

## Características antropométricas en manos y fuerza máxima de agarre de trabajadores en una región de México: Caso de estudio hombres

### Anthropometric characteristics in hands and maximum grip strength of workers in a region of Mexico: Case study for men

LÓPEZ-ACOSTA, Mauricio, VELARDE-CANTÚ, José Manuel, CHACARA-MONTES, Allán y RAMÍREZ-CÁRDENAS, Ernesto

*Instituto Tecnológico de Sonora*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Mauricio, López-Acosta* / ORC ID: 0000-0003-3728-9576, Researcher ID Thomson: X-4274-2019

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *José Manuel, Velarde-Cantú* / ORC ID: 0000-0002-1697-8551

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Allán, Chacara-Montes* / ORC ID: 0000-0002-0567-0017

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Ernesto, Ramírez-Cárdenas* / ORC ID: 0000-0002-5248-724X

DOI: 10.35429/JNT.2019.7.3.1.9

Recibido 03 de Enero, 2019; Aceptado 30 de Marzo, 2019

#### Resumen

El presente artículo estudia variables antropométricas de mano de una muestra de 100 adultos trabajadores con edades entre 18 y 60 años ubicados en el Estado de Sonora, México. En total, se consideraron 26 medidas antropométricas y la fuerza máxima en mano dominante y no dominante. Se realizó un análisis estadístico descriptivo para las medidas tomadas; y se realizó un análisis estadístico para determinar correlación entre las características antropométricas y la fuerza máxima en mano dominante. Se encontró que el grupo de edad con más fuerza fue el de 30-39 años con un valor de 51.77 kgs en mano dominante.

#### Antropometría en Manos, Fuerza de Agarre, Trastornos Musculo esqueléticos

#### Abstract

The present article studies the anthropometric variables of the hand for a sample of 100 working adults whose ages were between 18 and 60 years, located in the State of Sonora, Mexico. In total, 26 anthropometric measures and the maximum grip strength in the dominant and non-dominant hand were considered. A descriptive statistical analysis was carried out for the measurements taken; In addition, a statistical analysis was performed to determine the correlation between the anthropometric characteristics and the maximum grip strength in the dominant hand. It was found that the age group with the strongest grip was 30-39 years with a value of 51.77 kg in the dominant hand.

#### Anthropometry in Hands, Gripping Force, Musculoskeletal Disorders

**Citación:** LÓPEZ-ACOSTA, Mauricio, VELARDE-CANTÚ, José Manuel, CHACARA-MONTES, Allán y RAMÍREZ-CÁRDENAS, Ernesto. Características antropométricas en manos y fuerza máxima de agarre de trabajadores en una región de México: Caso de estudio hombres. Revista de Técnicas de la Enfermería y Salud. 2019, 3-7: 1-9

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: [hsantos@correo.uady.mx](mailto:hsantos@correo.uady.mx))

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Además de las lesiones comunes como cortes, laceraciones y contusiones, el uso frecuente y prolongado de herramientas de mano puede causar dolores y fatiga, que, cuando se ignora, puede conducir a lesiones musculoesqueléticas crónicas de diversos tipos; las más comunes relacionadas con el trabajo (trastornos musculoesqueléticos) son tendinitis, tenosinovitis, bursitis, epicondilitis (codo de tenista), el síndrome del túnel carpiano y de síndrome de Quervain. Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, 2001) actualmente los Trastornos Músculo-Esqueléticos (TME) constituyen un área prioritaria dentro de la prevención de los riesgos laborales.

Mandahawi et al., (2008), menciona que el desajuste entre las dimensiones antropométricas de mano y los equipos están contribuyendo como factor en la disminución de la productividad, el malestar, los accidentes, las tensiones biomecánicas, fatiga, lesiones y trastornos traumáticos acumulativos asociados con el uso indebido y el esfuerzo acumulado de la muñeca y la mano, incluyen la osteoartritis, luxaciones o subluxaciones, sinovitis, las cepas de ligamentos, los ganglios, tenosinovitis, dedo en gatillo, tensiones musculares intrínsecos y el síndrome del túnel carpiano los cuales se producen en personas que realizan trabajo manual repetitivo (Nag et al. , 2003) .

