

GENÉTICA DE POBLACIONES EN *DROSOPHILA* DE MÉXICO: III. ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA VARIACIÓN CROMOSÓMICA DE *DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA* EN DOS ZONAS GEOGRÁFICAS DEL CENTRO DE MÉXICO. *

J. GUZMÁN¹, L. LEVINE², O. OLVERA¹, J. R. POWELL³,
M. E. DE LA ROSA¹, V. M. SALCEDA⁴, Th. DOBZHANSKY⁵, R. FÉLIX¹

RESUMEN

El presente estudio fue emprendido para iniciar un análisis estacional a largo plazo, de la estructura cromosómica presente en las poblaciones de *Drosophila pseudoobscura* que proliferan en el altiplano del centro de México. Aunque esta especie se ha estudiado intensivamente en los Estados Unidos de Norteamérica, prácticamente se desconocen las poblaciones de México, que constituyen una área esencial de su distribución.

Se repitieron varias veces las colectas sistemáticas en El Chico, Hidalgo; en Amecameca, México y en Zirahuén, Michoacán. Las poblaciones de El Chico y de Amecameca pertenecen a la raza del centro de México, mientras que las poblaciones de Zirahuén pertenecen a la raza México-Guatemalteca. Los tipos cromosómicos de Zirahuén muestran el mayor polimorfismo registrado a la fecha. Cinco de los arreglos son endémicos de México: Cuernavaca, Oaxaca, Hidalgo, Michoacán y Tarasco.

ABSTRACT

The present study was undertaken in order to start an extensive seasonal, long-term analysis of the chromosomal structure of the populations of *Drosophila pseudoobscura* inhabiting the highlands of central Mexico. Even though this species has been intensively studied in the U. S. A., the populations of an essential area of its distribution, namely Mexico, remains largely uninvestigated.

Systematic collections were repeated several times at El Chico, Hidalgo; Amecameca, Mexico and Zirahuén, Michoacán. Populations from El Chico and Amecameca belong to the Central Mexican race, whereas populations from Zirahuén belong to the Michoacán-Guatemala race. The chromosomal types from Zirahuén show the greatest amount of polymorphism found anywhere. Five of the arrangements: Cuernavaca, Oaxaca, Hidalgo, Michoacán and Tarasco are endemic to Mexico.

¹ Departamento de Genética y Radiobiología. Instituto Nacional de Energía Nuclear, México.
² Departamento de Biología del City College de la Universidad de New York, U. S. A. ³ Departamento de Biología, Universidad de Yale, New Haven, U. S. A. ⁴ Colegio de Postgraduados Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. ⁵ Departamento de Genética, Universidad de California, Davis, U. S. A.

*El trabajo reseñado en este artículo se llevó al cabo gracias al donativo OIP 75-06738 de la National Science Foundation y al Contrato N° 651 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

INTRODUCCIÓN

El polimorfismo genético es un fenómeno extendido en los organismos vivientes, que ha sido utilizado para estudiar el origen y la dinámica de la variabilidad en las poblaciones naturales.

En algunas especies del género *Drosophila*, este fenómeno no se encuentra en el orden de los genes en uno de sus cromosomas cuando menos, como lo han demostrado Dobzhansky (1950) en *D. willistoni*, Dobzhansky y Socolov (1939) en *D. azteca*, Pavan (1946) en *D. nebulosa*, Carson y Stalker (1947) en *D. robusta*, Carson (1969) en varias especies de *Drosophila* de Hawaii y ampliamente por Dobzhansky y Epling (1944) en *D. pseudoobscura*, y *D. persimilis*.

El polimorfismo cromosómico se ha estudiado en *D. pseudoobscura* como una medida no sólo de la variabilidad genética, sino también como un recurso para la investigación de otros mecanismos, a saber: cambios cíclicos en los arreglos génicos (Dobzhansky *et al.*, 1964), selección experimental (Anderson *et al.*, 1967), elección en el cruzamiento (Anderson y Ehrman, 1969), diagnosis del origen geográfico (Powell *et al.*, 1972), así como la coadaptabilidad y la viabilidad Pavlovsky y Dobzhansky, 1966), *D. pseudoobscura* se extiende desde la Columbia Británica en el Norte, a través del Oeste de los Estados Unidos y de México, hasta Guatemala en el Sur.

Existe asimismo, una población aislada cerca de Bogotá, Colombia.

Aunque esta especie ha sido estudiada intensivamente en los Estados Unidos, prácticamente se desconocen las poblaciones de México, que constiuyen una área esencial de su distribución (Dobzhansky, 1939, 1948; Dobzhansky y Epling, 1944; Powell *et al.*, 1972). Dobzhansky (1948) separa a las poblaciones de *D. pseudoobscura* en varias áreas geográficas, según la frecuencia de arreglos génicos diversos en el tercer cromosoma, distinguiendo a los aislados, que comparten algunos arreglos génicos particulares, de las razas que tienen una estructura genética específica.

El presente estudio se emprendió con el propósito de iniciar un análisis estacional, a largo plazo de la estructura cromosómica de las poblaciones de *D. pseudoobscura* del altiplano del centro de México. No obstante, un conocimiento más amplio al respecto, no fue la única finalidad del trabajo, puesto que, en ausencia de técnicas adecuadas para la creación de poblaciones experimentales de *Drosophila*, algunos de los problemas generales de la mecánica de poblaciones solamente se pueden resolver mediante el análisis comparativo de poblaciones naturales cuidadosamente escogidas.

