

# EJERCICIO AEROBIO Y DIETA SIN FRUCTOSA SOBRE LA ANTROPOMETRÍA Y LA LIPEMIA: ESTUDIO DE CASO

AEROBIC EXERCISE AND FRUCTOSE-FREE DIET ON ANTHROPOMETRY AND LIPEMIA: CASE STUDY

**César Augusto Martínez Martínez<sup>1\*</sup>, María de Jesús Muñoz-Daw<sup>1</sup>, José Buenaventura Pardo Rentería<sup>1</sup> y Zuliana Paola Benítez-Hernández<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.



0000-0003-4093-4820



0000-0001-7792-7988



0000-0001-7792-7988



0000-0003-3145-5289

Como citar:

Martínez Martínez, C.A., Muñoz-Daw, M.J., Pardo Rentería, J.B., & Benítez-Hernández, Z.P. (2022). Ejercicio aerobio y dieta sin fructosa sobre la antropometría y la lipemia: caso de estudio. *Revista Mexicana de Ciencias de la Cultura Física*, 1(1), 1-12. DOI: 10.54167/rmccf.v1i1.899

Correspondencia: cesar\_mtz@hotmail.com (César Augusto Martínez Martínez)

Recibido: 17 de diciembre de 2021; Aceptado: 20 de enero de 2022

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado

## RESUMEN

Evaluar el efecto de 5 y 10 semanas de ejercicio aerobio en combinación de una alimentación controlada en fructosa a través de cambios antropométricos y del perfil de lípidos en un adulto. **Método:** Estudio de caso, longitudinal, prospectivo y comparativo, participó un hombre de 37 años, se midieron las variables de masa corporal, masa muscular, masa grasa, porcentaje de grasa corporal, circunferencias de cintura, cadera, pierna y brazo relajado, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL y VLDL. **Resultados:** Después de cinco y diez semanas de intervención de actividad física se encontraron disminuciones en la masa corporal de 128.6 kg a 122.8 kg, en la masa grasa de 51.7 kg a 47 kg, en los lípidos sanguíneos disminuyeron el colesterol de 172.0 mg/dL a 134.3 mg/dL, los triglicéridos de 87.0 mg/dL a 64.7 mg/dL y las VLDL de 17.4 mg/dL a 12.9 mg/dL. **Conclusiones:** Al final de la intervención de ejercicio aerobio y dieta con control de fructosa, se modificaron los parámetros de composición corporal, estos disminuyeron en cada etapa, con mayor magnitud en la masa corporal y masa grasa. En ambas etapas hubo reducciones de las circunferencias corporales, a excepción de la circunferencia de cintura la cual aumento en la etapa 2. Los niveles de lípidos sanguíneos disminuyeron aunque estos se encontraban dentro de los rangos normales.

**Palabras clave:** actividad física; alimentación; lípidos.

## SUMMARY

To evaluate the effect of 5 and 10 weeks of aerobic exercise in combination with a controlled fructose diet through anthropometric changes and lipid profile in an adult. **Method:** Case study, longitudinal, prospective and comparative, a 37-year-old man participated, variables of body mass, muscle mass, fat mass, percentage of body fat, waist, hip, leg and relaxed arm circumferences, triglycerides, cholesterol, HDL, LDL and VLDL were measured. **Results:** After five and ten weeks of physical activity intervention, decreases were found in body mass from 128.6 kg to 122.8 kg, in fat mass from 51.7 kg to 47 kg, in blood lipids, cholesterol decreased by 172.0 mg/dL to 134.3 mg/dL, triglycerides from 87.0 mg/dL to 64.7 mg/dL and VLDL from 17.4 mg/dL to 12.9 mg/dL. **Conclusions:** At the end of the intervention of aerobic exercise program and diet with fructose control, the body composition parameters were modified, these decreased in each stage, with greater magnitude in the most body mass and fat mass. In both stages there were body circumferences reductions, except for waist circumference, which increased in state 2. Blood lipid levels decreased although these were within normal ranges.

