

DETERMINACION DINAMOMETRICA

A. d'Aloja*

La dinamometría pretende determinar la fuerza muscular del individuo por ser un indicador del grado de tensión física inducido en el hueso por la contracción muscular. Dos clases de proteínas son esenciales para la contracción muscular: miosina y actina, que constituyen el 33 y el 15 por ciento, respectivamente, del total de proteínas. En el filamento de actina de una fibra muscular está el trifosfato de adenosina, que por acción de la miosina se descompone en difosfato, liberando energía cuando el impulso nervioso estimula una fibra muscular. Por lo tanto, la contracción muscular es fundamentalmente un proceso bioquímico y, puesto que los músculos esqueléticos se contraen cuando reciben la orden desde el sistema nervioso central, el rendimiento puede modificarse de un momento a otro por causas nerviosas.

En general, la dinamometría incluye la fuerza de presión de los dedos de la mano, proporcionada por los músculos flexores de los dedos; la fuerza de la tracción horizontal de los músculos del cinto escapular y la fuerza de la tracción vertical de los músculos dorso-lumbares. Más comúnmente se estudia la fuerza de presión de los dedos de la mano por la facilidad en obtener la medida. Esta ha sido utilizada ampliamente en problemas epidemiológicos, en biotipología y, en general, para valorar la salud y la actividad física del individuo. Sin embargo, la medida no está necesariamente relacionada con la robustez general del individuo.

La dinamometría se expresa en kilos y ha sido, desde hace tiempo, observada en niños y adolescentes en relación con medidas antropométricas como talla, edad y peso, con fines de estudios de desarrollo. Quetelet fue el primero en demostrar la detención del aumento de la fuerza dinamométrica entre los 9 y los 13 años de edad, probablemente en relación con el débil desarrollo de la musculatura en ese periodo. A los 11 años de edad existe ya en

* Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

la fuerza de presión de la mano una diferencia sexual, que no se observa antes de esta edad y tal diferencia está en relación con el antebrazo más largo y más ancho de los varones (Vandervael 1964).

Recientemente la fuerza de presión de la mano ha sido observada por Plato y otros en varones de edad madura y senil (de los 25 a los 95 años), en relación con las medidas de longitud, anchura, área total y área cortical del segundo metacarpo, para obtener información sobre la pérdida progresiva del hueso con el avance de la edad a causa de la reabsorción de la superficie del endósteo.

En personas ancianas la fuerza muscular disminuye en cuanto a función. La fuerza de presión en el individuo de 65 años, en comparación con el de 25 años de edad, es el 77% menor. No es claro si esto se debe al envejecimiento o a la falta de actividad. La mayor parte de los autores están de acuerdo en que existe relación entre la atrofia por falta de uso y la disminución de la fuerza de presión de la mano, aunque Bierman se pregunta cómo puede haber atrofia por falta de uso de las manos que se utilizan continuamente durante toda la vida. La masa muscular disminuye gradual y constantemente y con la edad hay un aumento de grasa y lípidos entre las fibras musculares.

La comparación de la fuerza de presión de la mano con datos de otros autores presenta dificultad por el hecho de que se utilizan diferentes instrumentos, aunque todos expresan la fuerza en unidades de un kilo. La adaptación de la mano al aparato varía según la forma del instrumento.

Algunos autores europeos consideran que el promedio dinámico de la mano es de 40 a 60 kg en el varón adulto y que en la mujer sería del 50 al 60% menos (Vandervael 1964). En México la fuerza de presión de la mano ha sido observada por varios autores (Pauer, Steggerda, Hrdlicka, Faulhaber) en varones indígenas (aztecas, mayas, pimas, tarascos, pápagos, tepoztecos); (Faulhaber 1946), y entre todos dan un promedio de 18 kg en la mano derecha y 16 en la izquierda. Sin embargo, otro autor (Gómez Roble da 1961), entre campesinos zapotecos, otomíes, tarascos y pescadores tarascos, obtuvo un promedio de 31 kg en la mano derecha y 29 en la izquierda. Los autores utilizaron el dinamómetro de Collin de forma elipsoide, construido con metal elástico a la presión, que en algunas personas puede dar una sensación de dolor y por lo tanto falsear el dato.

