



EFFECTOS DE LA LECITINA DE SOJA SOBRE PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS EN RATAS WISTAR

Autores: Leidys Cala Calviño¹, Sandra María Casas Gross¹, Martha Reyes Coyado², Humberto Joaquín Morris Quevedo.³

¹ Doctor en Medicina, Especialista en Farmacología, Departamento de Ciencias clínicas, Facultad de Medicina I, Universidad de Ciencias Médicas Santiago de Cuba, Cuba,

² Técnico de 2do nivel, Laboratorios de Biomodelos experimentales - Centro de Inmunología Molecular (Labex-cim), Santiago de Cuba, Cuba,

³ Doctor en Ciencias Biológicas. Máster en Bioquímica de la Nutrición. Especialista en Bases Moleculares de la Obesidad. Centro de estudios de Biotecnología Industrial (CEBI), Santiago de Cuba. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

leidyscalacalvino@gmail.com

Resumen

Introducción: La lecitina de soya es un suplemento dietético muy utilizado por supuestas potencialidades para tratar la obesidad.

Objetivo: Determinar efecto preclínico de la lecitina de soya sobre el peso corporal, según parámetros antropométricos.

Material y Método: Se realizó un estudio de farmacología preclínica experimental en LABEX-CIM y la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, en 2019. Se administró lecitina de soya por e 30 días, en dosis consideradas como máximas y mínimas a dos grupos experimentales de ratas Wistar, para ser comparados con grupo control. Se estimaron variables antropométricas al inicio, al finalizar administración y se evaluó resultado estableciendo diferencias mediante la Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes y considerando el nivel de significación menor del 5% comparando en relación al control y entre sí.

Resultados: En el grupo con dosis máxima, el peso ganado disminuyó considerablemente y resultó mayor en el grupo con dosis mínima. Mostraron significación estadística la evolución semanal del peso durante la primera, cuarta y quinta semanas, la circunferencia abdominal y torácica final entre los grupos tratados y la longitud hocico-ano final solo a dosis máxima.



Conclusiones: La lecitina de soya, dependiendo de la dosis, modifica parámetros antropométricos en ratas Wistar.

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales industrias e instituciones científicas de todo el mundo realizan esfuerzos encaminados a la obtención de fármacos naturales que puedan resultar terapias complementarias para resolver problemas de salud como la obesidad, entidad nosológica y factor de riesgo para enfermedades crónicas; la lecitina de soya se ha convertido en un suplemento dietético de los más utilizados con supuestos beneficios para bajar de peso. La existencia de plantas con un elevado potencial terapéutico constituye una alternativa farmacológica de marcado interés en el tratamiento de muchas enfermedades, de ahí la importancia de realizar estudios preclínicos con el propósito de detectar posibles efectos sobre los sistemas biológicos.¹

En modelos animales, el uso de fosfolípidos y diferentes fosfatidilcolinas parece bastante promisorio. Los mecanismos de acción que se observan in vitro y en modelos experimentales, son la base del uso de lecitina de soya y algunos estudios muestran que se necesitan más ensayos clínicos en humanos para confirmar los efectos. Teóricamente sus propiedades se relacionan con los efectos de isoflavonas (genisteína, daidzeína, gliciteína) y fitoesteroles (sitosterol, sitostanol, campesterol), su contenido en vitamina E con propiedades antioxidantes reconocidas y de manera particular el aporte de ácidos grasos muy saludables, como el ácido linoleico (LA).^{2, 3}

La revista NutrBiochem en 2017 publica un artículo donde se determinó la potencia obesogénica de LA en ratones machos, y cuyos resultados indicaron que induce obesidad y resistencia a la insulina, y reduce la actividad, más que la grasa saturada, apoyando la hipótesis de que el aumento de la ingesta de LA puede contribuir a la epidemia de obesidad.⁴ Estos resultados ponen en duda los beneficios de la lecitina de soya como producto natural para tratar la obesidad y el sobrepeso.

Los indicadores antropométricos miden, por un lado, el crecimiento físico, y por otro las dimensiones físicas y deben ser siempre obligatorios, en estudios de evaluación del estado nutricional, aunque no son suficientemente sensibles para valorar cambios tempranos en la



composición corporal.⁵ Es necesario conocer cómo un nuevo fármaco afectará a un sistema biológico integral antes de su empleo en humanos, de ahí la importancia de la farmacología preclínica que aporta elementos científicos para estudios clínicos futuros.

