

ISSN 0065-1737



INSTITUTO DE ECOLOGÍA
VERACRUZ

ACTA

ZOOLOGICA

MEXICANA

nueva serie

Variación intrapoblacional e interpoblacional
de *Peromyscus melanotis* (Rodentia: Muridae)
en el Eje Volcánico Transverso, México

Matías Martínez-Coronel
José Ramírez-Pulido
Ticul Alvarez

Número 47
1991



Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, Veracruz
México

Consejo Editorial Internacional

California State Polytechnic University, Pomona, E.U.A.	W. David Edmonds	World Wildlife Fund, Washington D.C. E.U.A.	Mario A. Ramos
California State University, E.U.A. División de Ciencias Ecológicas, UNESCO, Francia. UNESCO Francia. Ecole Normale Supérieure, París, Francia. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. Estación Biológica de Doñana, España. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Centro de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México México, D.F. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México México, D.F. Instituto de Morfología y Evolución Animal, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa México, D.F.	David J. Morafka Gary A. Adest John Celecia Francesco Di Castri Robert Barbault Maxime Lamotte Patrick Lavelle Ticul Alvarez Isabel Bassols Javier Castroviejo Bolibar José A. Valverde Osvaldo A. Reig Hugh Drummond Daniel Piñero Enrique González Soriano Vladimir Sokolov José Ramírez Pulido	Museo Nacional de Ciencias Naturales, España Muséum National d'Histoire Naturelle, París, Francia. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. National Museum of Natural History, Washington, D.C. E.U.A. New Mexico State University, U.S.A Universidad de Barcelona, España. Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. University of California Irvine, E.U.A. Los Angeles, E.U.A. University of Oklahoma, E.U.A. University of Pennsylvania, E.U.A. University of Washington, E.U.A.	Fernando Hirako Renaud Paulan Gonzalo Halfter Miguel Angel Morón Don E. Wilson Ralph J. Raitt Ramón Margalef Pedro Aguilar F. Abraham Willink Rosendo Pascual Francisco J. Ayala Martín L. Cody Michael A. Mares Daniel H. Janzen Gordon H. Orians

Comité Editorial

Pedro Reyes Castillo (Director)

Gustavo Aguirre
Carmen Huerta
Imelda Martínez

Violeta Halfter
Jorge Nocedal
Martín Ajuja

Vinicio Sosa

ISSN 0065-1737



ACTA
ZOOLOGICA
MEXICANA
nueva serie

CENTRO DE INFORMACIÓN
CIENTÍFICA Y HUMANAS

14 SET, 1991

Variación intrapoblacional e interpoblacional
de *Peromyscus melanotis* (Rodentia: Muridae)
en el Eje Volcánico Transverso, México

Matías Martínez-Coronel
José Ramírez-Pulido
Ticul Alvarez

Número 47
1991



Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, Veracruz
México

**VARIACION INTRAPOBLACIONAL E INTERPOBLACIONAL
DE *Peromyscus melanotis* (RODENTIA: MURIDAE)
EN EL EJE VOLCANICO TRANSVERSO, MEXICO**

Matías Martínez-Coronel¹
José Ramírez-Pulido¹
Ticul Alvarez²

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Departamento de Biología
Apartado Postal 55-535
09340 México, D.F. México

²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Departamento de Zoología
Apartado Postal 42-136
11340 México, D.F. México

RESUMEN

La variación no geográfica y geográfica de *Peromyscus melanotis* se estudia con base en el análisis de 1485 ejemplares de museo, procedentes de 125 localidades del Eje Volcánico Transverso de México. Por medio de técnicas univariantes y multivariantes se analizó el comportamiento de 25 caracteres morfométricos, 21 del cráneo y cuatro de la piel. La variación no geográfica comprende la variación ontogenética, variación sexual secundaria y variación de la coloración. Para el análisis ontogenético los individuos fueron agrupados en cinco categorías de edad. Se encontró que el valor cuantitativo de los caracteres aumenta con la edad y el estadio adulto se alcanza en la edad IV. La variación sexual secundaria muestra que en *Peromyscus melanotis* se presenta dimorfismo sexual secundario desde la edad juvenil. El dimorfismo es

más evidente en la edad adulta en donde 14 de los 25 caracteres analizados se comportan como dimórficos, lo que determina que las hembras sean más grandes que los machos. La coloración de *Peromyscus melanotis* está relacionada con la edad del individuo y con la época del año. Los jóvenes siempre presentan una coloración oscura en cualquier época y a medida que el individuo envejece se torna más clara. Durante el año se presentan dos fases de coloración bien marcadas, una oscura que corresponde a los individuos de verano y la clara a los de invierno. Para la variación geográfica sólo se consideraron los individuos adultos, de los que se analizaron 16 caracteres morfométricos y la coloración, estos especímenes proceden de una serie de localidades a lo largo de un transecto con orientación oeste-este, que empieza en el Cerro San Andrés, Michoacán y termina en el Pico de Orizaba, Veracruz. Los resultados del análisis muestran que la mayoría de los caracteres exhiben escasa variación geográfica, los ejemplares más grandes y de coloración más clara se encuentran en el centro del transecto, es decir, en el grupo Popocatepetl-Iztaccihuatl, en tanto que hacia los extremos el tamaño tiende a disminuir y la coloración es más oscura.

ABSTRACT

The geographic and non-geographic variation of *Peromyscus melanotis* are studied analyzing 1485 museum specimens from 125 localities along the Transversal Volcanic Belt.

Using univariate and multivariate techniques, the behavior of 25 morphometric characters (21 characters from the skull and four from the skin) was studied. The non-geographic variation includes the ontogenetic variation, the secondary sexual variation, and the coloration variation. For the ontogenetic analysis the specimens were grouped into five age classes. It was found that the quantitative value of the characters increases with age and that adulthood is reached at age class IV. The secondary sexual variation shows that *Peromyscus melanotis* presents secondary sexual dimorphism since youth. Dimorphism is more evident in adulthood, this was found in the behavior of 14 of the 25 analysed characters. Females are bigger than males. The *Peromyscus melanotis* coloration is related to the specimen age and the season of the year. Young specimens always show dark coloration in any season of the year and, as they grow old, they become lighter. During the year there are two distinguishable coloration phases: a dark

one which corresponds to the summer's specimens and a light one which corresponds to the winter's specimens.

In the geographic variation analysis only adults were considered to which 16 morphometric characters and the coloration were analyzed. These specimens came from localities along an west-east oriented transect beginning in Cerro San Andres, Michoacan and ending in Pico de Orizaba, Veracruz. Most of the characters showed limited geographic variation. The bigger and lighter specimens were found in the central mountains of the transect (Popocatepetl-Itzacihuatl group), whereas smaller and darker specimens were found at the extremes.

INTRODUCCION

Peromyscus melanotis es una de las 49 especies del género (Honacki et al., 1982) y junto con *P. maniculatus*, *P. polionotus*, *P. sejugis*, *P. stikensis* y *P. slevini* conforman el grupo *maniculatus* dentro del subgénero *Peromyscus* (Hall, 1981). *P. melanotis* fue descrita como una especie monotípica por Allen y Chapman (1897) con ejemplares colectados en Las Vigas, Veracruz, a una altitud de 8000 pies. Posteriormente, Osgood (1904) describió a *P. melanotis zamelas* con material procedente de Colonia García, Chihuahua. Es decir, para esa época se conocían dos subespecies, una del norte y la otra del sur.

Sin embargo en la revisión del género, Osgood (1909) consideró que *P. melanotis* es una especie monotípica como originalmente había sido nominada, puesto que la descripción original de *P. m. zamelas* se basó en ejemplares en fase melánica pero claramente pertenecientes a *P. melanotis* y por lo tanto, la combinación trinomial debería considerarse como un sinónimo. De la misma manera, Osgood (1904) incluyó dentro de *P. melanotis* a *P. cecillii* especie descrita por Thomas (1903), con material procedente de la ladera sur del Pico de Orizaba, Puebla, por considerarla coespecífica con la primera.

Los individuos de *P. melanotis* frecuentemente se confunden con los de *P. maniculatus*, de los que se diferencian principalmente por el patrón de coloración; en los primeros la franja dorsal se encuentra bien definida y además presentan en la base de la oreja un mechón de pelos negros, mientras que en los segundos la franja dorsal es difusa y no presentan el mechón de pelos negros. En el cráneo ambas especies también son muy similares, sólo que en *P. melanotis* el rostro y los nasales son más largos y delgados, los nasales se angostan posteriormente, la caja craneana es redondeada e inflada y las bulas auditivas son relativamente pequeñas.

Las poblaciones de *P. melanotis* se distribuyen a lo largo del Eje Volcánico Transverso, Sierra Madre Oriental y Occidental y por ésta penetran hasta Arizona en el sur de los Estados Unidos de América (Hall, 1981; Hoffmeister, 1986). Altitudinalmente se le encuentra por arriba de los 2200 m hasta el límite de la vegetación alpina, aproximadamente a los 4300 m.

El patrón de distribución dentro de esta gran área geográfica es discontinua, debido a sus preferencias de hábitat. La especie se encuentra limitada a los picos de las montañas que soportan bosques de coníferas con zacatón y pradera de alta montaña, aunque también se le puede hallar en los camellones con vegetación nativa que bordean los terrenos de cultivo cercanos a los bosques.

De acuerdo con Mayr (1963) y Yablokov (1986) las poblaciones que integran una especie rara vez son similares y la regla, más que la excepción, es que se diferencien tanto en su constitución genética como en la fenética, aunque muchas de las veces esas diferencias sean poco aparentes.

Las especies monotípicas del género *Peromyscus* se caracterizan por ocupar áreas geográficas restringidas (Hall, 1981); *Peromyscus melanotis* es una excepción ya que presenta una distribución amplia. Este rasgo aunado al patrón discontinuo hacen de este taxón un excelente modelo

para los estudios de variación geográfica, entendida como la existencia de diferencias entre poblaciones de la misma especie pero espacialmente separadas (Mayr, 1963).

A las características anteriores se le adiciona, que de ella existe una notable representación en las colecciones del país de ejemplares procedentes del Eje Volcánico Transverso, área en donde se cumple cabalmente el aislamiento geográfico de sus poblaciones. En este trabajo, nos propusimos como objetivo central, evaluar los dos tipos de variación, la no geográfica y la geográfica de las poblaciones de *P. melanotis* que se distribuyen en la región centro-oriental del Eje Volcánico Transverso y que a la postre representan el límite sureño de la distribución geográfica de la especie.

AREA DE ESTUDIO

El área de procedencia de los ejemplares estudiados queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Volcánico Transverso, constituido por el sistema montañoso que cruza transversalmente la República Mexicana a la altura de los paralelos 19° y 20°, desde Jalisco hasta Veracruz. El área de estudio incluye algunas de las prominencias más altas del país que de oeste a este son: Nevado de Toluca, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, La Malinche, Pico de Orizaba y Cofre de Perote, sierras más pequeñas como la de San Andrés, Las Cruces, Ajusco y Tlaxco (Figura 1).

En la zona de estudio se reconocen dos grupos de climas, los semifríos y los templados. Los climas semifríos están representados por el C (E) (m) (w) que se localiza en la parte más alta de la Sierra de San Andrés y el Ajusco y por el C (E) (w2) (w) que se localiza en las partes altas del Nevado de Toluca, Ajusco, Sierra Nevada, Sierra de Tlaxco, La Malinche, Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

Los climas templados están representados por el C (w2) (w), que se localiza por abajo del clima semifrío en toda el área de estudio y por el C (w1) (w), que se localiza por abajo del clima anterior.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de la variación no geográfica y geográfica de *Peromyscus melanotis* se basó en el examen de 1485 ejemplares procedentes de 125 localidades que se ubican en el Eje Volcánico Transverso. Todos los ejemplares examinados se encuentran depositados en la Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAMI), en la del Instituto de Biología de la UNAM (IB) y en la de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

Variabes Utilizadas.- Para este trabajo se utilizaron 26 variables, cuatro somáticas, 21 craneales y la coloración. Las somáticas son: longitud total, longitud de la cola vertebral, longitud de la pata trasera y longitud de la oreja seca. Las variables craneales son: longitud máxima del cráneo, longitud cóndilobasal, longitud palatal, longitud postpalatal, longitud del foramen incisivo anterior, longitud de la serie maxilar de dientes, anchura a través de los molares, longitud de los nasales, longitud del rostro, anchura cigomática, anchura mastoidea, anchura de la caja craneal, anchura interorbitaria, anchura del rostro, anchura de la placa cigomática, longitud del interparietal, anchura interparietal, altura del cráneo, longitud de la mandíbula, longitud de la serie mandibular de dientes y altura de la mandíbula.