**Keywords:** physical activity; feeding; lipids

## INTRODUCCIÓN

La fructosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) es un carbohidrato (Cruz *et al.*, 2007) que desde un punto de vista funcional es una fuente de energía metabólicamente útil (Álvarez *et al.*, 2012), aportando 4 kcal/g y un poder edulcorante de 173 (Reyes Ortiz, 2014) y se encuentra naturalmente en frutas y verduras, previo a la industrialización alimentaria su consumo representaba un 4-5 % de las calorías totales en relación a una dieta de 2,000 kcal/día promedio (Riveros *et al.*, 2014). Fue introducida como sustituto del azúcar de mesa a mediados de los años 70 como un edulcorante natural (Esquivel-Solís & Gómez-Salas, 2007), dando paso a la comercialización del jarabe de maíz alto en fructosa (JMAF) como edulcorante añadido a los alimentos (Álvarez *et al.*, 2012), debido a su gran poder edulcorante y bajo costo de producción (Carvalho *et al.*, 2019), a partir de los años 80, el JMAF en diferentes concentraciones de fructosa, reemplazó a otros edulcorantes, representando en la actualidad > 40 % del consumo del total de edulcorantes a nivel mundial (Olguin *et al.*, 2015), añadiéndolo en productos como bebidas gaseosas, néctares de frutas (Riveros *et al.*, 2014), cereales, postres, repostería, helados y jugos (Madero *et al.*, 2011). En la industria panadera da mejor textura y color (O'Donnell, 2016), en las frutas enlatadas tiene gran compatibilidad con los sabores, los realza, acelera la fermentabilidad del yogurt y mejora la su viscosidad (Zago *et al.*, 2017).

La absorción de fructosa es lenta, teniendo un índice glucémico bajo (19), variando cuando se consume con

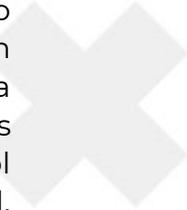
glucosa o aminoácidos (Zago *et al.*, 2017), la fructosa contenida en la sacarosa, es hidrolizada a nivel intestinal, obteniendo glucosa y fructosa (Madero *et al.*, 2011), para su absorción el GLUT-5 lo transporta a la parte profunda del intestino delgado, donde, el GLUT-2 los lleva a la sangre portal (Reyes Ortiz, 2014), una vez en el interior de las células, se fosforiliza, dando lugar a fructosa-6-fosfato y en el hígado a fructosa-1-fosfato, ya fosforilada puede seguir varios caminos metabólicos: puede ser degradada como parte del acoplamiento a la glucólisis en la respiración celular, o puede ser sintetizada en triglicéridos (Álvarez *et al.*, 2012).

La diferencia metabólica esencial entre la glucosa y la fructosa radica en los mecanismos reguladores del flujo de los metabolitos en la glucólisis, uno de ellos es la disponibilidad de sustrato para transformarse a Fructosa-1-fosfato, la fructosa al incorporarse a la vía glucolítica se regula por la disposición de sustrato, teniendo que la fructosa se metaboliza predominantemente en el hígado, con el aumento de su ingestión, se favorece el anabolismo de éste (Álvarez *et al.*, 2012), la fructosa puede entrar de manera continua a la vía glucolítica y provocar un descontrol la producción de glucógeno, lactato, piruvato y glucosa, proporcionando grupos acil y glicerol formando moléculas de acilglicerol, provocando una sobreproducción de triglicéridos (Reyes Ortiz, 2014).

Una ingesta excesiva de fructosa tiene alteraciones significativas del metabolismo lipídico, al metabolizarse, el gliceraldehído proporciona cadenas



de carbono para la producción de piruvato, que va a las mitocondrias, este se reduce en acetil-CoA convirtiéndose en citrato en el ciclo de Krebs y una vez en el citoplasma, se convertirá en malonil-CoA, un exceso de este se convertirá en acil-CoA por acción de la enzima ácido-graso-sintasa, el aumento excesivo de acil-CoA promoverá un aumento de las VLDL y triglicéridos (Andreu, 2017). También podría provocar la obesidad activando aquellos genes involucrados en la lipogénesis Novo, ya que si se administra al hígado en altas concentraciones aumenta la expresión de las enzimas implicadas en la lipogénesis (Carvallo *et al.*, 2019). Al consumir fructosa, la glucosa se incrementa modestamente sin estimular los niveles circulantes de leptina, de tal forma que la señal de saciedad no se puede efectuar, los niveles circulantes de leptina disminuyen ya que su producción en los adipocitos está regulada por el metabolismo de la glucosa y ésta a su vez por la insulina, el consumo excesivo de fructosa no desactiva las neuronas NPY/AGRP, desencadenando una ingesta excesiva no regulada, generando la ganancia de masa corporal (MC) como resultado de la secreción de insulina y leptina reducida y una menor supresión postprandial de grelina, además se han demostrado que en hombres sanos el consumo de 3 g/kg/día de fructosa incrementa la ingesta calórica total en un 25 % (Cruz *et al.*, 2007). Por lo que el consumo excesivo de fructosa puede provocar obesidad, dislipidemia, disminución de insulina y leptina.