La semilla de soya se considera como oleaginosa debido a que tiene un alto contenido de grasa que representa alrededor de un 20 % y aproximadamente del 15 % al 25 % de la grasa presente en el grano se encuentra en forma de lecitina, que se separa del aceite a través de procesos químicos o mecánicos y se expende como un producto de alto valor comercial.² Esta ha sido utilizada por el Laboratorio Farmacéutico Oriente para la elaboración de un suplemento dietético registrado como LECISAN®, que ha tenido gran expectativa al ser empleado de forma empírica para reducir el peso corporal, lo que motivó esta investigación teniendo en cuenta las potencialidades terapéuticas del producto, que lo convierten en un candidato a ser evaluado, para avalar su uso racional en el tratamiento de la obesidad, el sobrepeso y las comorbilidades que acompañan a esta entidad nosológica.

OBJETIVOS

Determinar efecto preclínico de la lecitina de soya sobre el peso corporal, según parámetros antropométricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de farmacología preclínica experimental en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba y el Laboratorio de Anticuerpos y Biomodelos Experimentales (LABEX-CIM) de Santiago de Cuba durante el 2019.

Fuentes de lecitina de soya: se utilizó la lecitina de soya, suministrada como materia prima por la Planta Procesadora de Soya de Santiago de Cuba, a los Laboratorios Farmacéuticos Oriente para la producción del suplemento nutricional registrado como LECISAN®.²

Muestra de estudio: se utilizaron 18 ratas albinas de sexo femenino, de la variedad Wistar, peso de 200±70 gramos catalogados como normopeso, con 10 semanas de edad,



período vital análogo al de un adulto joven de 25 años. Fueron suministradas por el Centro de Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), proveedor reconocido de la Provincia Mayabeque, Cuba, y pertenecientes a la categoría sanitaria convencional, con sus correspondientes certificados de calidad higiénico-sanitaria y genética.

Aspectos Éticos: Todos los protocolos del estudio, incluyendo los métodos de eutanasia, estuvieron sometidos a la consideración, análisis y aprobación del Comité de Ética del Centro de Toxicología y Biomedicina de la universidad de Ciencias médicas de Santiago de Cuba, observando además lo establecido por las regulaciones de seguridad biológica y los principios éticos recomendados en los Lineamientos Internacionales y en la República de Cuba para animales de experimentación. ⁶

Diseño experimental

Se dividieron en tres grupos formados por seis ratas cada uno, aplicando el principio de reducción en la experimentación animal. Los animales fueron seleccionados al azar para conformar los grupos experimentales. Hubo un grupo control para comparación, que recibió la alimentación habitual y el mismo volumen de agua destilada que el correspondiente a la sustancia de ensayo en el momento de la administración; A los grupos experimentales se les suministró lecitina de soya (materia prima con que se elaboró el suplemento nutricional) a dosis consideradas como máximas y mínimas respectivamente, equivalentes a 600 (8, 57 mg/kg para el peso de la rata) y 300 (4,29 mg/kg para el peso de la rata) miligramos/día ² en un humano de peso promedio 70 kg. La sustancia de ensayo fue administrada durante 30 días por vía oral mediante cánula intragástrica (16G).

Procedimiento para las mediciones antropométricas: para el registro de las variables antropométricas estudiadas se tomó el peso en gramos de cada animal al día siguiente de finalizar el periodo de cuarentena del producto registrándose como peso inicial y al y al finalizar el periodo de administración, registrándose como peso final. La longitud del animal (hocico-ano) y las circunferencias abdominal y torácica se midieron en centímetros al día siguiente de finalizar el periodo de cuarentena y al finalizar el periodo de administración. Se realizó el cálculo del peso ganado restando al peso final el peso inicial.



Los instrumentos empleados para mediciones antropométricas fueron una báscula digital (Yamato. Serie FS-*i*, Modelo FS-30K*i*) y una cinta milimetrada.

Procesamiento estadístico de los datos.