Todas las medidas se consignan en milímetros. Las medidas craneales se tomaron de acuerdo con Williams y Ramírez-P. (1984), excepto la altura de la mandíbula que es la distancia en línea recta entre el borde ventral del proceso angular y el borde dorsal del proceso coronoides.

Determinación de la edad.- Se determinaron cinco categorías de edad de acuerdo con Hoffmeister (1951), quien toma como carácter diagnóstico la erupción y desgaste de la superficie oclusal de los molares. A los individuos más jóvenes se les asignó en la categoría I y a los viejos en la V.

Para el análisis estadístico tanto de la variación no geográfica como la geográfica se utilizaron las subrutinas del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute 1988). Estas subrutinas se mencionan en el texto por sus siglas en inglés.

Variación no geográfica.- Los tipos de variación no geográfica que se consideran son: variación debida a la edad, variación debida al sexo y variación de la coloración. Los dos primeros se analizaron con los ejemplares del grupo La Malinche (Fig. 1); se eligió este grupo por tener una buena representación de individuos por categoría de edad y sexos. Además, la mayoría de los especímenes de este grupo se colectaron en el otoño de 1985, entre los 2700 y los 3600 m.

De cada una de las 25 variables continuas analizadas se calculó la estadística básica (tamaño de muestra, media, error estándar, valores extremos y coeficiente de variación). Esto se hizo para cada sexo por separado y para cada categoría de edad (Tabla 1).

En el análisis de variación debida a la edad, se evaluó la hipótesis nula de "no diferencias debidas a la edad" entre las cinco categorías consideradas. La comparación se realizó por medio de un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) para cada una de las 25 variables consideradas. Cuando la hipótesis nula era rechazada ($P < 0.05$), se empleó la Prueba de Medias Múltiples de Duncan (subrutina PROC GLM, SAS) para reconocer los subgrupos no significativos. Asimismo, de acuerdo con los resultados de los análisis anteriores, se empleó un Análisis de Varianza Múltiple (MANOVA) para identificar las categorías de edad que representarían al estado adulto.

Para el MANOVA sólo se utilizaron 12 de las 21 variables craneales; se eliminaron longitud del cráneo, longitud postpalatal, anchura mastoidea, anchura de la caja craneal, longitud del rostro, longitud interparietal, longitud de la mandíbula, longitud de la hilera mandibular de dientes y altura de la mandíbula, en virtud de presentar un coeficiente de correlación alto con las variables conservadas ($r \geq 0.50$). Como criterio estadístico para la MANOVA se empleó la Lambda de Wilks.

En el análisis de la variación debida al sexo se evaluó la hipótesis nula de "ausencia de dimorfismo sexual secundario" en cada categoría de edad, por medio de un ANOVA y un MANOVA. El primer análisis de varianza se aplicó para cada una de las 25 variables empleadas, en tanto que el MANOVA se empleó para las 12 variables menos correlacionadas como se mencionó anteriormente.

Para estudiar la coloración se consideraron como una sola población los ejemplares del grupo Ajusco y Popocatépetl-Iztaccihuatl, por comprender estos grupos a 603 ejemplares representantes de las cinco edades y de las cuatro estaciones del año. En primavera quedaron incluidos los individuos colectados en los meses de abril, mayo y junio; en verano los de julio, agosto y septiembre; en otoño los de octubre, noviembre y diciembre; en invierno los de enero, febrero y marzo.

Cada ejemplar se calificó de acuerdo con los siguientes seis patrones de coloración: región dorsal y lateral gris oscuro (1), región dorsal parda-grisácea y lateral gris-cremosa (2), región dorsal parda-oscuro y lateral amarillo-cremosa (3), región dorsal pardo-oscuro y lateral ocrácea (4), región dorsal pardo-ocrácea y lateral ocrácea (5), región dorsal pardo-ocrácea y lateral amarillenta (6). Posteriormente se calculó con base en la frecuencia, los porcentajes de cada tipo de coloración por estación del año y por categoría de edad sin importar el sexo, los resultados se representan como histogramas en la figura 2.

Variación geográfica.- En virtud del aislamiento que existe entre las poblaciones de *P. melanotis* que habitan los distintos picos montañosos

a lo largo del Eje Volcánico Transverso (Fig. 1), con las 125 localidades muestreadas se integraron 9 grupos que se consideraron como unidades naturales de comparación. Por lo que se propuso evaluar la hipótesis nula de "no diferencias morfométricas entre los individuos adultos de las poblaciones de *P. melanotis* que habitan a lo largo del Eje Volcánico Transverso".

El contraste de la hipótesis se realizó por medio de un ANOVA (PROC GLM, SAS) y un análisis de Componentes Principales, (PROC PRINCOM, SAS). Para ambos análisis se utilizaron las 12 variables craneales menos correlacionadas elegidas previamente, pero además, el ANOVA se aplicó a las cuatro variables externas. El análisis de Componentes Principales se hizo con el fin de ordenar la variación morfométrica a lo largo del transecto geográfico. Cuando el ANOVA resultó ser significativo ($P \leq 0.05$), se aplicó la Prueba de Medias Múltiple de Duncan para caracterizar los subgrupos no significativos. Los componentes principales se extrajeron de una matriz de covarianza, la que se obtuvo de datos estandarizados con media cero y varianza uno. Se utilizaron los mismos grupos que para el caso univariante; el tamaño de muestra fue menor, ya que se eliminaron las observaciones con valores faltantes. Los resultados se presentan por medio de diagramas de dispersión y diagramas de caja.

Con respecto a la coloración, se obtuvo el valor promedio de los tipos de coloración por grupo y por estación del año.

En la lista de las localidades de procedencia de los ejemplares, el arreglo corresponde a los 9 grupos que sirvieron de base para el análisis de variación geográfica, indicándose al final de cada localidad el número de ejemplares examinados y entre paréntesis las iniciales del museo en donde se encuentran depositados.

1. Grupo San Andrés (66): **Michoacán.**- 16.8 km N, 7.3 km W Cd. Hidalgo, 2980 m 40 (ENCB); 13 km N, 7 km W Cd. Hidalgo, 2950 m, 21 (ENCB); 17.5 km NW Cd. Hidalgo, 2980 m, 5 (ENCB).

2. Grupo La Providencia (35): **Estado de México.**- 1 km S, 3 km W San José del Rincón, 2960 m, 17 (ENCB); 4 km W La Providencia, 3050 m, 18 (ENCB).

3. Grupo Nevado de Toluca (156): **Estado de México.**- 3.5 km S, 17 km W Calimaya, 3900 m, 10 (ENCB); 4.5 km S, 16.5 km W Calimaya, 4010 m, 18 (ENCB); 11 km S, 3 km W San Juan de las Huertas, 3720 m, 13 (ENCB); 11 km S, 2.5 km W San Juan de las Huertas, 3780 m, 23 (ENCB), 12 km S San Juan de las Huertas, 3850 m, 29 (ENCB); Nevado de Toluca, 1 km N Cerro del Omblijo, 4150 m, 3 (ENCB); Nevado de Toluca, 1.5 km N Cerro del Omblijo, 4065 m, 8 (ENCB); Nevado de Toluca, 3.5 km S Raíces, 3700 m, 10 (ENCB); Nevado de Toluca, 4 km S, 9 km W Raíces, 3350 m, 1 (ENCB); Nevado de Toluca, 4 km S, 2 km W Raíces, 3350 m, 3 (ENCB); Nevado de Toluca, 8 km S Raíces, 3350 m, 1(ENCB); Nevado de Toluca, 25.7 km SSW Toluca, 4 (ENCB); 15.5 km S, 9 km W Zinacantepec, 3470 m, 27 (ENCB); 18.5 km S, 9 km W Zinacantepec, 3440 m, 6 (ENCB).

4. Grupo ajusco (280): **Distrito Federal.** 1.6 km E, 0.8 km S Acopilco, 3000 m, 8 (ENCB); 7 km NW Ajusco, 3260 m, 13 (ENCB), 6 km NW Ajusco, 3200 m, 12 (ENCB); 2 km NW Ajusco, 3060 m, 5 (ENCB); 3 km NW Ajusco, 3000 m, 1 (ENCB); Ladera N Ajusco, 3400 m, 2 (UAM-I); Cerro Ajusco, 3100 m, 21 (ENCB); Cerro Ajusco, 3200 m, 14 (ENCB), Cerro Ajusco, 3350 m, 12 (ENCB), Cerro Ajusco, 3400 m, 2 (ENCB); Cerro Ajusco, 3500 m, 18 (ENCB); Cerro Ajusco, 3600 m, 19 (ENCB); Cerro Ajusco, 3700 m, 16 (ENCB); Cerro Ajusco, 3800 M, 16 (ENCB), Cerro Ajusco, 3900 m, 16 (ENCB); Ladera SW Cerro Ajusco, 3380 m, 1 (UAM-I); Cerro Xitle, 2600 m, 1 (ENCB); Faldas Xitle, 2800 m, 4 (ENCB); Milpa Alta, 2 km del mirador "La Loma", carretera Xochimilco-Oaxtepec, 1 (UAM-I); Milpa Alta, 5 km del mirador "La Loma", carretera Xochimilco-Oaxtepec, 1 (UAM-I); Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones, Delegación Cuajimalpa, 27 (IB); Barranca Chica, El Zarco, 7 (ENCB); **Estado de México.**- 1 km S, 2 km W Chimalpa, 2900 m, 5 (ENCB); 3 km S, Huixquilucan, 3000 m, 16 (ENCB); 0.25 km S, 2.25 km E San Pedro Atlapulco, 3100 m, 2 (ENCB); 7 km S, 3 km W Santiago Tlazalla, 3210 m, 24 (ENCB); Lagunas de Zempoala, 3000 m, 2 (ENCB).

5. Grupo Popocatepetl-Iztaccíhuatl (348): **Estado de México.**- 4.5 km N, Cabeza Iztaccíhuatl, 3600 m, 3 (ENCB); 4 km E, 2.5 km N Cabeza Iztaccíhuatl, 3700 m, 7 (ENCB); 6 km N, Paso de Cortés 3605 m, 5 (UAM-I); 1.6 km N, 6.4 km E San Pedro Nejapa, 3200 m, 5 (ENCB); 1.5 km N, 4 km E San Pedro Nejapa,

2940 m, 27 (ENCB); 1.5 km E San Pedro Nejapa, 2700 m, 1 (ENCB); Zumpango, 5 km E San Pedro Nejapa, 3300 m, 4 (ENCB); 5.2 km E San Pedro Nejapa, 3250 m, 8 (ENCB); 5.5 km E San Pedro Nejapa, 3250 m, 7 (ENCB); 6 km E, 4 km S, San Pedro Nejapa, 3050 m, 9 (ENCB); 4 km S, 8.5 km · San Pedro Nejapa, 3500 m, 2 (ENCB); 7 km SE San Pedro Nejapa, 3010 m, 8 (ENCB); 1.5 km N, 9 km W Río Frío, 3500 m, 4 (ENCB); 1 km N, 8.5 km W Río Frío, 3450 m, 5 (ENCB); 9 km W Río Frío, 3050 m, 7 (ENCB); Monte Río Frío, 3 (ENCB); 2 km S, 5 km W Río Frío, 3500 m, 1 (ENCB); Zoquiapan, 15 km SW Río Frío, 3110 m, 27 (UAM-I); Llano Grande, Estación Experimental Zoquiapan de la ENACH, 20 km S Río Frío, 3 (UAM-I); 1.5 km S, 5 km E San Rafael, 3000 m, 27 (ENCB); 11 km N, 3 km W Tlamacas, 4000 m, 4 (ENCB); 11 km N, 3 km W Tlamacas, 3860 m, 66 (ENCB); 9 km N, 4 km Tlamacas, 3860 m, 31 (ENCB); 3 km NE Tlamacas, 3720 m, 1 (UAM-I); 2 km NE Tlamacas, 3810 m, 13 (ENCB); 300 m SW Tlamacas, 13 (ENCB); 2.5 km SW Tlamacas, 3900 m, 6 (ENCB); 600 m SW Cerro Tlamacas, 4000 m, 14 (ENCB); 700 m SW Cerro Tlamacas, 4200 m, 2 (ENCB); 1.2 km S Tlamacas, 4100 m, 6 km S, 7 km W Calpulalpan, 2900 m, 6 (UAM-I):

6. Grupo Tlaxco (25): **Puebla.**- 3 km SE Paredón, 1 (UAM-I); **Tlaxcala.**- Límite Puebla-Tlaxcala, 21 km SE Chignahuapan, 3220 m, 4 (UAM-I); 15 km N Tlaxco, 2865 m, 6 (UAM-I); 3 km N, 1 km W Tlaxco, 2820 m, 1 (UAM-I); "El Túnel", 10 km E Tlaxco, 3220 m, 12 (UAM-I); 1 km W Villarreal, 3100 m, 1 (UAM-I).