Es indispensable promover la actividad y ejercicio físico (EF) para combatir los efectos negativos del consumo excesivo de fructosa, estudios han demostrado beneficios por la práctica cotidiana de éste: aumenta los niveles de HDL, disminuye las LDL y colesterol (Asamblea Mundial de la Salud [AMS], 2004), disminuye la masa grasa (MG), aumenta la masa muscular (MM), disminuye el riesgo de padecer algunos tipos de cáncer (OMS, 2010), mejora la sensibilidad a insulina (Novials, 2006; OMS, 2003), entre muchos otros beneficios más.

Para este estudio se propuso el ejercicio aerobio (EA), en este ejercicio el organismo utiliza grandes grupos musculares de manera continua y prolongada, utiliza como sustrato combustible los lípidos y los carbohidratos, la proporción de aporte por sustrato depende de la intensidad, cuando el ejercicio continuo es de baja intensidad, el combustible que predomina serán los lípidos y a medida que la intensidad aumenta, la contribución de hidratos de carbono va aumentando (Achten *et al.*, 2002), además a medida que aumenta el tiempo de realización aumentara la contribución de los lípidos (Spriet & Watt, 2003). Dada esta información, el objetivo de esta investigación fue el de evaluar el efecto de 5 y 10 semanas de EA en combinación de una alimentación controlada en fructosa a través de cambios antropométricos y del perfil de lípidos en un adulto.

## METODOLOGÍA

Sujetos o muestra



Se extendió la invitación a una persona de 37 años con obesidad y un IMC de 39.7 m/kg<sup>2</sup>, presentó un historial médico que manifestara la ausencia de enfermedades o patologías, ni ninguna situación que le impidiera realizar actividad física como: problemas musculares, osteoarticulares, cerebrovasculares o antecedentes de infarto.

Este proyecto se realizó bajo completo consentimiento informado por parte del sujeto de experimentación, siguiendo los estatutos de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, establecida en la Norma Oficial Mexicana de Investigación (NOM-012-SSA3-2012, 2013), así como la declaración de Helsinki, esta como una propuesta de los principios éticos para la investigación médica en humanos (Asociación Médica Mundial, 2019).

#### Diseño de investigación

Estudio de caso, longitudinal, prospectivo y comparativo. La variable independiente fue un programa de ejercicio físico aerobio de 5 y 10 semanas y alimentación controlada en fructosa, las variables dependientes fueron masa corporal, masa muscular, masa grasa, porcentaje de grasa corporal, circunferencias de cintura, cadera, pierna y brazo relajado, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL y VLDL.

#### Procedimiento e instrumentos

El programa de actividad física se llevó dividido en dos etapas, la primera etapa (E1) con la alimentación habitual (3,629.84 kcal/día promedio) y la segunda etapa (E2) con una dieta



controlada en fructosa, en la E2 se diseñó una dieta hipocalórica utilizando el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, la duración de cada etapa fue de cinco semanas con 3/sesiones/semana.



Se realizaron tres mediciones a lo largo del programa, la primer medición (M1) fue previa al inicio de la E1, la segunda medición (M2) fue previa al inicio de la E2 y la tercera medición (M3) fue al término de la E2, la M1, M2 y M3 constaron de evaluación de la frecuencia cardíaca en reposo, la MC, estatura y las circunferencias corporales (CC) de cintura, cadera, pierna y brazo relajado, utilizando el método propuesto por Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK®), se calculó la MM, la MG y el porcentaje de grasa corporal utilizando el Monitor de Composición Corporal (CP) Segmental Inalámbrico IRON MAN, TANITA, modelo: RD-545IM. Únicamente se determinó el perfil de lípidos mediante muestra sanguínea en la M1 y M3, y este incluyó triglicéridos, colesterol total, colesterol-HDL, Colesterol-LDL y colesterol-VLDL.

Las sesiones de actividad física se llevaron a cabo de manera virtual mediante el servicio de videotelefonía Google Meet®, fueron en modalidad sincrónica en tiempo real. Todas las sesiones incluyeron tres partes: inicial, medular y final, en la parte inicial se realizó un calentamiento durante cinco minutos donde se incluyeron ejercicios de movilidad y lubricación articular general a un ritmo lento y continuo, la parte medular tuvo una duración total de 30 minutos y se trabajaron ejercicios multiarticulares de resistencia aerobia,



