

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS

ANALES DE ANTROPOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
VOLUMEN XXXII MÉXICO 1995

VARIACIÓN SOMÁTICA EN UN GRUPO DE VARONES MEXICANOS. UN ENFOQUE MULTIVARIADO

*Andrés del Ángel E. y Mario Cortina B.**

Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM

*Department of Statistics-University of Oxford

Resumen: En este trabajo se aborda el problema de la descripción de la variabilidad somática a partir de la antropometría y a través de un enfoque que incluye el uso de herramientas estadísticas exploratorias y multivariadas. La información recabada pertenece a un grupo de varones adultos jóvenes de la región de Cholula, Puebla, México, examinados en 1968. Se estudia un total de 26 medidas antropométricas, entre las que se encuentran seis cefálicas. La metodología estadística consiste en el empleo de los diagramas de caja y la aplicación del análisis de componentes principales y de correlación canónica. Los resultados permiten apreciar las diferencias somáticas dentro de este grupo de individuos según su situación geográfica y socioeconómica, sobre todo a partir de las medidas del tronco y las extremidades; no así con las medidas de la cabeza, que no establecen grandes diferencias entre los sujetos.

Palabras clave: antropometría, variabilidad somática, análisis exploratorio de datos, análisis multivariado, componentes principales, correlación canónica.

El interés por el estudio antropológico de la región de Cholula, en el estado de Puebla, tuvo un momento importante a mediados de los años sesenta a través del “Proyecto Cholula”, auspiciado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Dentro de ese macroproyecto se desarrollaron las actividades encaminadas a generar nueva información acerca de los habitantes de la región, tanto prehispánica como contemporánea. A partir de entonces, en diversas publicaciones han aparecido resultados parciales de las investigaciones somatológicas (Serrano, 1971; López, 1971; Lagunas, 1975; Serrano, 1975a, 1975b; López *et al.*, 1989; Serrano *et al.*, 1989); en ellas se definen algunos de los rasgos relevantes referentes a los grupos asentados en el área.

VARIACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LOS VARONES ADULTOS
DEL VALLE DE CHOLULA, PUEBLA

Una parte de esa información se refiere a varios rasgos antropométricos (Serrano *et al.*, 1989). En dicha publicación se encuentran los datos originales de la investigación llevada a cabo en el marco del Proyecto Cholula (1968-1970). Fueron considerados para el presente análisis solamente los individuos masculinos que los autores denominan juveniles y adultos, sin distinguir entre ambos grupos de edad; es decir, tanto juveniles como adultos se estimaron como individuos cuya etapa de crecimiento prácticamente ya había cesado. La población de interés está constituida, por tanto, con la intención de abordar el problema de la variabilidad somática de la población masculina juvenil y adulta del valle de Cholula, Puebla (*cf.* Montemayor, 1984, 1987; Prado, 1989; Díaz *et al.*, 1989; Martínez *et al.*, 1989). Además, deseamos mostrar un enfoque complementario para estudiar esta variación a través de herramientas estadísticas exploratorias de datos y multivariadas (Salgado, 1992; Manly, 1986).

Este conjunto está formado por 339 sujetos entre los 17 y 53 años de edad (aunque la mayor parte de ellos tenía entre 17 y 20), los cuales estaban integrados en ese momento a la unidad del Servicio Militar Nacional de la localidad. Dadas las dificultades propias del trabajo de campo, no fue posible llevar a cabo un muestreo probabilístico entre la población masculina adulta de la región para hacer inferencias estadísticas apropiadas, sino que se midieron a todos los individuos que en esa época prestaban su servicio militar; es decir, no se trata de muestras aleatorias las que aquí se estudian, sino de poblaciones completas en las cuales se evaluó la condición biológica de los habitantes de esta región, a través de estos grupos que ya estaban formados antes de que comenzara la investigación.

Las observaciones se hicieron en los jóvenes conscriptos del Servicio Militar Nacional divididas en tres centros de instrucción militar en Cholula, San Nicolás de los Ranchos y Santa Isabel Cholula (cuadro 1). Esta división es importante, ya que representa, cada una de ellas, subdivisiones geográficas del valle de Cholula; dichas subdivisiones muestran, al mismo tiempo, características socioeconómicas diferentes, destacándose entre ellas las referentes a la ocupación. En efecto, estas comunidades siguen una progresión con respecto a la distancia que las separa de la capital del estado (Puebla), centro rector de la economía regional. Por lo tanto, la diversidad ocupacional es mayor en las comunidades más cercanas a la capital, mientras que en las más

Cuadro 1
Composición del grupo de varones estudiado

<i>Localidad</i>	<i>Número de individuos</i>
Cholula	202
Diversa procedencia	80
Santa Isabel	28
San Nicolás	29
<i>Total</i>	339

alejadas las actividades preponderantes son las agrícolas. Como en el estudio original, se conservan aquí las divisiones en este gran grupo según su ubicación geográfica, ya que a esos poblados confluían los sujetos para recibir instrucción militar.

El poblado de Santa Isabel Cholula se encuentra en el extremo suroeste del valle de Cholula, mientras que el de San Nicolás se ubica aún más lejos de la ciudad de Cholula, hacia las estribaciones del Popocatepetl. “Estas comunidades tienen características socioeconómicas diferentes, destacándose una mayor diversificación ocupacional de los jóvenes del centro de adiestramiento de Cholula con respecto a los que concurren a los otros dos centros (Santa Isabel y San Nicolás de los Ranchos); estos últimos se dedicaban preponderantemente a las labores agrícolas” (Serrano *et al.*, 1989: 20). El grupo denominado “de diversa procedencia” se integró con sujetos no oriundos del valle de Cholula: estudiantes del seminario franciscano, trabajadores migrantes o sus hijos empleados en fábricas u oficinas de gobierno. La información sociodemográfica detallada de estos grupos se encuentra en la publicación original.

Las variables antropométricas consideradas para el presente análisis se encuentran en el cuadro 2. Estas medidas se tomaron según las convenciones internacionales con respecto al tema (Martin y Saller, 1957; Comas, 1983; Olivier, 1960), por lo que están expresadas en milímetros.

PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

En este trabajo nos auxiliamos básicamente con el programa computacional SYSTAT, versión 5.03 para DOS, para computadoras PC (Wilkinson, 1990).

Cuadro 2
Variables antropométricas del grupo de varones cholultecas

<i>Variable</i>	<i>Abreviatura</i>
Medidas cefálicas	
Diámetro antero-posterior máximo de la cabeza	DAPMCAB
Diámetro transverso máximo de la cabeza	DTMCAB
Altura de la cabeza	ALCABE
Anchura bicigomática	ANBICI
Altura nasion-gnation	ALNAGNA
Altura de la nariz	ALNARIZ
Medidas de tronco y extremidades	
Estatura total	ESTATOT
Estatura sentado	ESTASEN
Longitud del miembro superior	LOMISUP
Longitud del brazo	LOBRAZO
Longitud del antebrazo	LOANTEB
Longitud de la mano	LOMANO
Longitud del miembro inferior	LOMINF
Longitud del muslo	LOMUSLO
Longitud de la pierna	LOPIER
Longitud del pie	LOPIE
Anchura biacromial	ANBIACR
Anchura torácica	ANTORAC
Profundidad torácica	PRTORAC
Anchura bicrestalíaca	ANBICRE
Anchura del codo	ANCODO
Anchura de la muñeca	ANMUÑE
Anchura de la mano	ANMANO
Anchura de la rodilla	ANRODI
Anchura del tobillo	ANTOBI
Anchura del pie	ANPIE

Reportamos dos resúmenes numéricos de cada variable: la media y la desviación estándar. A continuación, efectuamos las comparaciones entre los grupos definidos geográficamente para cada variable. Como nuestro interés es

evaluar las posibles diferencias entre estos grupos locales, llevamos a cabo un análisis de varianza no paramétrico o prueba de Kruskal-Wallis, seguido de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparaciones a pares; para esta última definimos $\alpha=0.12$, por lo que el nivel de significación en cada comparación es $\alpha/6=0.02$. Decidimos utilizar esta prueba debido a que su potencia asintótica relativa con respecto al análisis de varianza es al menos de 99% (Leach, 1982: 214ss).

Finalmente, desde el enfoque multivariado, aplicamos la técnica del análisis de componentes principales, por un lado, y el análisis de correlación canónica, por el otro. El objetivo del análisis de componentes principales es tomar p variables X_1, X_2, \dots, X_p y encontrar sus combinaciones lineales para producir los índices Z_1, Z_2, \dots, Z_p , entre los cuales no existe correlación. La ausencia de correlación es una propiedad útil porque significa que los índices están midiendo diferentes “dimensiones” en los datos. Los índices están ordenados de tal manera que Z_1 muestra la mayor cantidad de variación, Z_2 presenta la segunda cantidad más grande de variación, y así sucesivamente. Esto es, $\text{var}(Z_1) \geq \text{var}(Z_2) \geq \dots \geq \text{var}(Z_p)$, donde $\text{var}(Z_i)$ designa la varianza de Z_i en el conjunto de datos considerados. Los Z_i son llamados los componentes principales. Cuando se lleva a cabo un análisis de componentes principales siempre existe la esperanza de que las varianzas de la mayor parte de estos índices sea tan baja que puede considerarse insignificante. En ese caso, la variación en el conjunto de datos puede describirse adecuadamente por unas cuantas variables Z , cuyas varianzas son grandes en relación con las demás. Se obtiene, por tanto, cierto grado de economía, ya que la variación en las p variables originales X es explicada por un número pequeño de variables Z .

Debe insistirse en que un análisis de componentes principales no siempre funciona en el sentido de que un gran número de variables originales se reducen a un pequeño número de variables transformadas. En efecto, si las variables originales no están correlacionadas, el análisis no hace absolutamente nada. Se obtienen los mejores resultados cuando las variables originales están correlacionadas entre sí en alto grado, positiva o negativamente. Si es el caso, entonces es concebible que 20 ó 30 variables originales se puedan representar adecuadamente por dos o tres de los componentes principales. Si este estado ideal del análisis se da, entonces los componentes principales más importantes tendrán algún interés como medidas de las “dimensiones” subyacentes de los datos. Sin embargo, también es importante saber que hay una buena porción de redundancia en las variables originales, ya que la mayor parte de ellas miden cosas similares (*cf.* Manly, 1986: 59-60; Jolliffe, 1986: 1; Pla, 1986: 15).

Como parte del enfoque multivariado, analizamos los datos utilizando la correlación canónica (Krzanowski, 1988) y separando a las variables cefálicas del resto. Esto se hizo con el fin de explorar posibles patrones de asociación entre ambos conjuntos de variables. Si p y q son el número de variables en el primer y segundo conjuntos, respectivamente, la correlación canónica produce mínimo (p, q) combinaciones lineales para cada conjunto de variables. Estas combinaciones se obtienen maximizando la correlación entre combinaciones lineales por pares entre ambos conjuntos de variables. La primera combinación lineal es la que captura la mayor correlación; las siguientes se obtienen al maximizar la correlación bajo la condición de que no estén correlacionadas con las anteriores.

Las observaciones faltantes se estimaron utilizando el algoritmo EM (Schafer, 1994). Éste utiliza una estimación máximo-verosímil sobre la matriz incompleta, para después generar realizaciones de los valores faltantes condicionadas por el resto de las observaciones disponibles del individuo en cuestión. Esta técnica no desperdicia observaciones, puesto que se pueden generar valores para las observaciones faltantes de un individuo con tal de que se tengan datos para, al menos, una variable en él. Además, incorpora en la estimación la estructura de covarianza de las variables, al contrario de lo que ocurre con los métodos univariados de suavizamiento. Para utilizar este algoritmo es necesario suponer que los datos tienen una distribución normal multivariada; este supuesto es razonable para las variables que estamos considerando. Para completar las observaciones faltantes, nuevamente separamos los datos en variables cefálicas y el resto y aplicamos el algoritmo de manera independiente en cada conjunto.