MATERIAL Y TÉCNICA

La comparación cromosómica de las poblaciones que se describen más adelante se estudió, colectando muestras que se procesaron después en el laboratorio del Centro Nuclear de México. Las colectas se repitieron varias veces en forma sistemática, con intervalos de dos meses aproximadamente, en *El Chico*, *Hidalgo*; *Amecameca*, *México* y *Zirahuén*, *Michoa-*

cán, desde agosto de 1974 hasta julio de 1975. A continuación se hace una breve reseña de dichas localidades, mostradas en la Fig. 1.

La desviación al Chico, Hgo., y Amecameca, Méx., están situadas respectivamente en los extremos Norte y Sur de la Cuenca de México, limitada por cordilleras en todo su contorno: Por la

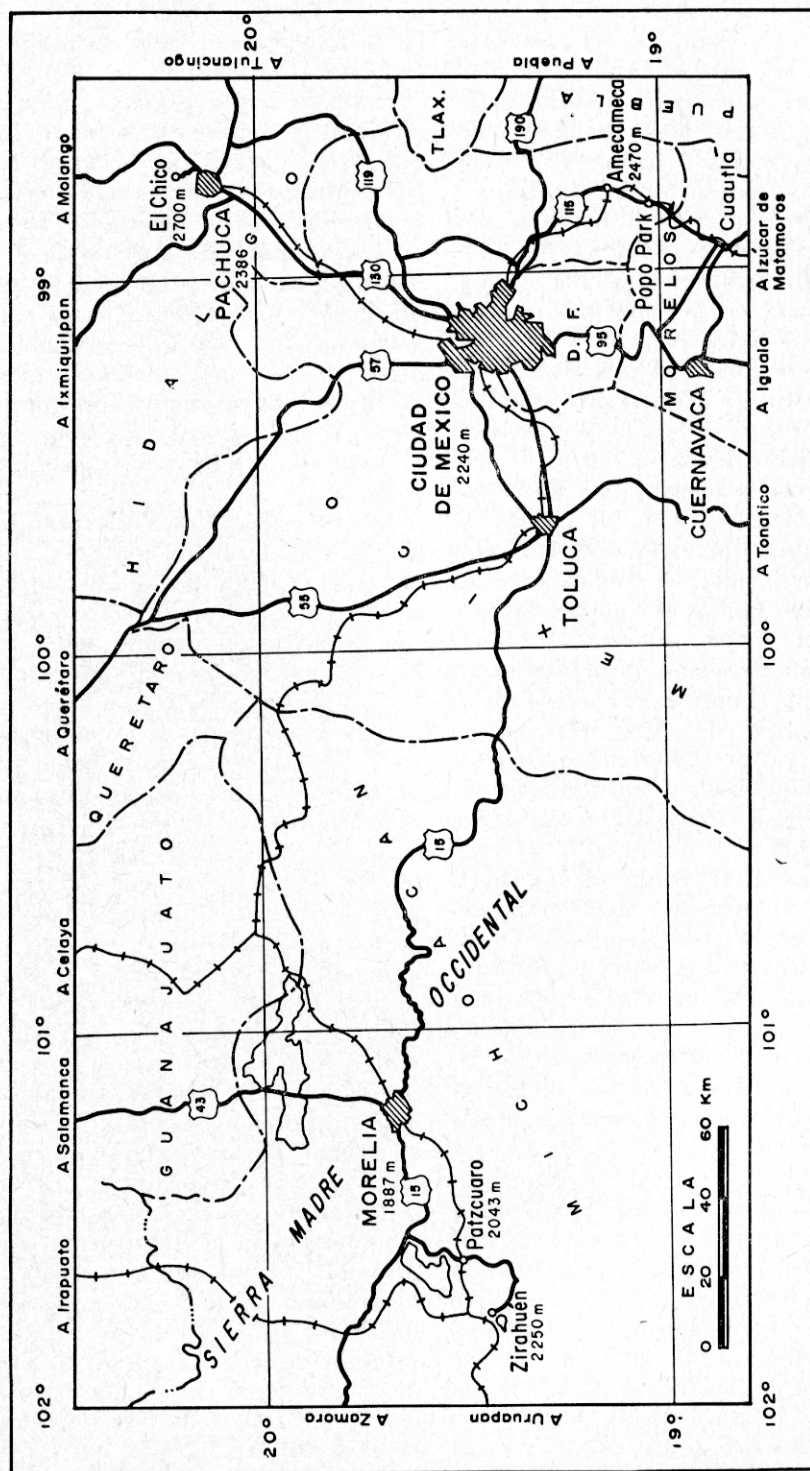


Fig. 1. Localización geográfica de los sitios donde se hicieron las colectas en el Altiplano Mexicano. Se indican en este mapa las alturas, las carreteras federales numeradas y los estados correspondientes a la división política.

Sierra Nevada en el Este, por la Serranía del Ajusco en el Sur, por la Sierra de Pachuca en el Norte y por la Sierra de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo en el Oeste. Todas las formaciones citadas pertenecen a la Cordillera Neovolcánica o Eje Volcánico, Zirahuén, Mich., se localiza en la zona geográfica conocida como Cuenca de las Lagunas de Pátzcuaro y Zirahuén, que es una cuenca fluvial situada en la zona más alta de la Cordillera Neovolcánica.

