudinal and altitudinal conditions (Government of Chiapas, 2005), which generally makes it difficult to establish how climatic

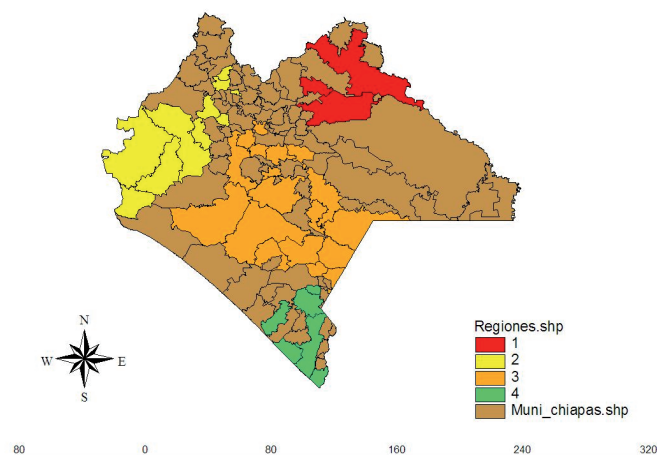


FIGURA 1. Regionalización, en donde se incluyen cuatro áreas de distribución de las 151 accesiones de higuierillas colectadas en el estado de Chiapas.

FIGURE 1. Regionalization, which includes four distribution areas of the 151 castor oil plant accessions collected in the state of Chiapas.

**CUADRO 1. Variables climáticas predominantes en las cuatro regiones delimitadas con base en la distribución de las 151 accesiones evaluadas en este trabajo.**

**TABLE 1. Predominant climatic variables in the four delineated regions based on the distribution of the 151 accessions evaluated in this study.**

	Precipitación anual (mm)	Temperatura (°C)		Clima	Clasificación <sup>z</sup>	Núm. de accesiones
		Max.	Media			
Región 1	2500	35	18	Lluvioso tropical, sin estación seca	A(f)	14
Región 2	1200	34	14	Sabana tropical con inviernos secos	Awo, Aw1 y Am(f)	33
Región 3	>1200	38	12	Sabana tropical con inviernos menos seco que la Región 2	Awo, Aw1 y Am	84
Región 4	4000	36	20	Lluvioso Tropical	Aw2, Aw1	20

<sup>z</sup> Clasificación tomada de la página de CONABIO (1998).

<sup>z</sup> Classification taken from the CONABIO page (1998).

### Contenido de aceite

Las semillas fueron tomadas al azar, y se descascarillaron y trituraron en un mortero de porcelana. A estas muestras se les tomó el peso y posteriormente se pusieron a secar en una estufa Fisher Scientific Isotemp® Oven Modelo 615F por 12 h a 60 °C, para determinar el porcentaje de humedad. Se tomaron 2 g en peso seco como unidad experimental, con tres repeticiones para cada accesión. Se extrajo el aceite utilizando un extractor de grasas Tecator Soxtec System HT 1043 extraction unit y éter etílico. Las muestras se mantuvieron en el extractor por 3 h, a 60 °C. Posteriormente, para eliminar el éter del aceite, éste se puso en una estufa a 90 °C. El contenido de aceite se determinó al relacionar el peso de éste con el peso seco de la muestra.

### Caracterización morfológica de la semilla

El color de la semilla se determinó de manera cualitativa, agrupándolo en nueve grupos de color y sus respectivas mezclas. Para la forma y tamaño se tomaron 20 semillas al azar de cada accesión. Se digitalizaron con un scanner HP psc a una resolución de 200 ppp. Las imágenes fueron procesadas en el programa Imagen Tool ver. 3.00, obteniendo área, perímetro, longitud del eje menor (MiAL), longitud del eje mayor (MaAL), índice de alargamiento ( $EI = MaAL / MiAL$ ), índice de redondez ( $RI = (4 \times \pi \times \text{área}) / \text{perímetro}^2$ ), diámetro Feret ( $DF = \sqrt{(4 \cdot \text{Área}) / \pi}$ ) e índice de compactación ( $CI = DF / MaAL$ ) (Wilcox *et al.*, 2002) para cada semilla; también se obtuvo la media y la desviación estándar de cada una de las variables por accesión. El peso de 100 semillas se obtuvo tomando éstas al azar, y se pusieron en una estufa Fisher Scientific Isotemp® Oven Modelo 615F por 12 h a 60 °C; posteriormente se pesaron en una balanza analítica OHAUS GA 200D.

### Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza para el contenido de aceite y peso de 100 semillas, y de correlaciones para

variables affect the morphology and oil content of the seeds. Therefore, four climatic regions were delineated based on the distribution of the 151 accessions (Figure 1, Table 1). The Geographic Information System (GIS) was used for the analysis of species distribution data, and ArcGIS v. 9 to geographically locate the 151 accessions.

### Germplasm

We worked with 151 accessions, collected from Chiapas by state residents for the “Collection of castor oil plant seeds” competition, held under the terms of the notice issued by the Biofuels Commission of the State of Chiapas from April 15 to May 15, 2008.

### Oil Content

The seeds were taken at random, then husked and crushed in a porcelain mortar; 2 g dry weight was taken as the experimental unit, with three replications for each accession. The weight was obtained from these samples, after which they were placed to dry in a Fisher Scientific Isotemp® oven, Model 615 F, for 12 h at 60 °C to determine the moisture content of each sample. The oil was extracted using a Tecator Soxtec System HT 1043 extraction unit and ethyl ether. The samples were kept in the extractor for 3 h at 60 °C. Subsequently, to remove the ether from the oil, it was put in an oven at 90 °C. The oil content was determined by relating this weight with the dry weight of the sample.

### Morphological characterization of the seed

Seed color was determined qualitatively, grouping it into nine color groups and their respective mixtures. For shape and size, 20 seeds were taken randomly from each accession, after which they were digitized with an HP psc scanner at a resolution of 200 dpi. The images were processed using the Image Tool program, ver. 3.00, obtaining area, perimeter, minor axis length (MiAL), major axis length (MaAL), elongation index ( $EI = MaAL / MiAL$ ),



FIGURA 2. Contraste de colores que presentan las semillas de higuera colectadas en el estado de Chiapas.

FIGURE 2. Contrast of colors presented by castor oil plant seeds collected in the state of Chiapas.

establecer si existía asociación entre las características evaluadas de semillas con las variables climatológicas de cada región. Se utilizó el programa SAS v. 9 (Statistica Analisis Systems, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Color de la semilla

Esta característica varió entre las 151 accesiones evaluadas (Figura 2), encontrándose el gris plateado (Figura 3a), ocre (Figura 3b), algunos con betas negras (Figura 3c) y naranjas (Figura 3d), blanco (Figura 3e), café claro (Figura 3f) y oscuro (Figura 3g), y negro mate (Figura 3h) y brillante (Figura 3i). Para esta variable, Biofuelseeds, en 2008, propuso una clasificación basada en los siguientes colores: rojo, nordestino, blanco, negro jaspeado y negro, clasificación que no cubre la gama de colores encontrados en este trabajo.

### Forma de la semilla

Esta característica varió y se identificaron semillas con coeficientes de redondez que van de 1.02 a 2.23 (Figura 4a y 4b, respectivamente). Mientras el valor del coeficiente se aproxima al 1, más redonda será la semilla. A pesar de ser fácil esta medición, no se encontraron registros de su estudio para comparar los resultados obtenidos, ya que sólo se describe como ovada aplastada (Ramírez, 2006).

### Tamaño de la semilla

El tamaño de semilla varió significativamente, y los valores se encontraron desde 0.05 a 2.41 cm<sup>2</sup> (accesiones 22 y 74 respectivamente) (Figura 5), resultados que no coinciden con lo reportado en otros trabajos para la misma especie, ya que se ha encontrado que el tamaño de la semilla varía de 1 a 1.7 cm<sup>2</sup> (Mondragón-Pichardo *et al.*, 2005), o bien que éste se encuentra entre 0.5 a 1,5 cm<sup>2</sup> (Ramírez, 2006).