Análisis univariado

En el cuadro 3 se muestran los resúmenes numéricos y los resultados del análisis de varianza no paramétrico enlistados en orden descendente de acuerdo con el valor del estadístico de prueba. De las variables antropométricas, 17 son significativas a 10% o menos; cuatro entre 10 y 15%; el resto, poco significativo. Se observa que los sujetos de diversa procedencia tienen el rango más alto en 13 de las variables con diferencias significativas. Es decir, ordenados en cuanto a tamaño general, los individuos de diversa procedencia son, como grupo, los más grandes, seguidos por el resto (Cholula, San Nicolás y Santa Isabel).

Cuadro 3

Resúmenes numéricos de las variables antropométricas (media/desviación estándar) y significado de las diferencias entre los grupos geográficos (prueba de Kruskal-Wallis). Las variables están enlistadas en orden descendente de acuerdo con el valor del estadístico de prueba

<i>Variable</i>	<i>Cholula</i>	<i>Diversa procedencia</i>	<i>Santa Isabel</i>	<i>San Nicolás</i>	<i>K</i>	<i>p</i>
ANTORAC	276.11/16.08	284.85/15.47	271.57/12.78	269.17/16.07	31.53	<0.001
ANBIACR	373.59/16.19	381.25/21.47	367.25/19.06	362.97/16.57	28.15	<0.001
LOANTEB	219.07/13.42	228.23/15.52	223.78/11.76	222.36/8.12	21.23	<0.001
ALCABE	130.69/7.94	130.33/8.17	133.63/6.94	125.48/7.03	17.78	<0.001
ESTASEN	857.77/30.18	875.48/32.72	860.50/28.01	867.31/22.09	15.42	0.001
DTMCAB	144.05/5.54	146.25/6.23	142.96/4.94	146.21/4.43	14.74	0.002
LOMANO	190.44/10.02	187.65/10.72	183.78/9.76	185.90/8.23	14.50	0.002
LOBRAZO	311.11/16.73	319.91/20.69	307.00/15.86	309.59/14.10	14.34	0.002
LOMUSLO	472.01/24.81	485.76/26.24	468.07/24.65	476.07/18.36	12.66	0.005
ESTATOT	1604.19/55.85	1636.01/67.26	1602.07/54.52	1600.21/44.46	12.15	0.007
DAPMCAB	181.72/6.69	182.28/6.38	177.71/5.68	181.24/5.75	12.14	0.007
ANPIE	96.12/5.30	95.09/4.91	92.75/3.80	95.52/4.73	11.88	0.008
LOMIINF	896.72/43.44	918.16/50.16	893.07/42.30	896.24/32.91	9.28	0.03
PRTORAC	178.26/13.91	181.39/15.12	173.26/11.45	174.48/11.19	8.12	0.04
LOMISUP	720.01/31.37	731.51/35.16	715.89/32.29	718.55/25.45	8.07	0.05
LOPIER	348.86/22.60	356.14/26.35	350.71/21.99	341.52/16.91	6.79	0.08
ANMANO	74.79/4.51	76.21/4.51	74.96/3.75	75.90/3.44	6.74	0.08
ANTOBI	69.89/3.45	70.44/3.54	69.93/2.99	71.45/3.19	6.14	0.11
ANRODI	92.48/3.98	93.46/3.80	92.25/3.88	94.07/4.36	6.10	0.11
LOPIE	246.83/11.39	249.88/11.57	245.96/10.85	244.43/10.40	5.72	0.13
ALNARIZ	53.08/3.37	52.67/3.53	51.68/2.80	52.55/2.57	5.27	0.15
ANBICRE	272.19/13.86	274.55/15.92	267.54/13.26	272.31/13.23	4.44	0.22
ANBICI	135.34/4.87	136.41/5.06	134.36/4.59	134.76/3.92	3.59	0.31
ANMUÑE	55.61/3.04	55.39/2.87	54.61/2.10	55.24/2.47	3.17	0.37
ALNAGNA	120.06/5.40	119.78/4.82	118.82/6.18	120.10/4.73	1.09	0.78
ANCODO	66.64/2.93	66.78/3.21	66.32/2.86	67.36/3.20	0.77	0.86

NOTA: todas las cantidades se expresan en milímetros.

Según la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, para aquellas variables cuyo análisis de varianza resultó significativo encontramos lo siguiente (cada diferencia indicada es significativa a 2%):

Anchura torácica. Diversa procedencia es significativamente mayor que el resto de los grupos, seguido de Cholula, Isabel y Nicolás (en ese orden).

Cholula e Isabel no difieren al igual que Isabel y Nicolás; pero Cholula es mayor que Nicolás (figura 1).

Anchura biacromial. Diversa procedencia es significativamente mayor que el resto de los grupos, seguido de Cholula, Isabel y Nicolás (en ese orden). Cholula e Isabel no difieren al igual que Isabel y Nicolás; pero Cholula es mayor que Nicolás (figura 2).

Longitud del antebrazo. Cholula y diversa procedencia difieren del conjunto total ya que el primero es muy pequeño y el segundo muy grande. Isabel y Nicolás son muy parecidos (figura 3).

Altura de la cabeza. Nicolás es significativamente menor que el resto de los grupos. Isabel es el de mayor magnitud, seguido de Cholula y diversa procedencia (en ese orden), los cuales no difieren entre sí (figura 4).

Estatura sentado. Diversa procedencia es significativamente más grande que Cholula; Nicolás e Isabel son prácticamente iguales (figura 5).

Diámetro transversal máximo de la cabeza. En esta prueba se forman dos grupos: Nicolás y diversa procedencia, por un lado, y Cholula e Isabel, por el otro; los primeros son más grandes que los segundos (figura 6).

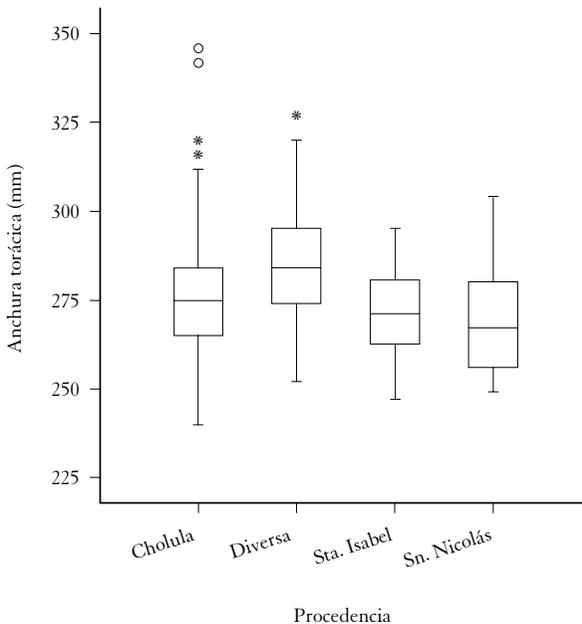
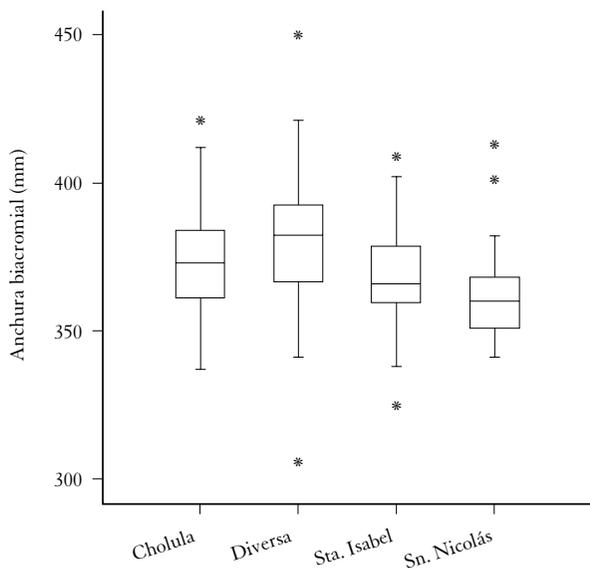
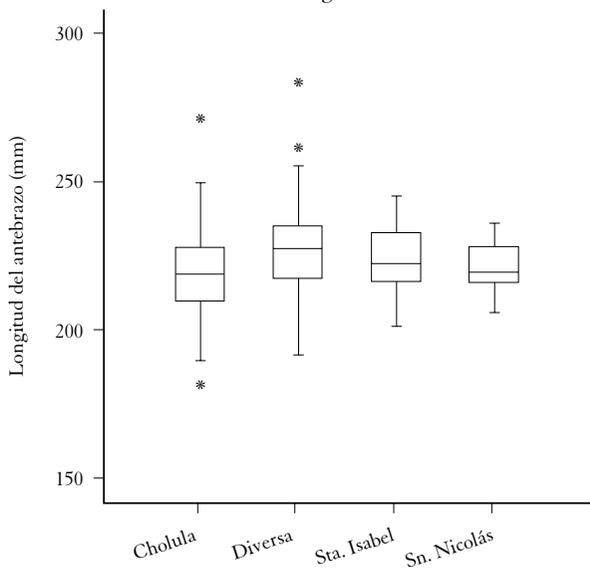


Figura 1.



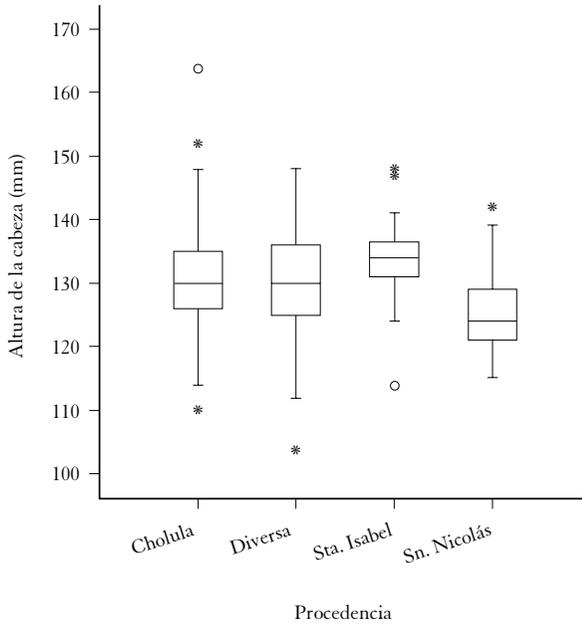
Procedencia

Figura 2.

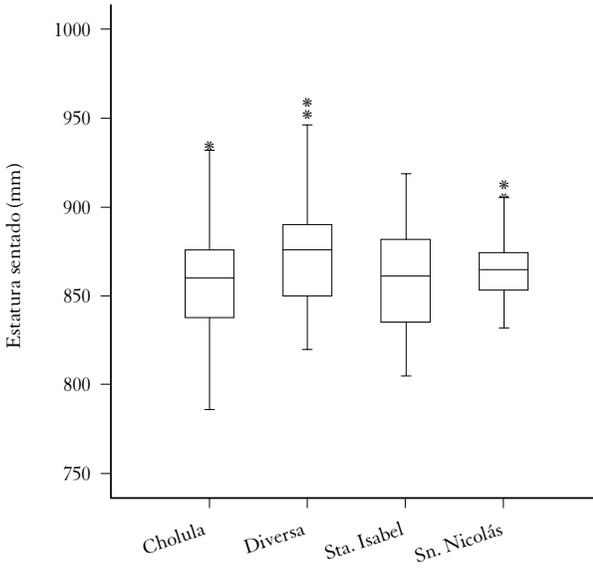


Procedencia

Figura 3.



Procedencia
Figura 4.



Procedencia
Figura 5.