La primera localidad está situada en una desviación de la carretera federal a Real del Monte, a 9 km de Pachuca. Elevación aproximada: 2 700 m. Tanto las temperaturas bajas (5 a 18° C durante las colectas) como las ráfagas de viento hicieron que algunas de las colectas fueran reducidas. *D. pseudoobscura* y *D. azteca*, son escasas al compararlas con moscas del grupo *repleta*, así como con otras especies como *D. melanogaster*. La vegetación dominante, la constituyen *Baccharis conferta* H. B. K., *Quercus nitens* Mart et Gal y *Quercus rugosa* Neé. Entre otras especies, se encontraron durante el verano: *Eryngium carlinae* Delar, *Geranium mexicanum* H. B. K., *Prunella vulgaris* Linn, *Salvia cardinalis* H. B. K., *Salvia mexicana* L., *Penstemon campanulatus* Wills, *Oenothera rosea* Ait y *Fuchsia microphylla* H. B. K. También se colectó el helecho *Polypodium plebeium* Sch. et Chan, y los líquenes *Usnea barbata* L., y *Permelia* sp.

Amecameca, Méx. La localidad escogida, conocida como Bosque de los Pinos Vikingos, forma parte de un vivero oficial para la propagación de pinos, en el kilómetro 53 de la carretera federal México Cuautla. Elevación aproximada: 2 470 m. *D. azteca* es casi tan abundante como *D. pseudoobscura* en este sitio, que es excelente para las colectas. La vegetación característica de esta zona incluye a *Pinus moctezumae* Lamb, *Buddleja* sp., *Penstemon barbatus* Neett, *Cotula* sp., *Castilleja arvensis* Benth, *Bouvardia ter-*

nifolia (Can) Schl., *Trifolium amabili* H. B. K., *Lopezia mexicana* Jacq., y *Lobelia fenestralis* Cab.

Zirahuén, Mich. Localidad situada en el kilómetro 13 de la carretera federal que va de Pátzcuaro a Uruapan. Elevación aproximada: 2 250 m. En este sitio *D. pseudoobscura*, *D. azteca*, así como otros drosófilidos del grupo *repleta* abundan durante todo el año. La vegetación observada incluye, entre otras especies a *Pinus Leiophylla* Schl. et Chan, *Pinus Moctezumae* Lamb, *Baccharis conferta* H. B. K., *Eupatorium amplifolium* A. G. R., *Zornia Diphylla* (L) Pers, *Tagetes micranta* Cab. y *Penstemon gentianoides* Don.

Se utilizaron trampas de plástico con plátanos en fermentación para atraer a las moscas (para los detalles sobre técnicas para la colecta, lo mismo que para una información extensa sobre la ecología de las moscas consúltese Dobzhanky y Epling) (1944). Cada vez que se colectaron hembras en un número suficiente se usaron exclusivamente para el análisis, excluyéndose los machos. En el laboratorio se aislaron las hembras en cultivos individuales, haciéndose la disección de las larvas bien desarrolladas, para la tinción de sus glándulas salivales se usó aceto-orcina. El examen de los cromosomas de cada larva proveniente de una hembra, permitió la determinación de dos cromosomas, uno del padre y otro de la madre, de cuyo cruzamiento se originó dicha hembra. Cuando se colectaron pocas moscas se utilizaron para el examen de los cromosomas tanto los machos como las hembras. Los machos se cruzaron con hembras vírgenes del laboratorio con la constitución cromosómica TL/TL. En este caso se observaron los cromosomas de las glándulas salivales provenientes de una a ocho larvas de la progenie de cada macho, permitiendo así la identificación de los dos cromosomas del macho capturado que inseminó a la hembra TL/TL.

La técnica de tinción empleada proviene de varias fuentes, incluyendo al laboratorio de Mainx, por medio de O. Pavlovsky, así como la técnica empleada por Jack Schultz, señalada con anterioridad por Nicoletti (1959). Entre las varias publicaciones que son útiles para la identificación de los arreglos cromosómicos, están la de Dobzhansky y Epling (1944), las de Kastristris y Crumpaker (1966; 1967), así como la de Dobzhansky *et al.*, (1975).

ALCANCE DEL PROBLEMA

En ningún lugar conocido de la frontera oficial entre México y los países vecinos existe alguna barrera real entre diferentes regiones. México es esencialmente una región de transición por la que se pasa gradualmente de América del Norte a América Central.

México consiste en su mayor parte de un valle elevado, abierto en la dirección de los Estados Unidos, que está limitado en sus dos regiones marítimas por una cadena doble de montañas, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, que son a su vez, la continuación de las cordilleras americanas. Ambas sierras madres se reúnen en el Sureste de Puebla.

Cruzando la parte más alta del Altiplano Mexicano se encuentra un conjunto caótico de cordilleras que unen a las dos sierras madres, denominado Cordillera Neovolcánica, cuyo promedio de altura está cercano a los 2 500 m. (Fig. 2). Dichas cordilleras volcánicas reciben nombres locales que dependen de la zona que ocupan: Mil Cumbres, en Michoacán; Sierra del Ajusco, entre la Ciudad de México y Morelos, y Sierra Nevada entre los Estados de México y Puebla.