CUADRO 2. Accesiones con el mayor y menor contenido de aceite dentro de 151 accesiones de higuera del Estado de Chiapas, así como los cuadrados medios del error y coeficientes de variación (CV) según el análisis de varianza.

TABLE 2. Accessions with the highest and lowest oil content of the 151 castor oil plant accessions from the State of Chiapas, and the mean square errors and coefficients of variation (CV) according to the analysis of variance.

Muestra	Contenido de Aceite (%)	Peso 100 semillas(gr)	Tamaño (cm <sup>2</sup> )
<b>Accesiones con mayor contenido de aceite</b>			
321	64.84	17.3	0.54
261	62.04	19.9	0.63
184	61.72	23.3	0.71
129	61.31	18.6	0.64
5	61.10	40.4	0.16
127	60.40	11.8	0.51
350	59.64	23.2	0.92
361	59.50	13.1	0.52
394	59.47	29.7	0.84
71	59.43	53.1	1.22
<b>Accesiones con menor contenido de aceite</b>			
38	36.23	24.4	0.82
160	31.16	11.3	0.42
250	27.56	12.1	0.45
137	23.55	19.8	0.6
292	22.38	64.2	1.51
119	21.94	12.2	0.47
238	21.93	41.3	1.04
12	19.89	12.2	0.07
257	13.17	24.3	0.67
263	12.20	20.9	0.68
Media aritmética <sup>z</sup>	48.39	48.72	
Cuadrado medio del error	240.91***	276.93***	

<sup>z</sup> = Valor promedio de las 151 accesiones, \*\*\* = Significativo al 0.0001

<sup>z</sup> = Average value of the 151 accessions, \*\*\* = Significant at 0.0001

roundness index ( $RI=(4 \times \pi \times area) / perimeter^2$ ), Feret diameter ( $FD=\sqrt{(4 \cdot Area)/\pi}$ ) and compaction index ( $CI=FD/MaAL$ ) (Wilcox *et al.*, 2002) for each seed. In addition, the mean and standard deviation of each variable per accession was obtained. The weight of 100 seeds was obtained by taking them at random and placing them in a Fisher Scientific Isotemp<sup>®</sup> oven, Model 615F, for 12 h at 60 °C. They were then weighed on an OHAUS GA 200D analytical balance.

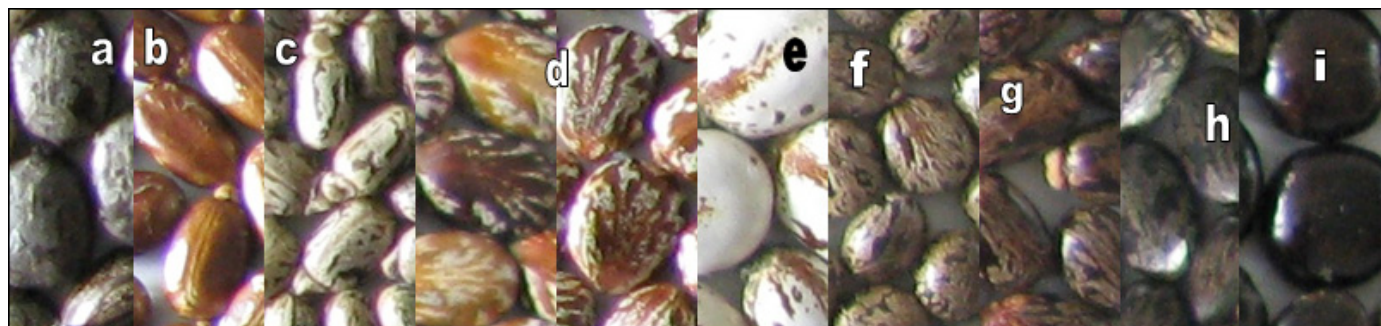


FIGURA 3. Colores predominantes de las semillas de higuierilla colectadas en el estado de Chiapas.