7. Grupo La Malinche (413): **Tlaxcala.**- 17 km S, 11 km E Apizaco, La Malinche, 3300 m, 5 (ENCB); 17 km S, 11 km E Apizaco, La Malinche, 2800 m, 6 (ENCB); Monte La Malinche, 11 km W Huamantla, 2800 m, 3 (UAM-I); Monte La Malinche, 2 km S, 11 km W Huamantla, 2900 m, 9 (UAM-I); 2.8 km S, 14.4 km W Huamantla 2900 m, 7 (ENCB); 6 km S, 12 km W Huamantla, 3220 m, 120 (UAM-I); 6 km S, 12 km W Huamantla 3350 m, 100 (UAM-I); 6 km S, 12 km W Huamantla 3450 m, 34 (UAM-I); 12 km W, 6 km S Huamantla, 3520 m, 17 (UAM-I); 6 km S, 12 km W Huamantla 3600 m, 35, (UAM-I); 9 km S, 4.6 km W Huamantla de Juárez, 2970 m, 22 (ENCB); 6 km W, 2 km S San Juan Ixtenco, 2770 m, 5 (UAM-I); 8 km W, 3 km S Pilares, 3350 m, 7 (UAM-I), 8 km W, 4 km S Pilares, 3410 m, 13 (UAM-I); 6 km W, 1.5 km N Zitlaltepec, 2700 m, 12 (UAM-I); 4.5 km W Zitlaltepec, 2800 m, 8 (UAM-I).

8. Grupo Cofre de Perote (87): **Puebla.**- 7 km S, 13 km E Alchichica, 2600 m, 3 (ENCB). **Veracruz.**- 5 km E Perote, 2860 m, 1 (ENCB); Cofre de Perote, 7 km E Perote, 2750 m, 5 (IB); 8 km E de Perote, 2800 m, 15 (ENCB); 9 km E

Perote, 2800 m, 2 (ENCB); 9.5 km E Perote 2900 m, 1 (ENCB); 10 km E Perote, 3000 m, 11 (ENCB); 2.4 km S, 8.5 km E Perote, 2940 m, 17 (ENCB); 2.5 km S, 12 km E Perote, 3330 m, 23 (ENCB); Rancho El Capulín, 7 km SE Perote, 2920 m, 1 (ENCB); 10 km SE Perote, 3950 m, 6 (ENCB); 22 km S, 4 km E Perote, 2735 m, 2 (ENCB).

9. Grupo Pico de Orizaba (75): Puebla.- 11 km E Guadalupe Victoria, 2980 m, 10 (ENCB); 10 km N, 12.4 km E Ciudad Serdán, 3340 m, 22 (ENCB); 8 km N, 16.5 km E Ciudad Serdán, 3960 m, 35 (ENCB); 1.5 km N, 16 km E Ciudad Serdán, 3200 m, 7 (ENCB); 6.5 km S, 10.5 km E Tlachichuca, 3100 m, 1 (ENCB).

RESULTADOS

Variación no geográfica

Variación debida a la edad.- Los resultados de los ANOVAS aplicados a *P. melanotis* revelan la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) atribuibles a la edad, en 22 de las 25 variables analizadas (Tabla 1).

En los caracteres que presentan este tipo de variación, la Prueba de Duncan muestra que con excepción de longitud de la pata, anchura de la placa cigomática, hilera maxilar de dientes y longitud interparietal, las 18 variables restantes aumentan de tamaño progresivamente con la edad, de tal manera que las medias de magnitud menor corresponden a la edad I y las de mayor a la edad V (Tabla 1).

En la Tabla 1 también se puede observar que la diferencia de las medias entre las clases de edad sucesivas, se hace cada vez menor y menos significativa a medida que el individuo se desarrolla. A partir de la edad IV en relación con la edad V, esa diferencia ya no es significativa en 23 variables para las hembras y 24 para los machos de un total de 25 analizadas.

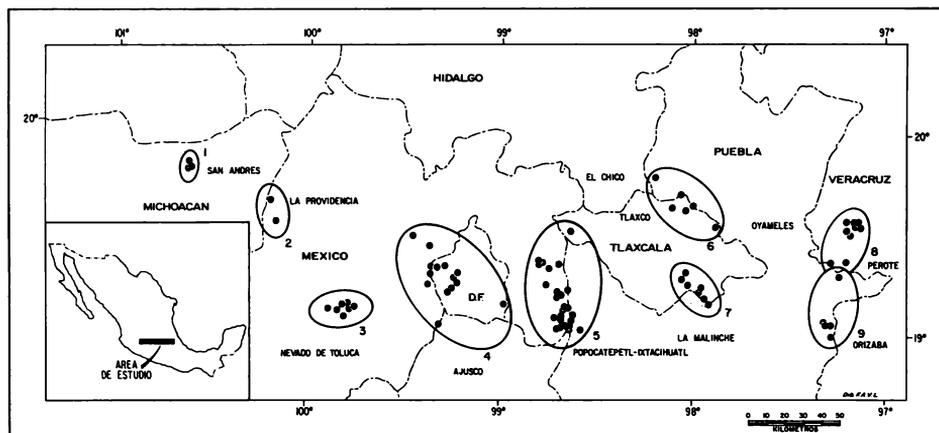


Figura 1

Ubicación geográfica de las localidades de procedencia de los ejemplares examinados de *Peromyscus melanotis*. Los grupos de localidades que se utilizaron para el análisis geográfico se encuentran encerrados en un óvalo.

De acuerdo con lo anterior puede decirse que el estadio adulto, al menos desde el punto de vista morfométrico, en *P. melanotis* se alcanza a partir de la edad IV, momento en que el aumento de talla de los individuos ya no es significativo en relación con la edad V. Estos resultados son consistentes con los obtenidos mediante el MANOVA cuando se analizaron las 12 variables craneales ($P=0.28$ para los machos y $P=0.27$ para las hembras). Por lo tanto, para el estudio de la variación geográfica se consideraron como una sola clase de edad los individuos de las edades IV y V, en virtud de representar el estadio adulto de *P. melanotis*.

Variación debida al sexo.- Tanto los resultados del ANOVA como los del MANOVA evidencian que en *P. melanotis*, existe dimorfismo sexual secundario desde la etapa juvenil (Edad II), el cual se hace más evidente a medida que el individuo se desarrolla (Tabla 2). En todos los caracteres que se comportan como dimórficos, las hembras resultan ser más grandes que los machos, excepto en la longitud de la cola y la altura del cráneo de la edad III.

Por lo que respecta a las edades IV y V, correspondientes al estadio adulto y por lo tanto, el más importante desde el punto de vista taxonómico, el ANOVA indica que 14 de las 25 variables analizadas resultaron ser significativamente diferentes entre machos y hembras (Tabla 2). En la edad III las diferencias se presentan en seis variables, en la edad II en tres y en la edad I solamente una resultó comportarse como dimórfica. Los caracteres que no se comportaron como dimórficos en ninguna categoría de edad son la longitud de la pata, hilera mandibular de dientes, anchura mastoidea, anchura interorbital, anchura y longitud interparietal.

Tomando en cuenta lo antes expuesto (Tabla 2), se considera que *P. melanotis* es una especie dimórfica. Razón por la cual, el análisis de la variación geográfica se hizo considerando a hembras y machos por separado.

Coloración.- Los individuos de *P. melanotis* exhiben cambios de coloración a través del desarrollo ontogenético. Los jóvenes (Edad I) son de color oscuro en cualquier época del año (Fig. 2). Sin embargo, a medida que se hacen viejos la coloración oscura es reemplazada por

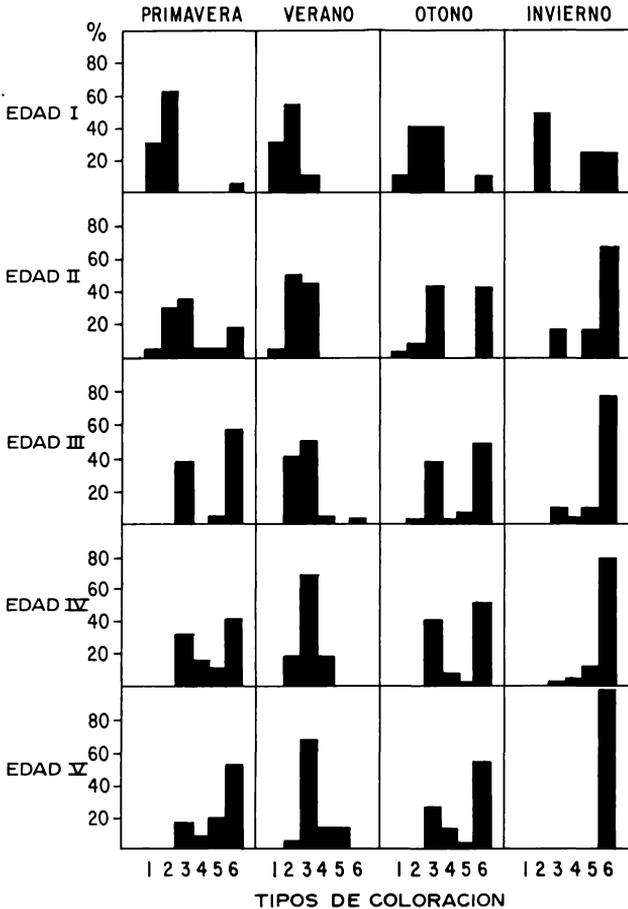


Figura 2

Variación ontogenética y estacional de la coloración de *Peromyscus melanotis*. Los tipos de coloración se califican del 1 (el más oscuro) al 6 (el más claro). La coloración se representa para cada estación del año por cada categoría de edad. El porcentaje corresponde a los ejemplares examinados.

una cada vez más clara. En los especímenes jóvenes los tipos de coloración 1 y 2 son los más comunes, en cambio para las edades de II a V los tipos que predominan son los 3 a 6.

Es de notar que los seis tipos de coloración característicos de *P. melanotis*, se encuentran en los individuos de la edad II. En las edades III, IV y V están presentes cinco tipos, estando ausente la 1 que es la más oscura y típica de la edad I. Asimismo, en la edad I también se pueden presentar cinco tipos, pero en este caso la faltante es la 4, ya que corresponde a la coloración más clara.

En la Figura 2 se observa que la coloración varía a lo largo del año y es a partir de la edad II, cuando se nota una relación muy estrecha entre la coloración dominante y una estación determinada del año. En las otras edades se presentan dos fases, una oscura propia de los individuos de verano con tipo de coloración 3 como el más frecuente y una fase clara, distintiva en los individuos de invierno, en los cuales, la coloración 6 es la más constante.

Variación geográfica

Análisis univariante.- Los resultados del ANOVA demuestran la existencia de variación geográfica en ambos sexos para todos los caracteres analizados (Tabla 3). Por otra parte, la Prueba de Duncan revela un patrón de variación geográfica a lo largo de un transecto con orientación oeste este.

El grupo San Andrés, el más occidental de la muestra examinada está representado por individuos de talla mediana a grande en comparación con los demás grupos. El grupo La Providencia está integrado por animales de tamaño mediano a pequeño y en él se encuentra la media más pequeña de todo el transecto. A partir del Nevado de Toluca se

nota un aumento en la magnitud de la media, tendencia que se mantiene constante en los grupos Ajusco y Popocatépetl-Iztaccíhuatl. Grupos que están conformados en su mayoría por individuos que van de talla mediana a grande.