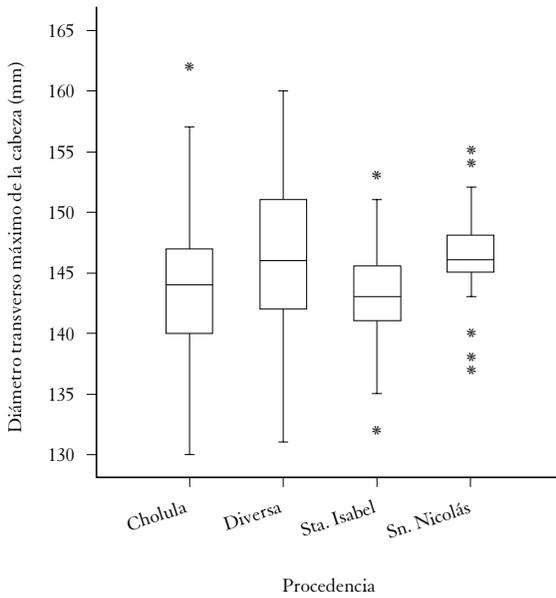


Figura 6.

Longitud de la mano. Diversa procedencia, Nicolás e Isabel no difieren; Cholula y diversa procedencia no difieren entre sí, pero el primero es mayor que Nicolás e Isabel (figura 7).

Longitud del brazo. Diversa procedencia es significativamente mayor que el resto de los grupos; los otros tres no difieren significativamente entre sí (figura 8).

Longitud del muslo. Diversa procedencia y Nicolás no difieren; Nicolás, Cholula e Isabel tampoco lo hacen, pero diversa procedencia es mayor que Cholula e Isabel (figura 9).

Estatura total. Diversa procedencia es significativamente mayor que Cholula y Nicolás, no así con Isabel; sin embargo, este último y Cholula son casi idénticos. Por lo que los individuos más altos son los de diversa procedencia, seguidos de Santa Isabel, Cholula y San Nicolás (en ese orden) (figura 10).

Diámetro anteroposterior máximo de la cabeza. Isabel es significativamente menor que el resto de los grupos. Diversa procedencia es el de mayor magnitud, seguido de Cholula y Nicolás (en ese orden), los cuales no difieren entre sí (figura 11).

Anchura del pie. Cholula es significativamente mayor que Isabel. Nicolás y diversa procedencia, en algún lugar entre ellos dos, no presentan diferencia (figura 12).

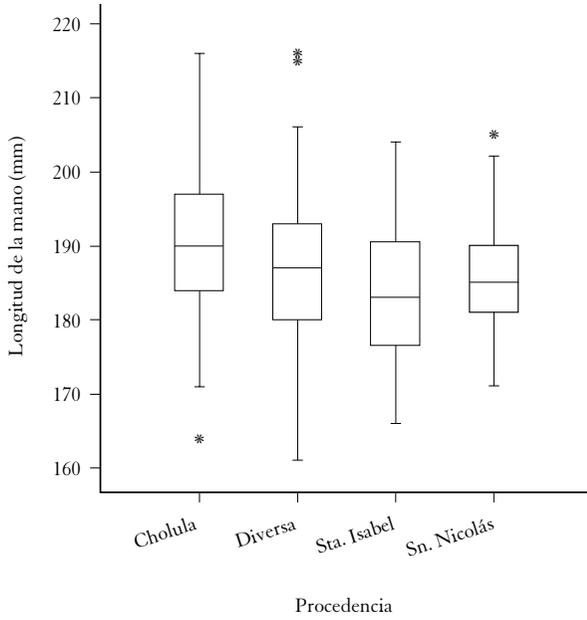


Figura 7.

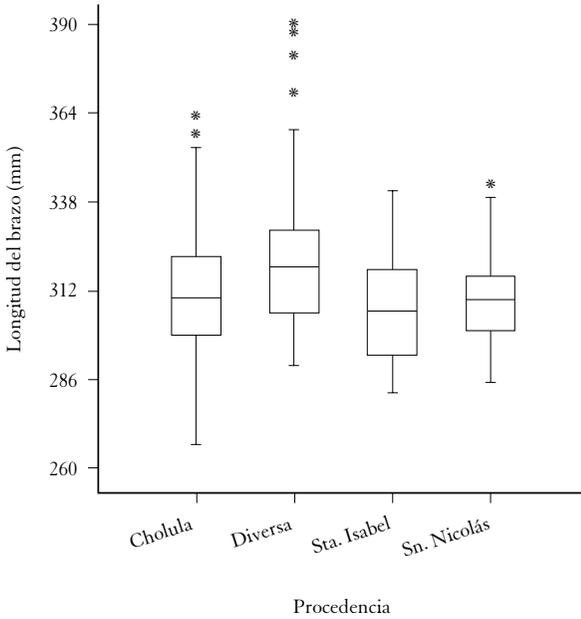


Figura 8.

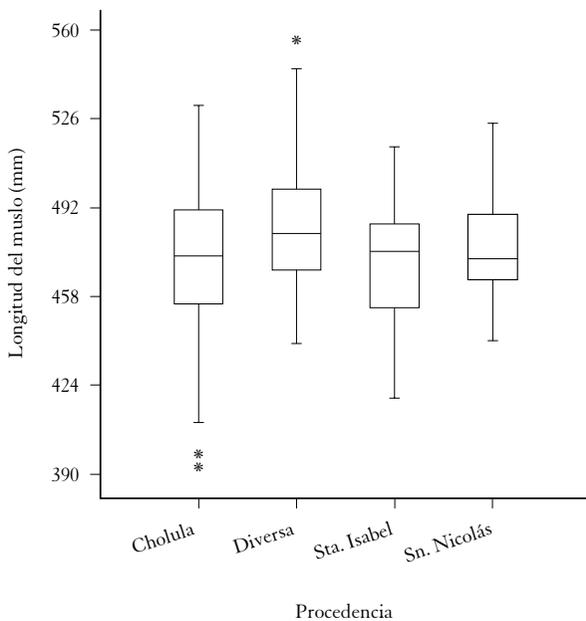


Figura 9.

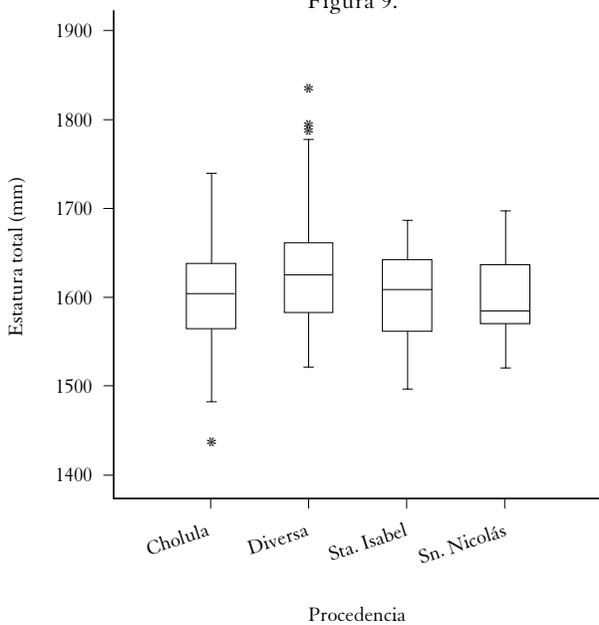


Figura 10.

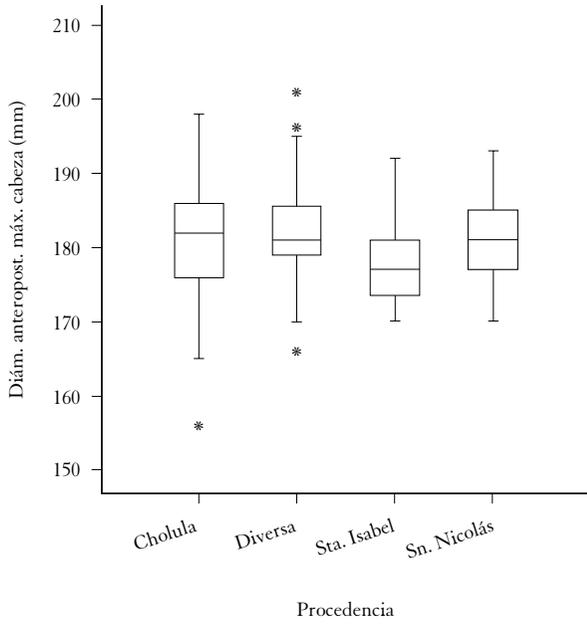


Figura 11.

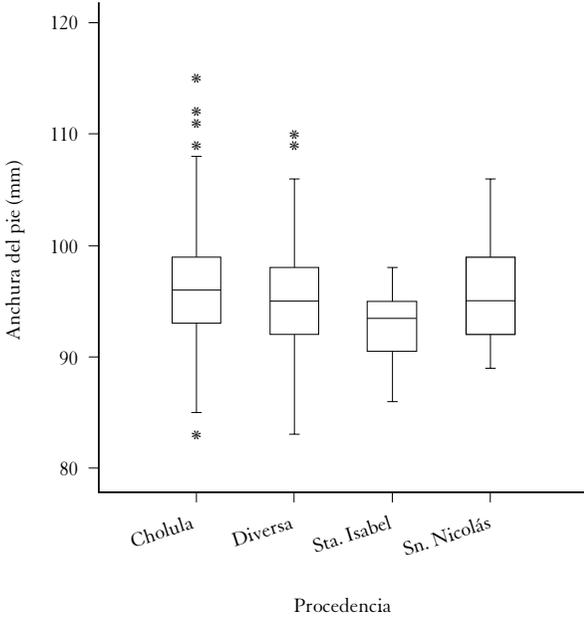


Figura 12.

Longitud del miembro inferior, profundidad torácica y longitud del miembro superior. En estos casos, aunque el análisis de varianza resultó significativo, ninguna de las pruebas a pares lo fue, por lo que se concluye que no hay decisión con respecto a cuál es el significado de las diferencias entre los grupos. Sin embargo, si aplicamos una prueba de suma de rangos menos conservadora, se detectan diferencias significativas por lo menos entre los dos grupos con los rangos promedio extremos (diversa procedencia y Santa Isabel para las tres variables) (figuras 13, 14 y 15).

Longitud de la pierna. Diversa procedencia es significativamente mayor que los otros grupos. Seguido por Isabel, Cholula y Nicolás (en ese orden) (figura 16).

Anchura de la mano. Diversa procedencia es significativamente mayor que Cholula; Nicolás e Isabel no difieren (figura 17).

Con respecto al resto de las medidas (las anchuras del tobillo, de la rodilla, bicrestal, bicigomática, de la muñeca, del codo, las alturas de la nariz y nasion-gnation, y la longitud del pie) no hay diferencia significativa entre los grupos comparados (figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26).

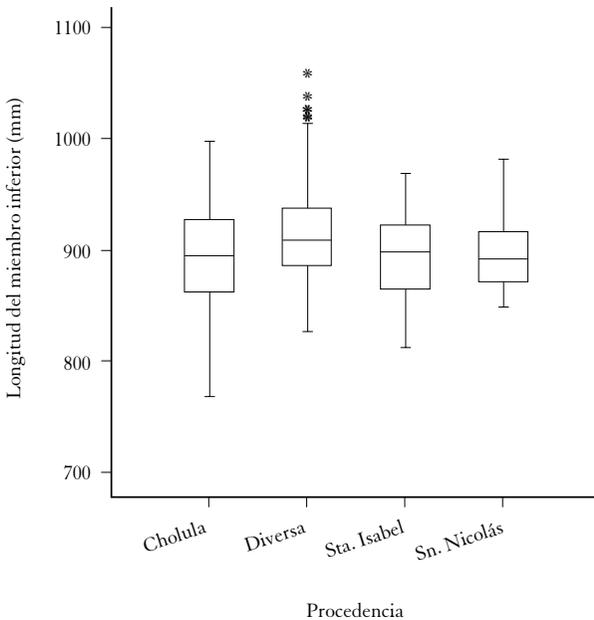


Figura 13.

