
GENÉTICA Y EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE DROSOPHILA DE MÉXICO

OLGA OLVERA

Los investigadores mexicanos participantes en este Programa, queremos manifestar nuestra gratitud al Dr. Theodosius Dobzhansky por habernos iniciado en el estudio de la Genética y la evolución de la *Drosophila pseudoobscura*.

Desde los primeros años que dedicó el Dr. Dohzhansky al estudio de la Genética manifestó gran interés en el análisis de las poblaciones mexicanas de *Drosophila*, lo demuestran sus expediciones a México realizadas en 1936 y 1938. Años en los que visitó los estados de México, Hidalgo, Puebla, Morelos, Veracruz, Michoacán y Oaxaca (Dobzhansky. 1936).

En 1974, durante la Segunda Reunión de la Sociedad Mexicana de Genética, que se llevó al cabo en Mazatlán, Sin., se formalizó un proyecto que por varios años había venido madurando mediante conversaciones entre el Dr. Dohzhansky y el Dr. Alfonso L. de Garay Director del Departamento de Radiobiología y Genética del Instituto Nacional de Energía Nuclear, dicho proyecto consistía en reiniciar los estudios de *Drosophila pseudoobscura* en México. La trascendencia de esta investigación radica en que después del hombre, *D. pseudoobscura* es la especie más utilizada en estudios de genética de poblaciones ya que el territorio mexicano constituye una parte muy importante en el área de distribución de esta especie. Después de una serie de trámites, finalmente en julio de ese mismo año se integró un equipo de investigadores estadounidenses y mexicanos que dirigidos por el Dr. Dobzhansky iniciaron este programa. Además del Dr. Dobzhansky que en esa época estaba en el Dpto. de Genética de la Universidad de California en Davis, el equipo fue integrado por el Dr. Rodolfo Felix y las M. en C. Judith Guzmán, Ma. Esther de la Rosa y la que suscribe, del Departamento de Radiobiología y Genética del INEN, los Dres. Louis Levine del Departamento de Biología del City College de la City University de Nueva York, Jeffrey Powell del Dpto. de Biología de la Universidad de Yale y Víctor M. Salceda del Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo.

Esta investigación consiguió apoyo financiero complementario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y la National Science Foundation de los Estados Unidos.

Los estudios genéticos recientes han puesto de manifiesto la existencia de una insospechada cantidad de polimorfismos, tanto a nivel cromosómico como bioquímico. Uno de los problemas actuales consisten en explicar el origen, el mantenimiento y la función biológica de la variabilidad genética que se encuentra presente en muchas especies incluyendo al hombre, pero, relativamente pocas de ellas se prestan para hacer estudios de campo y de laboratorio, entre éstas ocupa un lugar prominente *Drosophila pseudoobscura* debido a la gran cantidad de estudios genéticos y citológicos que existen y que sirven de base para estudios más profundos.

Drosophila pseudoobscura tiene cinco pares de cromosomas en su cariotipo, cada uno de ellos puede identificarse por la disposición característica de sus bandas. El cromosoma tres, atrajo la atención del Dr. Dobzhansky cuando observó que la secuencia de las bandas variaba de acuerdo con el área de donde procediera la mosca, después de analizar estos patrones, encontró, que eran el resultado de inversiones. El arreglo inicial de los genes puede ser alterado por una inversión y posteriormente puede ocurrir un segundo arreglo que se sobrepone al primero, el estudio de la superposición de las inversiones permite describir el curso probable de su evolución si se tienen tres secuencias de genes:

I ABCDEFGH II AEDCBFGH III AEDGFBCH solamente existen tres posibilidades en cuanto al orden en que pueden haberse originado: I → II → III. I < — II → III. I <— II <— III. I originó a II y este dio origen a III. II originó por un lado a I y por otro a III, o bien II originó a II y posteriormente a I.

Debido a la baja probabilidad que existe de que dos rompimientos específicos ocurran simultáneamente y se produzca una inversión. Se considera que cada uno de los arreglos génicos se originan solamente una vez, por lo que se han relacionado formando un árbol filogenético como el que se encuentra en la figura 1.