Con respecto a los grupos Tlaxco y La Malinche, los integran poblaciones de talla mediana. En cambio en los grupos del extremo oriental de Perote y Orizaba, los ejemplares varían de talla mediana a grande. La media de estos grupos es comparable a la que se encuentra en los grupos San Andrés, Ajusco y Popocatépetl-Iztaccíhuatl.

Los resultados de la Prueba de Duncan (Tabla 4) muestran la existencia de discontinuidades significativas ($P < 0.05$) entre algunos grupos vecinos, como a continuación se señala.

Entre las poblaciones de San Andrés (Grupo 2), La Providencia (Grupo 3) y Nevado de Toluca (Grupo 4) existen discontinuidades en ambos sexos en la longitud total, longitud de la cola, longitud de la oreja, longitud máxima del cráneo, longitud cóndilobasal y longitud postpalatal; además, en las hembras se presentan en la altura de la mandíbula, anchura de la caja craneal y longitud interparietal. En los machos las discontinuidades se presentan en la altura del cráneo, longitud del paladar y longitud del rostro; en este caso, las medias de San Andrés y el Nevado de Toluca son significativamente mayores que las del grupo de La Providencia.

En los machos de los grupos Ajusco y Popocatépetl-Iztaccíhuatl se presentan discontinuidades significativas en las variables longitud de la hilera mandibular de dientes, altura de la mandíbula, longitud del paladar, anchura a través de los molares, anchura interorbital y longitud interparietal. De la misma manera, también se presentan en los grupos Popocatépetl-Iztaccíhuatl y Tlaxco en anchura de la placa cigomática, longitud de la mandíbula, altura de la mandíbula, altura del cráneo, longitud condilobasal, longitud del paladar, anchura a través de los

molares y anchura de la caja craneal. En la hembra sólo se presenta en la longitud de la hilera maxilar de dientes.

Entre los grupos de Tlaxco y La Malinche se vuelven a presentar discontinuidades para anchura de la placa cigomática, longitud de la mandíbula, longitud cóndilobasal, longitud postpalatal y longitud del foramen incisivo en los machos y sólo en longitud del rostro para las hembras.

Los cambios son graduales a lo largo del transecto pero existe recurrencia en poblaciones separadas geográficamente a presentar un comportamiento morfométrico similar.

Por otra parte, en el patrón de variación que exhiben algunos caracteres se observan discontinuidades claras entre grupos vecinos (Tabla 3). Sin embargo, el sitio donde se presenta la discontinuidad no coincide en machos y hembras, por lo tanto, con base en los resultados del análisis univariante es difícil concluir si todas las poblaciones comparadas constituyen o no un grupo homogéneo.

Análisis Multivariante.- Los resultados del PCA muestran que los tres primeros componentes explican el 51% para las hembras (n=232) y el 50% para los machos (n=398) de la varianza total contenida en las 12 variables craneales que se analizaron (Tabla 4). En las figuras se presentan sólo los componentes que corresponden a los machos, en virtud de ser el sexo mejor representado en la muestra y porque no se encontraron diferencias importantes entre los diagramas de ambos sexos.

El primer componente principal, para ambos sexos, corresponde a un factor de tamaño, dado que las variables analizadas muestran correlación positiva con este componente (Reyment *et al.*, 1984). Por esto, en el lado izquierdo de la figura 3a están representados los ejemplares de talla más pequeña y en el lado derecho los de talla grande. En los diagramas de caja (Fig. 4), se observa poca variación geográfica a lo largo del transecto estudiado y es un patrón similar al que exhiben las variables

originales (Tabla 3). Corresponde nuevamente al grupo de La Providencia tener la talla media más pequeña.

El segundo componente principal corresponde a un componente de forma (Reyment *et al.*, 1984). El contraste se presenta principalmente

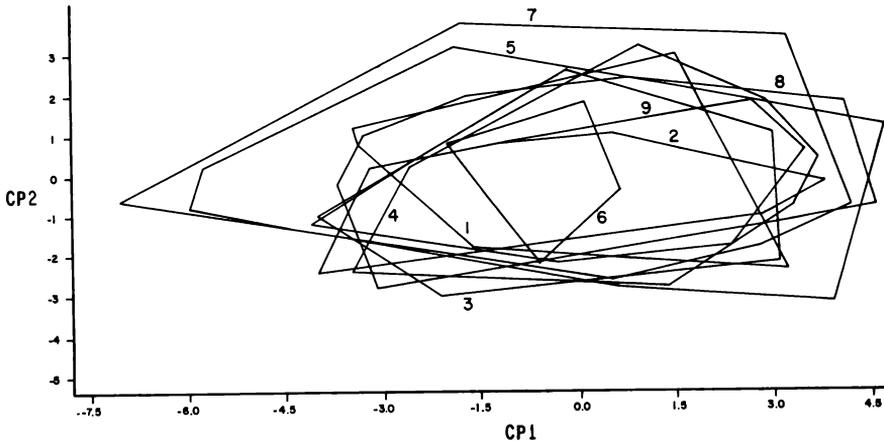


Figura 3a

Proyección de los grupos de machos de *Peromyscus melanotis* sobre los ejes 1 y 2 de los componentes principales N = 398.

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
Variación Intrapoblacional e Interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

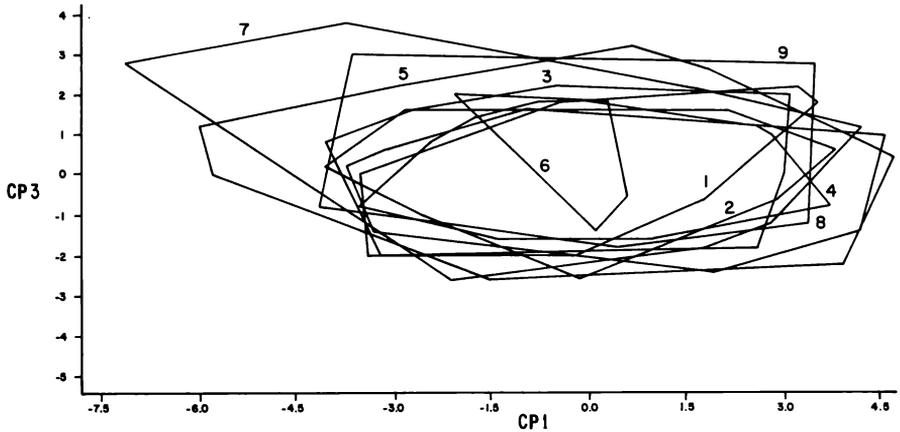


Figura 3b

Proyección de los grupos de machos de *Peromyscus melanotis* sobre los ejes 1 y 3 de los componentes principales N = 398.

entre variables que cuantifican alargamiento, contra variables que miden anchura y altura del cráneo. En los machos el contraste se presenta entre las variables anchura de la placa cigomática, longitud condilobasal, longitud del paladar y longitud de los nasales con signo negativo de correlación, contra anchura interorbital, anchura interparietal y altura del

cráneo con signo positivo. En tanto que para hembras el contraste se da entre longitud del foramen incisivo, longitud de los nasales y longitud cóndilobasal con signo negativo, contra anchura interorbital, anchura interparietal y altura del cráneo con signo positivo.

En el diagrama de dispersión (Fig. 3a) los ejemplares con cráneo corto y alto, con la región interorbital e interparietal amplia se localizan en la parte superior de la gráfica, en tanto que en la parte inferior se localizan los individuos de cráneo alargado, bajo y angosto. El diagrama de caja muestra nuevamente el mismo patrón de variación geográfica que el observado en el primer componente.

El tercer componente principal, al igual que el segundo es un factor de forma. En este caso hembras y machos presentan un comportamiento ligeramente diferente. En los machos el contraste se presenta entre anchura interparietal, longitud del foramen incisivo y altura del cráneo con signo negativo de correlación, contra longitud del paladar, longitud de la hilera maxilar de dientes y anchura de la placa cigomática con signo positivo.

En la figura 3b de los componentes 1 contra 3, los individuos de cráneo bajo, paladar e hilera maxilar de dientes largos, foramen incisivo corto, hueso interparietal angosto y placa cigomática amplia se localizan en la parte superior del diagrama, en tanto que los animales con las características opuestas quedaron distribuidos en la parte inferior.

En las hembras el contraste se da entre las variables de la anchura interorbital, longitud del foramen incisivo, anchura a través de los molares y anchura del rostro con signo negativo de correlación, contra anchura interparietal, longitud del paladar y longitud de los nasales con signo positivo.

En el caso de las hembras en el análisis de los componentes 1 contra 3, los ejemplares con el morro y paladar largo y angosto, foramen incisivo corto y hueso interparietal amplio, quedaron distribuidos en la parte

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

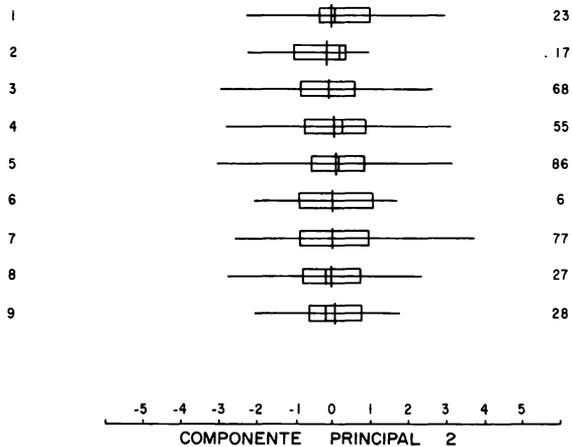
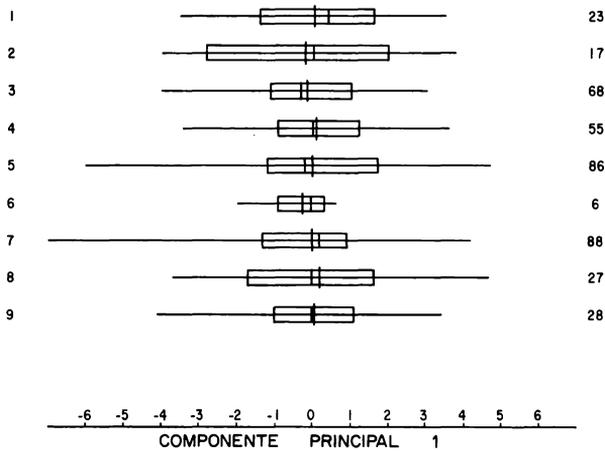


Figura 4

Diagrama de caja del primero y segundo componentes principales de los machos de *Peromyscus melanotis*. En cada diagrama la barra horizontal representa la variación máxima y mínima; el rectángulo, el cuartil superior e inferior; la barra vertical interna, la mediana y la barra mayor la media. Del lado izquierdo se presenta el número del grupo comparado y del lado derecho, el tamaño de la muestra de cada grupo.

superior de la misma, en tanto que aquellos con el morro y el paladar corto y amplio, foramen incisivo largo y hueso interparietal angosto se localizan en la parte inferior.

En las figuras 3a y 3b de los componentes 1 contra 2 y 1 contra 3 se observa una gran sobreposición entre los grupos que se comparan y de hecho, la variación que exhiben algunos grupos como el de La Providencia y Tlaxco queda incluida en la que muestran los grupos más numerosos. Este comportamiento coincide con lo encontrado en el análisis univariante, lo cual indica que los *P. melanotis* que habitan en los diferentes volcanes y sierras del Eje Volcánico Transverso, constituyen un grupo morfométricamente homogéneo.

Coloración. El patrón de coloración que se observa a lo largo del Eje Volcánico Transverso en los nueve grupos que se comparan es similar durante las cuatro estaciones del año (Fig. 5). Las coloraciones más claras se presentan en la parte central del transecto en los grupos Ajusco, Popocatépetl-Iztaccíhuatl y Tlaxco, mientras que hacia los extremos la coloración tiende a ser cada vez más oscura, alcanzando las tonalidades más intensas en los grupos San Andrés y Orizaba.