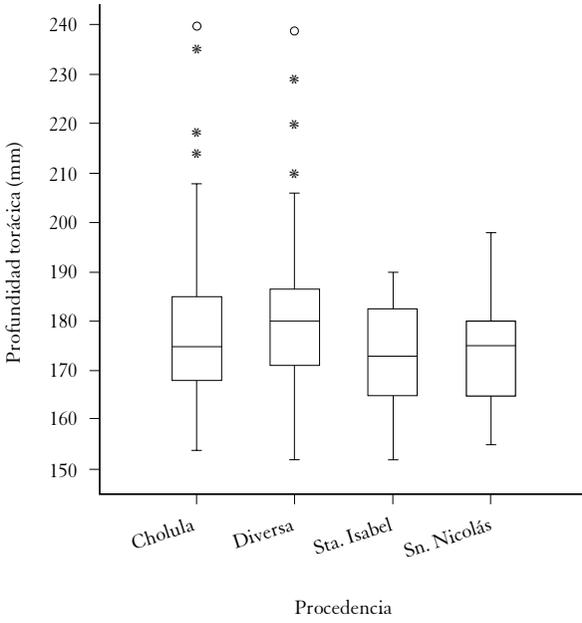


Figura 14.

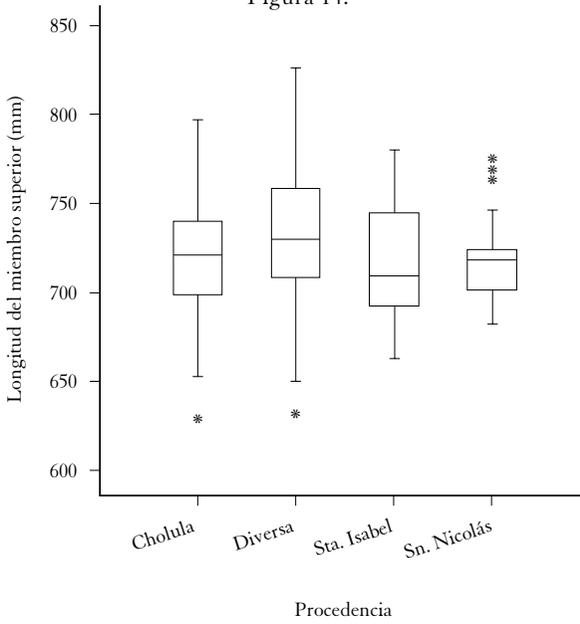


Figura 15.

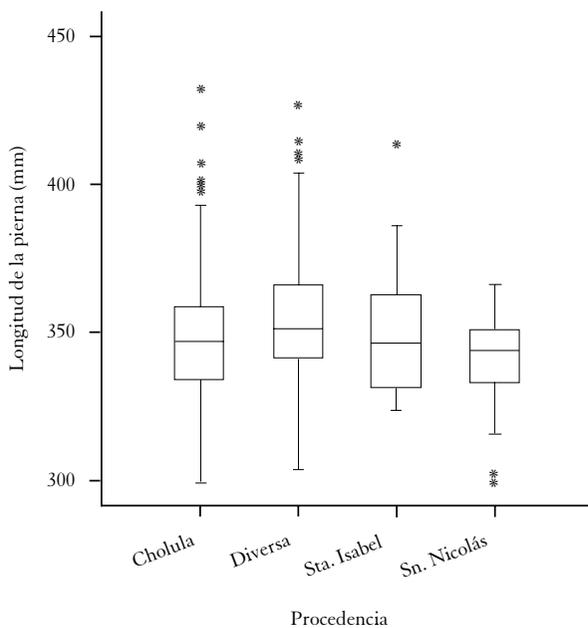


Figura 16.

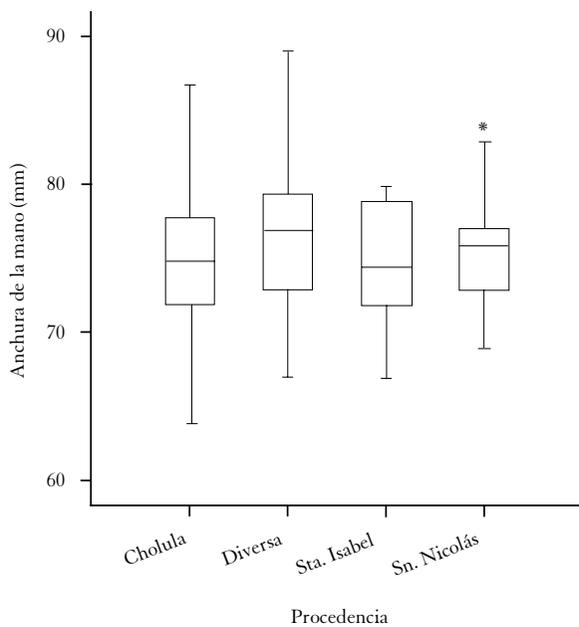


Figura 17.

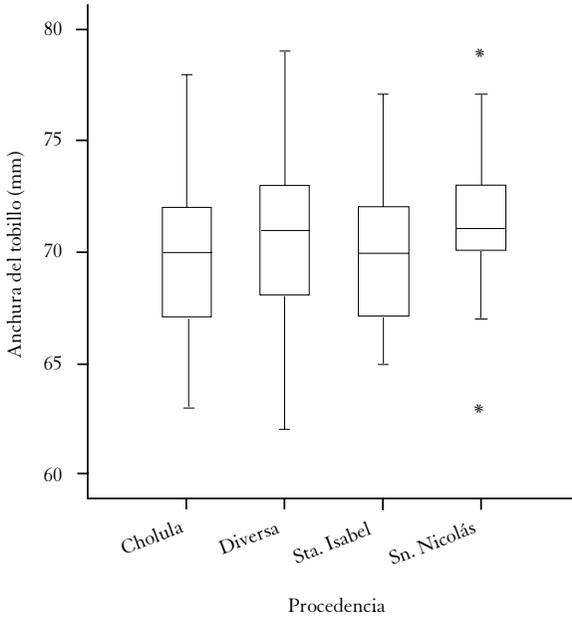


Figura 18.

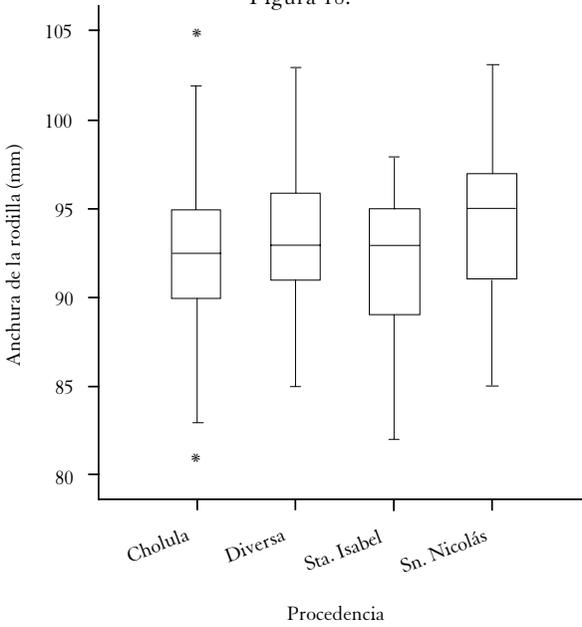


Figura 19.

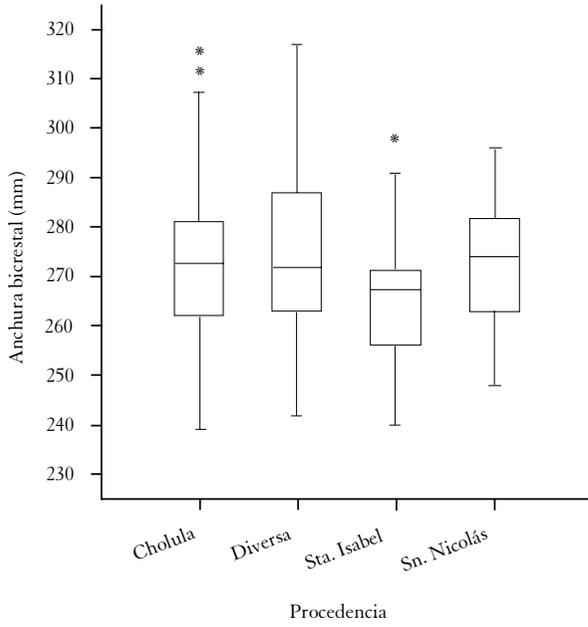
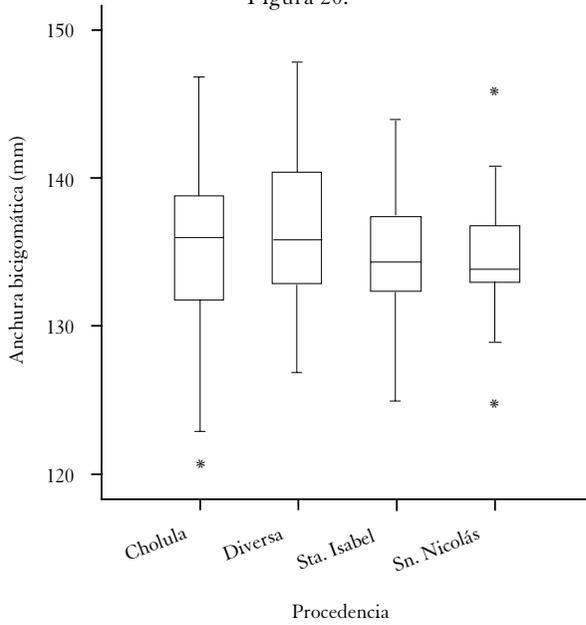


Figura 20.



Figuras 21.

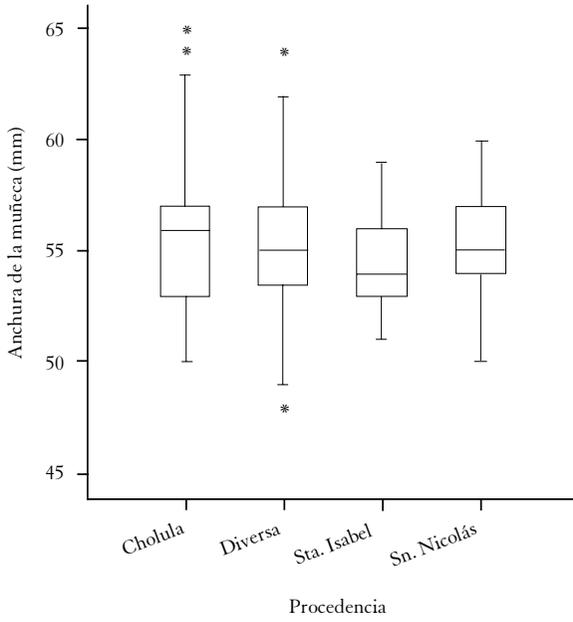


Figura 22.

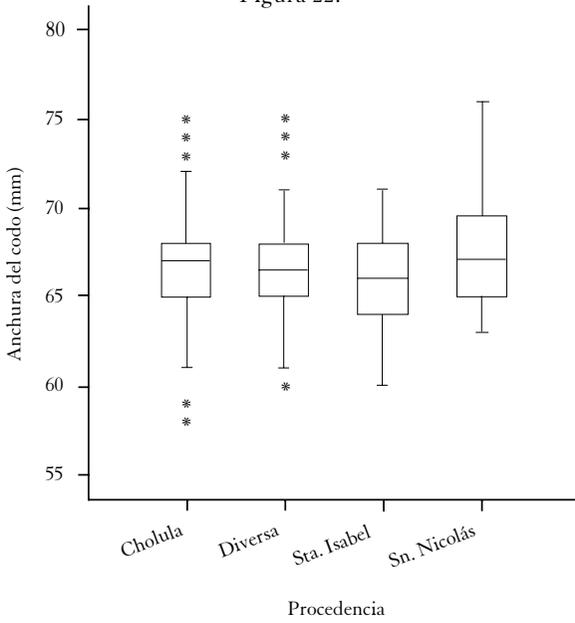


Figura 23.