La Cordillera Neovolcánica es la frontera geográfica que separa a la América del Norte, del Sur de México y de la América Central. Esta formación es asimétrico, el límite meridional del Altiplano

no Mexicano, también conocido como el Centro de México, que es una región geomórfica amplia, con una elevación promedio de 1 700 m.

En las regiones del Centro y del Sur del Altiplano Mexicano, o tierra fría, donde se registra un alto grado de humedad, son relativamente abundantes los árboles en las pendientes montañosas. La deforestación ha posibilitado la invasión de las pináceas de las regiones altas, a las zonas relativamente calientes. Al ascender las vertientes de las montañas se encuentra una zona intermedia en la que son frecuentes algunas de las especies de robles (*Quercus crassifolia*, *Q. reticulata*, etcétera) junto con un pino de regiones altas (*Pinus oocarpa* o pino del ocote), pinos de hojas largas o de hojas cortas, y el oyamel (*Abies religiosa*). El extremo más alto de la vegetación arbórea, está situado entre 3 800 y 4 100 m, aunque hay arbustos de junípero hasta los 4 300 m. Los pastos constituyen la vegetación exclusiva en las alturas que sobrepasan a los 4 300 m.

D. pseudoobscura prolifera en las zonas de coníferas de las montañas de México, así como en los bosques de hojas anchas, entre los límites aproximados de 1 700 a 2 600 m. No se le encuentra en las tierras tropicales bajas, aún donde abundan los pinares (Dobzhansky, 1939).

La información disponible acerca de las poblaciones de *D. pseudoobscura* en México es escasa, no obstante, se anticipa que las poblaciones del centro de México, son de lo más característico. Mientras los arreglos Standard y Arrowhead son desconocidos hasta la fecha, en dicha zona, Chiricahua y Pikes Peak son arreglos raros en la misma región. Los cromosomas con el arreglo Cuernavaca, que no existe en los Estados Unidos, son frecuentes en esta zona, lo mismo que Tree Line, Santa Cruz, y Estes Park, que son, a su vez, arreglos relativamente raros al Norte del Río Bravo (Dobzhansky, 1948).

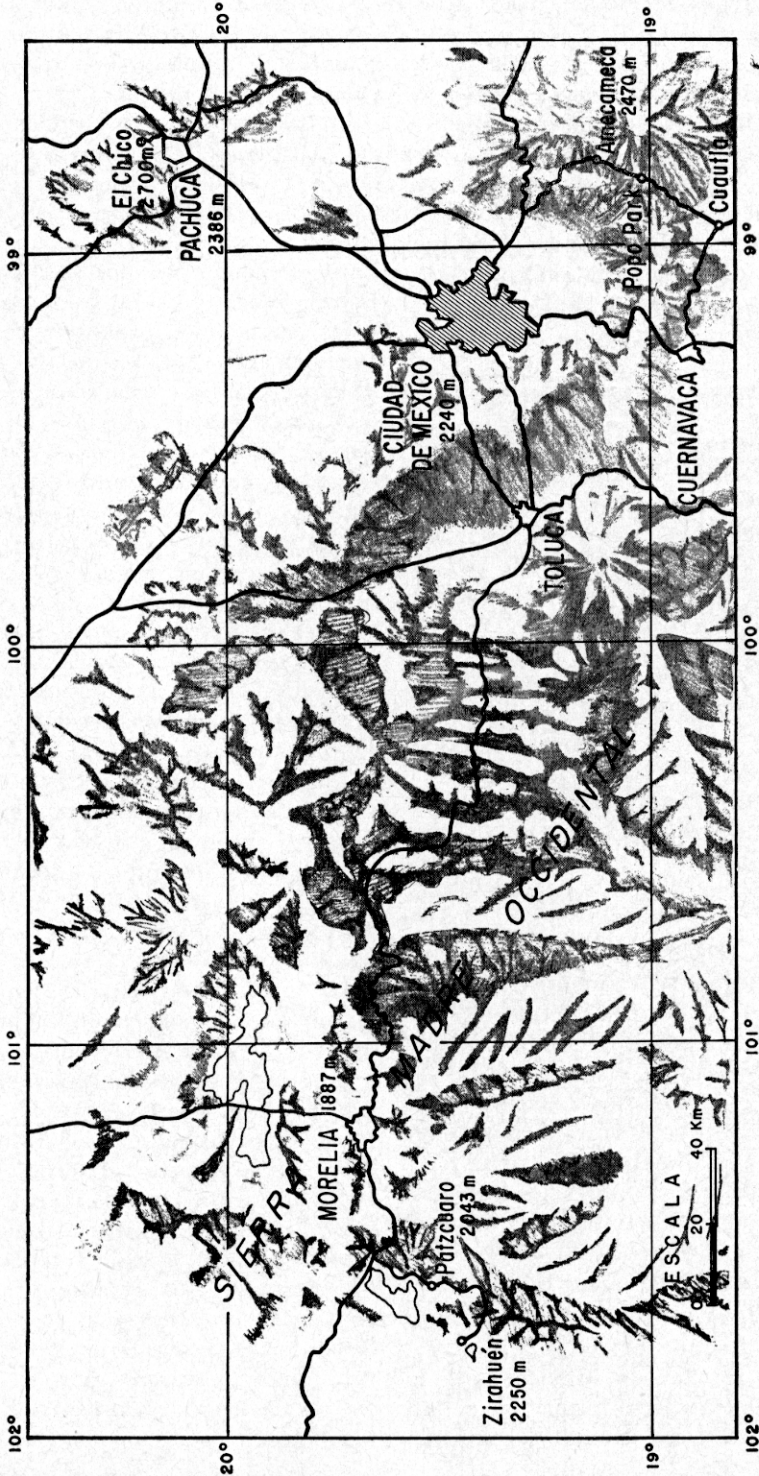


Fig. 2. Cordilleras volcánicas en el Altiplano Mexicano, conjunto geomórfico también conocido como Cordillera Neovolcánica.