DISCUSION

Variación no geográfica

Variación debida a la edad.- El patrón de crecimiento de *P. melanotis* en relación con los caracteres externos (Tabla 1), es similar al de *Neotomodon alstoni*, especie con la que vive en simpatria y cuyo crecimiento fue estudiado en condiciones de laboratorio por Martín y Alvarez (1982) y al de *Peromyscus truei* (Hoffmeister, 1951), *P. gossypinus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, *P. oreas* y *P. polionotus* (Layne,

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
 Variación Intrapoblacional e Interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

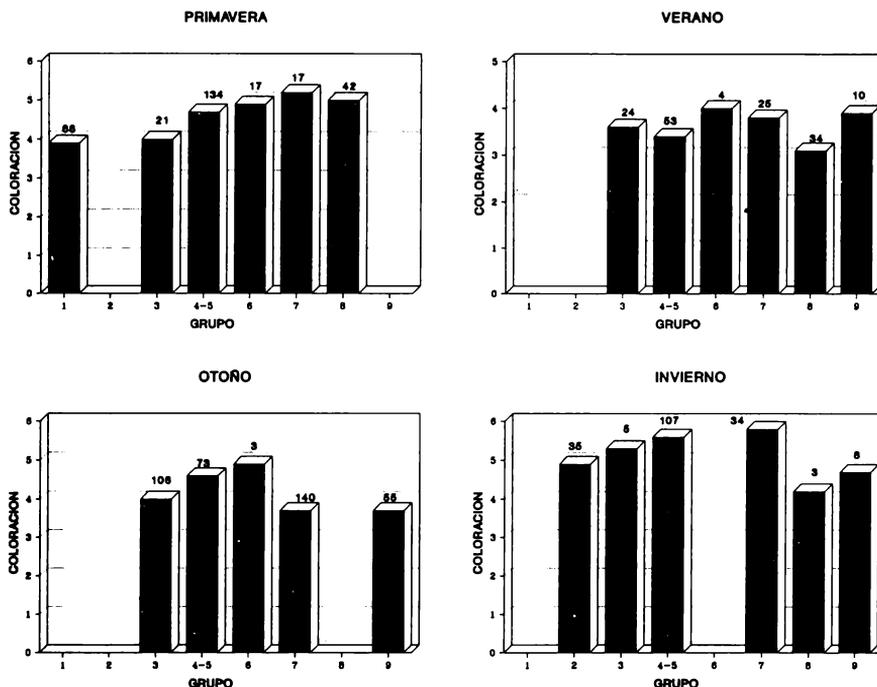


Figura 5

Promedio de la coloración por estación del año de *Peromyscus melanotis* a través del Eje Volcánico Transverso. En la columna izquierda el número 1 representa al tipo más obscuro y el 6 al más claro. El número sobre cada barra representa el tamaño de muestra. Para la identificación de los grupos ver metodología.

1968), especies de tamaño similar a *P. melanotis*. Especies en las cuales, también la longitud de la pata es el primer carácter que alcanza su desarrollo y en orden progresivo, le siguen la longitud de la oreja, la longitud de la cola y por último la longitud total.

Paralelo a este crecimiento hay un aumento gradual en el peso hasta que el individuo alcanza la edad adulta. Esta observación coincide con

las de Dice (1936), quien encontró que en condiciones de laboratorio, la longitud total sigue incrementándose después de un año de edad en *P. maniculatus bairdii* y *P. m. rufinus* y aún después de los dos años en *P. m. gracilis*. Resultados similares son los que encontraron Martín y Alvarez (1982) en *N. alstoni*.

Peromyscus melanotis alcanza el estado adulto en la edad IV, edad en la que la mayoría de las variables ya no aumentan de manera significativa. Otras especies que alcanzan el estado adulto en la edad IV, son *N. alstoni* (Williams y Ramírez-P., 1984), *P. maniculatus* (Koh y Peterson, 1983) y *P. hooperi* (Schmidly et al., 1985). En cambio Cockrum (1954) encontró que en *P. leucopus* existe gran variación aún en las edades IV y V.

Se sabe que diversos factores tanto intrínsecos como ambientales afectan la velocidad del crecimiento de los individuos de *Peromyscus*. Se ha señalado que individuos procedentes de camadas pequeñas alcanzan la talla del adulto mucho más rápido que los provenientes de camadas grandes (Martín y Alvarez, 1982); el sexo también es importante en algunas especies, Derrickson (1988) menciona que en *P. leucopus* los machos alcanzan el tamaño adulto antes que las hembras. Uno de los factores de gran relevancia está en relación directa con las condiciones del hábitat, un hábitat con mayores recursos alimenticios permitirá un mejor y más rápido desarrollo de los individuos que soporta, en comparación con uno empobrecido.

Variación debida al sexo.- Ralls (1977) ha señalado que el dimorfismo sexual secundario en roedores varía de pobre a moderado. Este argumento generalizado es contrario al que se observa en *P. melanotis*, especie en la cual el dimorfismo es alto. Más aún, si se compara en lo particular con algunas especies del género. Fox (1948) y Cockrum (1954) observaron diferencias sexuales en un solo carácter craneal en *P. maniculatus* y *P. leucopus* respectivamente y Diersing (1976) encontró dimorfismo sexual secundario en *P. difficilis* en cuatro caracteres tanto externos como craneales.

El dimorfismo sexual secundario es evidente desde la etapa juvenil en *P. melanotis*. El hecho de que las hembras sean más grandes que los machos, puede estar relacionado con el compromiso reproductivo de las hembras, que se inicia desde la edad II, ya que observamos hembras preñadas y lactantes de esta categoría de edad en los ejemplares examinados.

Los resultados apoyan la hipótesis de Xia y Millar (1987) quienes mencionan que "si el dimorfismo sexual está relacionado con la actividad reproductiva, será más aparente en los ejemplares adultos que en los juveniles". En el caso de *P. melanotis*, a medida que los individuos alcanzan el estadio adulto, las diferencias morfométricas entre los sexos son más conspicuas (Tabla 2), lo cual puede ser consecuencia de las condiciones ambientales dominantes en el área donde habita la especie. En este sentido, se ha mencionado que la estacionalidad ambiental en algunas especies (Levenson, 1990) es un factor que favorece la tendencia hacia el acopio de energía, que se refleja en un tamaño corporal mayor fundamentalmente en el caso de las hembras de latitudes o altitudes elevadas, ya que éstas deben aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo de sus crías.

Las diferencias en tamaño entre los machos y las hembras, también tienen consecuencias ecológicas importantes, en la estructura de la población y puede ser un mecanismo importante para evitar la competencia intraespecífica (Bowers y Smith, 1979; Schoener, 1986; Slatkin, 1984; Xia y Millar, 1987), ya que el dimorfismo sexual secundario no es seleccionado como tal, sino que es consecuencia de otras presiones de selección (Levenson, 1990).

Variación de la coloración.- Se han dado diferentes argumentos para explicar la coloración críptica de los animales (Mayr, 1963; Futuyma, 1986). Algunas de las diferencias encontradas en las poblaciones de mamíferos están relacionadas con cambios estacionales (Mayr, 1963), sobre todo los que habitan zonas con marcada estacionalidad climatológica, como es el caso del área donde se distribuye *P. melanotis*.

La variación en el color del pelaje de *P. melanotis* (Fig. 2), se relaciona con los cambios fenológicos que sufre el estrato bajo en los bosques en donde habita la especie. Rzedowski (1981) menciona que en el Eje Volcánico Transverso el sotobosque de los pinares y la pradera de alta montaña durante la época seca del año, es de color amarillento debido a que las herbáceas anuales están ausentes, las perennes cambian de color y el sustrato se encuentra cubierto por una capa de hojarasca. Por otra parte, en la época húmeda el piso se encuentra cubierto por hierbas verdes y el suelo húmedo es más oscuro que cuando está seco.

Al comparar los datos de la coloración de *P. melanotis* con los cambios fenológicos de la vegetación, existe una correspondencia muy estrecha. Los individuos en fase clara fueron colectados durante la época seca, periodo durante el cual el sotobosque es amarillento, en cambio los que exhiben la fase oscura lo fueron en la época húmeda, cuando el sotobosque es más oscuro debido al color verde de las plantas.

A diversos factores ambientales se les atribuye gran influencia en la selección para la coloración críptica. Frecuentemente se invoca la interacción presa-depredador (Mayr, 1963; Futuyama, 1986) ya que las poblaciones con esta coloración pasan desapercibidas a los depredadores potenciales.

La existencia de dos fases de coloración a lo largo del año en los individuos adultos, sugiere la secuencia de dos mudas o cambios de pelaje, característica que fue observada por Osgood (1909) en esta especie. Otras especies del género *Peromyscus* en las cuales se ha mencionado la existencia de dos mudas a lo largo del año son *P. yucatanicus* (Lawlor, 1965) y *P. floridanus* (Layne, 1968).

Variación geográfica

El argumento tradicional que se esgrime para explicar la evolución de la variación geográfica en las especies, señala que las poblaciones que

habitan diferentes localidades están sujetas a diferentes factores de selección climática y ecológica, de manera que tienden a diferenciarse genotípica y fenotípicamente (Mayr, 1963). Las diferencias se mantienen en parte, por el reducido flujo genético entre las poblaciones separadas por grandes distancias o bien por barreras eto-fisiológicas, particularmente en el caso de las especies que habitan en las islas, ya sean oceánicas o continentales.

Las poblaciones de *P. melanotis* que habitan el Eje Volcánico Transverso, presentan escasa variación geográfica tanto en la coloración como en la morfometría (Tabla 3, Figs. 3 y 4). Esta situación sugiere que en el pasado, las poblaciones de este taxón pudieron haber tenido una distribución más amplia y continua que en la actualidad, lo cual es difícil de corroborar ya que hasta el momento se desconocen registros fósiles (Alvarez, 1966).

Es probable que el patrón de distribución discontinuo que presenta la especie, sea el reflejo de un proceso histórico postpleistocénico, que se ha visto acelerado como consecuencia de la destrucción del hábitat. Los resultados del análisis morfométrico evidencian que probablemente no ha transcurrido el tiempo suficiente para que las poblaciones se diferencien genotípica (Avise *et al.* 1979) y fenotípicamente. Si a la idea anterior, se le agrega que la especie ocupa un hábitat uniforme, se explica la similitud observada entre las poblaciones a través de su amplia distribución geográfica.

En relación con la coloración, no muestra cambios significativos entre grupos vecinos a lo largo del Eje Volcánico Transverso, patrón de variación que es coincidente con el que se encuentra en el análisis morfométrico.

El patrón de variación de la coloración de *P. melanotis* parece ajustarse a la regla de Gloger que establece que a lo largo de un gradiente de humedad, las formas melánicas se localizan en el área más húmeda en tanto que las claras en la más seca (Mayr, 1963). Al

consultar el mapa de humedad de la República Mexicana (Rzedowski, 1981) y sobreponer los resultados de la coloración, se nota que en los grupos del centro (Ajusco-Popocatepeti-Iztaccíhuatl-Tlaxco) el pelaje es más claro y corresponden a la zona más seca del transecto. A medida que se avanza hacia los extremos la humedad se incrementa y consecuentemente, los individuos más oscuros se localizan en San Andrés y Nevado de Toluca en el extremo occidental y en el Cofre de Perote en el oriental.

Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos por Bowers (1974) y Avise *et al.* (1979), quienes comparan la morfología craneal y cromosómica, algunas enzimas y la coloración de individuos de *P. melanotis* procedentes de Arizona, Durango, Distrito Federal y Veracruz. Ellos concluyen que las poblaciones muestreadas son muy similares, en virtud de que existe gran uniformidad genética. Los resultados de Bowers (1974) y Avise *et al.* (1979) y los nuestros, coinciden en la idea de que por el momento, no existe ninguna justificación para subdividir taxonómicamente a *Peromyscus melanotis*, por el contrario, persisten los argumentos que confirman que se trata de una especie monotípica.