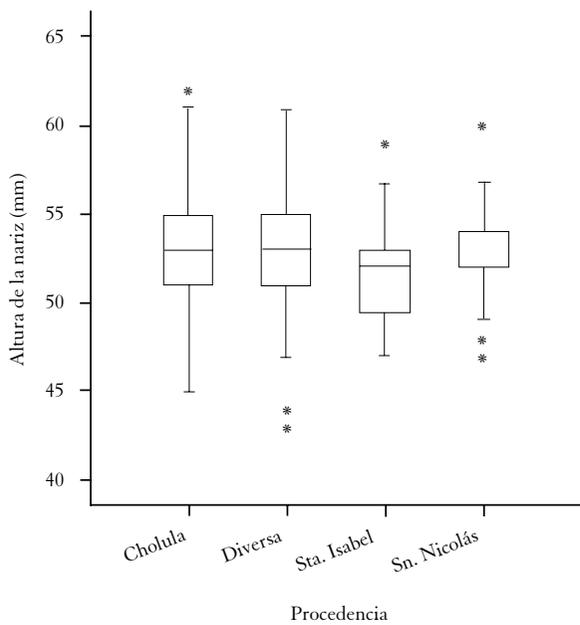


Figura 24.

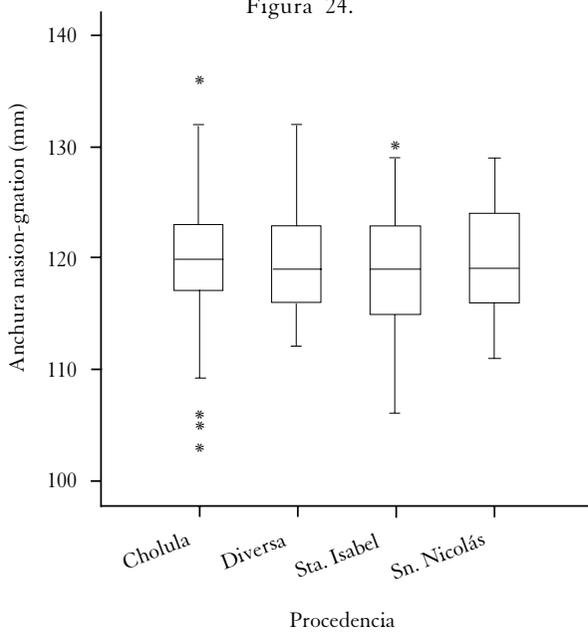


Figura 25 .

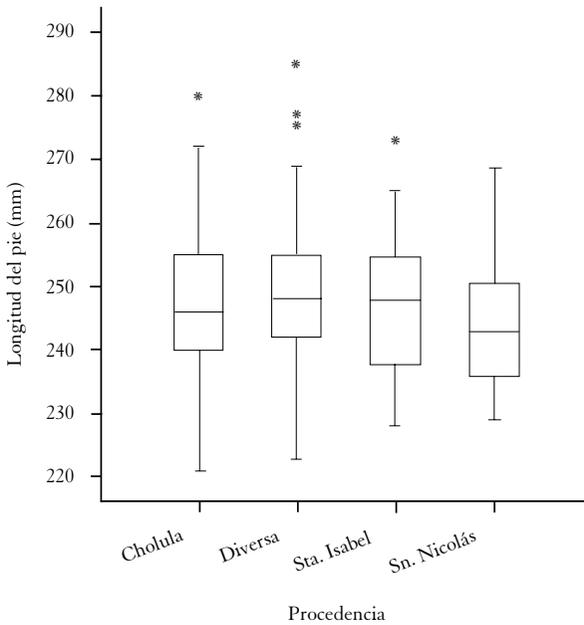


Figura 26.

Análisis multivariado

Para el análisis de componentes principales, en un primer momento entraron en el análisis todas las variables utilizando su matriz de correlaciones para que todas ellas tuvieran el mismo peso (cuadro 4) (todas las correlaciones fueron muy altas, excepto aquellas en las que estaban involucradas la medidas de la cabeza, sobre todo del diámetro transversal máximo y las alturas de la cabeza y la nariz); sin embargo, el resultado no fue tan satisfactorio como se esperaba, ya que la reducción de dimensionalidad no se cumplió (cuadro 5). Según el criterio de Cattell (1966), la dimensión puede reducirse de 26 variables originales a una, pero el primer componente sólo explica 42.7% de la variación de los datos; menos de la mitad, por lo que es inadecuado. Además, las correlaciones entre las variables originales y las nuevas son altas para las dimensiones corporales fuera de la cabeza, en detrimento de las correspondientes a las medidas cefálicas (cuadro 6), a pesar de que el empleo de la matriz de correlaciones estandariza la escala de medida. Este resultado quizá indicaría que existen al menos dos “dimensiones” diferentes en este

Cuadro 4
Correlación de Pearson entre las variables antropométricas

	DAPMCAB	DTMCAB	ALCABE	ANBICI	ALNAGNA	ALNARIZ	ESTATOT	ESTASEN	LOMISUP
DTMCAB	0.29***	–							
ALCABE	0.24***	0.15***	–						
ANBICI	0.32***	0.66***	0.13**	–					
ALNAGNA	0.45***	0.25***	0.22***	0.24***	–				
ALNARIZ	0.21***	0.13**	0.09	0.13**	0.55***	–			
ESTATOT	0.36***	0.21***	0.34***	0.28***	0.37***	0.22***	–		
ESTASEN	0.32***	0.21***	0.32***	0.28***	0.30***	0.16***	0.82***	–	
LOMISUP	0.35***	0.18***	0.26***	0.25***	0.36***	0.21***	0.84***	0.61***	–
LOBRAZO	0.27***	0.18***	0.23***	0.24***	0.29***	0.20***	0.68***	0.49***	0.76***
LOANTEB	0.22***	0.21***	0.16***	0.20***	0.23***	0.16***	0.62***	0.42***	0.76***
LOMANO	0.32***	0.07	0.25***	0.14*	0.31***	0.16***	0.57***	0.47***	0.65***
LOMIINF	0.34***	0.16***	0.24***	0.19**	0.35***	0.21***	0.91***	0.61***	0.86***
LOMUSLO	0.27***	0.11*	0.21***	0.16***	0.31***	0.19***	0.77***	0.50***	0.74***
LOPIER	0.29***	0.20***	0.18***	0.18***	0.30***	0.20***	0.77***	0.51***	0.74***
LOPIE	0.40***	0.21***	0.30***	0.27***	0.39***	0.23***	0.77***	0.58***	0.76***
ANBIACR	0.34***	0.26***	0.24***	0.35***	0.40***	0.23***	0.55***	0.46***	0.52***
ANTORAC	0.29***	0.28***	0.19***	0.35***	0.33***	0.20***	0.44***	0.33***	0.42***
PRTORAC	0.33***	0.27***	0.14*	0.24***	0.23***	0.04	0.34***	0.27***	0.34***
ANBICRE	0.30***	0.26***	0.21***	0.29***	0.33***	0.20***	0.67***	0.52***	0.64***
ANCODO	0.21***	0.06	0.12*	0.25***	0.24***	0.10*	0.45***	0.38***	0.47***
ANMUÑE	0.29***	0.09	0.15**	0.23***	0.29***	0.19***	0.49***	0.43***	0.51***
ANMANO	0.40***	0.19***	0.11*	0.29***	0.34***	0.11**	0.48***	0.40***	0.55***
ANRODI	0.30***	0.25***	0.23***	0.35***	0.31***	0.15***	0.54***	0.46***	0.48***
ANTOBI	0.31***	0.17***	0.19***	0.27***	0.30***	0.10*	0.55***	0.47***	0.53***
ANPIE	0.33***	0.04	0.20***	0.21***	0.41***	0.21***	0.51***	0.39***	0.49***
	LOBRAZO	LOANTEB	LOMANO	LOMIINF	LOMUSLO	LOPIER	LOPIE	ANBIACR	ANTORAC
LOANTEB	0.43***	–							
LOMANO	0.34***	0.21***	–						
LOMIINF	0.69***	0.66***	0.55***	–					
LOMUSLO	0.61***	0.57***	0.47***	0.91***	–				
LOPIER	0.58***	0.60***	0.42***	0.79***	0.54***	–			
LOPIE	0.52***	0.52***	0.65***	0.75***	0.64***	0.64***	–		
ANBIACR	0.42***	0.41***	0.32***	0.46***	0.41***	0.41***	0.46***	–	
ANTORAC	0.39***	0.33***	0.24***	0.40***	0.34***	0.33***	0.39***	0.63***	–
PRTORAC	0.25***	0.29***	0.22***	0.28***	0.18***	0.34***	0.37***	0.37***	0.41***
ANBICRE	0.52***	0.44***	0.49***	0.62***	0.50***	0.56***	0.57***	0.51***	0.43***
ANCODO	0.30***	0.36***	0.39***	0.43***	0.36***	0.31***	0.47***	0.34***	0.35***
ANMUÑE	0.36***	0.31***	0.48***	0.46***	0.36***	0.37***	0.52***	0.36***	0.32***
ANMANO	0.36***	0.48***	0.35***	0.48***	0.38***	0.46***	0.50***	0.39***	0.34***
ANRODI	0.35***	0.38***	0.34***	0.48***	0.38***	0.40***	0.57***	0.40***	0.42***
ANTOBI	0.37***	0.38***	0.42***	0.48***	0.40***	0.41***	0.63***	0.35***	0.30***
ANPIE	0.35***	0.26***	0.49***	0.48***	0.37***	0.43***	0.56***	0.42***	0.33***
	PRTORAC	ANBICRE	ANCODO	ANMUÑE	ANMANO	ANRODI	ANTOBI		
ANBICRE	0.42***	–							
ANCODO	0.30***	0.43***	–						
ANMUÑE	0.31***	0.43***	0.56***	–					
ANMANO	0.38***	0.40***	0.47***	0.51***	–				
ANRODI	0.46***	0.49***	0.58***	0.55***	0.43***	–			
ANTOBI	0.36***	0.45***	0.55***	0.56***	0.44***	0.63***	–		
ANPIE	0.30***	0.46***	0.45***	0.48***	0.47***	0.47***	0.52***	–	

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

Cuadro 5

Resultados del análisis de componentes principales en el que se incluyen las 26 variables antropométricas consideradas. Puede observarse que, prácticamente, sólo el primer componente conjunta una cantidad importante de variación

<i>Componente</i>	<i>Valores propios (varianza explicada por cada componente)</i>	<i>Porcentaje del total de la varianza explicada</i>
1	11.101	42.697
2	1.996	7.675
3	1.576	6.060
4	1.354	5.207
5	1.059	4.075

Cuadro 6

Correlaciones de todas las variables originales con el primer componente (cargas), ordenadas en sentido descendente

<i>Variable</i>	<i>Cargas del primer componente</i>
ESTATOT	0.90
LOMISUP	0.89
LOMIINF	0.87
LOPIE	0.84
LOPIER	0.75
ANBICRE	0.74
LOMUSLO	0.74
ESTASEN	0.72
LOBRAZO	0.69
ANRODI	0.68
ANTOBI	0.68
LOANTEB	0.66
ANBIACR	0.65
ANMANO	0.65
ANPIE	0.65
ANMUÑE	0.64
LOMANO	0.64
ANCODO	0.60
ANTORAC	0.57
<i>ALNAGNA</i>	0.51
<i>DAPMCAB</i>	0.50
<i>PRTORAC</i>	0.49
<i>ANBICI</i>	0.41
<i>ALCABE</i>	0.34
<i>DTMCAB</i>	0.31
<i>ALNARIZ</i>	0.30

NOTA: medidas cefálicas en cursivas.

grupo de datos, por lo que consideramos la separación de las variables en dos grupos, definidos por su significado biológico: las medidas cefálicas, por un lado, y las medidas de tronco y extremidades, por el otro. Se considera que, en general, la forma y el tamaño de la cabeza expresan en alto grado la herencia genética del individuo dada la prioridad que ella tiene durante el crecimiento y el desarrollo físicos. Por el contrario, el resto del cuerpo (tronco y extremidades) está expuesto, en grado mayor, a las influencias del ambiente en que se desarrolla dicho individuo.

