

# Efecto antioxidante del extracto de fresa irradiado con luz ultravioleta sobre el estrés oxidativo en tejido adiposo y tejido muscular de ratas obesas inducidas con dieta rica en grasa

Liliana Esmeralda Leyva Franco (1), Dr. Joel Ramírez Emiliano (2)

1 [Universidad De La Salle Chihuahua, División de Ciencias de la Salud] | Dirección de correo electrónico: [francolilim@gmail.com]

2 [Departamento de Ciencias Médicas, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [joelre@ugto.mx]

## Resumen

**Introducción:** En la obesidad, el tejido adiposo secreta adipoquinas que inducen un estado proinflamatorio y estrés oxidativo, el cual pretendemos reducir con la aplicación de extracto de fresa irradiada con luz UV. **Material y métodos.** Ratas macho de la cepa Wistar fueron alimentadas con dieta grasa (DG, grupo control) y dos grupos más suplementados con extracto de fresa irradiado (EI) y no irradiado (ENI). La oxidación de lípidos se determinó por medio de TBARS y la oxidación de proteínas mediante el contenido de carbonilos. **Resultados:** En tejido muscular, la DG-ENI incrementó significativamente ( $p=0.003$ ) la oxidación de los lípidos comparado con los DG y el DG-EI, mientras que la DG-EI presentó una disminución significativa ( $p=0.023$ ). La DG-EI disminuyó la oxidación de proteínas en relación al grupo DG-ENI ( $p=0.001$ ). En tejido adiposo, el grupo con DG-ENI tuvo mayor oxidación de lípidos en comparación con los grupos de DG y el DG-EI ( $p=0.004$ ), siendo los niveles de lípidos oxidados significativamente más bajos en el grupo de DG-EI comparado con DG ( $p=0.004$ ). **Discusión-conclusión:** Los presentes resultados indican que el extracto de fresa irradiado con luz uv disminuye significativamente el estrés oxidativo en tejido adiposo y muscular de ratas. Esto sugiere que el EI podría ser una alternativa para disminuir el estrés oxidativo en humanos que presentan enfermedades crónico metabólicas.

## Abstract

**Introduction:** In the obesity, adipose tissue secretes adipokines that inducing a proinflammatory state and oxidative stress, which aim to reduce with strawberry extract irradiated with uv light. **Material and methods.** Male Wistar rats were fed a high-fat diet (DG, control group) and two more groups supplemented with uv-irradiated strawberry extract (EI) and non-irradiated (ENI). Lipid peroxidation was determined by the determination of the TBARS levels, whereas oxidized protein by the determination of the carbonyl levels. **Results:** In muscle tissue, DG-ENI increased ( $p=0.003$ ) lipid peroxidation levels compared with the DG and DG-EI, whereas the DG-EI decreased ( $p=0.023$ ) this oxidation. DG-EI decreased oxidized proteins compared with the DG-ENI group ( $p=0.001$ ). In adipose tissue, the group with DG-ENI had higher lipid peroxidation levels compared with the DG and DG-EI groups ( $p=0.004$ ), being these levels significantly lower in the DG-EI group compared with the DG group ( $p=0.004$ ). **Discussion-conclusion:** The present results indicate that the strawberry extract irradiated with uv light significantly lowers oxidative stress in adipose and muscle tissue of rats. This suggests that EI could be a good alternative to decrease oxidative stress in humans that present chronic metabolic diseases.

## Palabras Clave

Obesidad 1; Estrés oxidativo 2; Extracto de fresa irradiado con UV 3; Tejido adiposo 4; Tejido muscular 5.

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

La obesidad se considera como el incremento de masa grasa con distribución anormal en el cuerpo, y es considerada una enfermedad crónica con numerosas complicaciones [1]. En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, los costos por obesidad en México han sido estimados en 67 mil millones de pesos en el 2008 y su prevalencia ha tenido un aumento sin precedente [2].

### *Obesidad y estrés oxidativo*

La obesidad tiene un origen multifactorial, en el que se involucran la susceptibilidad genética y los estilos de vida [3]. Durante la obesidad, el tejido adiposo incrementa la secreción de adipocinas, las cuales inducen un ambiente proinflamatorio y un estado de estrés oxidativo (EO) [4]. El tejido adiposo también secreta moléculas relacionadas con la regulación del peso corporal: leptina y adiponectina [5]. El EO se da por un aumento de la producción de Radicales Libres (RL) [6]. Los RL son átomos que tienen un electrón desapareado, y tienden a captar o ceder un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica; una vez que el radical libre ha conseguido sustraer o donar el electrón (reducción u oxidación, respectivamente), la molécula estable que lo pierde o gana (se oxida o reduce, respectivamente) se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado [7]. Se pretende disminuir el EO por medio de antioxidantes (AO), para detener el daño a las células por los radicales libres [8]. Así, los AO sacrifican su integridad molecular para evitar alteraciones de las macromoléculas celulares [9].