Esta condición por otra parte, no es única en el Eje Volcánico Transverso, una característica similar se presenta en *Neotomodon alstoni* (Williams y Ramírez-P., 1984), especie con la que vive en simpatría, pues ocupan la misma franja altitudinal aunque con distribución horizontal más reducida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar un sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

Al Dr. Fernando Cervantes-R. Curador de la Colección de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, por permitirnos revisar el material bajo su custodia, así como el acceso a la computadora IBM 4381 del Centro de

Cómputo Académico también de la UNAM. A la Biól. Yolanda Hortelano Moncada quién nos ayudó en la captura y procesamiento de los datos y por la acuciosa lectura al manuscrito. Al Sr. Fernando Vega López, quien tuvo a su cargo la elaboración de las figuras. A los dos revisores anónimos que con sus opiniones y sugerencias, sin duda alguna enriquecieron nuestro trabajo. La realización de este trabajo ha sido posible con la ayuda financiera del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT No. D112 903792) y de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la SEP (DGICSA No. 90-01-0286), convenios celebrados con J.R.P.

LITERATURA CITADA

- Allen, J.A. y F.M. Chapman. 1897. On a collection of mammals from Jalapa and Las Vigas, State of Veracruz, Mexico. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 9:197-208.
- Alvarez, T. 1966. Roedores fósiles del Pleistoceno de Tequesquinahua, Estado de México, México. *Acta Zool. Méx.*, 8:1-16.
- Avise, J.C., M.H. Smith y R.K. Selander. 1979. Biochemical polymorphism and systematics in the genus *Peromyscus*. VII. Geographic differentiation in members of the *truei* and *maniculatus* species groups. *J. Mamm.*, 60:177-192.
- Bowers, J.H. 1974. Genetic comparability of *Peromyscus maniculatus* and *Peromyscus melanotis* as indicated by breeding studies and morphometrics. *J. Mamm.*, 55:720-737.
- Bowers, M.A. y H.D. Smith. 1979. Differential habitat utilization by sexes of the deer mouse *Peromyscus maniculatus*. *Ecology*, 60:869-875.
- Cockrum, E.L. 1954. Non-geographic variation in cranial measurements of wild taken *Peromyscus leucopus noveboracensis*. *J. Mamm.*, 35:367-375.
- Derrickson, M.E. 1988. Patterns of postnatal growth in a laboratory colony of *Peromyscus leucopus*. *J. Mamm.*, 69:57-66.
- Dice, L.R. 1936. Age variation in *Peromyscus maniculatus gracilis*. *J. Mamm.*, 17:55-57.
- Diersing, V.E. 1976. An analysis of *Peromyscus difficilis* from the Mexican-United States boundary area. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 89:451-466.
- Fox, W. 1948. Variation in the deer mouse (*Peromyscus maniculatus*) along the lower Columbia River. *Amer. Midland Nat.*, 40:420-452.
- Futuyma, D.J. 1986. *Evolutionary Biology*. Sinauer Inc. Publish., Massachusetts.
- Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America*. Vol. 2, 2a. ed. John Wiley and Sons, Nueva York.

- Hoffmeister, D.F. 1951. A taxonomic and evolutionary study of the Pinon mouse, *Peromyscus truei*. *Illinois Biol. Monogr.*, 21:1-104.
- Hoffmeister, D.F. 1986. *Mammals of Arizona*. Univ. Arizona Press and Arizona Game and Fish. Dept., Tucson, Arizona.
- Honacki, J.H., K.E. Kinman y J.W. Koepl. (eds.). 1982. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Joint Venture of Allen Press, Inc. and Assoc. Syst. Coll., Lawrence, Kansas.
- Koh, H.S. y R.L. Peterson. 1983. Systematic studies of deer mice, *Peromyscus maniculatus* Wagner (Cricetidae, Rodentia): analysis of age and secondary sexual variation in morphometric characters. *Can. J. Zool.*, 61:2618-2628.
- Lawlor, T.E. 1965. The deer mouse, *Peromyscus yucatanicus*. *Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.*, 16:421-438.
- Layne, J.N. 1968. Ontogeny, pp. 148-253. in: *Biology of Peromyscus* (Rodentia) (J.A. King, ed.). *Amer. Soc. Mamm., Spec. Publ.*, 2:1-593.
- Levenson, H. 1990. Sexual size dimorphism in chipmunks. *J. Mamm.*, 71:161-170.
- Martín F., E. y T. Alvarez S. 1982. Crecimiento y desarrollo en el laboratorio de *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 26:55-84.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- Osgood, W.H. 1904. Thirty new mice of the genus *Peromyscus* from Mexico and Guatemala. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 17:55-77.
- Osgood, W.H. 1909. Revision of the mice of the American genus *Peromyscus*. *N. Amer. Fauna*, 28:1-285.
- Ralls, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *Amer. Nat.*, 11:917-938.
- Reyment, E.A., R.E. Blacklith y N.A. Campbell. 1984. *Multivariate morphometrics*. Academic Press.
- Rzedowski, J. 1981. *La vegetación de México*. Ed. Limusa, México.
- SAS Institute. Inc. SAS/STAT. 1988. User guide release 6.03 Edition. Cary NC: SAS Institute Inc.
- Schmidly, D.J., M.R. Lee, W.S. Modl y E.G. Zimmerman. 1985. Systematics and notes on the biology of *Peromyscus hooperi*. *Occas. Papers Mus., Texas Tech Univ.*, 97:1-40.
- Schoener, T.W. 1986. *Resource partitioning* pp 91-126. in: *Community ecology; pattern and process* (J. Kikkawa y D.J. Anderson, Eds.). Blackwell Scientific Publication, London.

- Slatkin, M.** 1984. Ecological causes of sexual dimorphism. *Evolution*, 38:622-630.
- Thomas, O.** 1903. On three new forms of *Peromyscus* obtained by Dr. Hans Gadow, F.R.S. and Mrs. Gadow in México. *Ann. Mag. Nat. Hist., ser., 7*, 11:484-487.
- Williams, S.L. y J. Ramírez-Pulido.** 1984. Morphometric variation in the volcano mouse, *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia: Cricetidae). *Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist.*, 53:163-183.
- Xia, X. y J.S. Millar.** 1987. Morphological variation in deer mice in relation to sex and habitat. *Can. J. Zool.*, 65:527-533.
- Yablokov, A.V.** 1986. *Phenetics: evolution, population, trait*. Columbia University Press.

Tabla 1

Resultados del ANOVA y de la Prueba Múltiple de Duncan obtenidos de la comparación entre las cinco categorías de edad para 25 caracteres externos y craneales de *Peromyscus melanotis* del grupo La Malinche. Las estadísticas que se mencionan son: tamaño de muestra (n), media y dos errores estándar (2 EE) a cada lado de la media, valores extremos, coeficiente de variación (CV), valor de F calculado (Fs) y probabilidad de significancia (P). Cuando se encontró que entre las medias comparadas había diferencias significativas a un nivel de $P < 0.05$, se aplicó la prueba de medias de Duncan para encontrar los subgrupos más diferentes (n.s. = no significativa). Para cada variable se mencionan primero las categorías de edad de las hembras y después la de los machos.

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	F _s P	Duncan
Longitud Total						
Hembras						
V	21	156.90±3.41	140.0-170.0	4.99	52.96	
IV	69	153.75±1.66	136.0-165.0	4.48	0.0001	
III	40	150.37±2.04	135.0-164.0	4.30		
II	28	141.53±3.28	117.0-161.0	6.13		
I	42	132.21±3.82	105.0-160.0	9.36		
Machos						
V	45	150.91±2.08	140.0-177.0	4.62	38.98	
VI	92	147.73±1.41	133.0-165.0	4.59	0.001	
III	54	145.77±1.53	132.0-160.0	3.87		
II	39	140.87±2.91	130.0-155.0	4.46		
I	26	132.76±2.97	117.0-147.0	5.70		
Longitud de la Cola						
Hembras						
V	21	65.61±2.44	50.0-73.0	8.53	19.42	
IV	69	64.85±1.06	51.0-73.0	6.84	0.001	
III	40	64.22±1.15	55.0-73.0	5.69		
II	28	60.03±1.74	50.0-73.0	7.68		
I	42	57.61±1.95	42.0-71.0	10.97		

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Machos						
V	45	63.37±1.42	49.0-75.0	7.51	13.62	
IV	93	62.49±0.90	53.0-72.0	6.96	0.0001	
III	54	61.68±1.18	48.0-72.0	7.03		
II	39	60.23±1.23	52.0-68.0	6.40		
I	26	56.11±1.99	47.0-64.0	9.04		
Longitud de la Pata						
Hembras						
IV	68	20.14±0.23	18.0-22.0	4.79	3.12	
V	21	20.09±0.56	16.0-22.0	6.47	0.01	
III	40	20.00±0.25	18.0-22.0	4.08		
II	28	19.78±0.33	18.0-21.0	4.42		
I	41	19.51±0.30	16.0-21.0	5.01		
Machos						
V	45	20.64±0.38	18.0-26.0	6.20	5.29	
IV	93	20.44±0.26	16.0-26.0	6.14	0.0004	
III	54	20.05±0.31	16.0-23.0	5.78		
I	26	19.76±0.25	19.0-21.0	3.29		
II	39	19.74±0.31	18.0-21.0	5.02		
Longitud de la Oreja Seca						
Hembras						
V	18	17.76±0.45	15.9-20.0	5.41	21.87	
IV	63	16.71±0.24	14.0-19.2	5.89	0.0001	
III	38	16.53±0.25	14.4-17.7	4.75		
II	25	16.00±0.39	13.4-17.8	6.09		
I	38	15.16±0.49	12.0-18.8	9.99		
Machos						
V	42	17.24±0.28	15.5-19.0	5.29	24.11	
IV	91	16.78±0.18	14.7-19.2	5.32	0.0001	
III	50	16.41±0.26	14.4-18.2	5.60		
II	37	15.76±0.40	13.0-19.0	7.78		
I	21	15.01±0.58	13.1-17.3	8.99		

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	F _s P	Duncan
Altura del Cráneo						
Hembras						
V	18	9.58±0.07	9.3-9.9	1.67	13.94	
IV	62	9.54±0.04	9.0-9.8	1.97	0.0001	
III	40	9.46±0.05	9.0-9.9	1.95		
II	26	9.44±0.08	8.8-9.8	2.24		
I	37	9.25±0.07	8.9-9.8	2.53		
Machos						
V	41	9.60±0.05	9.1-9.9	1.96	10.08	
III	50	9.55±0.05	9.2-9.9	1.86	0.0001	
IV	87	9.50±0.04	8.8-9.9	2.28		
II	33	9.42±0.05	9.2-9.9	1.57		
I	23	9.30±0.11	8.6-9.7	2.94		
Anchura de la Placa Cigomática						
Hembras						
IV	68	2.16±0.02	1.9-2.5	5.64	26.05	
V	21	2.15±0.05	2.0-2.3	5.78	0.0001	
III	40	2.12±0.04	1.8-2.5	6.78		
II	28	2.03±0.04	1.9-2.3	5.53		
I	42	1.93±0.04	1.7-2.2	6.33		
Machos						
IV	83	2.12±0.02	1.8-2.4	6.40	9.81	
V	44	2.11±0.04	1.8-2.5	6.90	0.0001	
III	54	2.08±0.03	1.8-2.4	6.05		
II	39	2.03±0.04	1.8-2.4	6.71		
I	26	1.96±0.04	1.8-2.2	6.29		
Longitud de la Mandíbula						
Hembras						
V	21	13.83±0.13	13.3-14.5	2.19	65.12	
IV	68	13.81±0.07	13.2-14.5	2.31	0.0001	
III	40	13.54±0.11	13.0-14.4	2.57		
II	28	13.12±0.17	12.2-14.2	3.47		
I	42	12.70±0.15	11.8-13.9	3.86		