Cuando un individuo lleva cromosomas homólogos con arreglos génicos diferentes, al aparearse los genes alelos originan figuras más o menos complejas según el tipo de inversiones involucradas. En la figura 2 se muestran dos ejemplos heterocigotos. Los diferentes arreglos génicos no están distribuidos homogéneamente en toda el área de distribución de la especie.

Drosophila pseudoobscura habita en bosques de pinos o en bosques mixtos de pinos y encinos con altitudes entre 1100 y 2600 m. y su área de distribución comprende desde Columbia Británica en el Canadá hasta Guatemala a través del oeste de los Estados Unidos y del territorio de México. Existe además una población aislada en Los Andes cerca de Bogotá, en Colombia (Dobzhansky, et al 1962).

La República Mexicana está formada en su mayor parte por un valle elevado con una altitud promedio de 1700 m., abierto hacia los Estados Unidos y limitado, por dos cordilleras: La Sierra Madre Oriental, y la Sierra Madre Occidental, que son a su vez la continuación de las cordilleras estadounidenses. Estas dos cadenas de montañas se reúnen en el sureste de Puebla formando la cordillera neovolcánica que constituye la frontera geográfica que separa a la América del Norte, del sur de México y de la América Central. Esta barrera geográfica situada en nuestro territorio es de suma importancia para el estudio del origen y la distribución de *D. pseudoobscura*.

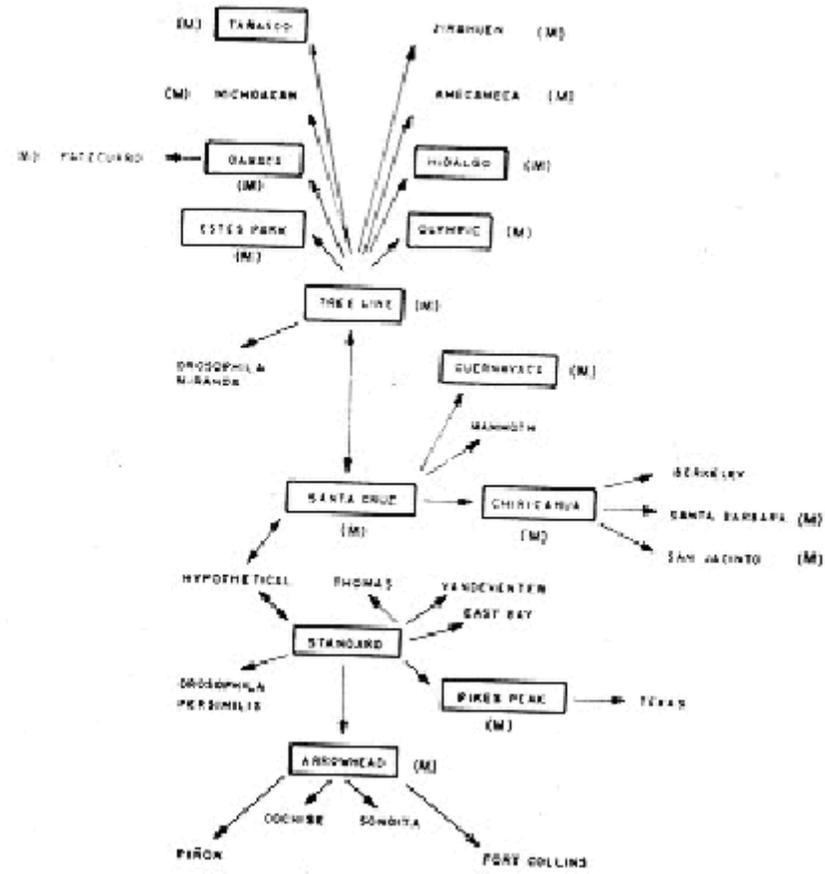


Figura 1. Arbol filogenético de los arreglos génicos del tercer cromosoma de *Drosophila pseudoobscura* (m) arreglos génicos encontrados en México, encontrados más de una vez.