organizados en 6 circuitos, cada circuito tuvo una duración de cuatro minutos y contenían cuatro ejercicios distintos, cada ejercicio con una duración de 45 seg con una micro-pausa de 15 seg, seguido de un minuto de recuperación entre cada circuito. Previo a la sesión de EA, antes de la parte medular, al término de cada circuito y al final se tomó el registro de la frecuencia cardiaca, con la intención de monitorear la intensidad del trabajo utilizando la escala de percepción de esfuerzo Borg (1970) y se dosificó entre el 40-60 % de la frecuencia cardiaca calculada por el método de Karvonen (Burkhalter, 1996), y en la parte final se incluyeron ejercicios de estiramiento para músculos y tendones de manera general, cada ejercicio con una duración aproximada de 10-15 segundos, realizándose de forma dirigida y por asociación, activa con tracción y auto-asistida. Cada 15 días se le solicitó el recordatorio de la alimentación de las últimas 24 horas para valorar el contenido nutrimental por medio del programa SINUDEP, determinando el contenido energético, los macro y micronutrientes, así como el contenido de fructosa por medio de refractometría, utilizando como control el D-Fructosa (Levulosa) marca HYCEL, grado reactivo (98-102%).

El análisis de los datos se realizó utilizando la aplicación Office Excel 365 desarrollada por Microsoft®, y su comparación fue en relación a los parámetros fisiológicos recomendados.

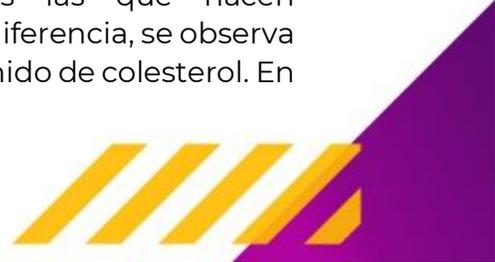
## RESULTADOS

Los resultados de las evaluaciones de la CP, CC y química sanguínea (Tabla 1)



reflejan una disminución en la EI en todas las variables de CP, la MC y la MG con mayor magnitud, en la E2 también hubo disminución en ambos parámetros pero fue menor, a excepción de la circunferencia de cintura, la cual aumentó. Al término de la EI hubo reducciones en todas las variables de CC, siendo las más notables en circunferencia de cintura y cadera, en la E2 hubo disminución de la circunferencia de cadera, en circunferencia de pierna y del brazo, caso contrario, hubo un aumento de la circunferencia de cintura. Hubo disminuciones en todas las variables de CC, principalmente de la circunferencia de cintura y pierna. Únicamente se obtuvo la M1 y M3 de química sanguínea, se observó una disminución en todas las variables del perfil lipídico, las disminuciones más notables se encontraron en el nivel de los triglicéridos y colesterol.

En los resultados de la evaluación de la alimentación muestran que el sujeto en la M1 tenía una alimentación auto prescrita, mostrando consumo de algunos alimentos con contenido alto de fructosa, como la salsa de tomate (4.6 g de fructosa) y el refresco azucarado Coca-Cola (25 g de fructosa), la M2 y M3 fueron con la guía recomendada por el investigador, no contenían alimentos con contenido de fructosa añadida en forma industrializada, únicamente en frutas. Al comparar la alimentación recomendada (Tabla 2), en la M1 los valores de la energía total fueron mayores, siendo las cantidades de proteína y lípidos las que hacen principalmente la diferencia, se observa además alto contenido de colesterol. En



la M2 y M3 con el plan alimentario creado para el sujeto, éste disminuyó su ingesta calórica y modificó la cantidad de macronutrientes, asemejando en mayor medida sus necesidades calóricas reales; aunque el consumo de lípidos siguió siendo elevado. En la M1 de alimentación, ésta, al ser auto prescrita, presentó deficiencias en la vitamina A, vitamina C ácido fólico y en la fibra, así como un consumo elevado de colesterol, se observa que cuando el plan alimentario fue prescrito en la M2 y M3 de la alimentación el contenido de los micronutrientes mejora considerablemente al compáralos a los valores mínimos recomendados para la población mexicana (Bourges *et al.*, 2005), se aprecian deficiencias en contenido sodio y potasio en la M2, así como deficiencias de vitamina A, ácido y fólico fibra en las tres evaluaciones en relación a lo recomendado, no se observó consumo de alcohol en ninguna evaluación.

## DISCUSIÓN

Al final de la intervención el sujeto tuvo una pérdida de MC de 5.8 kg, representando una disminución de 4.5 %, resultados similares a corto plazo en la MC se han encontrado al aplicar una dieta y EA, por ejemplo Lee & Oh (2014); Sanal *et al.* (2013) observaron reducción promedio de 3.70 y 3.73 kg respectivamente después de un plan de EA de 12 semanas. Estudios donde han puesto en práctica los efectos del EF sin restricción de dieta han obtenido resultados diferentes, por ejemplo: Tan *et al.* (2016); Zhang *et al.* (2014); Cho *et al.* (2011); Kim & Jung (2014) examinaron el efecto de 10 y 12 semanas de actividad física, encontrando reducciones significativas de la MC del 3.0, 0.85, 2.1 y 0.82 kg respectivamente.