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Alvarez
 Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Machos						
V	45	13.61±0.10	12.7-14.2	2.55	47.20	
IV	92	13.59±0.07	12.2-14.4	2.58	0.0001	
III	54	13.42±0.07	12.8-13.9	2.17		
II	39	13.05±0.11	12.4-14.2	2.68		
I	25	12.70±0.15	11.9-13.5	3.02		
Longitud de la Hilera Mandibular de Dientes						
Hembras						
I	41	3.88±0.03	3.7-4.2	2.64	1.88	n.s.
V	21	3.84±0.05	3.6-4.1	3.44	0.11	
II	28	3.83±0.04	3.5-4.1	3.35		
III	40	3.82±0.03	3.5-4.0	3.28		
IV	66	3.82±0.03	3.5-4.1	3.52		
Machos						
I	26	3.85±0.05	3.6-4.1	3.50	0.51	n.s.
II	39	3.83±0.04	3.6-4.0	3.29	0.73	
IV	93	3.81±0.02	3.4-4.2	3.49		
III	54	3.81±0.04	3.5-4.2	4.23		
V	44	3.80±0.05	3.2-4.2	5.19		
Altura de la Mandíbula						
Hembras						
V	21	5.87±0.15	5.5-6.2	3.48	62.10	
IV	66	5.84±0.04	5.5-6.3	3.17	0.0001	
III	39	5.68±0.08	5.1-6.2	4.64		
II	28	5.46±0.09	4.8-6.0	4.65		
I	40	5.11±0.10	4.5-6.1	6.60		
Machos						
IV	88	5.69±0.03	5.3-6.1	3.24	49.93	
V	43	5.67±0.05	5.3-6.2	2.91	0.0001	
III	53	5.57±0.04	5.3-6.0	3.16		
II	39	5.38±0.06	5.0-5.8	3.79		
I	25	5.18±0.08	4.8-5.6	3.97		

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Longitud Máxima del Cráneo						
Hembras						
V	18	26.55±0.21	25.9-27.5	1.68	56.88	
IV	62	26.35±0.13	25.2-27.8	2.08	0.0001	
III	40	26.07±0.19	25.2-27.5	2.32		
II	26	25.24±0.30	23.2-27.2	3.09		
I	35	24.36±0.34	22.2-26.8	4.22		
Machos						
V	40	26.26±0.14	25.5-27.2	1.73	60.92	
IV	88	26.07±0.10	24.5-27.0	1.80	0.0001	
III	51	25.85±0.12	24.9-27.0	1.67		
II	35	25.18±0.23	24.2-27.1	2.77		
I	22	24.42±0.33	22.9-25.8	3.20		
Longitud Cóndilobasal						
Hembras						
V	20	23.99±0.20	23.3-24.8	1.88	64.57	
IV	62	23.74±0.11	22.7-24.7	1.85	0.0001	
III	40	23.40±0.19	22.4-24.9	2.60		
II	27	22.59±0.29	20.8-24.3	3.34		
I	37	21.83±0.31	19.8-24.1	4.38		
Machos						
V	40	23.66±0.12	22.9-24.6	1.69	73.87	
IV	89	23.43±0.09	22.0-24.4	1.93	0.0001	
III	51	23.19±0.12	22.3-24.2	1.95		
II	35	22.52±0.20	21.5-24.1	2.74		
I	23	21.82±0.27	20.4-23.2	3.01		
Longitud Postpalatal						
Hembras						
V	20	9.38±0.12	9.0-9.8	3.05	52.69	
IV	62	9.25±0.06	8.6-9.8	2.72	0.0001	
III	40	9.08±0.10	8.4-9.8	3.49		
II	27	8.69±0.14	7.7-9.4	4.38		
I	37	8.35±0.15	7.3-9.4	5.82		

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
 Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Machos						
V	44	9.22±0.07	8.7-9.8	2.68	58.91	
IV	90	9.10±0.05	8.5-9.8	2.80	0.0001	
III	51	8.97±0.06	8.5-9.6	2.63		
II	37	8.65±0.10	7.9-9.4	3.71		
I	23	8.33±0.14	7.6-9.0	4.08		
Longitud Palatal						
Hembras						
V	21	3.78±0.07	3.4-4.0	4.28	8.90	
III	40	3.76±0.05	3.5-4.2	4.37	0.0001	
IV	67	3.75±0.04	3.3-4.3	4.69		
II	28	3.68±0.06	3.3-4.0	4.84		
I	42	3.58±0.05	3.3-3.9	4.52		
Machos						
V	44	3.72±0.05	3.4-4.3	4.64	3.52	
IV	93	3.71±0.03	3.3-4.1	4.64	0.008	
II	39	3.69±0.06	3.3-4.2	5.85		
III	53	3.68±0.04	3.2-4.1	4.46		
I	25	3.58±0.05	3.3-3.9	3.69		
Longitud del Foramen Incisivo						
Hembras						
IV	68	5.85±0.04	5.5-6.3	3.42	34.93	
V	21	5.85±0.08	5.5-6.2	3.43	0.0001	
III	40	5.72±0.07	5.1-6.1	4.32		
II	28	5.55±0.09	5.0-6.0	4.50		
I	42	5.35±0.08	4.7-5.9	5.16		
Machos						
V	42	5.76±0.72	5.3-6.3	4.04	18.24	
IV	93	5.74±0.04	5.1-6.2	3.71	0.0001	
III	54	5.70±0.07	5.2-6.3	4.75		
II	39	5.55±0.06	4.9-5.9	3.71		
I	25	5.36±0.08	5.0-5.8	3.83		

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Longitud de la Hilerá Maxilar de Dientes						
Hembras						
V	21	3.70±0.05	3.5-3.9	3.66	1.65	n.s.
III	40	3.68±0.03	3.4-3.9	3.00	0.16	
IV	68	3.66±0.02	3.4-3.9	2.92		
I	42	3.66±0.03	3.4-3.9	3.13		
II	28	3.62±0.05	3.3-3.9	3.72		
Machos						
IV	93	3.68±0.02	3.4-3.9	2.68	4.21	
V	44	3.68±0.03	3.4-3.9	3.23	0.002	
III	54	3.66±0.03	3.4-3.9	3.33		
II	39	3.64±0.03	3.5-3.8	2.65		
I	26	3.59±0.04	3.4-3.8	3.09		
Anchura a través de los Molares						
Hembras						
V	21	4.90±0.08	4.6-5.2	3.96	24.94	
IV	67	4.77±0.04	4.5-5.8	3.82	0.0001	
III	39	4.65±0.04	4.3-4.9	2.74		
II	28	4.61±0.06	4.3-4.9	3.52		
I	42	4.52±0.05	4.1-4.8	3.92		
Machos						
V	42	4.73±0.05	4.5-5.2	3.69	18.75	
IV	92	4.70±0.03	4.4-5.2	3.16	0.0001	
III	52	4.63±0.03	4.3-5.0	3.09		
II	39	4.54±0.04	4.1-4.9	3.06		
I	26	4.49±0.04	4.2-4.7	2.70		
Anchura Cigomática						
Hembras						
V	18	13.32±0.14	12.7-13.8	2.27	35.16	
IV	58	13.16±0.07	12.6-13.9	2.27	0.0001	
III	33	12.93±0.12	12.3-13.6	2.81		
II	20	12.64±0.18	11.7-13.3	3.30		
I	30	12.35±0.15	11.4-13.1	3.44		

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fa P	Duncan
Machos						
V	34	13.06±0.08	12.5-13.6	1.99	42.00	
IV	73	12.97±0.07	12.3-13.7	2.37	0.0001	
III	42	12.81±0.08	12.3-13.6	2.13		
II	36	12.46±0.08	12.0-13.4	2.06		
I	21	12.31±0.12	11.6-12.7	2.34		
Anchura Mastoidea						
Hembras						
V	19	11.36±0.09	11.1-11.9	1.90	25.47	
IV	65	11.25±0.04	10.8-11.7	1.74	0.0001	
III	40	11.19±0.06	10.8-11.6	1.97		
II	26	11.00±0.10	10.2-11.6	2.54		
I	36	10.85±0.09	10.3-11.5	2.54		
Machos						
V	45	11.30±0.05	10.8-11.8	1.70	21.89	
IV	90	11.22±0.05	10.5-11.8	2.12	0.0001	
III	51	11.20±0.04	10.7-11.6	1.52		
II	36	11.00±0.10	10.5-11.9	2.75		
I	23	10.83±0.11	10.3-11.4	2.63		
Anchura de la Caja Craneal						
Hembras						
V	19	12.07±0.11	11.5-12.4	2.05	5.86	
IV	65	12.01±0.05	11.5-12.5	1.99	0.0002	
III	40	11.95±0.07	11.5-12.3	1.89		
II	25	11.92±0.10	11.2-12.4	2.28		
I	34	11.78±0.10	11.2-12.4	2.50		
Machos						
V	44	12.01±0.07	11.5-12.6	2.01	7.03	
III	51	11.97±0.06	11.3-12.4	1.94	0.0001	
IV	90	11.95±0.05	11.4-12.5	2.18		
II	38	11.79±0.06	11.3-12.3	1.64		
I	22	11.77±0.11	11.3-12.3	2.37		

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Anchura Interorbital						
Hembras						
I	40	3.89±0.04	3.6-4.2	3.55	0.49	n.s.
III	40	3.88±0.04	3.7-4.3	3.40	0.79	
IV	68	3.88±0.03	3.5-4.2	3.59		
II	28	3.87±0.04	3.6-4.1	3.31		
V	21	3.84±0.05	3.6-4.1	3.44		
Machos						
II	38	3.91±0.04	3.7-4.2	3.36	0.91	n.s.
V	44	3.89±0.04	3.5-4.2	3.54	0.45	
IV	91	3.88±0.03	3.6-4.3	3.77		
III	53	3.87±0.03	3.6-4.1	3.41		
I	25	3.85±0.06	3.6-4.1	3.90		
Anchura del Rostro						
Hembras						
V	20	4.50±0.04	4.4-4.7	2.27	5.06	
IV	58	4.45±0.04	3.8-4.7	3.52	0.0008	
II	14	4.40±0.07	4.2-4.6	3.26		
III	36	4.36±0.06	4.1-4.7	4.12		
I	18	4.30±0.08	4.0-4.6	4.25		
Machos						
V	39	4.49±0.05	4.1-4.9	4.12	12.90	
IV	83	4.47±0.03	4.0-4.8	3.92	0.0001	
III	48	4.41±0.04	4.0-4.7	3.85		
II	24	4.27±0.06	4.0-4.5	3.89		
I	15	4.21±0.08	4.0-4.6	3.79		
Longitud de los Nasales						
Hembras						
V	20	10.97±0.15	10.4-11.6	3.14	59.33	
IV	68	10.83±0.09	9.8-11.4	3.52	0.0001	
III	40	10.66±0.12	9.8-11.6	3.84		
II	28	10.11±0.22	8.8-11.3	5.86		
I	40	9.48±0.21	7.8-11.1	7.27		

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
 Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	Fs P	Duncan
Machos						
V	42	10.80±0.11	10.2-11.6	3.44	67.47	
IV	90	10.70±0.07	9.7-11.5	3.40	0.0001	
III	54	10.56±0.11	9.4-11.4	3.61		
II	38	10.07±0.14	9.2-10.9	4.48		
I	26	9.43±0.21	8.6-10.4	5.68		
Longitud del Rostro						
Hembras						
V	20	9.97±0.11	9.7-10.6	2.66	52.32	
IV	67	9.89±0.07	9.2-10.7	3.11	0.0001	
III	40	9.78±0.10	9.1-10.7	3.53		
II	28	9.26±0.15	8.4-10.2	4.54		
I	38	8.87±0.19	7.7-10.2	6.62		
Machos						
V	42	9.87±0.09	9.5-10.5	2.96	48.08	
IV	91	9.75±0.05	9.0-10.3	2.82	0.0001	
III	54	9.66±0.08	9.1-10.5	3.19		
II	38	9.35±0.12	8.6-10.4	4.03		
I	25	8.89±0.18	7.7- 9.7	5.16		
Longitud Interparietal						
Hembras						
I	40	3.02±0.10	2.4-3.9	11.06	0.48	n.s.
III	40	3.02±0.12	2.1-3.9	12.98	0.7486	
II	28	2.97±0.11	2.3-3.5	10.67		
V	20	2.96±0.11	2.5-3.5	8.56		
IV	69	2.95±0.07	1.9-3.7	10.51		
Machos						
II	39	3.07±0.10	2.1-3.7	10.92	2.90	
III	52	3.06±0.09	2.2-3.7	11.06	0.02	
I	25	3.04±0.11	2.5-3.5	9.68		
IV	91	2.96±0.08	2.2-5.3	14.27		
V	45	2.84±0.11	2.0-3.5	13.07		

Sexo y Edad	n	Media±2EE mm	Extremos mm	CV	F _s P	Duncan
Anchura Interparietal						
Hembras						
II	28	8.78±0.19	7.6-9.6	5.87	0.78	n.s.
I	39	8.73±0.17	7.2-9.6	6.40	0.53	
IV	66	8.71±0.10	7.6-9.5	4.83		
III	40	8.70±0.16	7.8-9.8	5.95		
V	19	8.53±0.25	7.7-9.7	6.41		
Machos						
III	50	8.88±0.15	7.3-9.7	6.06	1.05	n.s.
IV	90	8.77±0.11	6.8-9.9	6.03	0.38	
II	38	8.75±0.16	7.6-9.8	5.70		
V	45	8.74±0.17	7.1-9.8	6.81		
I	25	8.62±0.15	7.9-9.3	4.45		

Tabla 2

Resultados del ANOVA y MANOVA obtenidos de la comparación entre sexos de *Peromyscus melanotis* del grupo La Malinche. Los valores reportados corresponden al nivel de probabilidad al cual hay significancia estadística. En la MANOVA se utilizó como criterio estadístico la Lambda de Wilks.