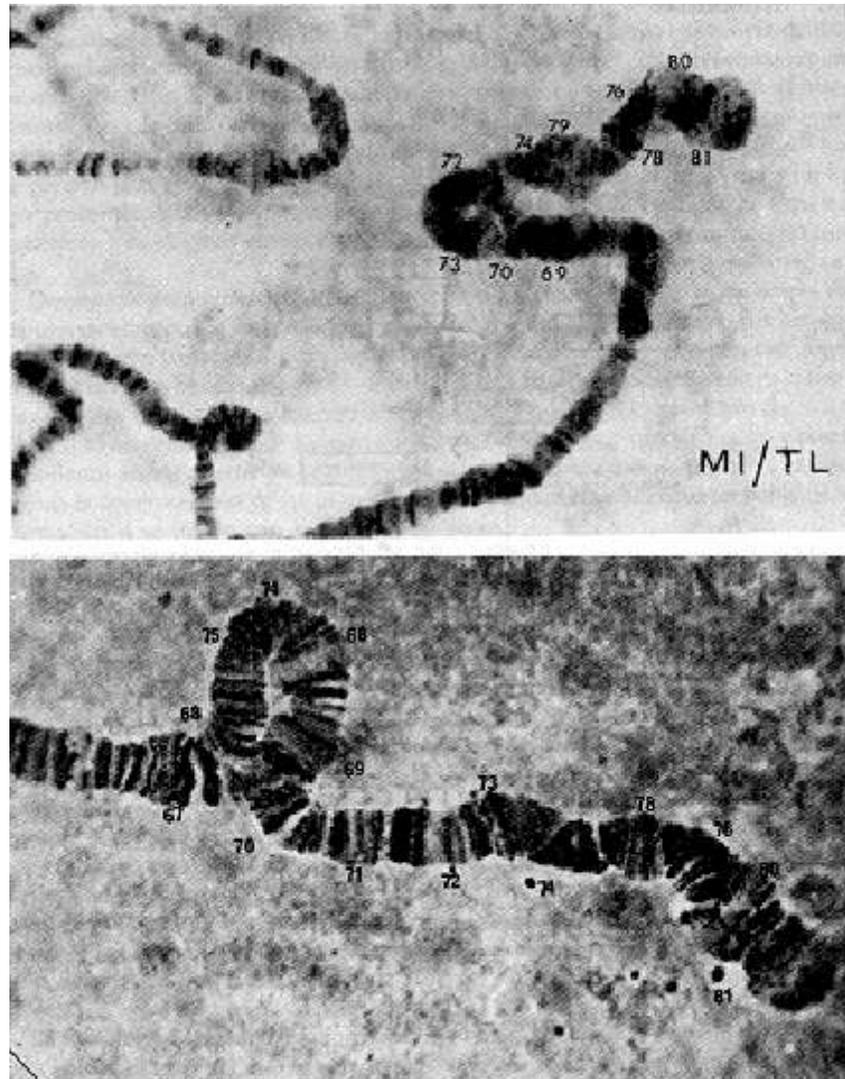


Figura 2. Inversiones MI/TL y TA/TL descubiertas en Zirahuén, Mich. Tomadas de Dobzhansky *et al* 1975. Population Genetics of Mexican *Drosophila*. I Chromosomal Variation in Natural Populations of *Drosophila pseudoobscura* from Central México. J. of Heredity 66: 203-206.

Las poblaciones de esta especie que habitan los Estados Unidos han sido exhaustivamente estudiadas por el Dr. Dobzhansky y sus colaboradores, mientras que existen muy escasos datos de las que se encuentran en nuestro país. Los existentes son el resultado de las investigaciones realizadas por el Dr. Dobzhansky en muestras capturadas por él y por los Drs. J.T. Patterson en 1939 y 1941, Bob Camp en 1941 (Dobzhansky, et al., 1944) y por el Dr. Herman T. Spieth (Dobzhansky, 1948) a pesar del reducido número de individuos que constituyen la mayoría de estas muestras su análisis hizo notar que su estudio sería de gran interés para el mejor entendimiento de la dinámica de los procesos genéticos y evolutivos de esta especie.

Cuando se inició esta investigación en julio de 1974 su primer objetivo fue el de seleccionar tres localidades para realizar colectas periódicas de *Drosophila pseudoobscura* durante 3 años.

Las localidades debían elegirse entre las que ya habían sido estudiadas por el Dr. Dobzhansky y debían estar situadas en zonas geográficas distintas con variaciones ecológicas apreciables, después de realizar colectas en varios lugares, finalmente se escogieron El Chico, Hgo. y Amecameca, Edo. de México situadas en el extremo norte y sur de la Cuenca de Méx. y Zirahuén, Mich. localizada en la Cuenca de las lagunas de Pátzcuaro y Zirahuén, (Guzmán et al. 1965).