Medidas cefálicas

Número de componentes. Siguiendo el criterio del porcentaje acumulado de la varianza (Jolliffe, 1986), es adecuado reducir la dimensión del problema: de seis variables originales a tres que reflejan 76.46% de la variación de los datos. Con la regla de Kaiser modificada, la suma de las varianzas de los primeros componentes da >0.7 . Como ambos criterios coinciden, se consideran sólo los tres primeros componentes (cuadro 7).

Interpretación. El primer componente principal da cuenta de la variación con respecto al tamaño, ya que todos los coeficientes tienen el mismo signo; mientras el resto refleja diferencias en la forma de la cabeza.

La variación debida al tamaño es la más importante en estos datos (39.33%). Mientras que los otros dos componentes significativos (los cuales conjugan, juntos, 37.13%) establecen contrastes entre los rasgos cefálicos.

En cuanto al primer vector propio, los valores altos en este componente se refieren a individuos con medidas cefálicas grandes, en especial para ALNAGNA, ANBICI, DTMCAB y DAPMCAB.

El segundo vector establece un contraste entre ALNARIZ y ALNAGNA, por un lado, y DTMCAB y ANBICI, por el otro. Es decir, existe una relación inversa entre los dos pares de variables. Los valores altos del segundo componente se deben a magnitudes elevadas de ALNAGNA y ALNARIZ, y pequeñas de DTMCAB y ANBICI, e, inversamente, los valores pequeños de ALNAGNA y ALNARIZ.

En el tercer vector predominan ALCABE y ALNARIZ (sobre todo la primera); el resto de las variables no aporta casi nada a la nueva variable. Los valores elevados de esta combinación lineal se asocian a individuos con cabeza baja y nariz relativamente grande; mientras los valores pequeños se asocian a cabezas altas y narices relativamente pequeñas.

Cuadro 7
Análisis de componentes principales. Medidas cefálicas

<i>Variable</i>	<i>Primer componente</i>	<i>Segundo componente</i>	<i>Tercer componente</i>	
<i>Cargas</i>				
DAPMCAB	0.682	0.077	-0.207	
DTMCAB	0.685	-0.569	0.122	
ALCABE	0.390	0.127	-0.845	
ANBICI	0.692	-0.562	0.159	
ALNAGNA	0.718	0.500	0.105	
ALNARIZ	0.528	0.602	0.382	
<i>Proporción explicada de las variables originales</i>				<i>Acumulada</i>
DAPMCAB	0.465	0.006	0.043	0.514
DTMCAB	0.469	0.324	0.015	0.808
ALCABE	0.152	0.016	0.714	0.882
ANBICI	0.479	0.316	0.025	0.820
ALNAGNA	0.516	0.250	0.011	0.777
ALNARIZ	0.279	0.362	0.146	0.787
<i>Valores propios</i>				
	2.360	1.274	0.953	
<i>Porcentaje del total de la varianza explicada</i>				
	39.334	21.235	15.891	
<i>Coefficientes</i>				
DAPMCAB	0.289	0.060	-0.217	
DTMCAB	0.290	-0.447	0.128	
ALCABE	0.165	0.100	-0.886	
ANBICI	0.293	-0.441	0.167	
ALNAGNA	0.304	0.392	0.110	
ALNARIZ	0.224	0.473	0.401	

Recapitulando, la primera y más importante fuente de variación en este conjunto de medidas cefálicas es el tamaño. La segunda más importante es el contraste entre las anchuras de cara y bóveda, por un lado, y las alturas sagitales de la cara y la nariz, por el otro. La tercera fuente se asocia principalmente a la altura de la cabeza; es decir, si en primera instancia los dos primeros componentes no diferencian a los sujetos, la altura de la cabeza, por sí sola, lo hace.

Las correlaciones de las variables originales y las creadas son altas en general, excepto para DAPMCAB, el cual con los tres primeros componentes expresa sólo la mitad (51.5%) de su variación original, mientras el resto de las variables expresa más del 77%.

En cuanto al tamaño cefálico (figura 27), parece que los de Santa Isabel tienden a tener cabezas más pequeñas que el resto de los grupos. Con respecto a la forma de la cabeza, parece que todos los grupos son semejantes; sin embargo, los de diversa procedencia tienden a tener cabezas y caras más anchas y más cortas que los demás. Los de San Nicolás y Santa Isabel son menos variables que los de Cholula y diversa procedencia.

En cuanto a la tercera fuente de variación más importante (figura 28), sólo parecen diferenciarse los de Santa Isabel y San Nicolás entre sí, ya que los primeros tienden a tener cabeza alta y nariz relativamente baja, mientras los últimos tienen cabeza baja y nariz relativamente alta. Al igual que con la segunda fuente de variación, estos grupos son menos variables que los de Cholula y de diversa procedencia.

Medidas de tronco y extremidades

Número de componentes. Siguiendo la regla de Kaiser modificada (Jolliffe, 1986), cuatro sería el número adecuado de componentes que representen los datos. Al mismo tiempo, con cuatro componentes se refleja a 70% de la varianza de las 20 variables originales (cuadro 8).

Interpretación. El primer componente refleja la variación con respecto al tamaño, ya que todos los coeficientes son del mismo signo; el resto de los componentes dan cuenta de la variación en la forma corporal.

Al igual que las medidas cefálicas, la principal fuente de variación en estos datos es la debida al tamaño. Los valores altos del primer componente se refieren a individuos grandes, tanto en longitudes como en anchuras, mientras los valores bajos describen a individuos pequeños.

La segunda combinación lineal revela el contraste entre las longitudes y las anchuras; en especial entre ESTATOT, LOMISUP, LOBRAZO, LOANTEB, LOMIINF, LOMUSLO y LOPIER, por un lado, PRTORAC, ANCODO, ANMUÑE, ANMANO, ANRODI, ANTOBI y ANPIE, por otro. Es decir, valores altos del componente se refieren a individuos que son corporalmente más anchos y bajos, de extremidades cortas y gruesas.

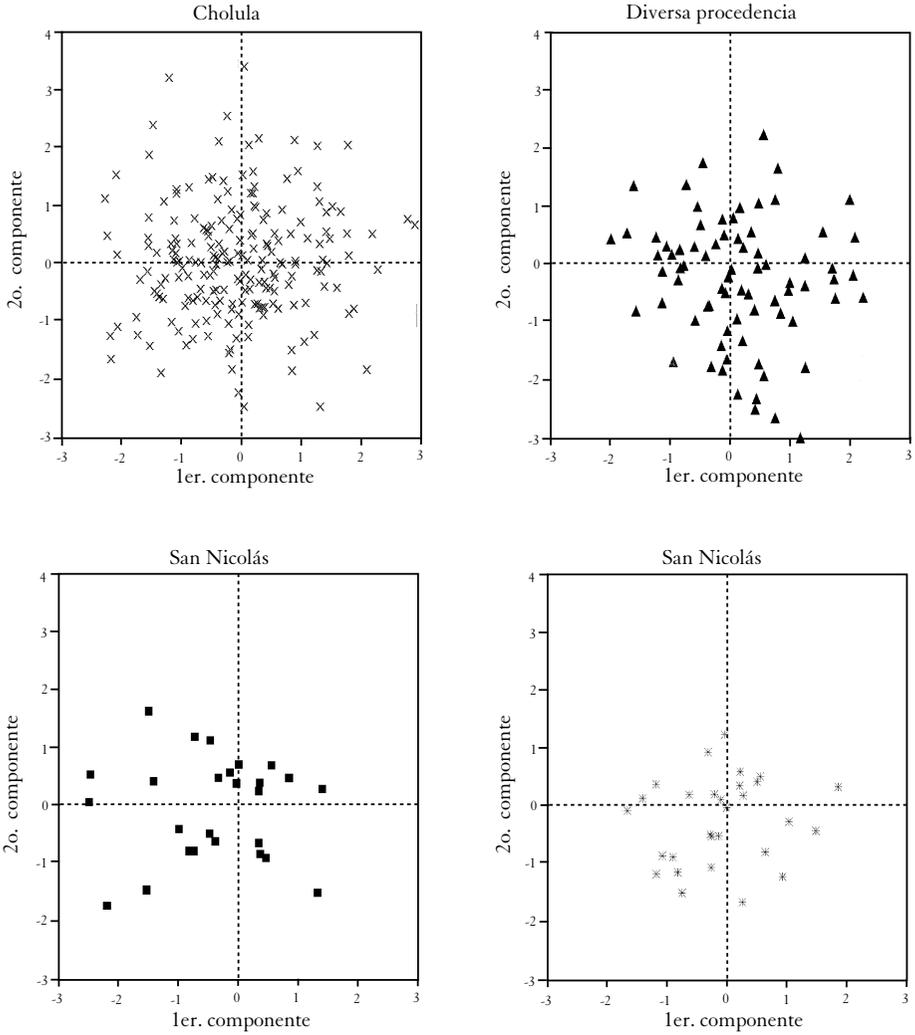


Figura 27.

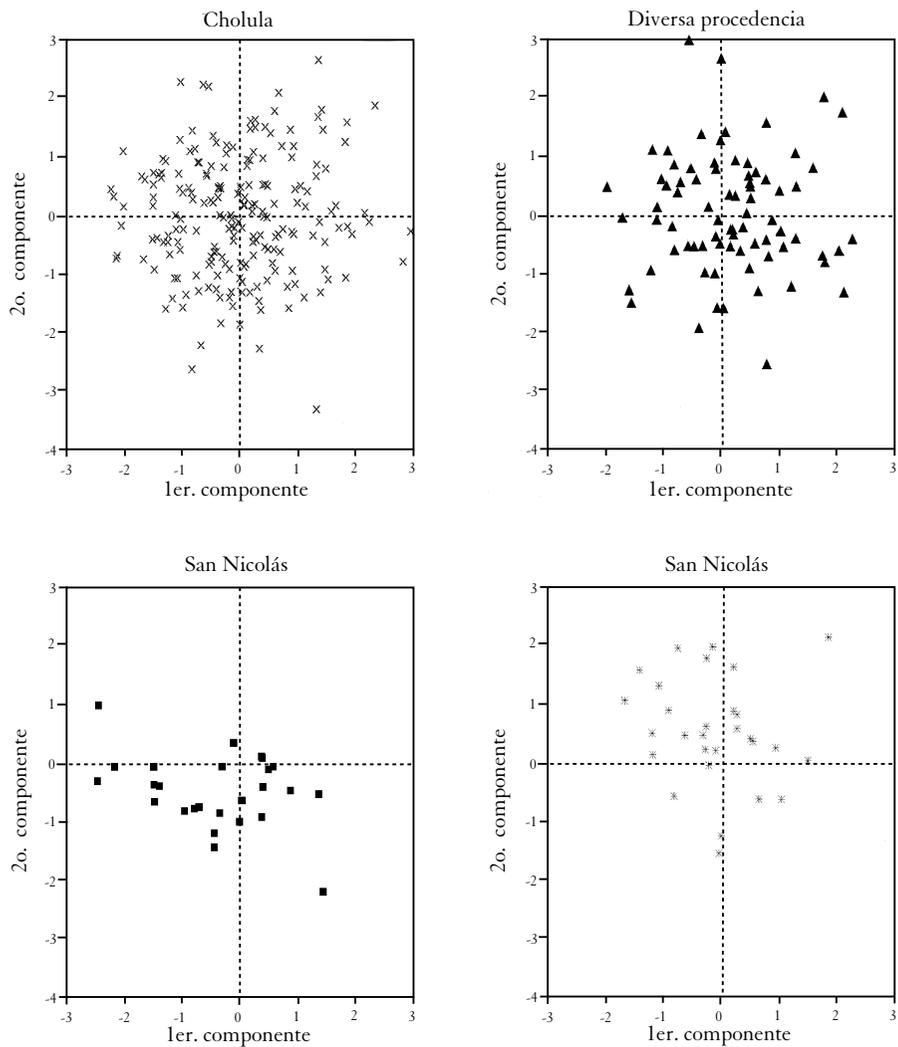


Figura 28.