En la búsqueda a la solución de los problemas de los TME muchos países han buscado que los productos y entornos se adapten mejor a sus propias necesidades, lo cual ha establecido una tendencia al ajuste del diseño de los equipos e instrumentos, en donde los datos antropométricos se convierten en un requisito de diseño básico (Wang y Chao, 2010).

La antropometría es la medición científica y recogida de datos sobre las características humanas físicas y la aplicación (antropometría ingeniería) de estos datos en el diseño y evaluación de sistemas, equipos, productos manufacturados, ambientes artificiales, y las instalaciones (Park et al., 2009).

Los datos antropométricos son esenciales para el diseño. La evaluación de las dimensiones físicas de la mano proporciona una descripción métrica para determinar la compatibilidad hombre-máquina en el diseño de los sistemas manuales, por ejemplo, herramientas de mano, lugar de trabajo, ropa, botones y controles, equipo personal, aparatos de consumo en el hogar, la industria y muchos productos de uso humano (Chandra et al., 2011).

Estudios previos han demostrado avances en la investigación de la antropometría de la mano y la influencia de diferentes variables en su desempeño, se tiene por ejemplo el estudio de experimental para evaluar la influencia de los factores antropométricos en la fuerza máxima de agarre (Shurrab et al, 2015); la evaluación de la función biomecánica de la mano (Lee & Jung, 2015); la estimación de la estatura utilizando diferentes dimensiones antropométricas de la mano en población Coreana (Jee & Yun, 2015); la relación entre la antropometría y la fuerza de agarre de manos entre los Malasios (Shahida et al, 2015); el estudio de correlación entre circunferencia mano y fuerza máxima de agarre (Hemberal et al, 2014; Li et al, 2010); el estudio de resistencia de tiempo en la fuerza de agarre como una función de agarre de envergadura, la postura y las variables antropométricas (Eksioglu, 2011).

El efecto de las Dimensiones de la mano, sobre la fuerza de prensión en atletas y no atletas masculinos (Fallahi y Jadidian, 2011); La predicción de la fuerza de agarre y pellizco utilizando datos antropométricos (Klum et al, 2012); la predicción de agarre y fuerza de pellizco (Angst et al, 2010); la fuerza máxima de agarre: Criterios de evaluación de los trastornos musculoesqueléticos en extremidades superiores de usuarios de computadoras Indios (Koley et al, 2010); la medición de factores que afectan a la fuerza máxima de agarre en una población china (Wu et al, 2009); la fuerza de prensión y resistencia : Influencias de variación antropométrica , dominio de la mano , y el género (Nicolay & Walker, 2005). Un estudio comparó una muestra de vietnamitas, Afroamericanos, Hispanos e Indúes y encontró que existen diferencias desempeño y de condiciones de sus manos en todos los grupos étnicos.

En las diferencias de rendimiento entre los grupos étnicos, indican que los afroamericanos y los hispanos eran similares mientras que los indios y vietnamitas fueron similares en todas las medidas de rendimiento (Gnaneswaran, & Bishu, 2011).

Por otra parte, existen referencias del uso de los datos antropométricos para el diseño de herramientas manuales, por ejemplo se tiene el estudio consideraciones antropométricas para el diseño de herramienta de mano en estudiantes Nigerianos (Onuoha et al, 2014); el estudio de antropometría de mano de los trabajadores de la floricultura colombiana de la meseta de Bogotá (García, 2012); la antropometría de los trabajadores agrícolas de sexo masculino del noreste de la India y su uso en el diseño de herramientas y equipos agrícolas (Dewangan et al, 2010); datos antropométricos de las trabajadoras agrícolas del noreste de la India y el diseño de herramientas de mano de la región montañosa (Dewangan et al, 2008); diseño ergonómico de herramientas de mano para el tejido de alfombras (Motamedzade et al, 2007); el rediseño ergonómico de una herramienta manual (Jung & Hallbeck, 2005).