Durante la primera expedición realizada por el grupo para seleccionar los sitios de colecta se descubrió cerca de Cuernavaca, Mor. una especie nueva de *Drosophila* muy parecida a *D. pseudoobscura* que se denominó *Drosophila cuauhtemoci* (Félix, et al.).

En la tabla número 1 podemos observar las inversiones o tipos cromosómicos, reportados por el Dr. Dobzhansky en 1948, comparados con los encontrados durante este estudio. Las diferencias pueden deberse al tamaño de las muestras; entre mayor sea la muestra, la probabilidad de encontrar los arreglos raros presentes en la población será también mayor.

En 1939 en cada una de las cuatro poblaciones se encontraron cinco arreglos génicos diferentes, mientras que en 1974-76 en las localidades de Amecameca y Pachuca, se han encontrado nueve y en la de Zirahuén trece.

En la tabla No. 2 se pueden observar las frecuencias de los arreglos génicos presentes en la República Mexicana, algunos de los datos están basados en números muy pequeños pero nos permiten tener una idea de la forma en que se distribuyen. En la figura No. 3 están representados gráficamente estos valores.

Según el Dr. Dobzhansky las tres localidades seleccionadas para este estudio están distribuidas en dos zonas geográficas, la primera corresponde al este del centro de México que comprende desde Orizaba hasta Cuernavaca, incluyendo El Chico, Hgo. y Amecameca, Edo. de México; la segunda pertenece al oeste del centro de México y Guatemala e incluye a Zirahuén, Mich. (Fig. 3).

TABLA 1. ARREGLOS GENICOS DEL TERCER CROMOSOMA PRESENTES EN CUATRO POBLACIONES DE DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA DE MEXICO

LOCALIDAD	Fecha de Colecta	CH	CU	TL	SC	PP	OA	EP	OL	HI	AM	TA	MI	PA	ZI	n
	1939	X	X	X	X			X								5
Amecameca																
Edo. de México	1974-76	X	X	X	X		X	X	X	X	X					9
	1939		X	X				X	X	X						5
Pachuca, Hgo.	1974-76	X	X	X	X		X	X	X	X		X				9
	1974-76		X	X	X	X			X							5
Pátzcuaro, Mich.			X		X		X	X	X							5
Zirahuén, Mich.		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X

Los datos de 1939 corresponden a Dobzhansky, 1944, los de 1944, los de 1974-76 son los encontrados durante este estudio. CH- Chihuahua, Cu- Cuernavaca, TL- Tree line. SC- Santa Cruz, PP- Pikes Peak. OA- Oaxaca, EP- Estes Park, OL- Olympic, HI- Hidalgo, AM- Amecameca, TA- Tarasco, MI- Michoacan, PA- Patzcuaro, ZI- Zirahuén.

TABLA 2. FRECUENCIA DE ARREGLOS GENICOS EN EL TERCER CROMOSOMA DE DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA, EN POBLACIONES MEXICANAS.

Localidad	CH	CU	TL	SC	PP	OA	EP	OL	AR	SB	HI	AM	TA	MI	n
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

1. Chihuahua, central	1948	60.8		1.0	2.4	23.7			1.0	7.3				286	
2. Chihuahua, Durango	1948	76.6		0.9	3.5	13.6			0.3	1.9	3.2			316	
3. Durango	1948	71.4		3.6	15.5	9.5								84	
4. zacatecas	1948	25.0		25.0	25.0	16.2			8.3					12	
5. Nuevo León	1948			35.3	35.3	8.8		2.9	47.1	2.9				34	
6. Zirahuén, Mich.	1974 - 76	0.8	23.3	20.8	20.8	0.08	11.1	7.2	4.1			0.7	0.9	0.5	1077
7. El Chico, Hgo.	1974 - 75	0.3	49.0	43.5	43.5		0.2	2.5	2.0			1.0	0.2	984	
8. Cuernavaca	1975		61.6	30.8	30.8			1.3	1.3			2.5		78	
9. Amecameca, Méx.	1974 - 76	0.2	62.9	36.5	36.5	0.7	0.3	0.8	0.8			0.3	0.02	2176	
10. Oaxaca, Oax.	1939	10.3	71.4	7.9	7.9		7.9	1.6	0.9					126	