Cuadro 8
Análisis de componentes principales. Medidas de tronco y extremidades

<i>Variable</i>	<i>Primer componente</i>	<i>Segundo componente</i>	<i>Tercer componente</i>	<i>Cuarto componente</i>
<i>Cargas</i>				
ESTATOT	0.915	-0.248	0.035	-0.074
ESTASEN	0.722	-0.097	0.080	-0.172
LOMISUP	0.907	-0.255	0.027	0.073
LOBRAZO	0.702	-0.316	-0.111	-0.054
LOANTEB	0.676	-0.262	-0.209	0.495
LOMANO	0.646	0.027	0.402	-0.405
LOMIINF	0.888	-0.362	0.065	0.040
LOMUSLO	0.757	-0.398	0.083	0.007
LOPIER	0.763	-0.294	-0.052	0.135
LOPIE	0.846	-0.012	0.175	-0.052
ANBIACR	0.639	0.108	-0.474	-0.295
ANTORAC	0.555	0.207	-0.581	-0.255
PRTORAC	0.745	0.019	-0.111	-0.185
ANCODO	0.621	0.426	0.160	0.171
ANMUÑE	0.650	0.388	0.252	0.055
ANMANO	0.642	0.225	-0.037	0.336
ANRODI	0.678	0.426	0.021	0.131
ANTOBI	0.685	0.353	0.232	0.118
ANPIE	0.643	0.300	0.176	-0.190
<i>Valores propios</i>				
	10.270	1.661	1.201	0.886
<i>Porcentaje del total de la varianza explicada</i>				
	51.351	8.304	6.007	4.428
<i>Coeeficientes</i>				
ESTATOT	0.089	-0.150	0.029	-0.083
ESTASEN	0.070	-0.058	0.066	-0.195
LOMISUP	0.088	-0.154	0.023	0.082
LOBRAZO	0.068	-0.190	-0.092	-0.061
LOANTEB	0.066	-0.158	-0.174	0.559
LOMANO	0.063	0.016	0.335	-0.457
LOMIINF	0.086	-0.218	0.054	0.045
LOMUSLO	0.074	-0.240	0.069	0.008
LOPIER	0.074	-0.177	-0.043	0.152
LOPIE	0.082	-0.007	0.146	-0.058
ANBIACR	0.062	0.065	-0.394	-0.333
ANTORAC	0.054	0.124	-0.484	-0.288
PRTORAC	0.047	0.229	-0.354	0.124
ANBICRE	0.073	0.012	-0.092	-0.209
ANCODO	0.060	0.257	0.133	0.194
ANMUÑE	0.063	0.234	0.210	0.062
ANMANO	0.062	0.135	-0.031	0.379
ANRODI	0.066	0.257	0.018	0.148
ANTOBI	0.067	0.213	0.193	0.134
ANPIE	0.063	0.181	0.147	-0.215

El tercer componente refleja el contraste entre LOMANO, por una parte, ANBIACR, ANTORAC y PRTORAC, por la otra, principalmente. Contribuyen positivamente, pero en menor grado, LOPIE, ANCODO, ANMUÑE, ANTOBI y ANPIE. Valores elevados de este vector indican individuos con manos y pies relativamente grandes en relación con el tórax. Valores bajos indican individuos con tórax amplio, manos y pies pequeños y brazos angostos.

Valores altos del cuarto componente describen a individuos con antebrazos y piernas largos y extremidades anchas, pero con el tronco angosto y corto, manos anchas y cortas y pies angostos. De manera inversa, valores bajos describen a sujetos con antebrazos y piernas cortos y extremidades angostas, pero con tronco ancho y largo, manos angostas y largas y pies anchos.

La proporción de la varianza explicada por los primeros cuatro componentes para cada variable es alta en todos los casos, ya que todas las variables están representadas en más de 56%.

A partir de las figuras 29, 30 y 31 es posible observar que los individuos de diversa procedencia tienden a ser más grandes o corpulentos en general (longitudes y anchuras) que el resto de los grupos, sobre todo con respecto a los de San Nicolás y Santa Isabel.

Los de Santa Isabel, a su vez, tienden a ser menos corpulentos que los de San Nicolás. Sin embargo, ambos son menos variables que los de Cholula con respecto al tamaño. Simultáneamente, en los de diversa procedencia predominan las longitudes sobre las anchuras, es decir, individuos de cuerpo (tronco y extremidades) largo y angosto. Los otros tres grupos tienden a tenerlos proporcionalmente más anchos que largos. Los de San Nicolás parecen ser los más anchos. Nuevamente, los de este grupo y Santa Isabel son muy parecidos pero menos variables que los de Cholula.

Con respecto a la tercera fuente de variación (figura 30), es decir, el contraste entre las dimensiones de manos y pies y las dimensiones del tórax, se aprecia menor variabilidad de los de San Nicolás y Santa Isabel con respecto a los de Cholula y los de diversa procedencia.

El cuarto componente (figura 31) tiende a separar a Santa Isabel y San Nicolás, por un lado, y Cholula y diversa procedencia, por el otro. Los dos primeros grupos están formados por individuos que tienden a tener extremidades largas y anchas y tronco relativamente pequeño, así como manos anchas y cortas y pies angostos. Por el contrario, los dos últimos están formados por sujetos con extremidades cortas y angostas y con tronco relativamente grande, con manos angostas y largas y pies anchos. Es necesario anotar que la interpretación de estos componentes considerados es muy

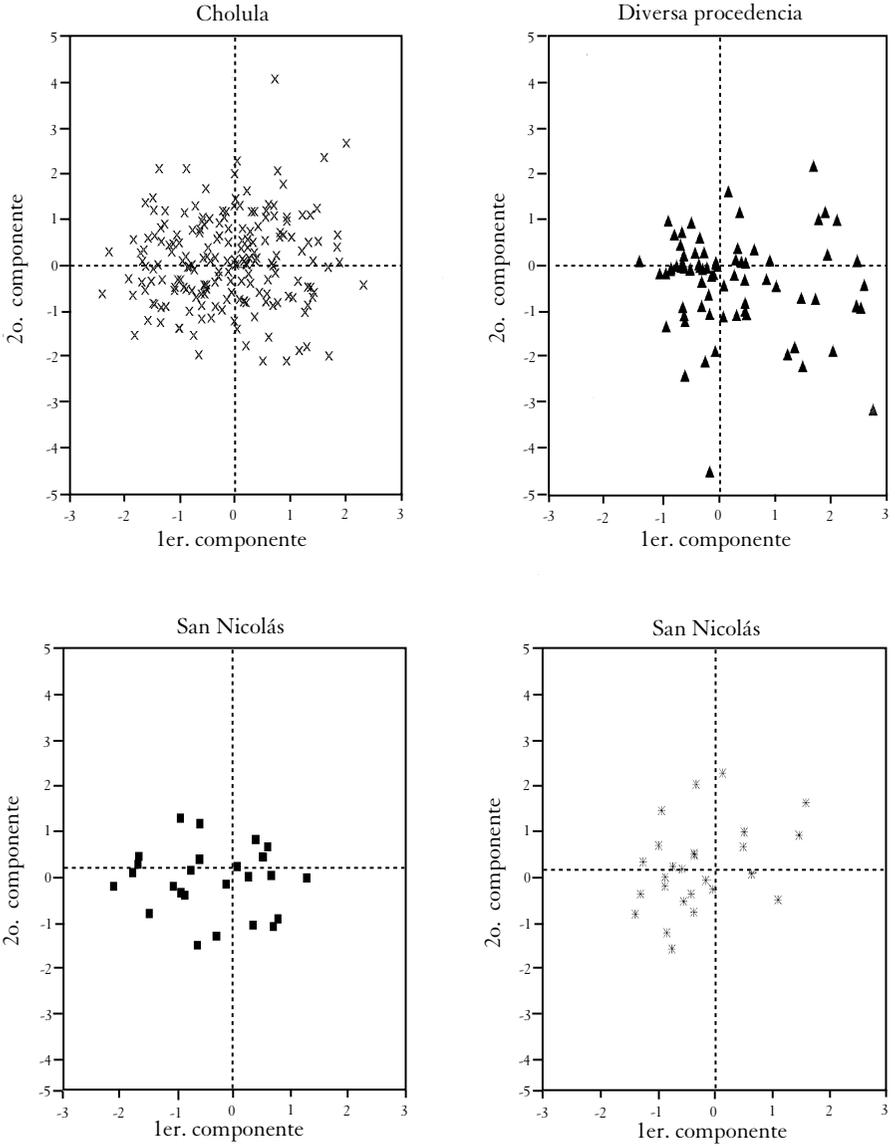


Figura 29.

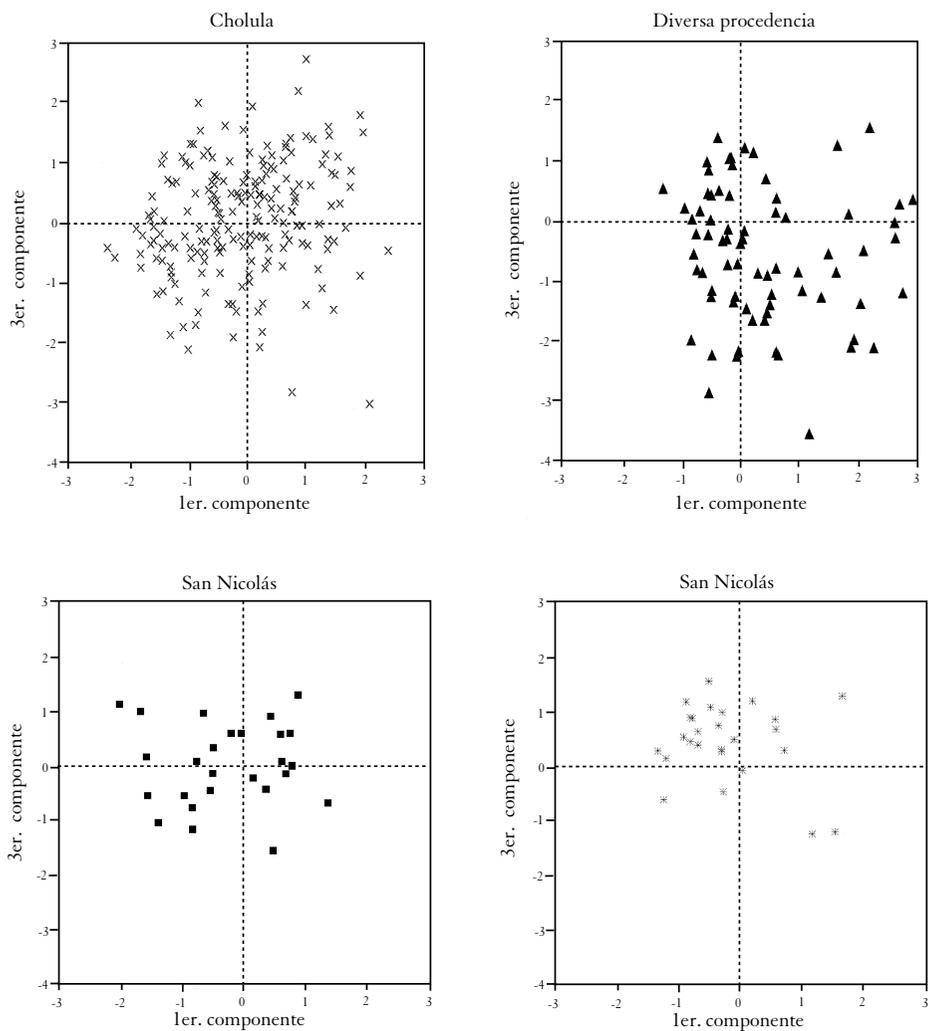


Figura 30.