Del mismo modo se ha trabajado para documentar bases antropométricas de las dimensiones de la mano, como lo son el caso de los siguientes ejemplos: aspectos biométricos de la mano de individuos Chilenos (Binignat et al, 2012); análisis de las dimensiones antropométricas de la mano en trabajadores hombres industriales del Estado de Haryana (Chandra et al, 2011); Antropometría y evaluación del desempeño de la mano de una población minoritaria (Gnaneswaran, & Bishu, 2011); Antropometría de mano en bangladesíes que viven en Estados Unidos y las comparaciones con otras poblaciones (Imrhan, 2009); Antropometría mano para la población Jordana (Mandahawi et al, 2008); Desarrollo de los datos de fuerza de la mano y las dimensiones antropométricas en una población de trabajadores automotrices (Kunelius et al, 2007); Características antropométricas de la mano sobre la base de la lateralidad y el sexo en Jordanos (Mohammad, 2005); Medición de la fuerza de agarre en adultos: Los rangos de referencia y una comparación de instrumentos electrónicos e hidráulicos (Massy et al, 2004)

En la actualidad en México y particularmente en el Estado de Sonora, no se cuenta con estudio que determine las características antropométricas de mano y fuerza máxima de agarre en diferentes grupos de edades, lo que llega a ocasionar serios problemas de trastorno músculo-esquelético debido al esfuerzo que hacen las personas en operaciones manuales, generando afectaciones en las articulaciones y tendones de las manos.

Estadísticas de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, acerca de los accidentes y enfermedades trabajo, Sonora se encuentra entre todos los estados del país en el séptimo lugar con 15,223 accidentes y 213 enfermedades, registrados en las memorias estadísticas. Tanto los accidentes como las enfermedades ocasionan incapacidades y pueden llegar hasta la muerte. Sonora se encuentra en el séptimo lugar en ambas, con 849 incapacidades y 34 defunciones, considerando que son los únicos que han sido registrados antes las instancias correspondientes. (STPS, 2001-2010).

Los TME se producen como consecuencia de un fenómeno acumulativo, las pequeñas lesiones se suman una tras otra hasta que al cabo del tiempo se manifiestan como proceso patológico. Los esfuerzos que provocan estas pequeñas son roces, compresiones, estiramientos y todas ellas actuando sobre las partes blandas del aparato músculo-esquelético. El origen que generan estas causas puede darse cuando no existe un tiempo de recuperación con el esfuerzo realizado, se presenta como una rotura del elemento por sobrepasar su límite de resistencia. Afectado las articulaciones: muñeca, codo, hombro, etc., generalmente son como consecuencia del manteniendo de posturas forzadas, aunque influye también la excesiva utilización de la articulación, los síntomas iniciales y a la vez más comunes son dolores de las articulaciones entre las cuales destacan; atrosia y artritis, (Maestre, 2007).

Esto conlleva a las organizaciones gastos elevados por pagos al seguro, por incapacidades permanentes, en casos extremos por defunciones, contratación a mano de obra cuando se encuentra incapacitado el personal; generando una gran pérdida en la productividad de la empresa.

## Relevancia para la Industria

Es esencial para los diseñadores de productos utilizar datos antropométricos que sean apropiados y actualizados para el diseño y desarrollo de productos para los usuarios que utilizan herramienta de mano. Sin embargo, estos datos son escasos en México, y es la principal motivación de este estudio. El objetivo de este estudio es desarrollar una base de datos que consta de las dimensiones antropométricas y los datos de fuerza de agarre manual de mano dominante y mano no dominante en personas con edad laboral y que utilizan herramienta de mano. Se cree que esta base de datos será útil para los diseñadores de productos y fabricantes para diseñar y desarrollar productos que tengan en cuenta las necesidades especiales de este grupo objetivo.

## Metodología

### Sujetos de Estudio

La población sujeta al estudio fueron personas nacidas en el Estado de Sonora con edades desde 19 y 69 años. Seleccionando los casos que cumplieran con las especificaciones del lugar de nacimiento y edad; obteniendo un total de 100 muestras del sexo masculino; se consideró tomar una muestra de personas con diferentes ocupaciones y niveles de estudios, siempre y cuando utilizaran herramienta de mano para realizar sus actividades. Se considera que el Mexicano es una raza mixta con diferentes fenotipos que varían por regiones.

### Instrumentos de Medición

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son: Un dinamómetro manual marca Lafayette, modelo 78010. El dinamómetro cuenta con manija ajustable al tamaño de la mano y mide la fuerza entre 0 y 100kg en intervalos de 0,1kg. Antes de usar el dinamómetro se adaptó a la distancia de 2.5 cm desde la manija hasta el extremo, para obtener la mayor fuerza al accionarlo; un antropómetro chico para medir longitud, amplitud y profundidad de la mano, este antropómetro tiene un rango de 0 a 30 cm en incrementos de 0,1 cm.; una cinta métrica de fibra de vidrio para mediciones de circunferencias, con graduación en mm.