Los datos de las localidades 1a, 5 y 10 fueron tomados de Dobzhansky, 1948 los de las localidades resultantes han sido obtenidos durante el presente trabajo

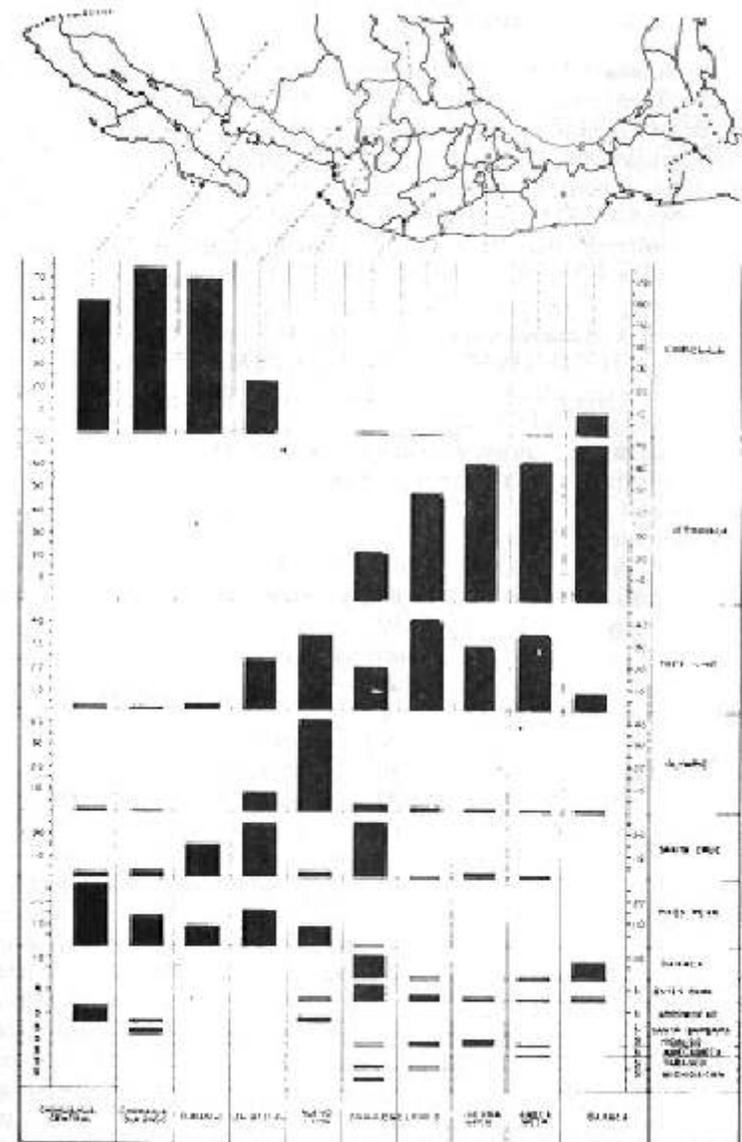


Figura 3. Representación gráfica de las frecuencias de los arreglos génicos presentes en la República Mexicana. La altura de las columnas representa la frecuencia relativa del arreglo génico, los números indican el porcentaje del arreglo génico respectivo en la población. Los datos de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nuevo León fueron tomados de Dobzhansky, T. 1948.

El primer grupo se caracteriza por las frecuencias altas de los arreglos génicos, Cuernavaca y Tree Line. Dobzhansky (1939) la había caracterizado por la mayor incidencia de los arreglos. Cuernavaca Estes Park y la ausencia de Santa Cruz, sin embargo los valores de EP ahora son bastante menores que los de TL y SC, está presente aunque en porcentajes muy bajos. El segundo se caracteriza por la presencia de SC, CU y TL como arreglos dominantes, además se ha encontrado EP. El Dr. Dobzhansky había caracterizado a este grupo por la presencia de SC y CU y la Ausencia de EP. En los estados del Norte del país el arreglo más frecuente es CH.