FIGURE 3. Predominant colors of castor oil plant seeds collected in the state of Chiapas.

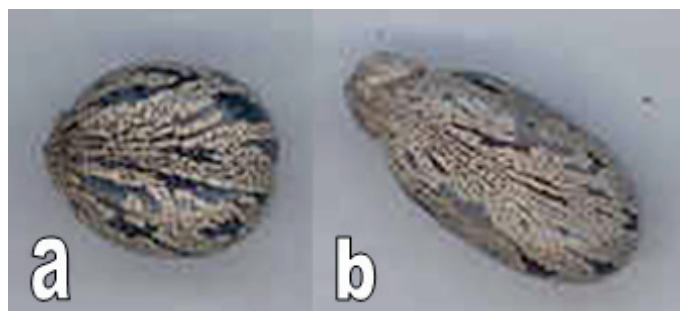


FIGURA 4. Forma de las semillas de higuierilla en accesiones del Estado de Chiapas.

FIGURE 4. Shape of castor oil plant seeds in accessions collected in the state of Chiapas



FIGURA 5. Tamaños contrastantes en semilla de 151 accesiones de higuierilla del estado de Chiapas.

FIGURE 5. Contrasting sizes of 151 seed accessions of castor oil plant in the state of Chiapas.

#### Peso de la semilla

Una de las variables que mostró mayor diferencia entre las accesiones evaluadas fue el peso de 100 semillas, registrándose pesos que fueron desde 7.0 g hasta 123.63 g por cada 100 semillas. The Royal Botanic Gardens UK

#### Data Analysis

An analysis of variance was carried out for oil content and weight of 100 seeds, and of correlations to determine whether there was a relationship between the seed characteristics evaluated and the meteorological variables of each region. The SAS (Statistical Analysis System) v. 9 program was used.

### RESULTS AND DISCUSSION

#### Seed color

This characteristic varied among the 151 accessions evaluated (Figure 2). Colors found were: silver gray (Figure 3a), ocher (Figure 3b), some with black threads (Figure 3c) and orange ones (Figure 3d), white (Figure 3e), brown (Figure 3f) and dark brown (Fig. 3g), and mottled black (Figure 3h) and shiny black (Figure 3i). For this variable, BioFuel Seeds, in 2008, proposed a classification based on the following colors: red, grayish black, white, mottled black and black, a classification system that does not cover the range of colors found in this study.

#### Seed shape

This feature varied as seeds with coefficients of roundness ranging from 1.02 to 2.23 (Figure 4a and 4b, respectively) were identified. The closer the coefficient value is to 1, the rounder the seed will be. Although this measurement is easy to perform, no records of its study were found with which to compare the results obtained, as it is only described as flattened ovate (Ramírez, 2006).

#### Seed size

Seed size varied significantly, with the values ranging from 0.05 to 2.41 cm<sup>2</sup> (accessions 22 and 74, respectively) (Figure 5). These results do not coincide with those reported in other studies for the same species, as seed size has been found to vary from 1 to 1.7 cm<sup>2</sup> (Mondragón-Pichardo *et al.*, 2005), or from 0.5 to 1.5 cm<sup>2</sup> (Ramírez, 2006).