Y por último se utilizó un cono para medir la empuñadura, el cual consiste en un cuerpo cónico graduado longitudinalmente, en intervalos de 1mm de diámetro. Estos instrumentos son analógicos y manuales, no requieren de calibración y son similares a los utilizados en estudios previos. Se midió la fiabilidad de la toma de datos utilizando el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) el cual es ampliamente utilizado para evaluar la reproducibilidad de las mediciones entre los evaluadores, laboratorios, técnicos, o dispositivos (Zaki et al., 2013; Ionan et al., 2014).; obteniéndose un CCI de .9982; lo que permite definir que la variabilidad observada se explica por las diferencias entre sujetos y no por diferencias del método de medición, como apoyo para el levantamiento de los datos se utilizó un formulario para recopilar información de cada medición de los sujetos de estudio, incluyendo edad, sexo, lugar de nacimiento, ocupación, lateralidad y el número de registro, figura 1.

**CARTA ANTROPOMÉTRICA**

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ LUGAR DE NAC.: \_\_\_\_\_  
 OCUPACIÓN: \_\_\_\_\_ No. REGISTRO: \_\_\_\_\_  
 MD: \_\_\_\_\_

				FM <sub>2</sub> (2.5)	
		F1		FM <sub>3</sub> (6.4)	
		F2		Observaciones:	
		F3			
		F4			
		F5			
		FM <sub>1</sub> (1.5)			

Figura 1 Hoja de recogida de datos

### Procedimiento

El proceso de recogida de datos se llevó a cabo en los puestos de trabajo de cada sujeto de estudio, se explicó la finalidad de la actividad y su importancia. Para la medición de las dimensiones de las manos se le pidió al trabajador adoptar la postura definida para la medición (sujeto sentado), se le solicitó información de edad, sexo, lugar de nacimiento, ocupación y mano dominante.

Se llevó a cabo la toma de las medidas con los instrumentos correspondientes y se registró en la hoja de recogida de datos. Se elaboró una base de datos con la información de cada hoja de recogida de datos para su procesamiento, con la finalidad de realizar el análisis mediante la estadística descriptiva, presentado una media y desviación estándar de cada una de las dimensiones tomadas y de la fuerza máxima en mano dominante y mano no dominante; calculando percentiles para cada grupos de edad y realizando un análisis correlacional entre los datos obtenidos de las medidas antropométricas y fuerza. Para esta investigación se consideran las medidas antropométricas de acuerdo a Mohammad (2005); la evaluación de la fuerza máxima de agarre, evaluación antropométrica de la longitud de mano, longitud palmar, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano, circunferencia máxima de la mano y longitud de las falanges de los dedos, a través de una medición directa, ver anexo 1.

Para el caso de la adquisición de datos de la fuerza máxima el procedimiento es diferente; se le pide al sujeto que esté de pie, con hombros abducidos y codo a 90 grados, antebrazo y muñeca en posición neutra, se realiza la aplicación de la fuerza en mano dominante en a. 2.5cm de distancia; de igual manera la aplicación de la fuerza en mano no dominante.

**Resultados**

**Datos Antropométricos**

Las Tablas 1 y 2 presentan un análisis descriptivo de las medidas consideradas en este estudio.

Medida	Media	Desv.	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1	190.7	9.53	175.	178.5	184.3	190.7	197.1	202.9	206.4
2	109.6	5.43	100.7	102.7	106.0	109.6	113.2	116.6	118.5
3	110.3	4.51	102.9	104.5	107.3	110.3	113.3	116.1	117.7
4	89.33	3.78	83.10	84.49	86.79	89.33	91.87	94.17	95.56
5	33.75	2.52	29.60	30.52	32.06	33.75	35.44	36.98	37.90
6	47.03	4.37	39.85	41.44	44.10	47.03	49.96	52.62	54.21
7	215.6	11.38	196.9	201.0	207.9	215.6	223.2	230.1	234.3
8	255.0	11.66	235.9	240.1	247.2	255.0	262.8	270.0	274.2
F1	74.37	5.20	65.81	67.71	70.88	74.37	77.86	81.03	82.93
F2	106.2	4.75	98.39	100.1	103.0	106.2	109.3	112.2	114.0
F3	119.6	5.37	110.7	112.7	116.0	119.6	123.2	126.4	128.4
F4	112.2	6.32	101.8	104.1	108.0	112.2	116.4	120.3	122.6
F5	90.74	6.31	80.3	82.67	86.51	90.74	94.97	98.81	101.1