Los datos dinamométricos actuales se refieren a 85 mujeres

campesinas de un ejido situado en el distrito de Zamora, estado de Michoacán. En general, no presentan marcadas características indígenas; según datos locales su ascendencia es española y el mestizaje fue débil. Su edad promedio es de 41 años (41.52 ± 2.21) y el campo de variación se extiende de los 15 a los 95 años de edad. La presión de los dedos de la mano fue tomada en la derecha y en la izquierda utilizando el dinamómetro Stoelting. De dos presiones efectuadas se tomó la mayor. El promedio de la mano derecha fue de 20 kg y de la izquierda 19, lo que corresponde al promedio indicado por autores europeos, como mínimo, en la mujer.

Con los datos obtenidos se trata de observar la posible existencia de correlación entre la fuerza de presión de la mano y algunos caracteres antropométricos.

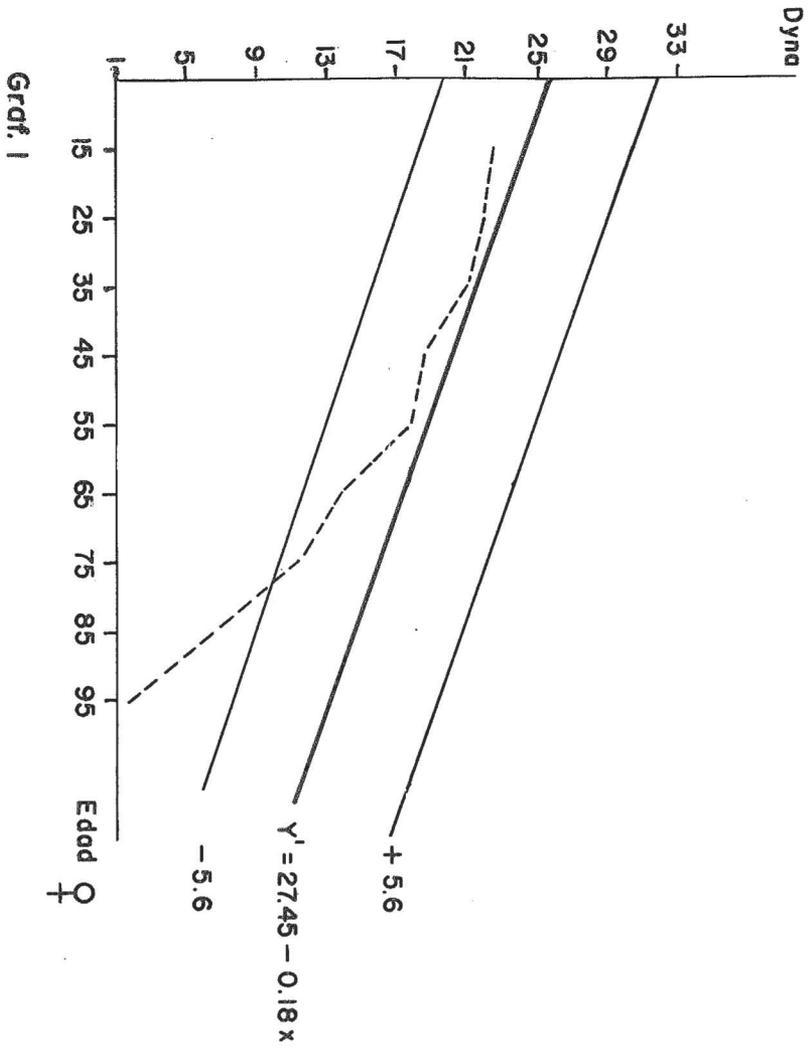
Puesto que con el avance de la edad hay una baja en la fuerza muscular, la correlación instituida entre la edad como variable independiente y la fuerza de presión de la mano, resultó negativa con un valor de -0.55 significativo a $P < 0,001$, que comprueba el grado de asociación entre los dos caracteres (graf. 1). El coeficiente de determinación, $r^2 = .30$, demuestra que el 30% de la fuerza de la mano está vinculado a las variaciones de la edad.