**CUADRO 3. Correlación establecida entre las condiciones climáticas con el contenido de aceite de las accesiones de higuierilla colectadas en el Estado de Chiapas****TABLE 3. Correlation established between climatic conditions and the oil content of castor oil plant accessions collected in the State of Chiapas.**

	Región											
	Contenido de aceite (%)				Peso de 100 semillas				Tamaño de semilla cm <sup>2</sup>			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precipitación (mm)	0.30 <sup>NS</sup>	-0.00 <sup>NS</sup>	-0.07 <sup>NS</sup>	0.04 <sup>NS</sup>	0.20 <sup>NS</sup>	-0.02 <sup>NS</sup>	-0.04 <sup>NS</sup>	-0.35 <sup>NS</sup>	0.38 <sup>NS</sup>	-0.04 <sup>NS</sup>	-0.15 <sup>NS</sup>	-0.17 <sup>NS</sup>
Temperatura Máx. (°C)	0.20 <sup>NS</sup>	-0.09 <sup>NS</sup>	-0.19 <sup>NS</sup>	0.05 <sup>NS</sup>	-0.24 <sup>NS</sup>	-0.06 <sup>NS</sup>	-0.08 <sup>NS</sup>	-0.64 <sup>**</sup>	-0.02 <sup>NS</sup>	-0.17 <sup>NS</sup>	-0.28 <sup>**</sup>	-0.53 <sup>*</sup>
Temperatura Media (°C)	0.27 <sup>NS</sup>	-0.11 <sup>NS</sup>	-0.19 <sup>NS</sup>	0.05 <sup>NS</sup>	-0.41 <sup>NS</sup>	-0.04 <sup>NS</sup>	-0.05 <sup>NS</sup>	-0.55 <sup>*</sup>	-0.20 <sup>NS</sup>	-0.13 <sup>NS</sup>	-0.27 <sup>*</sup>	-0.48 <sup>*</sup>

NS, \*, \*\* = no significativo, significativo y altamente significativo respectivamente con una probabilidad de 0.05 %.  
 NS, \*, \*\* = not significant, significant and highly significant respectively with a probability of 0.05 %.

(2008) reporta un peso promedio de 1,000 semillas de 322.3 g para esta especie, teniendo así un peso medio de 32 g por 100 semillas, valores que no se relacionan con lo encontrado en este trabajo, ya que aquí la media general en el experimento fue de 48.72 g para el de 100 semillas, y la variación entre pesos fue altamente significativa (Cuadro 2), lo que se podría deber a la influencia que tiene el ambiente sobre el desarrollo de las semillas, ya que las accesiones provienen de regiones con diferentes climas.

### Contenido de aceite

Esta característica varió significativamente (Cuadro 2), registrándose contenidos entre 12.2 y 64.84 %, accesiones 263 y 321, respectivamente (Cuadro 2), encontrándose valores que no han sido reportados en la literatura hasta el momento, como el porcentaje encontrado en la accesión 321, que fue de 64.84 %, el cual supera al 51 y 55 % reportado para especies mejoradas, según estudios realizados por el Instituto de Biocombustible, Energías Alternativas y Renovables (Amado-González *et al.*, 2006) y de la Universidad de Pamplona (Akpa *et al.*, 2006), respectivamente.

### Correlaciones

Las asociaciones que se establecieron entre el tamaño y peso de 100 semillas con temperatura y precipitación fueron negativas, y significativas sólo en las regiones 3 y 4 (Cuadro 3); al respecto, se ha dicho que las semillas más pequeñas tienen tasas germinativas mayores que las semillas más grandes (Edwards y Hartwig, 1971); mientras que otros autores han observado que en semillas pequeñas se reduce el porcentaje de emergencia (Burriss *et al.*, 1973). También se ha planteado que el tamaño de la semilla en general no es tan importante cuando todos los miembros de una población tienen el mismo tamaño, pero cuando se encuentra una diferencia de éste en la misma población, las plantas provenientes de semillas grandes pueden dominar y sobrevivir mejor, a expensas de los

### Seed weight

One of the variables that showed the greatest difference among the accessions evaluated was the weight of 100 seeds, with weights from 7.0 g to 123.63 g per 100 seeds being recorded. The Royal Botanic Gardens in the UK (2008) reported an average weight of 322.3 g per 1,000 seeds for this species, thus having an average weight of 32 g per 100 seeds. These values do not match the findings of this study, because here the overall average in the experiment was 48.72 g per 100 seeds, and the variation between weights was highly significant (Table 2), which may be due to the influence of the environment on seed development, as the accessions are from regions with different climates.