**Tabla 1**

*Mediciones de composición corporal, circunferencias corporales y química sanguínea en las diferentes etapas del programa*

	Evaluación			Diferencia		
	M1	M2	M3	E1	E2	Total
<b>Composición corporal</b>						
Masa corporal (kg)	128.6	124.9	122.8	- 3.7	- 2.1	- 5.8
Masa muscular (kg)	73.2	73.0	72.1	- 0.2	- 0.9	- 1.1
Porcentaje de grasa (%)	40.2	38.6	38.3	- 1.6	- 0.3	- 1.9
Masa grasa (kg)	51.7	48.2	47.0	- 3.5	- 1.2	- 4.7
IMC (m/kg <sup>2</sup> )	39.7	38.6	37.9	- 1.1	- 0.7	- 1.8
<b>Circunferencias corporales</b>						
Cintura (cm)	122.5	118.6	120.6	- 3.9	+ 2.0	- 1.9
Cadera (cm)	119.5	119.7	118.7	- 0.2	- 1.0	- 0.8
Pierna (cm)	44.5	43.0	42.6	- 1.5	- 0.4	- 1.9
Brazo relajado (cm)	39.2	38.7	38.5	- 0.5	- 0.2	- 0.7
<b>Perfil de lípidos</b>						
Triglicéridos (mg/dL)	87.0	--	64.7	--	--	-22.3
Colesterol (mg/dL)	172.0	--	134.3	--	--	-37.7
HDL (mg/dL)	53.0	--	44.5	--	--	-8.5

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de los macronutrientes micronutrientes, fibra y alcohol contenidos en los registros de 24 horas de la alimentación mediante el programa SINUPED.*

	Evaluaciones			Recomendación
	M1	M2	M3	
Energía total (Kcal)	3,629.84	2,207	1,839	2,100
Carbohidratos (g)	325.17	174.12	188.1	300
Proteínas (g)	204.04	131.86	111.09	126
Lípidos (g)	168.11	109.3	71.39	44
Gramos de proteína/kilogramo de peso (g)	1.59	1.03	0.9	1
Aporte calórico de carbohidratos (%)	36	32	41.0	57
Aporte calórico de proteínas (%)	22	24	24.0	24
Aporte calórico de lípidos (%)	42	45	35.0	19
Ácidos grasos saturados (%)	16.8	12.8	16.8	<10*
Ácidos grasos monoinsaturados (%)	17.6	18.5	12.7	≥10*
Ácidos grasos poliinsaturados (%)	6.8	12.8	5.2	≥10*
Vitamina A (ugER)	177.83	267.6	687.7	730.0
Vitamina C (mg)	50.6	78.0	86.9	84.0
Ácido fólico (ug)	231.67	119.19	307.0	460.0
Sodio (mg)	1,460.96	2,961.83	1,701.15	1,600
Potasio (mg)	3,904.99	1,663.83	2,307.5	3,500
Colesterol (mg)	729.87	728.26	525.6	200.0
Fibra (g)	3.89	4.35	10.4	20.0
Alcohol (g)	0.0	0.0	0.0	0.0

\* NOM 037, ERug = equivalentes de retinol en microgramos, \*Recomendaciones para la población mexicana (Bourges *et al.*, 2005).

Fuente: Elaboración Propia.

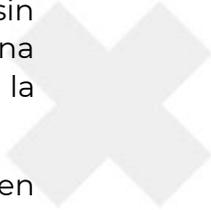


En este estudio, de la intervención se observó descenso del 0.27 % del peso de MG en la E1, un 1.23 % en la E2 y un 1.50 % en total, en el estudio de Bonfanti *et al.* (2014) encontraron que después de 3 meses de actividad física en combinación con una dieta los valores de MG descendieron alrededor del 2.5 %. Después de la intervención hubo una pérdida del 4.53 % de la grasa corporal, este resultado es similar al estudio de Lee & Oh (2014) donde encontraron que EF en el ambiente acuático durante 12 semanas provocó una disminución promedio de 4.55 %. Esto se asimila con Tan *et al.* (2016), quienes examinaron el efecto de 10 semanas de EA sin restricciones de dieta, se encontraron una reducción significativa del 4.3 %, por otro lado Kim & Jung (2014) evaluaron si la práctica de EA durante 12 semanas en mujeres obesas tenía influencia en la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular, se encontró una reducción significativa en del 2.18 % de la masa grasa. Respecto al IMC, al final de la intervención hubo una reducción del 1.1 kg/m<sup>2</sup>, valores similares encontraron Sanal *et al.* (2013); Zhang *et al.* (2014) quienes observaron una reducción media de 1.5 y 1.32 kg/m<sup>2</sup> después de un plan de EA de 12 semanas.