**Tabla 1** Antropometría de Mano Dominante en Hombres con edad laboral en una región de Sonora, México, las medidas se presentan en milímetros

Medida	Media	Desv.	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1	190.68	9.54	174.99	178.4	184.2	190.6	197.0	202.8	206.3
2	109.05	5.43	100.11	102.1	105.4	109.0	112.6	116.0	117.9
3	109.90	4.81	101.98	103.7	106.6	109.9	113.1	116.0	117.8
4	88.30	3.87	81.93	83.35	85.71	88.30	90.89	93.25	94.67
5	33.37	2.72	28.89	29.89	31.55	33.37	35.19	36.85	37.85
6	47.35	3.97	40.83	42.27	44.69	47.35	50.01	52.43	53.87
7	213.34	11.02	195.21	199.2	205.9	213.3	220.7	227.4	231.4
8	253.58	12.45	233.10	237.6	245.2	253.5	261.9	269.5	274.0
F1	106.50	5.34	97.72	99.67	102.9	106.5	110.0	113.3	115.2
F2	106.20	5.06	97.88	99.73	102.8	106.2	109.5	112.6	114.5
F3	118.75	5.53	109.65	111.6	115.0	118.7	122.4	125.8	127.8
F4	111.71	6.40	101.18	103.5	107.4	111.7	116.0	119.9	122.2
F5	90.34	6.01	80.46	82.65	86.32	90.34	94.36	98.03	100.2

**Tabla 2** Antropometría de Mano No Dominante en Hombre con edad laboral en una región de Sonora, México, las medidas se presentan en milímetros

**Fuerza Máxima de Mano**

De un total de 100 muestras, se realizó el análisis de la información por grupos de 18-29, 30-39, 40-49, 50-60 años, separados por mano dominante y no dominante, para determinar el grupo de edad con más fuerza, en las tablas 3 y 4 se muestran el comportamiento de la fuerza máxima de agarre en los diferentes grupos de edades. De la misma manera se realizó su análisis para el grupo de estudio, agrupados por mano dominante y no dominante (tabla 5).

Edad	media	desv.	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
19-29	49.45	7.49	37.13	39.86	44.43	49.45	54.47	59.04	61.77
30-39	51.77	6.35	41.32	43.64	47.52	51.77	56.03	59.91	62.23
40-49	50.35	7.14	38.60	41.21	45.56	50.35	55.13	59.48	62.09
50-60	46.07	9.24	30.86	34.24	39.88	46.07	52.27	57.90	61.28

**Tabla 3** Fuerza de la mano dominante, agrupados por edad. La unidad presentada son Kgs.

Edad	media	desv.	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
19-29	46.10	6.07	36.11	38.33	42.03	46.10	50.17	53.88	56.09
30-39	51.65	5.39	42.78	44.75	48.03	51.65	55.26	58.54	60.51
40-49	48.92	6.29	38.57	40.87	44.71	48.92	53.14	56.98	59.27
50-60	45.36	5.60	36.15	38.19	41.61	45.36	49.11	52.52	54.56

**Tabla 4** Fuerza de la mano no dominante, agrupados por edad. La unidad presentada son Kgs.

Sexo	media	desv.	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
Dominante	49.93	7.45	37.68	40.40	44.94	49.93	54.92	59.46	62.18
No Dominante	48.45	6.29	38.10	40.40	44.24	48.45	52.66	56.50	58.80

**Tabla 5** Fuerza de la mano dominante y no dominante en sujetos con edad laboral, total de la muestra. La unidad presentada son Kgs

**Análisis de Correlación**

Se realizó el análisis de la información para determinar si existe correlación entre la Fuerza Máxima y las características antropométricas en mano dominante y no dominante, se muestran los principales hallazgos, en donde se puede observar una fuerte correlación (p<0.05) entre la fuerza y longitud de mano (1) y ancho de palma (4), tanto para mano dominante y mano no dominante. Y algunos indicios de relación con las diferentes dimensiones de la mano, ver tabla 6.