### Oil Content

This characteristic varied significantly (Table 2), ranging from 12.2 to 64.84 %, accessions 263 and 321, respectively (Table 2). These values have not been reported in the literature until now, as the percentage found in accession 321, which was 64.84 %, exceeds the 51 and 55 % figures previously reported for improved species in studies by the Institute of Biofuels and Renewable Energy Alternatives (Amado-González *et al.*, 2006) and the University of Pamplona (Akpa *et al.*, 2006), respectively.

### Correlations

The relationships that were established between the size and weight of 100 seeds with temperature and precipitation were negative, being significant only in regions 3 and 4 (Table 3). In this respect, it has been said that smaller seeds have higher germination rates than larger seeds (Edwards and Hartwig, 1971), whereas other authors have observed that small seeds have a lower emergence percentage (Burriss *et al.*, 1973). It has also been suggested that seed size is generally not as important when all members of a population have the same size, but when

nutrientes de las semillas que se quedaron más pequeñas (Harper *et al.*, 1970).

La correlación del contenido de aceite con temperatura y precipitación no fue significativa (Cuadro 3), no obstante que se estableció una tendencia positiva entre estas variables en la región 1 y 4, con más humedad.

De manera general, las plantas evaluadas mostraron adaptaciones específicas, y las accesiones con semillas más grandes y aquellas con mayor contenido de aceite se concentraron en la región 3, que fue la más seca y cálida de las cuatro, mientras que las más pesadas se encontraron en clima cálido y húmedo (región 4). Por todo lo anterior, se puede suponer que los individuos de esta especie son susceptibles de adaptarse a diferentes entornos y crear fenotipos especiales para cada lugar en donde se desarrollan, lo que les permite prosperar en ellos como lo plantea Dobzhansky (1970). Por ello, para establecer cultivos de esta especie se deberán realizar colectas a nivel de la región elegida con ese objetivo. En tal sentido, para este estudio se recomendaría establecer cultivos de esta especie en la región 3 en donde exista poca agua, pero se pueda cubrir la demanda de éstos, que está entre 600 y 800 mm anuales (Ministerio de Agricultura de Costa Rica, 1991).

### CONCLUSIONES

Existe diversidad en la forma, tamaño y contenido de aceite en semillas de *Recinus communis* L., colectadas en el estado de Chiapas.

Se estableció una relación positiva entre el peso de la semilla y el tamaño de ésta, e inversa entre la temperatura y el tamaño y peso de las semillas.

Los individuos de esta especie se pueden adaptar a diferentes entornos y crear fenotipos especiales para cada lugar en donde se desarrollan, por lo que para establecer cultivos de esta especie se deberán realizar colectas a nivel de la región en donde se plantee hacerlo.

### LITERATURA CITADA

- AKPAN U.; JIMON, A.; MOHAMMED, D. 2006. Extraction, characterization and modification of castor seed oil. *Leonardo Journal at Sciences* 5 (8): 43-52.
- AMADO-GONZÁLEZ E.; PEREA-ORTEGA J.; LÓPEZ A., F. 2006. Caracterización temoanalítica de semilla de *Ricinus communis* variedades mamona blanca, mamona negra y silvestre: análisis de las propiedades reológicas del biodiesel. *Bistua* 4: 16-20.
- BENAVIDES A.; BENJUMEA P.; PASHOVA V. 2007. El biodiesel de aceite de higuera como combustible alternativo para motores diesel. *Dyna* 74 (153): 141-150.
- BURRIS J. S.; EDGE O. T.; WAHAB A. H. 1973. Effects of seed size on seedling performance in soybeans. II. Seedling growth and photosynthesis and field performance. *Crop Science*

there is a difference in this regard in the same population, plants from large seeds can dominate and survive better at the expense of smaller seeds that lose nutrients to them (Harper *et al.*, 1970).