Los registros antropométricos se guardaron en una base de datos que permitió realizar el procesamiento estadístico-matemático de los resultados con el sistema SS©® versión 23.0 (SPSS, Inc., Philadelphia) para WINDOWS©® (Microsoft, Redmond, Virginia). Las variables de interés se describieron mediante media aritmética y desviación estándar para confeccionar tablas y gráficos. Se establecieron diferencias entre los grupos de estudio mediante la Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes, considerando el nivel de significación menor del 5% comparando en relación al control y entre sí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las modificaciones sobre el peso corporal en los diferentes grupos experimentales tras administración de la lecitina de soya, permitieron evaluar su efecto (Fig. 1) (Anexo 1). Al comparar los grupos de tratamiento entre sí, resultaron significativas las diferencias en todos los parámetros estimados, a partir del valor *P*. Se puede observar, durante la comparación respecto al control, que en el grupo experimental que recibió lecitina de soya a dosis máxima, el peso ganado disminuyó considerablemente, mostrando un valor de la media inferior y menor grado de dispersión ($5,16 \pm 7,05$), sin embargo, el mayor peso ganado resultó en el grupo que recibió dosis mínima ($48,83 \pm 15,96$), a pesar de que, desde el punto de vista estadístico, mostró significación en todas las variables estudiadas.

La industria de la soya frecuentemente hace referencia a los antinutrientes que contiene en estado natural, y que su consumo de manera crónica puede relacionarse con deficiencias nutricionales. La literatura también hace referencia a las nitrosaminas, compuestos químicos con propiedades carcinógenas, que se forman durante el procesado para la extracción de proteína de soya aislada; y a las concentraciones elevadas de manganeso que contiene la planta y que pueden ser perjudiciales, siendo posible encontrarlos en subproductos de soya, como la lecitina. Algunos artículos publicados plantean que todos los productos de soya, sin importar como hayan sido tratados, contienen niveles bajos o moderados de estas toxinas.^{7,8}



Si todo esto se analiza, es válido pensar que se requieren estudios que demuestren concentraciones significativas de estos compuestos en el producto estudiado, porque siempre existe una dosis a la que los efectos negativos no son observables, pero pueden hacerse manifiestos en administraciones repetidas.

Aoyama *et al.*⁹ realizaron un estudio que publicaron en *Biosci Biotechnol Biochem*, informando reducción del peso corporal en ratas alimentadas con una dieta que contenía *Soy- β -conglycinin* o 7S globulina (CG) (derivado de la soya), al ser comparadas con un grupo que recibió alimentación normal, ocurriendo este fenómeno tanto en animales jóvenes como en adultos.

Resulta controversial que la reducción del peso en la presente investigación, se observe en el grupo que recibió dosis máxima, y el de menor dosis, aumentó el peso corporal. Esto nos lleva a pensar en la posibilidad de que con dosis mínima se modulen funciones que favorezcan un aumento del peso, como la explicación dada al fenómeno del primer artículo comentado, pero tras administraciones repetidas y mayores, se logre reducir peso por diferentes mecanismos, lo que plantea la necesidad de otros estudios que demuestren la relación de este fenómeno con los constituyentes del producto o por efectos negativos sobre la salud.

La evolución semanal del peso corporal en los grupos experimentales, se muestra en la tabla 1 (Anexo 2). Con la administración de dosis mínima, solo arrojó significado estadístico la ganancia de peso en las semanas cuatro ($p=0,033$) y cinco ($p=0,010$). No se obtuvieron resultados significativos en el grupo de dosis máxima respecto al control, pero al realizar el análisis entre grupos experimentales se encontró significación estadística en la primera semana, la cuarta y la quinta, existiendo menor dispersión en las distribuciones. De manera general, la tendencia a reducción del peso durante el período de administración fue mayor en el grupo que recibió el producto a dosis máxima (Fig. 2) (Anexo 3).

En un estudio realizado por Leiva, Olguin y *col.*¹⁰, se buscó la evolución del peso corporal y la eficiencia de conversión del alimento en ratas prepúberes de la línea obesa α , alimentadas con una dieta con salvado de soya, a fin de evaluar una eventual actividad de inhibidores de proteasas. Según estimaron los parámetros de la curva de crecimiento las ratas no mostraron diferencias significativas al evaluar el peso corporal. Este estudio



presentó particularidades porque se administró el producto desde el destete y hasta la pubertad y se registró cada dos días el consumo de alimento y la biomasa, haciendo el cálculo de la eficiencia de conversión del alimento, elementos que lo diferencian de nuestra investigación, pero que igualmente resultan interesantes.