### *Polifenoles en la reducción de estrés oxidativo*

Los compuestos fenólicos están presentes en el extracto de fresa teniendo actividad anticancerígena, anti-inflamatoria, antihipertensiva, antioxidante [11]. Por ejemplo, en estudios previos realizados en humanos, se observó que consumir extracto de fresa reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares [10], retarda la oxidación de lípidos [11], protege la piel del estrés oxidativo y envejecimiento [12]. En otros estudios, la administración de polvo de fresa liofilizado mostró una reducción en los niveles de lípidos LDL y colesterol en suero de sujetos obesos [13]; también una relación directa sobre la ingesta de alimentos con antioxidantes, al reducir un 32% el riesgo de infarto al miocardio [14]. Investigaciones con ratas muestran la prevención de inflamación de colón al consumir extracto de fresa [15]. Se ha demostrado que existe una potenciación de la actividad antioxidante, al irradiar los vegetales con luz uv [16]. Así, la radiación uv incrementa los niveles de compuestos con capacidad antioxidante [17]; por ejemplo, al irradiar la manzana con luz uv se aumenta el contenido fenólico [18].

### Justificación

La obesidad es un problema de salud y su incidencia va en aumento, se asocia con un mayor riesgo de desarrollar otras enfermedades metabólicas como la diabetes. En la obesidad, diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, depresión y daño cognitivo, hay aumento del estrés oxidativo. Se ha propuesto el uso de antioxidantes como la fresa para reducir el estrés oxidativo. Además, se ha determinado que la irradiación con luz uv aumenta la capacidad antioxidante de la fresa, efecto observado en reacción tubo pero aún no evaluado *in vivo*. Por lo que es importante evaluar si el extracto de fresa irradiado con luz tiene mayor capacidad antioxidante que el extracto de fresa no irradiado en ratas obesas inducidas con dieta rica en grasa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Un grupo control de 15 ratas macho se alimentaron solamente con dieta rica en grasa (DG) por 150 días; un segundo grupo de 10 ratas macho fueron alimentadas con DG durante 60 días, seguido por alimentación de DG suplementada con extracto de fresa irradiado con luz uv (DG-EI) por 90 días; un tercer grupo de 3 ratas macho se les proporcionó DG por 60 días, seguido de DG suplementada con extracto de fresa no irradiado con luz uv (DG-ENI) por 90 días. Al final del tratamiento, las ratas se sacrificaron rápidamente por dislocación cervical y se extrajo tejido adiposo visceral y tejido muscular del diafragma. Los tejidos se homogenizaron y se determinó la concentración de proteína por el método del ácido bicinconinico.

### *Determinación de lípidos y proteínas oxidadas*

Los niveles de lípidos oxidados se determinó por cuantificar las especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), y los niveles de proteínas oxidadas mediante la cuantificación del contenido de carbonilos como nosotros previamente describimos [19].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En tejido muscular, la DG-ENI presentó significativamente ( $p=0.003$ ) mayor cantidad de lípidos oxidados comparado con el grupo de DG (85.9 vs 45.4 nmoles de TBARS/mg de proteína), mientras que la DG-EI presentó una disminución significativa en la oxidación (23.6 nmoles de TBARS/mg de proteína,  $p=0.02$ ) comparada con el DG-ENI, siendo más bajo que el control DG ( $p=0.003$ ) [Gráfica 1]. En cuanto a proteínas en tejido muscular, el DG-EI disminuyó la oxidación en relación al grupo DG-ENI (84.7 vs. 290 ng/mg de proteína,  $p=0.001$ ) y al grupo con DG (160.96 ng/mg de proteína,  $p=0.044$ ) [Gráfica 2].

Con respecto a tejido adiposo, el grupo con DG-ENI tuvo mayor oxidación de lípidos (500 nmoles de TBARS/mg de proteína,  $p=0.004$ ) en

comparación con el grupo de DG y el DG-EI (257.96 y 183.64 nmoles/mg de proteína, respectivamente), siendo los niveles de lípidos oxidados significativamente más bajos en el grupo de DG-EI comparado con DG ( $p=0.004$ ) [Gráfica 3].

En el estudio de Tombarkiewicz y cols. se observó el efecto positivo de consumir extracto de fresa reduciendo el estrés oxidativo en ratas wistar macho debido al poder antioxidante [20]. Se observa que la luz uv aumenta la capacidad antioxidante del extracto de fresa, como se menciona en investigación reciente, donde semillas de *Capsicum annum* L. y fueron sometidas a radiaciones durante 14 días y se observó un incremento de antocianinas, un 4% con radiación uv-B y un 7% con uv-C [21]. Así mismo, refieren que tener una dieta rica en polifenoles tiene función cardioprotectora a través de la protección de los lípidos contra la oxidación [22]. En base a los datos obtenidos podemos justificar el efecto de potencializar el poder antioxidante del extracto de fresa irradiado con luz uv sobre el estrés oxidativo en tejido muscular y adiposo de ratas, tal como lo menciona estudio reciente, al incrementar los niveles de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante por la irradiación con luz uv [17].

## CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación y haber analizado los resultados, apoyamos las investigaciones anteriores sobre el efecto positivo de irradiar la fresa con luz uv, al tener por resultado una mínima oxidación tanto en lípidos y proteínas en tejido adiposo y muscular de ratas wistar macho, en comparación con los grupos de estudio a los cuales no se les proporcionó extracto de fresa irradiado con luz uv. Así mismo podemos corroborar con estudios que apoyan el consumo de la fresa por su función como antioxidante y de poder disminuir niveles de estrés oxidativo, al reducir la oxidación de lípidos y proteínas.

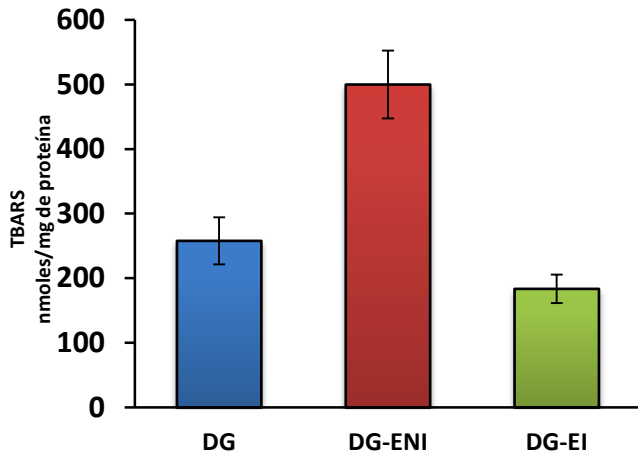
## AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por la beca otorgada a LELF durante el Verano de Investigación Científica 2015. Este proyecto fue financiado con el apoyo otorgado por la Universidad de Guanajuato a JRE (528/2015).

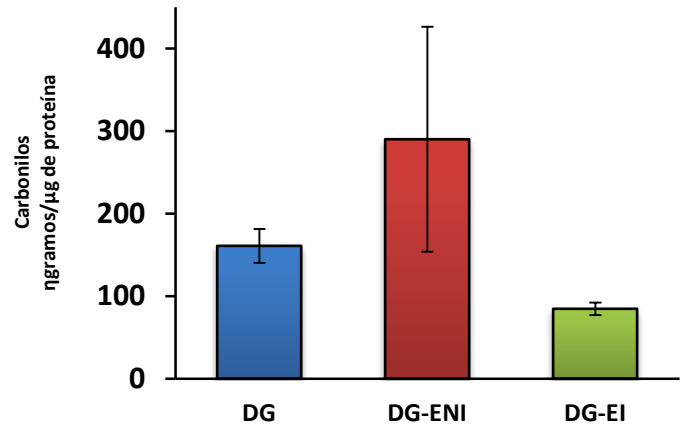
A Dr. Joel Ramírez Emiliano por el apoyo y darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo. Agradezco también a la LN Cecilia Oviedo y a la Dra. Paola Villalobos por guiarme y trabajar conmigo durante la obtención y análisis de los datos de mi investigación. Finalmente a mis padres y hermanas por brindarme su apoyo para poder realizar mi Verano de Investigación.