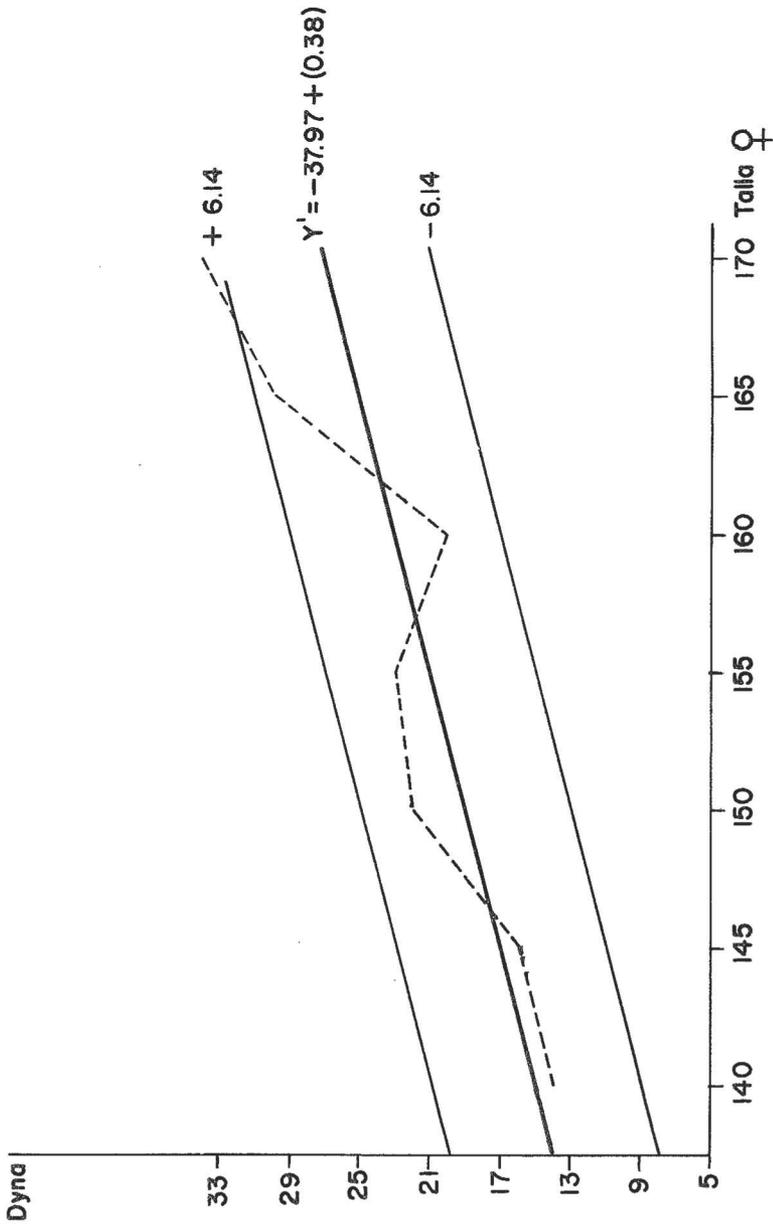
Establecida la correlación entre talla y fuerza ésta resultó positiva con un coeficiente igual a $+0.36$ significativo a $P < 0.001$, mediore en cuanto al valor de relación, probablemente por una acumulación, en este grupo, de tallas no muy altas. Solamente dos mujeres de las 85 superaron los 165 cm. El promedio de la talla fue de 153 cm (152.82 ± 6.5) (graf. 2).

Al considerar la existencia de correlación de la fuerza de presión con el peso como variable independiente, se observa que es positiva. Parecería que a mayor peso mayor fuerza. Pero el coeficiente es débil: $+0.14$ y no significativo (graf. 3). El peso del individuo resulta del conjunto de varios elementos y una parte muy variable está representada por la musculatura y la adiposidad. Las mujeres del ejido tienen tendencia a la obesidad desde edades adultas jóvenes y el promedio de peso en el grupo fue de 67 kilos (66.79 ± 1.47).