Los inhibidores de la proteasa, (también conocidos como los inhibidores de la tripsina), objeto de estudio de la investigación antes comentada ¹⁰, son capaces de inhibir la acción de enzimas que están involucradas en el proceso de desmantelamiento de las proteínas para su ulterior utilización por parte del organismo. Estos están considerados como antinutrientes presentes en la soya. ⁷

Una reducida digestión de las proteínas, pueden llevar a una deficiencia crónica en la absorción de aminoácidos, que puede llevar a la pérdida de peso y la desnutrición. En la rata, niveles elevados de exposición a los inhibidores de la proteasa (como los encontrados en la harina de la soya sin tratar) causan cáncer pancreático, mientras que niveles moderados provocan que el páncreas de la rata sea más susceptible a los agentes cancerígenos.⁷

El ácido fítico, llamado también fitato, es otro de los antinutrientes referido por la literatura. Es un ácido orgánico que bloquea la absorción de minerales esenciales como el calcio, el manganeso, el hierro y especialmente, el zinc.^{9,11} El poroto de soya también contiene hemaglutinina, sustancia que arracima los hematíes y favorece la formación de coágulos sanguíneos privándolos de una correcta oxigenación y que puede afectar el desarrollo en los tejidos corporales, con influencia en el metabolismo de los animales de experimentación.¹²

También se plantea que la vitamina B₁₂ de la soya es un análogo B₁₂ inactivo, que no se utiliza como vitamina en el cuerpo humano. Algunos investigadores especulan que este análogo puede servir en realidad para impedir la absorción de otros nutrientes.¹³

Los parámetros antropométricos resultan de utilidad para el estudio del estado nutricional y su registro fue sencillo y reproducible durante la investigación (Fig.3) (Anexo 4). El estudio expone las variables estimadas para mediciones antropométricas en las ratas wistar, con sus principales modificaciones, lo que permitió evaluar los efectos sobre los grupos experimentales y así aparece reflejado en la tabla 2(Anexo 1). En el grupo



experimental tratado con lecitina de soya a dosis mínima, la circunferencia abdominal final y la circunferencia torácica final resultaron significativas respecto al control; de igual manera resultó al hacer al análisis entre los grupos tratados. Solo resultó significativa la longitud hocico-ano final para el grupo que recibió dosis máxima.

Para comparar las diferencias de las medianas con el valor hipotetizado se realizó prueba a posteriori, obteniendo significación estadística para longitud hocico-ano final-inicial, circunferencia abdominal final-inicial y circunferencia torácica final-inicial en el grupo experimental que recibió lecitina de soya a dosis mínima. No fue así en el grupo que recibió dosis máxima, en que solo resultó significativa la circunferencia torácica final-inicial. La correlación de Pearson, significativa al nivel 0,05 (bilateral), indicó en el grupo control una relación inversa o negativa entre el peso ganado y la circunferencia abdominal final. En ambos grupos de administración se encontró una relación directa y proporcional entre el peso ganado y el peso final, siendo similar la relación entre el peso final y la circunferencia abdominal final en el grupo con dosis mínima.

En estudio publicado en 2014 por Perris y col.¹⁴ para estudiar el efecto de dietas con diferentes fuentes y concentraciones lipídicas sobre el perfil de ácidos grasos en suero de ratas en período de crecimiento activo provocó cambios en el perfil de ácidos grasos en suero en respuesta a las fuentes aportadas por la soya, con un alto porcentaje de grasa.

Li y col.¹⁵ en estudio publicado en *British Journal of Nutrition* en 2018 examinaron, en un modelo de ratas obesas, los efectos fisiológicos de β -conglycinin (derivado de soya) sin encontrar variaciones importantes en el crecimiento y peso, pero teniendo en cuenta otros resultados, sugieren que puede aplicarse este producto al desarrollo de estrategias para el tratamiento por desórdenes metabólicos asociados con la obesidad, al relacionarse con la reducción de la expresión de genes para síntesis de pro-inflamatorios a nivel hepático y tisular, actuando como elemento protector.