VARIACIÓN EN EL ARREGLO GÉNICO DEL TERCER CROMOSOMA

Las poblaciones naturales de muchas especies de *Drosophila* son polimórficas en su orden génico, cuando menos en algunos de sus cromosomas. En *D. pseudoobscura* está presente el polimorfismo principalmente en el tercer cromosoma, en el que se han encontrado en la naturaleza no menos de 25 inversiones. En ninguna población coexisten todas las inversiones; el número de inversiones polimórficas varía entre cero (monomorfismo) y once, identificadas en Zirahuén. El trabajo previo ha demostrado que las poblaciones de *D. pseudoobscura* en localidades distantes entre sí por unos cuantos kilómetros pueden diferir en la frecuencia de tales inversiones. Además, la composición de una población dada, puede cambiar en función del tiempo. También son de esperarse gradientes suaves o gradientes bruscos en la frecuencia de las inversiones. Estos coinciden generalmente con barreras topográficas o con diferencias notables entre los ecosistemas (Powell *et al.*, 1972). No

obstante, es posible describir a la población ocupante de una localidad, en función de las frecuencias relativas de varios de los arreglos cromosómicos presentes. En general, es más similar la composición de las poblaciones que habitan localidades geográficas cercanas, que la de las poblaciones muy distantes entre sí.

Para comprender los aspectos principales de la situación en su conjunto, es conveniente empezar con los datos reunidos en previos reportes de las localidades en estudio (tabla 1). Todas las localidades estudiadas que se indican en el mapa (Fig. 1), pertenecen al centro de México. A pesar del tamaño reducido de las colectas, su examen aclara hasta cierto punto la composición de dichas poblaciones. Las localidades están distribuidas en dos zonas geográficas. La primera corresponde al Este del centro de México, desde Orizaba, hasta Cuernavaca, incluyendo a Pachuca y a Amecameca; la segunda zona comprende a el Oeste del centro de México y a Guatemala, incluyendo a Michoacán.

TABLA 1

NÚMEROS (N) Y PORCENTAJES DE LOS ARREGLOS GÉNICOS PRESENTES EN EL TERCER CROMOSOMA DE *DROSOPHILA PSEUDOBSCURA* ENCONTRADOS EN POBLACIONES DEL CENTRO DE MÉXICO, EN COLECTAS ANTERIORES, SEGÚN SE INDICA AL PIE DE LA TABLA

Localidad		CU	TL	SC	EP	OL	OA	HI	CH	PP	n
Pachuca,											
Hgo.	(1)	50.0	30.0	—	2.2	15.6	—	2.2	—	—	90
Hidalgo	(4)	48.9	31.7	1.6	1.6	13.5	—	2.7	—	—	186
Amecameca,											
Méx.	(1)	34.0	22.0	2.0	38.0	—	—	—	4.0	—	50
Pátzcuaro,											
Mích.	(2)	25.0	6.3	56.1	—	—	—	6.3	—	6.3	32
Michoacán	(3)	31.5	18.5	40.7	—	3.7	—	—	—	3.7	54

CU = Cuernavaca; TL = Tree Line; SC = Santa Cruz; EP = Estes Park; OL = Olympic; OA = Oaxaca; HI = Hidalgo; CH = Chiricahua; PP = Pikes Peak.

(1) Dobzhansky, 1939; (2) Dobzhansky y Epling, 1944; (3) Dobzhansky, 1948; (4) Powell *et al.*, 1972.

Dobzhansky caracterizó al primer grupo, al final de la década 1930-1940, por las frecuencias altas de los arreglos Cuernavaca y Estes Park, así como por la ausencia de Santa Cruz. La prevalencia de Santa Cruz y de Cuernavaca, y la ausencia de Estes Park son características del segundo grupo (Dobzhansky, 1939). Posteriormente, Dobzhansky clasificó tentativamente a las poblaciones de *D. pseudoobscura* en razas, según una sola característica: los arreglos génicos presentes en el tercer cromosoma (Dobzhansky, 1948).

Los datos contenidos en la tabla 2 indican que las frecuencias de arreglos cromosómicos encontrados en las colectas de 1974-1975 en El Chico y en Amecameca corresponden a las características

de la raza del centro de México, según la definición dada por Dobzhansky (tabla 1). Los componentes principales de las poblaciones de esta raza son Cuernavaca, Tree Line y Estes Park, aunque también están presentes Olympic, Santa Cruz, Oaxaca y Chiricahua. En las colectas mayores de las dos localidades examinadas en 1974-1975 también se encontró Hidalgo, aunque únicamente en porcentajes pequeños. A la fecha no se ha encontrado Pikes Peak en las poblaciones pertenecientes a la raza del centro de México. Se encontró el arreglo TA (Tarasco) en una mosca colectada en El Chico. Dicho arreglo se descubrió simultáneamente en Zirahuén (Dobzhansky *et al.*, 1975).