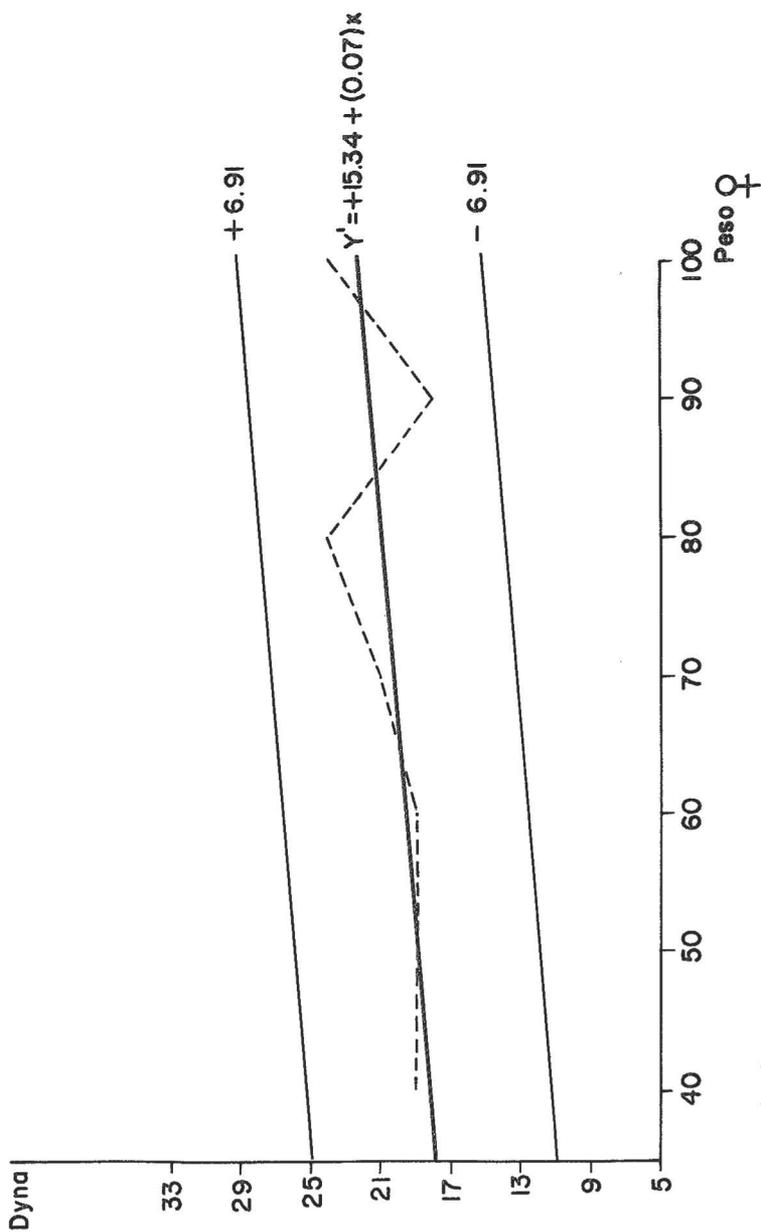
Se trató, entonces, de relacionar la fuerza a la superficie corporal calculada por la fórmula de Du Bois, obteniendo una superficie corporal promedio de 163 dm^2 (162.93 ± 1.77). Según datos de Schreider en el hombre adulto el promedio es de casi 2 m^2 .

La correlación entre la fuerza de presión y la superficie corporal es débil: $+0.20$, no significativa, y según el coeficiente de determi-





Graf. 2



Graf. 3

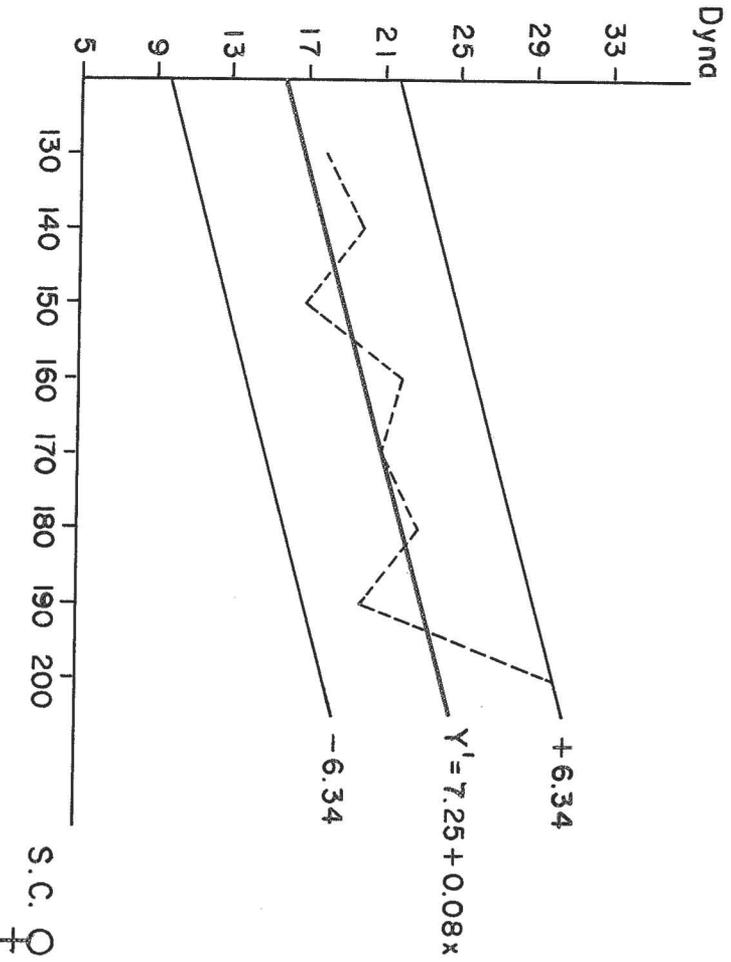
nación solamente el 4% de la fuerza está vinculado a la superficie corporal; el resto es independiente (graf. 4).