El crecimiento es un proceso complejo, resultado de la interacción continua y compleja de la herencia y el ambiente, constituye un excelente indicador positivo de salud. Las deficiencias nutricionales pueden generar una malnutrición proteico-energética, que es un estado fisiopatológico consecuente a la no absorción y/o utilización de nutrientes. Se plantea que dietas suplementadas con isoflavonas de soya mejoran la salud ósea por



influenciar la osteogénesis y la osteoclastogénesis, posiblemente a través del mecanismo de unión al receptor de estrógeno con la activación de la ruta de señalización de proteínas morfogenéticas del hueso. Estas proteínas pertenecen a la familia de los factores de crecimiento transformantes β ($TGF-\beta$), una superfamilia de proteínas con la capacidad de inducir la formación de hueso nuevo, cartílago y tejido conjuntivo.^{3,5} Tomando esta premisa en consideración, la lecitina de soya pudiera tener efectos sobre el crecimiento y desarrollo relacionados con la presencia de fitoestrógenos.

Otro artículo publicado en *Biomolecules* en el año 2020, utiliza un modelo de ratón con obesidad inducida por una dieta alta en grasas para determinar el efecto antiobesidad de las isoflavonas de soja, investiga sus mecanismos moleculares y los efectos sinérgicos informado que se redujeron significativamente el aumento de peso corporal y mejoraron la tolerancia a la glucosa con un aumento de los genes involucrados en la lipólisis del tejido adiposo a través de la vía de señalización dependiente de cAMP / PKA. Estos resultados mejoran nuestra comprensión de los mecanismos subyacentes a los efectos antiobesidad.¹⁶

Se plantea que ciertas grasas en la dieta se han relacionado con un aumento de la obesidad, como las grasas saturadas y trans. Mientras tanto, algunas grasas alimentarias como los ácidos linoleicos conjugados (CLA) y los triglicéridos de cadena media (MCT) podrían reducir potencialmente la ingesta de energía.¹⁷ Ibrahim y El-Sayed ¹⁸ hipotetizan en su artículo publicado recientemente (*J Biosci* , 2021) acerca de varios mecanismos para reducir el peso mediante CLA y MCT, como el aumento de la lipólisis, la mejora de la microbiota intestinal, la regulación positiva de los receptores activados por el proliferador de peroxisoma (PPAR), el aumento de la expresión de la proteína desacoplante de la cadena respiratoria 1 (UCP-1) pero plantean que estos compuestos bioactivos deben usarse en concentraciones moderadas para prevenir efectos nocivos como la resistencia a la insulina y la hipercolesterolemia.

Se han revisado estudios preclínicos en otras especies. Acosta *et al.* ¹⁹ recomiendan su empleo mínimo en la dieta del camarón de río *Cryphiops caementarius*, demostrando efectos sobre el crecimiento, muda y supervivencia de machos de esta especie y un artículo publicado por la revista *Pesq Agropec Bras* revela en conejos crecimiento de la descendencia.¹⁷ Un artículo publicado en *Journal of Applied Animal Research* en 2019, refiere que los biomodelos alimentados con lecitina de soya presentaron ganancia de peso



mayor y aumento de los niveles globales de inmunoglobulinas y de proteasas, sin mostrar cambios en la actividad de las lipasas digestivas. Sus autores plantean que la lecitina dietética es la fuente mayor de fosfatidilcolina y, al ser hidrolizada a nivel intestinal, se transforma en lisofosfatidilcolina, precursor importante para muchas rutas metabólicas, que puede ahorrar un poco de energía por su biosíntesis, derivándose a otro proceso metabólico, lo que puede explicar el aumento de peso.²⁰

Independientemente de los múltiples estudios e investigaciones realizadas, el dato más concluyente sobre los beneficios de la soja y sus derivados reside en los años de consumo por más de la mitad de la población mundial. Lo analizado hasta aquí nos lleva a pensar en la posibilidad de que con dosis mínima se modulen funciones que favorezcan un aumento del peso, pero tras administraciones repetidas y mayores, es probable se logre reducir peso por diferentes mecanismos, lo que plantea la necesidad de otros estudios que demuestren la relación de este fenómeno con los constituyentes del producto o por efectos negativos sobre la salud.