TABLA 2

NÚMEROS (N) Y PORCENTAJES DE LOS ARREGLOS GÉNICOS PRESENTES EN EL TERCER CROMOSOMA DE *DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA* ENCONTRADOS EN POBLACIONES DE EL CHICO, HGO.; AMECAMECA, MÉX., Y ZIRAHUÉN, MICH., DE AGOSTO DE 1974 A JULIO DE 1975

Localidad y fecha de la colecta	CU	TL	SC	EP	OL	OA	HI	CH	MI	TA	PP	n
El Chico, Hgo. De agosto, 1974 a mayo, 1975	45.7	45.8	0.8	3.0	3.0	0.2	1.0	0.3	—	0.2	—	604
Amecameca, Méx. De oct., 1974 a julio, 1975	55.5	37.9	0.8	3.8	1.0	0.3	0.4	0.3	—	—	—	1,262
Zirahuén, Mich. De dic., 1974 a junio, 1975	22.1	20.8	22.8	10.0	5.1	15.4	1.0	1.0	0.5	1.1	0.2	610

CU = Cuernavaca; TL = Tree Line; SC = Santa Cruz; EP = Estes Park; OL = Olympic; OA = Oaxaca; HI = Hidalgo; CH = Chiricahua; MI = Michoacán; TA = Tarasco; PP = Pikes Peak.

Las frecuencias de tipos cromosómicos en las moscas colectadas en Zirahuén, contenidas asimismo en la tabla 2, corresponden a la raza México-Guatemalteca (Dobzhansky, 1948). Las poblaciones de Zirahuén contienen once tipos cromosómicos, que es el mayor número de arreglos encontrados en una sola localidad.

La presencia de Santa Cruz, de Tree Line y de Cuernavaca, como los arreglos más comunes, constituye la característica distintiva de dicha raza. Pikes Peak fue colectado, asimismo con anterioridad, en 1944 y en 1948. También se identificaron con anterioridad Hidalgo y Olympic, en

1944 y en 1948, respectivamente. Los arreglos no reportados anteriormente en Zirahuén son: Estes Park, Oaxaca y Chiricahua. En cada una de las cuatro colectas realizadas en 1974 y en 1975, se encontraron siete de los once tipos cromosómicos, con diferentes combinaciones de Hidalgo, Michoacán, Tarasco y Pikes

Peak (tabla 3). El arreglo MI (Michoacán) difiere del bien conocido y ampliamente distribuido Tree Line, por una inversión sencilla, que resulta también interesante, porque abarca un segmento del tercer cromosoma, que constituye la inversión más pequeña que se conoce (70D ó 71A a 73C).

TABLA 3

NÚMEROS (N) Y PORCENTAJES DE LOS ARREGLOS GÉNICOS PRESENTES EN EL TERCER CROMOSOMA DE *DROSOPHILA PSEUDO-OBSCURA* ENCONTRADOS EN POBLACIONES DE ZIRAHUÉN, MICH., DE DICIEMBRE DE 1974 A JUNIO DE 1975

Fecha	CU	TL	SC	EP	OL	OA	HI	CH	MI	TA	PP	n
Dic. 1974	26.2	13.2	11.1	18.3	4.0	23.2	—	1.0	3.0	—	—	99
Feb. 1975	24.8	23.7	26.8	8.6	5.5	7.6	0.5	0.5	—	1.5	0.5	198
Abril 1975	21.0	20.4	29.6	10.5	3.7	11.7	1.9	0.6	—	0.6	—	162
Junio 1975	17.2	22.5	17.9	6.0	6.6	24.5	1.3	2.0	—	2.0	—	151
Total	22.1	20.8	22.8	10.0	5.1	15.4	1.0	1.0	0.5	1.1	0.2	610

Ocho de los arreglos fueron comunes a las tres regiones exploradas: Cuernavaca, Tree Line, Santa Cruz, Estes Park, Olympic, Oaxaca, Hidalgo y Chiricahua, con la prevalencia de Cuernavaca y Tree Line en El Chico y en Amecameca, en comparación con: Cuernavaca, Tree Line y Santa Cruz, que son los constituyentes principales en Zirahuén. Dos de los arreglos: Michoacán y Pikes Peak son exclusivos de Zirahuén. Por otra parte, únicamente cinco de los arreglos encontrados en México son endémicos: Cuernavaca, Oaxaca, Hidalgo, Michoacán y Tarasco, mientras que el resto se han colectado también en los Estados Unidos (Figs. 3 y 4).

Se identificaron en el material colectado once de los veinticinco arreglos genéticos que comprende el árbol filogenético del tercer cromosoma de *D. pseudo-*

obscura. Las poblaciones mexicanas, tienen, en general, a una mayor heterogeneidad con respecto a los arreglos genéticos, que la que se ha registrado en poblaciones más septentrionales (Dobzhansky y Epling, 1944; Anderson *et al.*, 1967; Powell *et al.*, 1972).

El arreglo Standard, es común en la costa del Pacífico de los Estados Unidos, desde la Columbia Británica hasta el Sur de California. Sin embargo, este arreglo es desconocido tanto en México, como en Guatemala. El único derivado de la "filada" de Standard encontrado ocasionalmente en México es Pikes Peak, que es frecuente en las Montañas Rocallosas y muy común en Texas. El resto de los arreglos presentes en México y Guatemala pertenece a la "filada" de Santa Cruz.