Las localidades de Amecameca, El Chico y Zirahuén presentan en común ocho arreglos génicos: CH, CU, TL, SC, EP, PL, OA, HI. De los 27 arreglos que se conocen 16 han sido encontrados en México y ocho son endémicos: CU, OA, HI, AM, TA, MI, ZI y PA (Tabla 1).

En la localidad de Amecameca habían sido reportados cinco arreglos (tabla 1) y en el presente estudio se han encontrado nueve incluyendo uno descubierto en marzo de este año cuya descripción no ha sido todavía publicada que llevará el nombre de Amecameca (AM).

En la localidad de El Chico, Hgo. también se habían reportado cinco tipos cromosómicos y ahora se han encontrado nueve, existe uno endémico de esa región denominado Hidalgo (Dobzhansky, 1939).

La localidad más interesante es Zirahuén, en este lugar se han encontrado trece arreglos diferentes de los cuales cuatro han sido descubiertos durante este estudio, dos de ellos Michoacán (MI) y Tarasco (TA), fueron descritos en nuestra primera publicación (Dobzhansky. et al., 1975) y los dos restantes se descubrieron en la colecta realizada en abril del año en curso, su descripción será publicada próximamente con los nombres de Pátzcuaro (PA) y Zirahuén (ZI). El arreglo PA se aleja del standard cinco pasos, uno más de todos los arreglos reportados anteriormente.

Estas tres poblaciones mexicanas son las más polimórficas de las estudiadas en toda el área de distribución de la especie. El mayor polimorfismo encontrado en las poblaciones de los Estados Unidos es de 8 arreglos génicos, en las de Guatemala sólo existen cuatro, TL, SC, CU, y OA (Dobzhansky, 1939) y en las de Bogotá en Colombia existen únicamente dos, TL y SC (Dobzhansky, et al. 1963). La población de Zirahuén, Mich., tiene trece arreglos siendo la más polimórfica de todas.

En 1938, el Dr. Dobzhansky había señalado que las poblaciones mexicanas de *D. pseudoobscura* tienden a ser más heterogéneas en relación con sus arreglos génicos que las de latitudes más nórdicas y que como regla general el polimorfismo cromosómico es reducido en poblaciones geográficas o ecológicas y aumenta en las poblaciones contenidas del área de distribución de la especie.

El interés que el Dr. Dobzhansky manifestó por el estudio de las poblaciones mexicanas de *Drosophila pseudoobscura* está plenamente justificado, los descubrimientos que logremos serán el mejor homenaje a su memoria.

LITERATURA CITADA

DOBZHANSKY. TH. 1939 Genetics of Natural Populations IV Mexican and Guatemalan Populations of *Drosophila pseudoobscura*. Genetics, 24: 391-412

DOBZHANSKY. TH. 1944. Contributions to the Genetics Taxonomy and Ecology of *Drosophila pseudoobscura* and its Relatives. Carnegie Ins. of Washington. Pub. 54.183 pp.

DOBZHANSKY. TH. 1948 Chromosomal variation in Populations of *Drosophila pseudoobscura* wich inhabit northern Mexico. The Amer. Natur., 82: 97-106.

DOBZHANSKY. TH., R. FELIX, J. GUZMAN, L. LEVINE, O. OLVERA. J. R. POWELL, M. E. DE LA ROSA y V. M. SALCEDA. 1975 Population Genetics of Mexican *Drosophila*. I. Chromosomal variation in natural population of *Drosophila pseudoobscura* from central Mexico. J. Heredity, 66: 203-206.

FELIX, R., J. GUZMAN, L. LEVINE, O. OLVERA, J.R. POWEL, M.E. DE LA ROSA, V.M. SALCEDA, Y TH. DOBZHANSKY, 1976. Population Genetics of Mexican *Drosophila*. II. A new species of the *obscura* group of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) Pan Pacific Entomologist 52(2): 167-171.

GUZMAN, J., L. LEVINE, O. OLVERA, J.R. POWEL, M.E. DE LA ROSA, V.M. SALVEDA, TH DOBZHANSKY y R. FELIX. 1975. Population Genetics of Mexican *Drosophila*. III Estudio preliminar sobre la variación cromosómica de *Drosophila pseudoobscura* en localidades situadas en dos zonas geográficas del Centro de México. Anales del Instituto de Biología. UNAM. 46 ser. Zool. (1): 75-86.