	FMA	
	MD	MND
1	0.006	0.018
2	---	0.012
3	0.004	---
4	0.042	0.021
5	---	---
6	---	---
7	---	---
8	---	---
F1	---	---
F2	0.014	---
F3	---	0.019
F4	---	0.045
F5	---	---

**Tabla 6** Correlación entre la Antropometría de Mano y la Fuerza Máxima de Agarre

### Comparación de las dimensiones antropométricas con otros estudios y países

Se realizó una comparación con otros estudios con la finalidad de comprobar que las características antropométricas son totalmente diferentes en cada región. En la Tabla 7 se logra observar a entre los mismos mexicanos existen diferencias significativas entre las mediciones antropométricas tomadas. Conforme a otros países: en Jordania predominan dos características que son el diámetro de agarre y circunferencia máxima de la mano con un valor más amplio que en Sonora, Mex., y en Irán la medición de Espesor de la mano resalta por ser más grande que la Son-Mex., obteniendo como resultado que los trabajadores del estado de Sonora tienen características más grandes que los trabajadores de otros estados y países.

MEDID A	Estudio Actual Sonora-México	Yunis(2005) Jordania	Cerda et al(2011) Chile	Ávila et al(2007) Jalisco-México	Motamedzade et al (2007) Iran	Chandra et al (2011) India
1	191.71+-9.76	178.37+-6.4	188.3 +-10	171+-828	182+-9	185.77+-6.32
2	110.54+-4.43	98.4+-5.3	104.3+-7.1	97+-4.77	98+-11	105.59+-4.57
3	89.29+-3.25	83.1+-4.7	85.3+-5.6	76+-3.56	84+-8	---
4	109.54+-4.90	99.7+-6.3	105.5+-12.9	93+-6.83	102+-7	---
5	33.75+-2.46	29.4+-1.7	28+-3.3	---	44+-6	---
6	47.83+-4.62	54.7+-3.5	49.7+-10.9	44+-3.63	41+-5	42.68+-4.05
7	252.73+-11.85	271.1+-11.4	251.0+-13.2	---	---	---
8	212.07+-11.24	196.8+-8.9	205.3+-12.1	---	---	---

**Tabla 7** Comparación de la Antropometría de Mano con otros estudios

### Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por el Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI 2019) del Instituto Tecnológico de Sonora.

### Conclusiones

Los datos presentados (ver tabla 1-2) se identifica que el 92% de las medidas antropométricas tomadas en mano dominante tienen dimensiones más grandes que la mano no dominante.

En la aplicación de fuerza máxima de agarre en los diferentes grupos con edad laboral se obtuvo que los trabajadores entre 30-39 años son los que predominan con una mayor fuerza en mano dominante y no dominante, dejando por fuera que las personas más jóvenes en el grupo de edad de 19-29 años son las más fuertes visualizando desde un enfoque social, debido a que después del grupo de edad con mayor fuerza queda en segundo lugar las personas con la edad de 40-49 años dejando en tercer lugar a los trabajadores más jóvenes.

De manera más general se realizó otro análisis con el total muestras para identificar la fuerza máxima de agarre en mano dominante y no dominante para los sujetos con edad laboral, en donde la mano dominante sigue siendo la que contiene mayor fuerza con un valor de 51.77 kg.

Las características antropométricas presentadas fueron comparadas con otros estudios de diferentes países e incluso con otra región de México, determinando que los trabajadores en el estado de Sonora tienen medidas totalmente diferentes, lo que indica que no es apropiado trabajar con las mismas herramientas manuales utilizadas en distintas regiones del país, ya que podría provocar accidentes de trabajo, e incluso incapacidades permanente, dejando a las organizaciones con una gran disminución de productividad y al trabajador con un bajo rendimiento operacional.

### Referencias

Angst, F., Drerup, S., Werle, S., Herren, D. B., Simmen, B. R., & Goldhahn, J. (2010). Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 1194.

Binvignat, O., Almagiá, A., Lizana, P., & Olave, E. (2012). Aspectos Biométricos de la Mano de Individuos Chilenos. *International Journal Of Morphology*, 30(2), 599-606.

Chandra, A., Chandna, P., & Deswal, S. (2011). Hand anthropometric survey of male industrial workers of Haryana state (India). *International Journal Of Industrial And Systems Engineering*, 9(2), 163-182.