Al final de la intervención hubo una reducción de la circunferencia de cintura del 1.9 cm, este resultado es análogo con Sanal *et al.* (2013), observaron una reducción media de 3.3 cm después de un plan de EA de 12



semanas. En el estudio de Tan *et al.* (2016) examinaron el efecto de 10 semanas de actividad física aerobia sin restricciones de dieta, se encontró una reducción significativa de la circunferencia de cintura del 4.28 %.



Al realizar los análisis de lípidos en sangre se encontró que todos los parámetros estaban dentro de lo recomendado, excepto por el colesterol LDL que estaba ligeramente mayor, 102 mg/dL (recomendado <100 mg/dL) y con la intervención disminuyeron, el colesterol total disminuyó 21.9 %, los triglicéridos 25.6 %, las LDL 13.8 %, las VLDL un 25.8 % y las HDL un 9.7 %. Resultados similares se observaron con Leiva *et al.* (2009); Zhang *et al.* (2014); Tsai *et al.* (2002); Greene *et al.* (2012) quienes después de periodos comprendido de entre 8 y 12 semanas obtuvieron reducciones en el colesterol del 9.8, 25.90, 16.66 y 8.16 %, en triglicéridos reducciones del 21.1, 15.6, 9.21, y 28.5 % (Cho *et al.* 2011; Costa, 2011; Leiva *et al.* 2009; Zhang *et al.* 2014) y reducciones en las LDL del 11.3 y 9.4% (Costa, 2011; Leiva *et al.* 2009), hubo la excepción de las HDL, que al disminuir quedaron ligeramente por debajo de lo recomendado, para evitar esta disminución en las HDL sería recomendable aumentar ligeramente el consumo de oleaginosas.

En relación a la alimentación, previo al inicio del estudio el sujeto tuvo un consumo calórico de 3,629.84 kcal/día, más alta del gasto energético total, el cual era de 2,650 kcal/día, se le recomendó una dieta de 2,100 kcal/día, con un déficit de 550 kcal/día, con proteínas y los micronutrientes en la cantidad recomendada para su edad y

sexo (Bourges *et al.*, 2005), la dieta hipocalórica recomendada fue para promover una disminución de peso y MG, el sujeto reportó adherencia a la dieta hipocalórica, la cual le ayudó, junto con el ejercicio, a lograr la meta en la reducción de los parámetros corporales y por consecuencia también los parámetros bioquímicos; pero redujo la cantidad de carbohidratos de 300 g a 174.12 g y 188.1 g que corresponden a un 32 y 41 %, y aumentó el contenido de lípidos ya que lo recomendado fue de 44 g y su consumo fue de 109.3 y 71.39 g que corresponde a 45 y 35 %, al variar el equilibrio calórico de los macronutrientes, la alimentación que estuvo consumiendo, si completó la proteína de la dieta recomendada, y aunque disminuyó los carbohidratos, no fue tan drástico como para considerarla dieta cetogénica, sin embargo, al aumentar los lípidos totales aumentaron los ácidos grasos saturados y disminuyeron los poliinsaturados, esto no es conveniente ya que no apoya para evitar las enfermedades cardiovasculares.

## CONCLUSIÓN

Al final de la intervención de EF aerobio y dieta con control de fructosa, se modificaron los parámetros de CP, estos disminuyeron en cada etapa, con mayor magnitud en la más MC y MG. En ambas etapas hubo reducciones de las CC, a excepción de la circunferencia de cintura la cual aumentó en la E2. Los niveles de lípidos sanguíneos disminuyeron aunque estos se encontraban dentro de los rangos normales.

Debido a que fue un programa de EF virtual y remoto, derivado de la emergencia sanitaria por la pandemia del virus Sars-Cov-2, la recomendación para estudios posteriores es que sean presenciales, con la intención de tener un mejor monitoreo del estado físico y anímico de los participantes durante las sesiones de trabajo, se recomienda el uso de pulsómetros para un mejor control de la intensidad del trabajo físico, además se recomienda monitorizar las actividades cotidianas de los participantes para evitar posibles sesgos en los resultados.

## REFERENCIAS

- Achten, J., Gleeson, M., & Jeukendrup, A. E. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 92–97. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1063.8226&rep=rep1&type=pdf>
- Álvarez, A. M. G., Rosales, L. C., Rodríguez, G. P., & Fernández, M. H. (2012). Consumo elevado de fructosa y su posible influencia sobre el metabolismo lipídico. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 22(2), 287–300. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=50835>
- Andreu, V. (2017). *Estudio de la relación entre la ingesta de fructosa y la actividad física* [Tesis de Grado, Universidad de las Islas Baleares]. [https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/147316/Vidal\\_Andreu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/147316/Vidal_Andreu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Asamblea Mundial de la Salud. (2004). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud: informe de la Secretaría*. Organización Mundial de la Salud.