La medida de la superficie corporal ha dado origen a investigaciones de Schreider que, al relacionar el peso con la superficie corporal en varias poblaciones observó que en regiones tropicales el índice era de 36 kilos por metro cuadrado o menos, lo que indica una mayor facilidad de pérdida de calor por radiación. En las 85 mujeres del ejido, el índice peso-superficie corporal dió un promedio de 41 kilos por metro cuadrado, o sea una tendencia al exceso de peso relativo a la superficie y una menor pérdida de calor por radiación.

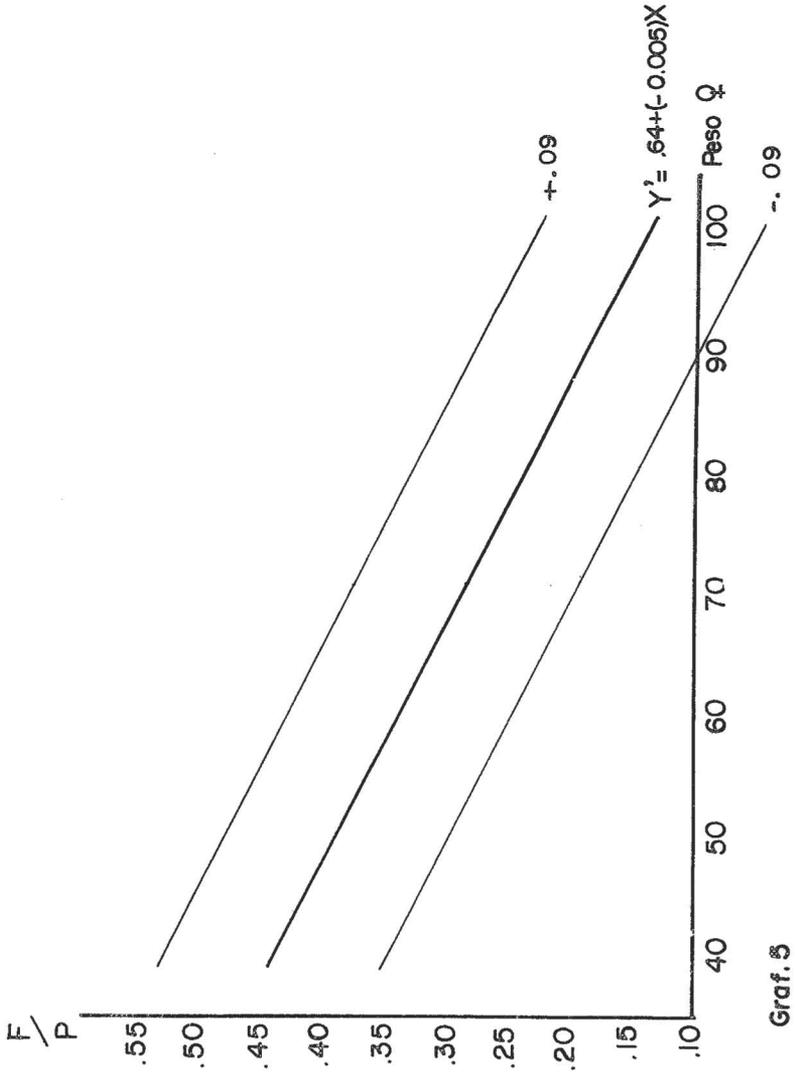
Martin, en 1918, planteó un índice que pone en relación la fuerza con el peso ($\frac{F}{P}$); se llamó índice de fuerza y es la medida más común cuando se quiere comparar la fuerza entre personas de diferentes tamaños. Sin embargo, Martin en 1921 consideró con cierta reserva este índice de fuerza, porque la obesidad da por resultado una correlación negativa con este índice. Griffiths observó que el índice resulta favorable para las personas pequeñas; Keeny, en su estudio sobre atletas de levantamiento de pesas, hace notar que en el índice de fuerza no interviene solamente la adiposidad, sino otros factores (Lamphiear 1976). En las mujeres del ejido que no tienen la musculatura de los atletas de levantamiento de pesas, se puede decir que la correlación negativa obtenida de $-.60$ entre el índice de fuerza y el peso, significativa a $P < 0.001$, con una vinculación del 36% del índice al peso, se debe probablemente a la obesidad como lo consideraba Martin. El peso mayor en estas mujeres no se debe a músculos sino a la grasa (graf. 5).