	E d a d				
	I	II	III	IV	V
Longitud total	0.83	0.71	0.0004	0.0001	0.002
Longitud de la cola	0.30	0.85	0.003	0.0009	0.09
Longitud de la pata	0.24	0.85	0.79	0.10	0.11
Longitud de la oreja en seco	0.70	0.40	0.51	0.67	0.05
Altura del cráneo	0.50	0.36	0.01	0.32	0.82
Anchura de la placa cigomática	0.38	0.19	0.14	0.05	0.27
Longitud máxima del cráneo	0.39	0.77	0.04	0.0009	0.03
Longitud cóndilobasal	0.98	0.69	0.06	0.0001	0.005
Longitud postpalatal	0.90	0.70	0.06	0.0004	0.02
Longitud del paladar	0.97	0.79	0.03	0.24	0.19
Longitud del forámen incisivo	0.91	0.99	0.67	0.0006	0.13
Hilera maxilar de dientes	0.02	0.40	0.38	0.28	0.58
Anchura a través de los molares	0.52	0.06	0.48	0.01	0.0005
Anchura cigomática	0.77	0.05	0.10	0.0006	0.002
Anchura mastoidea	0.83	0.97	0.63	0.34	0.28
Anchura de la caja craneana	0.84	0.04	0.71	0.16	0.33
Anchura interorbital	0.21	0.29	0.56	0.98	0.19
Anchura del rostro	0.13	0.02	0.24	0.50	0.95
Longitud de los nasales	0.75	0.77	0.23	0.02	0.11
Longitud del rostro	0.87	0.32	0.08	0.002	0.24
Longitud interparietal	0.87	0.18	0.61	0.81	0.20
Anchura interparietal	0.72	0.38	0.57	0.43	0.19
Longitud de la mandíbula	0.89	0.49	0.06	0.0001	0.01
Hilera mandibular de dientes	0.72	0.85	0.69	0.84	0.42
Altura de la mandíbula	0.26	0.17	0.01	0.0001	0.0001
MANOVA de 12 variables craneales	0.37	0.02	0.001	0.0006	0.08
MANOVA de las variables externas	0.07	0.06	0.008	0.003	0.006

Tabla 3

Resultados de la Prueba Múltiple de Duncan para el análisis de la variación geográfica de 16 caracteres externos y craneales de *Peromyscus melanotis*. En la columna de la izquierda se señala el número del grupo de acuerdo con los valores descendentes de las medias. Se menciona el tamaño de la muestra (n) y la media. Los subgrupos no diferentes entre sí se encuentran unidos por la línea vertical.

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Longitud Total							
4	56	160.66		5	148	157.75	
5	84	160.58		4	89	155.36	
9	31	159.90		9	44	153.40	
1	24	158.50		3	92	152.69	
3	67	156.52		1	42	152.50	
7	89	154.58		7	127	151.31	
8	34	154.48		8	50	149.32	
6	9	154.00		6	15	143.86	
2	9	149.75		2	25	142.40	
Longitud de la Cola Vertebral							
5	84	66.92		5	148	65.49	
7	89	65.20		4	89	64.36	
1	23	64.91		1	41	63.39	
4	56	64.91		7	127	62.92	
9	31	64.74		3	91	62.81	
8	34	63.73		9	44	62.70	
6	9	63.65		6	15	61.60	
3	66	62.97		8	50	61.50	
2	9	57.66		2	25	57.52	

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
 Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Longitud de la Pata							
1	24	21.25		5	148	21.08	
4	56	21.16		4	89	20.75	
5	84	21.06		8	50	20.64	
9	31	20.58		3	92	20.60	
8	34	20.52		7	127	20.60	
3	67	20.37		9	44	20.59	
6	9	20.33		1	42	20.57	
7	88	20.18		2	26	20.15	
2	9	20.00		6	15	19.93	
Longitud de la Oreja en Seco							
6	17	17.18		1	29	16.99	
1	18	17.16		7	122	16.98	
7	80	16.93		5	147	16.84	
5	84	16.79		4	88	16.57	
8	31	16.62		8	39	16.53	
4	57	16.61		6	14	16.44	
3	58	16.60		3	77	16.37	
9	31	16.52		9	43	16.15	
2	8	15.66		2	20	15.98	
Altura del Cráneo							
6	6	9.70		4	84	9.66	
1	17	9.66		5	132	9.62	
9	28	9.66		9	41	9.61	
3	61	9.63		1	38	9.60	
4	53	9.62		6	13	9.60	
5	82	9.62		3	88	9.58	
2	9	9.60		7	121	9.54	
7	83	9.56		8	46	9.53	
8	32	9.50		2	21	9.41	

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Anchura de la Placa Cigomática							
4	56	2.29		6	15	2.38	
3	67	2.28		9	44	2.25	
5	84	2.28		5	147	2.24	
9	31	2.27		4	88	2.23	
1	24	2.26		3	93	2.23	
2	9	2.25		1	42	2.21	
8	34	2.21		2	26	2.18	
6	9	2.20		8	49	2.17	
7	88	2.16		7	126	2.11	
Longitud Cóncllobasal							
6	6	24.61		5	133	24.00	
1	19	24.45		1	39	23.87	
5	81	24.22		4	86	23.77	
4	54	24.11		8	49	23.73	
9	30	24.07		3	92	23.60	
7	82	23.80		9	41	23.59	
3	62	23.79		7	120	23.53	
8	30	23.74		2	21	23.25	
2	9	23.28		6	13	23.13	
Longitud del Paladar							
6	8	3.93		5	146	3.94	
5	84	3.92		4	89	3.81	
4	57	3.89		9	42	3.79	
1	24	3.89		3	93	3.79	
3	67	3.82		1	42	3.76	
9	31	3.80		8	49	3.76	
7	87	3.75		6	15	3.75	
2	9	3.75		7	126	3.71	
8	34	3.75		2	26	3.61	

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
 Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis*

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Longitud del Foramen Incisivo							
9	31	6.08		2	26	6.02	
5	84	6.04		9	43	5.99	
4	57	6.01		4	88	5.98	
6	9	5.98		3	93	5.93	
1	23	5.96		5	14	5.91	
8	34	5.95		1	42	5.91	
3	67	5.95		8	49	5.87	
2	9	5.86		7	125	5.75	
7	88	5.86		6	14	5.68	
Longitud de la Hileria Maxilar de Dientes							
5	84	3.95		5	141	3.95	
4	56	3.89		4	89	3.88	
9	31	3.78		9	44	3.81	
3	67	3.78		3	91	3.79	
6	9	3.74		7	126	3.74	
1	23	3.74		1	41	3.72	
8	34	3.72		9	50	3.70	
7	88	3.67		2	25	3.66	
2	9	3.66		6	15	3.64	
Anchura a través de los Molares							
5	84	4.96		5	139	4.95	
6	9	4.91		1	38	4.86	
1	22	4.89		4	86	4.86	
8	34	4.87		8	50	4.83	
9	31	4.87		9	42	4.82	
4	54	4.87		3	88	4.74	
7	87	4.80		2	24	4.72	
3	65	4.80		7	123	4.71	
2	8	4.78		6	15	4.68	

ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (n.s.), 47, 1991.

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Anchura Cigomática							
5	75	13.52		5	121	13.38	
1	19	13.45		1	31	13.23	
6	5	13.44		4	69	13.21	
4	51	13.33		9	33	13.18	
9	28	13.32		8	34	13.15	
7	76	13.20		7	99	13.01	
8	29	13.19		2	22	13.00	
2	7	13.04		6	12	12.94	
3	55	12.99		3	76	12.87	
Anchura Interorbital							
4	57	4.02		4	88	4.05	
2	9	4.01		3	93	3.99	
1	23	4.00		1	42	3.98	
3	67	3.99		5	144	3.98	
5	84	3.99		9	44	3.97	
9	31	3.99		6	15	3.95	
6	9	3.95		2	26	3.94	
8	34	3.88		8	49	3.88	
7	88	3.87		7	124	3.88	
Anchura del Rostro							
5	75	4.56		4	79	4.59	
4	54	4.55		5	123	4.58	
9	25	4.54		3	87	4.55	
3	64	4.49		9	36	4.54	
6	9	4.48		6	12	4.51	
7	77	4.46		1	38	4.51	
1	24	4.45		7	114	4.48	
2	8	4.38		2	24	4.41	
8	33	4.36		8	46	4.40	

M. Martínez-Coronel, J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez
Variación Intrapoblacional e Interpoblacional de *Paromyscus melanotis*

Hembras				Machos			
Grupo	n	Media	Duncan	Grupo	n	Media	Duncan
Longitud de los Nasales							
6	9	11.22		5	148	10.89	
5	84	11.03		8	49	10.87	
9	31	11.01		4	86	10.82	
8	34	11.01		9	44	10.80	
4	54	10.92		7	121	10.75	
7	87	10.86		3	93	10.68	
1	24	10.74		6	14	10.50	
3	66	10.73		1	42	10.46	
2	9	10.67		2	26	10.36	
Anchura Interparietal							
7	87	8.47		6	15	9.00	
3	64	8.42		7	124	8.72	
5	84	8.38		3	93	8.51	
4	56	8.34		4	85	8.47	
8	34	8.24		8	50	8.41	
9	31	8.18		5	139	8.31	
1	22	8.11		9	44	8.27	
6	8	7.63		2	25	8.23	
2	9	7.52		1	41	8.20	

TABLA 4

Análisis de Componentes Principales de *Peromyscus melanotis*. Los componentes se extrajeron de una matriz de covarianza con variables estandarizadas (media= 0; varianza=1). El tamaño de muestra de las hembras fue de 283 y de los machos de 398.

	Hembras			Machos		
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 1	CP 2	CP 3
EIGENVALORES	3.93	1.26	1.05	3.57	1.30	1.12
% de varianza explicada	0.33	0.10	0.08	0.30	0.11	0.09
EIGENVECTORES						
ALCR	0.31	0.27	-0.08	0.35	0.28	-0.16
APCI	0.26	-0.23	0.10	0.25	-0.06	0.16
LOCO	0.44	-0.12	0.05	0.44	-0.22	0.01
LOPA	0.22	-0.19	0.36	0.23	0.11	0.62
LOFI	0.33	-0.07	-0.23	0.28	-0.40	-0.39
HMXD	0.21	-0.05	0.10	0.11	0.002	0.36
M3M3	0.28	0.10	-0.23	0.25	-0.05	0.02
ANCI	0.32	0.15	0.01	0.37	0.17	0.007
ANIN	0.11	0.63	-0.40	0.15	0.60	-0.01
ANRO	0.29	-0.09	-0.20	0.34	0.10	-0.01
LONA	0.36	-0.18	0.15	0.32	-0.37	-0.05
AINT	0.08	0.57	0.70	0.10	0.36	-0.50

ALCR = ALTURA DEL CRANEO
 APCI = ANCHURA DE LA PLACA CIGOMATICA
 LOCO = LONGITUD CONDILOBASAL
 LOPA = LONGITUD DEL PALADAR
 LOFI = LONGITUD DEL FORAMEN INCISIVO
 HMXD = HILERAS MAXILARES DE DIENTES

M3M3 = ANCHURA A TRAVES DE LOS MOLARES
 ANCI = ANCHURA CIGOMATICA
 ANIN = ANCHURA INTERORBITAL
 ANRO = ANCHURA DEL ROSTRO
 LONA = LONGITUD DE LOS NAALES
 AINT = ANCHURA INTERPARIETAL