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/21211/A57\\_9-sp.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/21211/A57_9-sp.pdf)

Asociación Médica Mundial. (2019). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *Asociación Médica Mundial*.

<https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/5964/9753>

Bonfanti, N., Fernández, J. M., Gomez-Delgado, F., & Pérez-Jiménez, F. (2014). Efecto de dos dietas hipocalóricas y su combinación con ejercicio físico sobre la tasa metabólica basal y la composición corporal. *Nutricion Hospitalaria*, 29(3), 635–643.

<https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.3.7119>

Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress.

*Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*.

<https://psycnet.apa.org/record/2018-29834-001>

Bourges, H., Casanueva, E., & Rosado, J. L. (2005). *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana*. Editorial Médica Panamericana.

Burkhalter, N. (1996). Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca.

*Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 4(3), 65–73.

<https://www.scielo.br/j/rlae/a/Tf8pXLVy4ShDvNtGK95kxkr/?format=pdf&lang=es>

Carvalho, P., Carvalho, E., Barbosa-da-Silva, S., Mandarim-de-Lacerda, C. A., Hernández, A., & Del-Sol, M. (2019). Efectos Metabólicos del Consumo Excesivo de Fructosa Añadida.

*International Journal of Morphology*, 37(3), 1058–1066.

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-95022019000301058&script=sci\\_arttext&tlng=p](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-95022019000301058&script=sci_arttext&tlng=p)

Cho, J. K., Lee, S. H., Lee, J. Y., & Kang, H. S. (2011). Randomized controlled trial of training intensity in adiposity.

*International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 468–475.

<https://doi.org/10.1055/s-0031-1271789>

Costa, R. R. (2011). (Dissertação de Mestrado) Efeitos agudos e crônicos do treinamento em hidroginástica no perfil lipídico e na enzima lipase lipoprotéica de mulheres pré-menopáusicas dislipidêmicas. *Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul*.

<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/40146>

Cruz, E. P., Elizabeth, A., Zúñiga, S., & Mier, G. M. (2007). Efectos benéficos y deletéreos del consumo de fructosa.

*Rev. Endocrinol. y Nutr*, 15, 67–74.

<https://pdfs.semanticscholar.org/4222/a7dd385b83647647b9af1690b2b11fd7871.pdf>

Esquivel-Solís, V., & Gómez-Salas, G. (2007). Implicaciones metabólicas del consumo excesivo de fructosa. *Acta Médica Costarricense*, 49(4), 198–202.

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022007000400005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022007000400005&script=sci_arttext)

Greene, N. P., Martin, S. E., & Crouse, S. F. (2012). Acute Exercise and Training Alter Blood Lipid and Lipoprotein Profiles Differently in Overweight and Obese Men and Women. *Obesity*, 20(8), 1618–1627.

<https://doi.org/10.1038/oby.2012.65>

Harris, J. A., & Benedict, F. G. (1918). A biometric study of human basal metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 4(12), 370.

Kim, D.-Y., & Jung, S.-Y. (2014). Effect of Aerobic Exercise on Risk Factors of Cardiovascular Disease and the Apolipoprotein B / Apolipoprotein A-1 Ratio in Obese Woman. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(11), 1825–1829. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1825>

Lee, B. A., & Oh, D. J. (2014). The effects of aquatic exercise on body composition, physical fitness, and vascular compliance of obese elementary students. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(3), 184–190. <https://doi.org/10.12965/jer.140115>

Leiva, M. T. A., Chicue, V. F. L., & Flor, Z. L. H. (2009). Efecto de la intervención física en el perfil lipídico de mujeres. *RFS Revista Facultad de Salud*, 1(2), 49–55. <https://journalusco.edu.co/index.php/rfs/article/view/46>

Madero, M., Arriaga, J. C., Jalal, D., Rivard, C., McFann, K., Pérez-Méndez, O., Vázquez, A., Ruiz, A., Lanaspá, M. A., & Jimenez, C. R. (2011). The effect of two energy-restricted diets, a low-fructose diet versus a moderate natural fructose diet, on weight loss and metabolic syndrome parameters: a randomized controlled trial. *Metabolism*, 60(11),

1551–1559.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026049511000953>

NOM-012-SSA3-2012. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. *Diario Oficial de La Federación*.