En las correlaciones anteriores se consideró exclusivamente la fuerza de presión de la mano derecha por ser mínima la diferencia entre las dos manos. El promedio de la derecha fue de 20 kilos ($20.12 \pm .72$); y de 19 ($19.12 \pm .71$) para la izquierda. Las medidas de las diferencias bilaterales comparadas por medio del test de Student resultaron no significativas. El promedio de 20 kilos (mano derecha) corresponde al 50% del mínimo de 40 kilos calculado por autores europeos en varones y corresponde a la cantidad que ellos consideran tendría la mujer.

Si se compara la fuerza de presión de estas mujeres con los datos de Gómez Robleda, encontramos, proporcionalmente, una mayor fuerza en las mujeres del ejido, o sea, el 65% del promedio de las medidas tomadas entre campesinos zapotecas, tarascos, otomíes y pescadores tarascos (31 derecha; 29 izquierda). Gómez



Graf. 4



Graf. 3

Robleda proporcionó también datos de varones de la ciudad de México: 41 kilos promedio de las dos manos y en este caso el de las mujeres corresponde al 50%. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los dinamómetros utilizados no fueron de la misma marca.

Al observar la diferencia de fuerza entre las dos manos en el grupo de mujeres, resultó un 36% (36.47) de predominio de la izquierda. En el 52% (51.76) predominó la derecha, y en el 12% , (11.77) hubo igualdad de las dos manos. En un grupo de niñas de los 5 a los 15 años de edad, de esta misma población, la dinamometría dió un 37% con mayor fuerza en la izquierda.

Las 44 mujeres en las que predominó la derecha tienen una edad promedio de 42 años. Las 31 mujeres con predominio de la izquierda dieron una edad promedio de 38 años. Si tenemos en cuenta que en la edad juvenil hay un porcentaje bastante alto de predominio de la izquierda, es posible que con el pasar de los años y con las actividades realizadas, el medio ambiente modifique en cierto modo el predominio de una u otra mano. Es de notar que la edad promedio de las mujeres en las que había igualdad de las dos manos, resulta mayor que en los demás casos: 51 años.

Las mujeres de este ejido no trabajan generalmente en el campo. La labor principal es la cosecha de las fresas que es trabajo delicado y en el que se utilizan las dos manos. En general, dedican mucho de su tiempo, además de las labores del hogar, a bordar y a tejer.

En conclusión, la fuerza de presión de la mano es un indicador bastante relativo al ponerlo en relación con algunos atributos antropométricos o en las consideraciones sobre la existencia de adiposidad. Pero, debe tenerse en cuenta que el sistema nervioso interviene más o menos intensamente en todas las funciones provocando cambios repentinos y modificando, en consecuencia su rendimiento.

REFERENCIAS

- BIERMAN, Edwin L. y William R. Hazzard
1973 "Old Age, including Death and Dying", *The Biologic Ages of Man*, Smith and Bierman (eds.), Philadelphia, W.B. Saunders Co.
- FAULHABER, Johanna
1946 *Algunos aspectos antropológicos de la población de Tepoztlán, Mor.*, tesis profesional.

GOMEZ ROBLEDA, José

1961 *Estudio biotipológico de los otomíes*, Instituto de Investigaciones Sociales: 98, UNAM.

LAMPHEAR, Donald E. y Henry J. Montoye

1976 "Muscular Strength and Body Size", *Human Biology*, vol. 48: 1, 147-160.

PLATO, C.C. y Arthur H. Norris

1980 "Bone Measurements of the Second Metacarpal and Grip Strength", *Human Biology*, vol. 52: 1, 131-149.

PLATO, C.C., J.L. Wood y A.H. Norris

1980 "Bilateral Asymmetry in Bone Measurements of the Hand and Lateral Hand Dominance", *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 52: 57-61.

SCHREIDER, Eugene

1960 *La Biométrie*: 84-85, Presses Universitaires de France.

VANDERVAEL, Franz

1964 *Biométrie Humaine*: 110, Paris.