CONCLUSIONES

La lecitina de soya, dependiendo de la dosis, modifica parámetros antropométricos en ratas Wistar, probablemente relacionados con la modulación de funciones fisiológicas y bioquímicas, que deben ser corroboradas en investigaciones futuras, empleando técnicas más robustas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Repetto, G; Álvarez Herrera, C; del Peso, A. Estrategias de identificación de planteamientos alternativos a la experimentación animal. *Revista de Toxicología* 2014; 31(2):108-114.
2. Cala Calviño L, Sánchez Hechavarria ME, García Torres DS. Aspectos farmacológicos de la lecitina de soya y sus posibles aplicaciones médicas. *MEDISAN* 2017 Ene; 21(1): 83-95. Delgado Andrade C, Olías R, Jiménez López JC, Clemente A. Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosas para la salud humana. *Arbor* 2016;192 (779):a313. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/>.



3. Mamounis KJ, Yasrebi A, Roepke TA. Linoleic acid causes greater weight gain than saturated fat without hypothalamic inflammation in the male mouse. *J Nutr Biochem* 2017; 40:122-131. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2016.10.016
4. Bellido D, Carreira J, Bellido V. Evaluación del estado nutricional: antropometría y composición corporal. En: Ángel Gil. *Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el estado de salud*. Tomo V. Madrid: Panamericana; 2017.pp. 99-132.
5. Castillo Alfonso O, González Madariaga Y, Bermúdez Muñoz G, Romero Borges R, Rojas Machado N. Acciones capacitadoras para la competencia de profesionales y técnicos en experimentación con animales de laboratorio. *EDUMECENTRO* 2020 Jun; 12(2): 161-176.
6. Chito Trujillo DM, Ortega Bonilla RA, Ahumada Mamián AF, Rosero López B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) versus soja (*Glycine max* [L.] Merr.) en la nutrición humana: revisión sobre las características agroecológicas, de composición y tecnológicas. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2017;21(2):184-98. DOI: 10.14306/renhyd.21.2.256
7. Pele GI, Ogunsua AO, Adepeju AB, Esan YO, Oladiti EO. Effects of Processing Methods on the Nutritional and Anti-Nutritional Properties of Soybeans (*Glycine max*). *Afr. J. Food Sci. Technol* 2016;7(1):009-012. DOI: 10.14303/ajfst.2016.010
8. Aoyama T, Kohno M, Saito T, Fukui K, Takamatsu K, Yamamoto T. Reduction by phytate-reduced soybean beta-conglycinin of plasma triglyceride level of young and adult rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 2001; 65:1071-5. DOI: 10.1271/bbb.65.1071.
9. Leiva R, Olguin M, Labourdette V, Revelant G, Gayol M, Posadas M. Salvado de soja: efectos sobre el crecimiento en ratas. *Redalyc. Bioquímica y Patología Clínica* 2007; 71(3):59-70.
10. Kumari S, Krishnan V, Jolly M, Sachdev A. Reduction in phytate levels and HCl-extractability of divalent cations in soybean (*Glycine max* L.) during soaking and germination. *Ind J Plant Physiol* 2015; 20(1):44-9. DOI: 10.1007/s40502-014-0132-5
11. Wang M, Fu Y, Liu H. Nutritional quality and ions uptake to PTNDS in soybeans. *Food Chem* 2016; 192: 750-9. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.07.002
12. Yasothai R. Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2016; 5(6):3793-3797. DOI: <https://www.ijset.net/journal/1377.pdf>