## REFERENCIAS

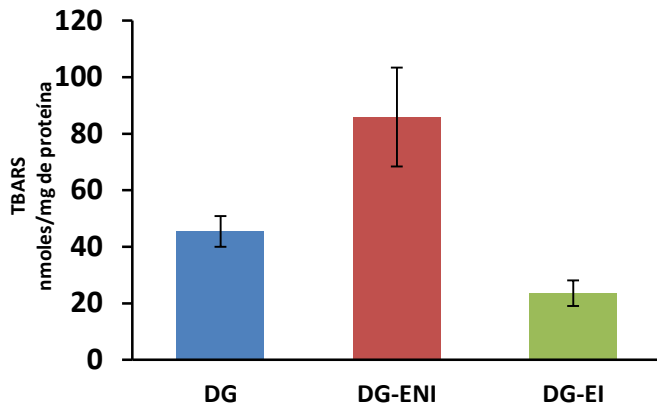
- [1] S. D. S. Pública, "OBESIDAD EN MÉXICO (Primera de tres partes)," *Sist. Nac. Vigil. Epidemiológica*, vol. 27, no. 43, pp. 1–27, 2010.
- [2] Encuesta nacional de salud y nutrición 2012, "Evidencia para la política pública en salud n Obesidad en adultos: los retos de la cuesta abajo," pp. 2–5, 2012.
- [3] M. M. Barrera Antonio, Rodríguez Arturo, "Escenario actual de la obesidad en México," *Temas Actual.*, vol. 51, no. 3, 2013.
- [4] E. A. Garc, "Obesity, adipose tissue and insulin resistance," *Acta Bioquímica Clínica Latinoam.*, vol. 46, no. 2, pp. 183–94, 2012.
- [5] Y. Marcano, J. Torcat, L. Ayala, B. Verdi, C. Lairret, M. Maldonado, and J. de Vegas, "Funciones endocrinas del tejido adiposo," *Rev. venez. endocrinol. metab.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–21, 2006.
- [6] L. De Tursi Rispoli, A. Vázquez Tarragón, "Estrés oxidativo; estudio comparativo entre un grupo de población normal y un grupo de población obesa mórbida," *Nutr. Hosp.*, vol. 28, no. 3, pp. 671–675, 2013.
- [7] O. M. Saavedra, E. Nahúm, J. Vázquez, M. Roberto, B. Guapillo, and E. M. Bolaina, "Free radicals and their role in chronic-degenerative diseases Octavio," no. 272, 2010.
- [8] C. D. Martínez, C. R. Vargas, and S. R. Arancibia, "Estrés oxidativo y neurodegeneración," vol. 46, no. 6, pp. 229–235, 2003.
- [9] J. R. Venereo Gutiérrez, "Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes," *Rev. Cuba. Med. Mil.*, vol. 31, no. 2, pp. 126–133, 2002.
- [10] A. R. P. Trial, "Attenuation of Meal-Induced Inflammatory and Thrombotic Responses in Overweight Men and Women After 6-Week Daily Strawberry (Fragaria) Intake," pp. 318–327, 2011.
- [11] M. J. A. María and R. E. Fernando, "Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad .," 2013.
- [12] F. Giampieri, J. M. Alvarez-suarez, L. Mazzoni, and M. Battino, "Polyphenol-Rich Strawberry Extract Protects Human Dermal Fibroblasts against Hydrogen Peroxide Oxidative Damage and Improves Mitochondrial Functionality," vol. 4136, no. April, pp. 7798–7816, 2014.
- [13] S. J. Zunino, M. a. Parelman, T. L. Freytag, C. B. Stephensen, , "Effects of dietary strawberry powder on blood lipids and inflammatory markers in obese human subjects," *Br. J. Nutr.*, vol. 108, no. 05, pp. 900–909, 2012.
- [14] A. Cassidy, K. J. Mukamal, L. Liu, M. Franz, a. H. Eliassen, and E. B. Rimm, "High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women," *Circulation*, vol. 127, no. 2, pp. 188–196, 2013.
- [15] M. Borgohain, "Indian Journal of Pharmacology," *October 21, 2010*, p. 21, 2009.
- [16] J. F. H. Maza and J. A. Guerrero, "Efecto de la radiación UV-C en frutas y verduras," vol. 1, pp. 68–77, 2013.
- [17] M. Dulce, G. Béjar, "Sistema de Información Científica en frutas y hortalizas postharvest biochemical effects of uv-c irradiation on fruit and vegetables," vol. 30, pp. 361–372, 2007.
- [18] D. Bakhshi and O. Arakawa, "Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples," *Agriculture*, vol. 8, no. 2, pp. 101–104, 2006.
- [19] A. Martínez-morúa, M. G. Soto-urquieta, E. Franco-robles, I. Zúñiga-trujillo, A. Campos-cervantes, V. Pérez-, and J. Ramírez-emiliano, (2013) "Curcumin decreases oxidative stress in mitochondria isolated from liver and kidneys of high-fat diet-induced obese mice," no. June, pp. 37–41,
- [20] M. Pieszka, B. Tombarkiewicz, A. Roman, "Effect of raspberry a on blood lipid profile of oxidative status in rats," *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 36(3) 1055–1062, 2013.
- [21] K. Mahdavian, M. Ghorbanli, and K. M. Kalantari, (2008). "The effects of ultraviolet radiation on the contents of chlorophyll, flavonoid, in Capsicum annum L," *Turk. J. Botany*, 32(1)25–33,
- [22] B. Burton-Freeman, A. Linares, (2010). "Strawberry modulates LDL oxidation and postprandial lipemia in response to high-fat meal in overweight hyperlipidemic men and women.," *J. Am. Coll. Nutr.*, 29(1), 46–54,.



Gráfica 1: Oxidación de lípidos en tejido muscular



Gráfica 3: Oxidación de lípidos en tejido adiposo



Gráfica 2: Oxidación de proteínas en tejido muscular