- Cuesta-Vargas, A., & Hilgenkamp, T. (2015). Reference Values of Grip Strength Measured with a Jamar Dynamometer in 1526 Adults with Intellectual Disabilities and Compared to Adults without Intellectual Disability. *Plos ONE*, 10(6), 1-10.
- Dewangan, K., Owary, C., & Datta, R. (2008). Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 3890-100.
- Dewangan, K., Owary, C., & Datta, R. (2010). Anthropometry of male agricultural workers of north-eastern India and its use in design of agricultural tools and equipment. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 40560-573.
- Eksioglu, M. (2004). Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 341-12.
- Fallahi AA, Jadidian AA. The effect of hand dimensions, hand shape and some anthropometric characteristics on handgrip strength in male grip athletes and non Athletes. *J Hum Kinet.* 2011;29:151–159
- García-Cáceres, R. G., Felknor, S., Córdoba, J. E., Caballero, J. P., & Barrero, L. H. (2012). Hand anthropometry of the Colombian floriculture workers of the Bogota plateau. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 42183-198.
- Gnanewaran, V., & Bishu, R. (2011). Anthropometry and hand performance evaluation of minority population. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 41(6), 661-670.
- Harih, G., & Dolšak, B. (2013). Tool-handle design based on a digital human hand model. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 43288-295.
- Hemberal, M., Doreswamy, V., & Rajkumar, S. (2014). STUDY OF CORRELATION BETWEEN HAND CIRCUMFERENCE AND MAXIMUM GRIP STRENGTH (MGS). *National Journal Of Physiology, Pharmacy & Pharmacology*, 4(3), 195.
- Highton, J., Markham, V., & Davidson, P. (2003). A laser-aligned method for anthropometry of hands. *Journal Of Biomechanics*, 36(9), 1397-1400.
- Ibegbu, A., Baita, M., Hamman, W., Emmanuel, U., & Musa, S. (2014). Evaluation of the Relationship between Handgrip Strength with Some Anthropometries among Nigerian Secondary School Students. *Anthropologist*, 17(3), 921-927.
- Incel, N., Ceceli, E., Durukan, P., Rana Erdem, H., & Rezan Yorgancioglu, Z. (2002). Grip Strength: Effect of Hand Dominance. *Singapore Medical Journal*, 43(5), 234-237.
- Imrhan, S., Sarder, M., & Mandahawi, N. (2009). Hand anthropometry in Bangladeshis living in America and comparisons with other populations. *Ergonomics*, 52(8), 987-998.
- Ionan, A. C., Polley, M. C., McShane, L. M., & Dobbin, K. K. (2014). Comparison of confidence interval methods for an intra-class correlation coefficient (ICC). *BMC Medical Research Methodology*, 14121.
- Jee, S., & Yun, M. (2015). Estimation of stature from diversified hand anthropometric dimensions from Korean population. *Journal Of Forensic And Legal Medicine*, 359-14.
- Jung, M., & Hallbeck, M. S. (2005). Ergonomic redesign and evaluation of a clamping tool handle. *Applied Ergonomics*, 36619-624.
- Klum, M., Wolf, M., Hahn, P., Leclere, F., Unglaub, F., & Bruckner, T. (2012). Predicting grip strength and key pinch using anthropometric data, DASH questionnaire and wrist range of motion. *Archives Of Orthopaedic And Trauma Surgery*, 132(12), 1807-1811.
- Kulaksiz, G., & Gözil, R. (2002). The effect of hand preference on hand anthropometric measurements in healthy individuals. *Annals Of Anatomy*, 184257-265.
- Kunelius, A., Darzins, S., Cromie, J., & Oakman, J. (2007). Development of normative data for hand strength and anthropometric dimensions in a population of automotive workers. *Work*, 28(3), 267-278.