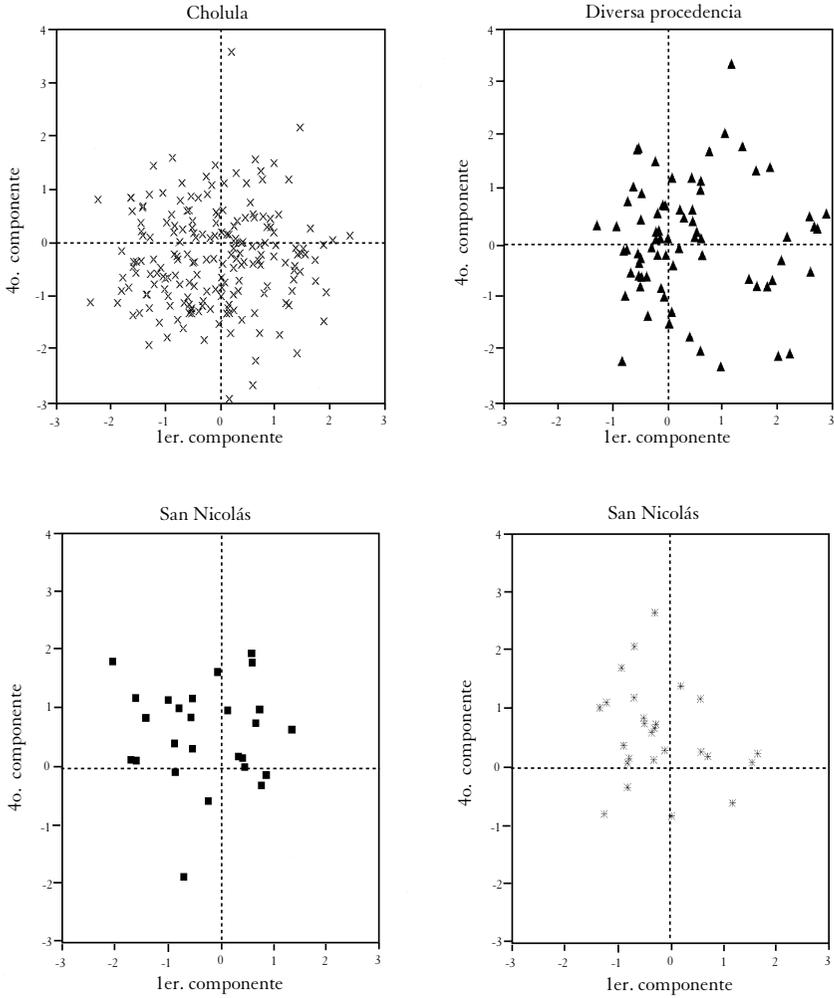


Figura 31.

complicada y el porcentaje de variación explicada por cada uno de ellos es muy bajo (<7%); inclusive, con respecto a esta última observación, hasta el segundo componente sería poco importante, aunque ofrece un contraste interesante entre las variables y una interpretación más fácil.

El efecto de la aplicación del análisis de correlación canónica a nuestros datos no fue satisfactorio, ya que las correlaciones entre ambos conjuntos de variables no pueden ser expresadas en términos de unas pocas combinaciones lineales. Como los resultados de este análisis no mejoran sustancialmente nuestra interpretación de la estructura de correlación de las variables, no serán presentados.

CONCLUSIONES

Son frecuentes los estudios sobre antropometría de la población contemporánea de México. En ellos se pone en evidencia la gran variación de tamaños y formas de los individuos que habitan las diferentes regiones del país; también la gran variedad de intereses con los que se realizan. Consideramos que la aplicación de la metodología multivariada a estos estudios es de suma utilidad, ya que permite ver un panorama general simultáneo de los datos. A partir del enfoque que abordamos ahora, evaluar antropométricamente la variación normal de un conjunto de varones y el estado biológico general del grupo, podemos concluir lo siguiente:

La cabeza muestra poca variación tanto en forma como en tamaño, congruente con la importancia que tiene la extremidad cefálica durante el crecimiento físico. Quizá esto indique una homogeneidad relativa en cuanto al sustrato hereditario de estos sujetos; sin embargo, parece que los de Santa Isabel tienden a tener cabezas más pequeñas que las del resto, y los de procedencia foránea las tienen proporcionalmente más anchas y caras más cortas. En realidad, las diferencias notables se hallan entre los dos grupos más endogámicos: Santa Isabel y San Nicolás. Esto podría deberse al relativo aislamiento reproductivo de estas comunidades alejadas de los centros económicamente más prósperos del lugar, que causa, al mismo tiempo, menor variación que la de los grupos francamente exogámicos (Cholula y diversa procedencia).

Consideramos que la información de las medidas cefálicas ofrece un ejemplo de cómo durante el crecimiento físico se armonizan las dimensiones

de la cabeza. Podría afirmarse que un individuo con cabeza ancha compensa el peso disminuyendo las longitudes verticales; fenómeno constatado a través de la segunda combinación lineal.

Los individuos de procedencia foránea, habitantes del valle de Cholula hacia finales de la década de los sesenta, tienden a ser más grandes (corpulentos) que los oriundos de la región y con cuerpos longilíneos. La población autóctona, además de ser menos corpulenta, tiende a mostrar un cuerpo brevilíneo.

Estos rasgos somáticos proyectan por sí mismos la realidad social imperante en el campo mexicano. Las comunidades rurales se encuentran al margen de las facilidades y progresos de la vida moderna. Parece que la creciente industrialización de la región de Puebla no tuvo, hasta esa época (1968), un impacto efectivo en la economía regional ni, por supuesto, en la distribución del ingreso. Asociada a estas diferencias somáticas se encuentra también la acentuada carencia de recursos alimenticios y de servicios de salud e higiene para estos grupos. Digamos que esta conformación somática refleja el alto costo biológico de la resistencia al adverso modo de vida en las comunidades rurales del valle.

Tanto para las variables cefálicas como para las de tronco y extremidades, la variación local aparenta ser menor para los grupos más apartados de la vida económica de la región. En efecto, su modo de vida endogámico propicia una mayor homogeneidad al interior de dichas comunidades, lo cual refleja, en cierta medida, las precarias condiciones en las que se desarrollan. Las dimensiones somatométricas seguramente reflejan también el mestizaje diferencial de estos grupos. Podríamos atribuir las diferencias en parte a las condiciones de vida, pero también a los diferentes acervos genéticos que posee cada uno de estos grupos.

Abstract: This work approaches the problem of describing somatic variability based on anthropometric data, focusing on the use of explorative and multivariate statistical tools. The data collected in 1968 was sampled from a group of young male adults in the Cholula (Puebla, Mexico) area. There are in total 26 anthropometric measurements, six of which are cephalic. Statistical methodology consists of using box diagrams, and principal component analysis as well as canonic correlation. The results allow us to appreciate somatic differences in this group of individuals, depending on their geographic and socio-economic situations, most based on trunk and limb measurements, disregarding head measurements, which do not register significant differences among the sample subjects.

Keywords: anthropometry, somatic variability, explorative data analysis, multivariate analysis, principal component, canonic correlation.

REFERENCIAS

CATTELL, R. B.

- 1966 The Scree test for the number of factors. *Multivar. Behav. Res.*, 1: 245-276.

COMAS, JUAN

- 1983 *Manual de antropología física*. Instituto de Investigaciones Antropológicas-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

DÍAZ, M. E., T. NORAT, E. M. TOLEDO, I. WONG Y V. MORENO

- 1989 Distribución relativa de la grasa corporal en lactantes cubanos mediante el análisis de los componentes principales. *Estudios de Antropología Biológica*, 4: 361-375, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, México.

JOLLIFFE, I. T.

- 1986 *Principal component analysis*. Springer-Verlag, Nueva York.

KRZANOWSKI, W. J.

- 1988 *Principles of multivariate analysis*. Oxford University Press, Oxford.

LAGUNAS RODRÍGUEZ, ZAID

- 1975 Algunos índices cefálicos en la población juvenil del área de Cholula, Puebla. *Anales*, 7a. época, 4: 211-236, Instituto Nacional de Antropología e Historia, SEP, México.

LEACH, CHRIS

- 1982 *Fundamentos de estadística. Enfoque no paramétrico para ciencias sociales*. Limusa, México.

LÓPEZ ALONSO, SERGIO

- 1971 *Ciertos caracteres antropométricos de la población juvenil masculina de la región de Cholula, Puebla*. Instituto Poblano de Antropología e Historia. Puebla, México.

LÓPEZ ALONSO, SERGIO, CARLOS SERRANO SÁNCHEZ Y ZAID LAGUNAS RODRÍGUEZ

- 1989 Acotaciones bioantropológicas sobre la población contemporánea del valle de Cholula, Puebla. *Notas mesoamericanas (Memorias del Primer Simposio de Cholula)*, 11: 367-383, Universidad de las Américas-Puebla, México.

MANLY, BRYAN F. J.

- 1986 *Multivariate statistical methods: A primer*. Chapman and Hall, Nueva York.

MARTIN, R. Y K. SALLER

- 1957 *Lehrbuch der Anthropologie*. t. I, Stuttgart, Alemania.

MARTÍNEZ, ANTONIO J., MARÍA M. CARMENATE Y RAÚL COYULA

- 1989 Distribución anatómica de la grasa subcutánea. *Estudios de Antropología Biológica*, 4: 399-406, Instituto de Investigaciones Antropológicas-Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, México.

MONTEMAYOR G., FELIPE

- 1984 Los datos antropométricos de grupos masculinos mexicanos. R. Ramos y R. M. Ramos (eds.). *Estudios de Antropología Biológica*, 2: 87-144. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1987 Afinación del análisis de los datos antropométricos de 35 grupos mexicanos. M. E. Sáenz y X. Lizarraga (eds.). *Estudios de Antropología Biológica*, 3: 225-247, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

OLIVIER, G.

- 1960 *Practique Anthropologique*. Vigot Freres, París.

PLA, LAURA E.

- 1986 *Análisis multivariado: método de componentes principales*. Colección Monografías Científicas, 27. Organización de Estados Americanos, Washington, D. C.

PRADO, CONSUELO

- 1989 La menopausia: síndrome menopáusico y factores socioambientales de influencia. *Estudios de Antropología Biológica*, 4: 345-360, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, México.

SALGADO UGARTE, ISAÍAS HAZARMABETH

- 1992 *El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones*. Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Zaragoza", Universidad Nacional Autónoma de México y Marc Ediciones, México.

SCHAFFER J. L.

- 1994 *Analysis of incomplete multivariate data by simulation*. Chapman and Hall, Londres.

SERRANO SÁNCHEZ, CARLOS

- 1971 Los dermatoglifos digitales de la población masculina de Cholula, Puebla. *Anales*, 7a. época, t. 2: 59-66. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, México.
- 1975a El surco palmar transversal en la población del valle poblano-tlaxcalteca. *Anales de Antropología*, 12: 103-115, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1975b *Les dermatoglyphes des populations mayas du Mexique et d'autres groupes Mesoaméricains*. Tesis de doctorado, Universidad de París VII, París.

SERRANO SÁNCHEZ, CARLOS, SERGIO LÓPEZ ALONSO Y ZAID LAGUNAS RODRÍGUEZ

- 1989 *La población contemporánea del valle de Cholula, Puebla. Datos bioantropológicos*. Antropología Física, Cuadernos de Trabajo, 1, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

WILKINSON, LELAND

- 1990 *SYSTAT: The System for Statistics*. SYSTAT, Inc. Evanston, IL.