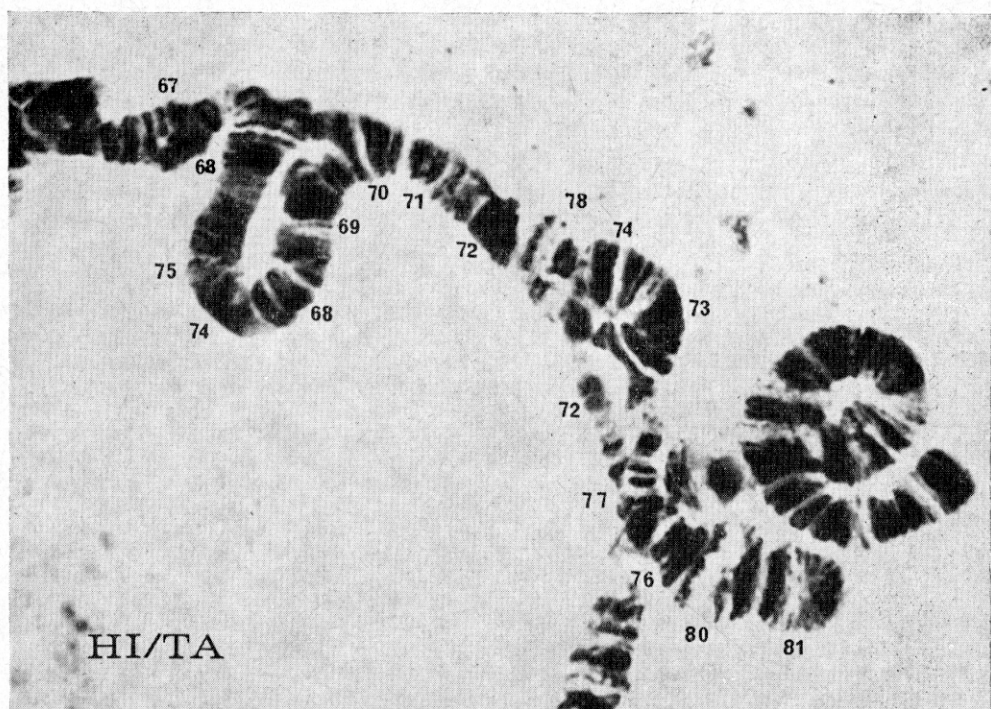


Fig. 3. Heterocariotipo Hidalgo/Tarasco. Las secciones críticas que caracterizan a la invasión Tarasco están numeradas.

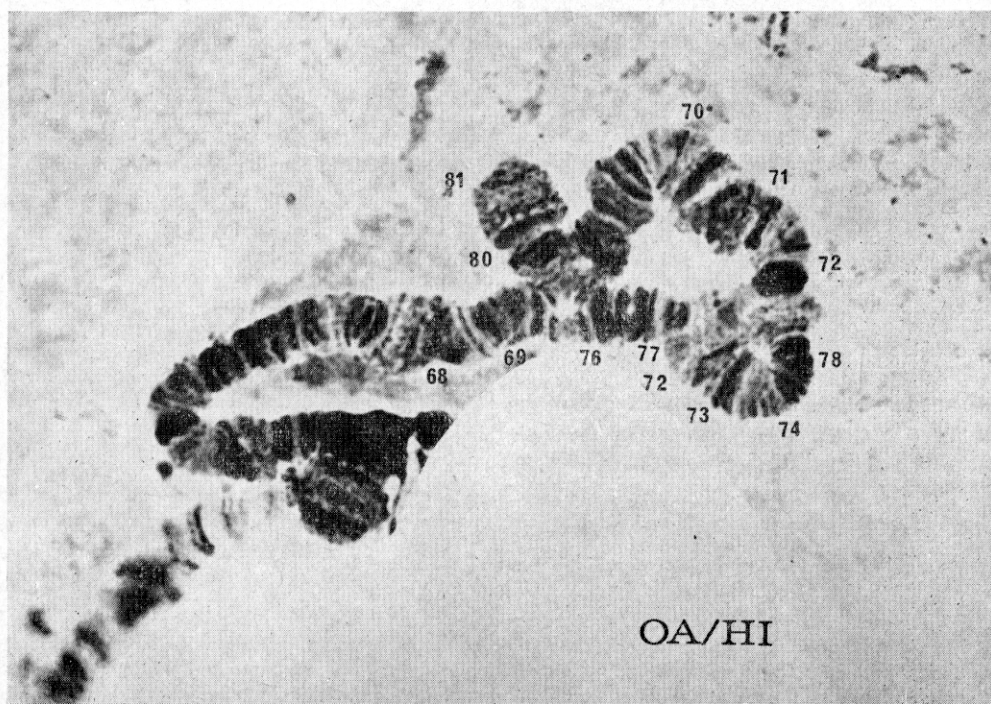


Fig. 4. Heterocariotipo Oaxaca/Hidalgo. Las secciones críticas de ambas inversiones están numeradas.

CONCLUSIONES

I. Se muestrearon cíclicamente las poblaciones naturales de *Drosophila pseudoobscura* durante un año en tres localidades situadas en el centro de México: El Chico, Hgo., Amecameca, Méx., que están situadas en la zona geográfica conocida como cuenca de México, y Zirahuén, Mich., localizada en la zona geográfica denominada Cuenca de las Lagunas de Pátzcuaro y Zirahuén.