The correlation of oil content with temperature and precipitation was not significant (Table 3), although there was a positive trend between these variables in region 1, where it rains all year.

In general, the plants tested showed specific adaptations, and the accessions with larger seeds and those with higher oil content were found in region 3, which was the driest and warmest of the four, while the heavier ones were found in a warm and humid climate (region 4). For all the foregoing, it can be assumed that individuals of this species are capable of adapting to different environments and creating special phenotypes for each place where they develop, enabling them to flourish in them as suggested by Dobzhansky (1970). Therefore, to establish crops of this species, collections should be made in the region chosen for this purpose. In this regard, this study would recommend establishing crops of this species in region 3 where there is little water, but enough to meet their demand, which is between 600 and 800 mm per year (Ministry of Agriculture of Costa Rica, 1991).

### CONCLUSIONS

There is diversity in the shape, size and oil content of *Recinus communis* L. seeds collected in the state of Chiapas.

A positive relationship was established between seed weight and size, and an inverse relationship between temperature and seed size and weight.

Individuals of this species can adapt to different environments and create special phenotypes for each place where they develop. Therefore, to establish crops of this species, collections should be made in the region where one plans to undertake this activity.

*End of English Version*

13: 207-210.

- CONABIO. 1998. *Climas. Vector, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*, México.
- DOBZHANSKY, T. 1970. *Genetics of the evolutionary process*. New York: Columbia University Press. 505 p.
- DURHAM, S.; WOOD, M. 2002. Biodegradable oils from alternative crops. *Agricultural Research Magazine* 50(4): 22.
- EDWARDS T., J. Jr.; HARTHWIG, E. E. 1971. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. *Agronomy Journal* 63: 429-430.
- GOBIERNO DE CHIAPAS. 2005. Información general sobre el estado de Chiapas. Disponible. en: <http://www.asieschiapas.gob.mx/?>

- accion=mostrarpaginas&consecutivo=1&idcategoria=3&idp  
adre=0 consultado el 13 de enero de 2005
- HARPER J. L.; LOVELLY P. H.; MOORE K. G. 1970. The shapes and size of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327-357.
- LABROUSSE, S. 1998. NTB Network – Phase III. The Liquid Biofuels Newsletter 12: 5-6.
- LASCARRO J., F. 2005. Potencial del proceso y de la tecnología de biodiesel con oleaginosas. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Asunción, Paraguay. 7 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE COSTA RICA. 1991. Aspectos Técnicos sobre 45 Cultivos de Costa Rica. Dirección General de investigación y Extensión Agrícola. Costa Rica. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-higuerilla.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-higuerilla.pdf) consultado el 15 de enero de 2009.
- MONDRAGÓN-PICHARDO. J; VIBRANS H.; TENORIO-LEZAMA P. 2005. Ficha técnica de *Ricinus communis* L. *In: Vibrans* H. (ed.) Malezas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/ricinus-communis/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres> consultado el 14 de enero de 2009
- RAMÍREZ, E. 2006. Abandono del campo Mexicano. *Revista Fortuna: Negocios y Finanzas* año IV número 44. Disponible en la página web: [http://revistafortuna.com.mx/opciones/archivo/2006/septiembre/htm/Abandono\\_campo\\_mexicano.htm](http://revistafortuna.com.mx/opciones/archivo/2006/septiembre/htm/Abandono_campo_mexicano.htm) consultado el 15 de enero de 2009.
- ROYAL BOTANIC GARDENS. 2008. *Ricinus communis* L. Seed Information Database, Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. Disponible en: <http://data.kew.org/sid/SidServlet?ID=19814&Num=V7b> consultado el 15 de enero de 2009.
- SAS. 1999. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 8. SAS Institute, Cary, USA.
- WILCOX D.; DOVE B.; MCDAVID D.; GREER D. 2002. Image tool. Version 3. Users' guide. University of Texas Health Science Center. San Antonio, Texas. 62 p.