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5284148](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148)

Novials, A. (2006). Diabetes y ejercicio. *Grupo de Trabajo de Diabetes y Ejercicio de La Sociedad Española de Diabetes (SED)*. Ediciones Mayo SA, 2. <https://www.clubdeportivomarisma.com/ficherosGaleria/esp/NoticiasFicheros/2/libro-diabetes-y-ejercicio-pdf.pdf>

O´Donell, K. (2016). *Manual de producción de panadería. Definiciones de azúcar y Grasa*. Xlibris.

Olguin, M. C., Posadas, M. D., Revelant, G. C., Labourdette, V., Marinozzi, D. O., Venezia, M. R., & Zingale, M. I. (2015).

Efectos del consumo elevado de fructosa y sacarosa sobre parámetros metabólicos en ratas obesas y diabéticas. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 151–156.

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182015000200006&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182015000200006&script=sci_arttext)

Organización Mundial de la Salud. (2003). *Serie de Informes Técnicos. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*.

Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra-Suiza.: Ediciones de La OMS.

Reyes Ortiz, R. B. (2014). Consecuencias en la salud del consumo excesivo de fructosa. *Sx Cardiometabolico Diabetes*, 1(2), 157-162.

<https://docplayer.es/8807195-La-fructosa-tambien-llamada-levulosa-es-un-monosacarido.html>

Riveros, M. J., Parada, A., & Pettinelli, P. (2014). Consumo de fructosa y sus implicaciones para la salud: malabsorción de fructosa e hígado graso no alcohólico. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 491-499.

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112014000300004&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112014000300004&script=sci_arttext&tlng=en)

Sanal, E., Ardic, F., & Kirac, S. (2013). Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med*, 49(1), 1-11.

<http://acikerisim.pau.edu.tr:8080/xmlui/handle/11499/8214>

Spriet, L. L., & Watt, M. J. (2003). Regulatory mechanisms in the interaction between carbohydrate and lipid oxidation during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(4), 443-452.

[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-201X.2003.01152.x?casa\\_token=txwxlDU7j9AAAAAA%3AnouxlSCq52-pWdiJG\\_YIEw3npD0DZSln2TqHHO40dFz-24E-7chAQg2A5OpRxVKBZQ7jUmojkjGM9FE](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-201X.2003.01152.x?casa_token=txwxlDU7j9AAAAAA%3AnouxlSCq52-pWdiJG_YIEw3npD0DZSln2TqHHO40dFz-24E-7chAQg2A5OpRxVKBZQ7jUmojkjGM9FE)

Tan, S., Wang, J., Cao, L., Guo, Z., & Wang, Y. (2016). Positive effect of

exercise training at maximal fat oxidation intensity on body composition and lipid metabolism in overweight middle-aged women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(3), 225-230.

<https://doi.org/10.1111/cpf.12217>

Tsai, J. C., Liu, J. U. C., Kao, C. C., Tomlinson, B., Kao, P. F., Chen, J. W., & Chan, P. (2002). Beneficial effects on blood pressure and lipid profile of programmed exercise training in subjects with white coat hypertension. *American Journal of Hypertension*, 15(6), 571-576.

[https://doi.org/10.1016/S0895-7061\(02\)02273-2](https://doi.org/10.1016/S0895-7061(02)02273-2)

Zago, L., Zugasti, B., Zuleta, Á., Presner, N., Lobbe, V., & De la Plaza, M. (2017). Análisis crítico del consumo de fructosa parte I. La fructosa en la alimentación. Aspectos metabólicos critical analysis of fructose consumption part one. The fructose on nutrition. Metabolic aspects. *Actualización En Nutrición*, 18(1), 26-36.

[http://www.revistasan.org.ar/pdf\\_files/trabajos/vol\\_18/num\\_1/RSAN\\_18\\_1\\_26.pdf](http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_18/num_1/RSAN_18_1_26.pdf)

Zhang, J., Chen, G., Lu, W., Yan, X., Zhu, S., Dai, Y., Xi, S., Yao, C., & Bai, W. (2014). Effects of physical exercise on health-related quality of life and blood lipids in perimenopausal women. *Menopause*, 21(12), 1269-1276.

<https://doi.org/10.1097/GME.0000000000000264>

### Conflicto de interés

Los autores de la investigación *ejercicio aerobio y dieta sin fructosa sobre la antropometría y la lipemia: estudio de caso*, nos permitimos enviar la misma a la Revista Mexicana de

Ciencias de la Cultura Física, con la finalidad de su publicación, manifestando no presentar conflicto de intereses.



Copyright (c) 2022 Revista Mexicana de Ciencias de la Cultura Física. Este documento se publica con la política de Acceso Abierto. Distribuido bajo los términos y condiciones de Creative Commons 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.