II. Se identificaron los arreglos génicos presentes en el tercer cromosoma de las muestras colectadas. Las poblaciones de El Chico y Amecameca pertenecen a la raza del centro de México, con prevalencia de los arreglos: Cuernavaca, Tree Line y Estes Park.

III. Las poblaciones de Zirahuén, caracterizadas por la predominancia de

Santa Cruz, Tree Line y Cuernavaca, pertenecen a la raza México-Guatemalteca.

IV. Las poblaciones de Zirahuén contienen un caudal de once tipos cromosómicos, nueve de los que se encontraron también en El Chico, y ocho en Amecameca, lo que consituye la mayor cantidad de polimorfismo reportado a la fecha en el área de distribución de la especie.

V. Cinco de los arreglos son endémicos de México: Cuernavaca, Oaxaca, Hidalgo, Michoacán y Tarasco.

VI. Diez de los once tipos cromosómicos encontrados en el centro de México pertenecen a la "filada" de Santa Cruz. Pikes Peak es el único derivado de la "filada" de Standard.

AGRADECIMIENTOS

Aprovechamos esta oportunidad para expresar nuestros agradecimientos al Dr. Alfonso L. de Garay, Jefe del Departamento de Genética y Radiobiología del Instituto Nacional de Energía Nuclear, México, por el apoyo que ha dado a este proyecto. También agradecemos la colaboración brindada por la Maestra en Ciencias Aurora Chimal Hernández, quien clasificó el material vegetal proce-

dente de las localidades donde se hicieron las colectas. Se patentiza, asimismo, el apoyo por parte de las Autoridades del INEN.

Este trabajo se llevó al cabo gracias al respaldo económico proporcionado por la National Science Foundation y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, W. W., Th. DOBZHANSKY y C. D. KAS-
TRITSIS, 1967. Selection and inversion poly-
morphism in experimental populations of
Drosophila pseudoobscura initiated with the
chromosomal constitutions of natural popu-
lations. *Evolution*, 21: 664-671.
- ANDERSON, W. W. y L. EHRLMAN, 1969. Mating
Choice in crosses between Geographic popu-
lations of *Drosophila pseudoobscura*. *The
Amer. Midl. Natur.*, 81: 47-53.
- CARSON, H. L., 1969. Parallel polymorphisms in
different species of Hawaiian *Drosophila*. *The
Amer. Natur.*, 103: 323-329.
- CARSON, H. L. y H. D. STALKER, 1947. Gene
arrangements in natural populations of *Dro-
sophila robusta*. Sturtevant. *Evolution*, 1: 113-
133.
- DOBZHANSKY, Th., 1939. Genetics of Natural Po-
pulations IV. Mexican and Guatemalan Popu-
lations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*,
24: 391-412.
- , 1948. Chromosomal variation in Populat-
ions of *Drosophila pseudoobscura* which inha-
bit northern Mexico. *The Amer. Natur.*, 82:
97-106.

- , 1950. The chromosomes of *Drosophila willistoni*. *J. Heredity*, 41: 156-158.
- DOBZHANSKY, Th., W. W. ANDERSON, O. PAVLOVSKY, B. SPASSKY y C. J. WILLS, 1964. Genetics of Natural Populations XXXV. A progress report on genetic changes in populations of *Drosophila pseudoobscura* in the American Southwest. *Evolution*, 18: 164-176.
- DOBZHANSKY, Th. y C. E. EPLING, 1944. Contributions to the Genetics, Taxonomy and Ecology of *Drosophila pseudoobscura* and its Relatives. *Carnegie Inst. of Washington Pub.* 554: 183 pp.
- DOBZHANSKY, Th., R. FÉLIX, J. GUZMÁN, 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 Populations of *Drosophila pseudoobscura* from Central Mexico. *J. Heredity*, 66: 203-206.
- DOBZHANSKY, Th. y D. SOCOLOV, 1939. Structure and Variation of the Chromosomes in *Drosophila azteca*. *J. Heredity*, 30: 3-19.
- DOBZHANSKY, Th. y A. H. STURTEVANT, 1938. Inversions in the chromosomes of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 23: 28-64.
- KASTRITSIS, C. D. y D. W. CRUMPACKER, 1966. Gene Arrangements, in the Third Chromosome of *Drosophila pseudoobscura*. I. Configurations with Tester chromosomes. *J. Heredity*, 57: 151-158.
- , 1967. Gene Arrangements in the Third Chromosome of *Drosophila pseudoobscura*. II. All possible configurations. *J. Heredity*, 58: 111-129.
- NICOLETTI, B., 1959. An efficient method for Salivary-gland chromosome preparation. *Dros. Inform. Serv.*, 33: 181-182.
- PAVAN, C., 1946. Chromosomal variation in *Drosophila nebulosa*. *Genetics*, 31: 546-557.
- PAVLOVSKY, O. y T. DOBZHANSKY, 1966. Genetics of Natural Populations. XXXVII. The coadapted System of Chromosomal variants in a population of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 53: 843-854.
- POWELL, J. R., H. LEVENE y Th. DOBZHANSKY, 1972. Chromosomal Polymorphism in *Drosophila pseudoobscura* used for diagnosis of geographic origin. *Evolution*, 26: 553-559.