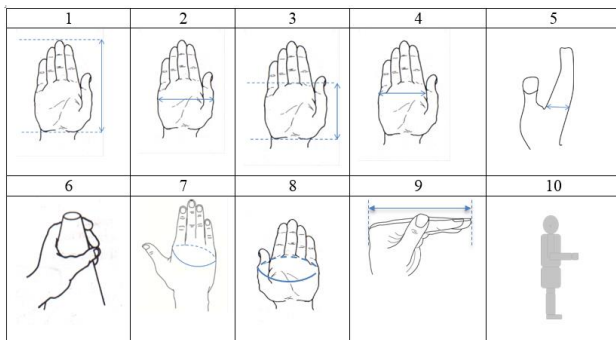
- Koley, S., Chawla, J. K., & Sandhu, J. S. (2010). Hand Grip Strength: An Assessment Criteria of Upper Extremity Musculoskeletal Disorders in Indian Collegiate Computer Users. *Ibnosina Journal Of Medicine & Biomedical Sciences*, 2(5), 198-204.
- Kong, Y., & Kim, D. (2015). The relationship between hand anthropometrics, total grip strength and individual finger force for various handle shapes. *International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics*, 21(2), 187-192.
- Lee, K., & Jung, M. (2015). Ergonomic evaluation of biomechanical hand function. *Safety And Health At Work*, 6(1), 9-17.
- Li, K., Hewson, D., Duchene, J., & Hogrel, J. (n.d). Predicting maximal grip strength using hand circumference. *Manual Therapy*, 15(6), 579-585.
- Maestre, D. G. (2007). *Ergonomía y psicosociología*. FC Editorial.
- Massy-Westropp, N., Health, M., Rankin, W., Ahern, M., Krishnan, J., & Hearn, T. (2004). Measuring grip strength in normal adults: Reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *Journal Of Hand Surgery-American Volume*, 29A(3), 514-519.
- Mandahawi, N., Imrhan, S., Al-Shobaki, S., & Sarder, B. (2008). Hand anthropometry survey for the Jordanian population. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 38966-976.
- Mohammad, Y. A. (2005). Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 35747-754.
- Motamedzade, M., Choobineh, A., Mououdi, M. A., & Arghami, S. (2007). Ergonomic design of carpet weaving hand tools. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 37581-587.
- Nag, A., Nag, P.K., Desia, H., 2003. Hand anthropometry of Indian woman. *Indian Journal of Medical Research*, Vol. 117, pp. 260-269
- Nicolay, C. W., & Walker, A. L. (2005). Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 35605-618.
- Nurul Shahida, M., Siti Zawiah, M., & Case, K. (2015). The relationship between anthropometry and hand grip strength among elderly Malaysians. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 5017-25.
- OSHA. (2001). Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Recuperado el 25 de Agosto de 2015, de [file:///C:/Users/suss/Downloads/Magazine\\_3\\_-\\_Prevencion\\_de\\_los\\_trastornos\\_musculoeskueleticos\\_de\\_origen\\_laboral.pdf](file:///C:/Users/suss/Downloads/Magazine_3_-_Prevencion_de_los_trastornos_musculoeskueleticos_de_origen_laboral.pdf)
- Rodríguez, A. H. (2010). *Ergonomía en Español*. Recuperado el Agosto de 25 de 2015, de [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1\\_2048\\_causas\\_ergonomicas\\_trastornos\\_musculoskeletalicos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1_2048_causas_ergonomicas_trastornos_musculoskeletalicos.pdf)
- Shin, D., Kim, J., Hallbeck, M., Haight, J., & Jung, M. (2008). Ergonomic hand tool and desk and chair development process. *International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics*, 14(2), 247-252.
- Shurrab, M., Shurrab, S., Mohanna, R., & Mandahawi, N. (2015). Experimental design to evaluate the influence of anthropometric factors on the grip force and hand force exertion. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 509-16.
- STPS. (2001-2010). STPS. Recuperado el 29 de Agosto de 2015, de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/estadisticas/Sonora%202001-2010.pdf>
- Wang, E.M., Chao, W., 2010. In searching for constant body ratio benchmarks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 40, pp. 59-67.
- Wu, S., Wu, S., Liang, H., Wu, Z., & Huang, S. (2009). Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. *Applied Ergonomics*, 40(4), 811-815.



Yu, A., Yick, K., Ng, S., & Yip, J. (2013). 2D and 3D anatomical analyses of hand dimensions for custom-made gloves. *Applied Ergonomics*, 44381-392.

Zaki, R., Bulgiba, A., Nordin, N., & Ismail, N. A. (2013). A Systematic Review of Statistical Methods Used to Test for Reliability of Medical Instruments Measuring Continuous Variables. *Iranian Journal Of Basic Medical Sciences*, 16(6), 803-807.

### Anexo 1



**Tabla 1** Medidas Consideradas para el Estudio

Fuente: *Medidas adaptadas de Mohammad (2005)*