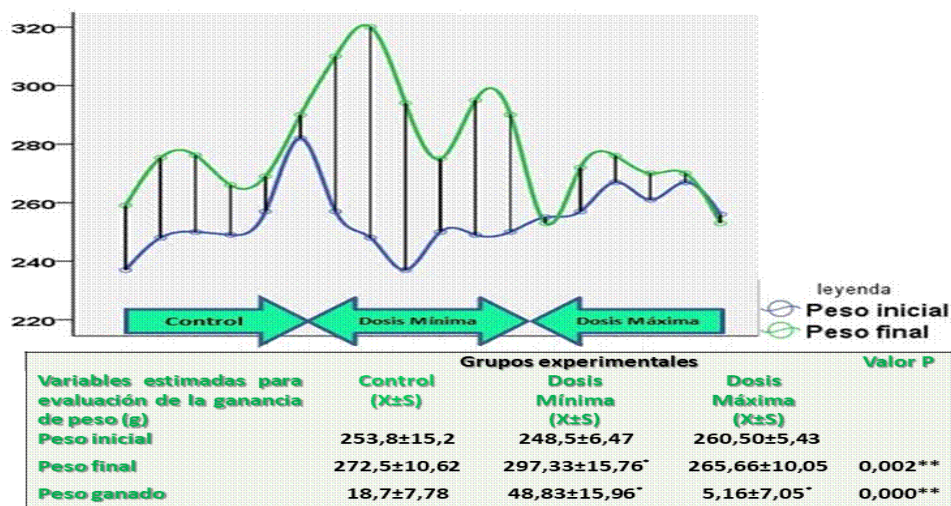


13. Perris PD, Silva C, Fernández I, Mambrin MC, Slobodianik NH, Feliu MS. Dietas con diferentes fuentes lipídicas: su efecto en el perfil de ácidos grasos séricos de la rata. *Rev. chil. nutr* 2014 Sep; 41(3): 292-296. DOI: 10.4067/S0717-75182014000300010.
14. Li D, Ikaga R, Yamazaki T. Soya protein β -conglycinin ameliorates fatty liver and obesity in diet-induced obese mice through the down-regulation of PPAR γ . *British Journal of Nutrition* 2018; 119(11):1220-1232. DOI: 10.1017/S0007114518000739.
15. Kim M, Im S, Cho Yk, Choi C, Son Y, Kwon D, *et al.* Anti-Obesity Effects of Soybean Embryo Extract and Enzymatically-Modified Isoquercitrin. *Biomolecules* 2020; 10(10):1394. DOI: [10.3390/biom10101394](https://doi.org/10.3390/biom10101394)
16. Attia Y El-Wahab, El-Hamid A, El-Syed A, de Oliveira MC, Nagadi Sameer A, Kamel I, *et al.* Physiological parameters and productive performance of rabbit does and their off springs with dietary supplementation of soy lecithin. *Pesq Agropec Bras* 2018; 53(9):1078-1085. DOI: 10.1590/s0100-204x2018000900012
17. Ibrahim KS, El-Sayed EM. Dietary conjugated linoleic acid and medium-chain triglycerides for obesity management. *J Biosci.* 2021; 46:12. PMID: **33709964**
18. Acosta Hurtado A, Quiñones Ramos D, Reyes Avalos W. Efecto de dietas con lecitina de soya en el crecimiento, muda y supervivencia de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae). *Scientia Agropecuaria* 2018; 9(1):143 -151. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.15.
19. Pagheh E, Agh N, Marammazi Jasem G, Nouri F, Sepahdari A, Gisbert E, *et al.* Dietary soybean lecithin affects growth performance, fillet biochemical composition and digestive enzyme activity in *Sparidentex* hasta juvenile. *Journal of Applied Animal Research* 2019; 47(1):24-33. DOI: [10.1080/09712119.2018.1557663](https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1557663)



ANEXOS

Anexo 1



Nota: Nótese la tendencia al incremento de peso en el grupo que recibió dosis mínima y la reducción evidente del peso ganado en el grupo que recibió dosis máxima. Valor $p < 0,05$ significativo estadísticamente reflejado en tabla al margen inferior de la figura (*comparación del grupo experimental respecto al control; **comparación entre los grupos experimentales).

Fig.1- Efectos de la lecitina de soya sobre el peso corporal según grupos experimentales.

Anexo 2

Tabla 1. Efectos de la lecitina de soya sobre peso corporal semanal según grupos experimentales

Peso (g) por semanas	Grupos Experimentales			Valor P
	Control (X±S)	Dosis Mínima (X±S)	Dosis Máxima (X±S)	
Peso semana 1	253,8±15,22	248,50±6,47	260,50±5,43	0,006**
Peso semana 2	259,2±13,26	257,83±6,46	261,68±10,06	0,449
Peso semana 3	264,9±12,35	270,08±7,55	262,23±9,54	0,145
Peso semana 4	268,7±11,46	286,65±13,60*	264,75±9,88	0,010**
Peso semana 5	272,5±10,62	297,33±15,76*	265,66±10,05	0,002**

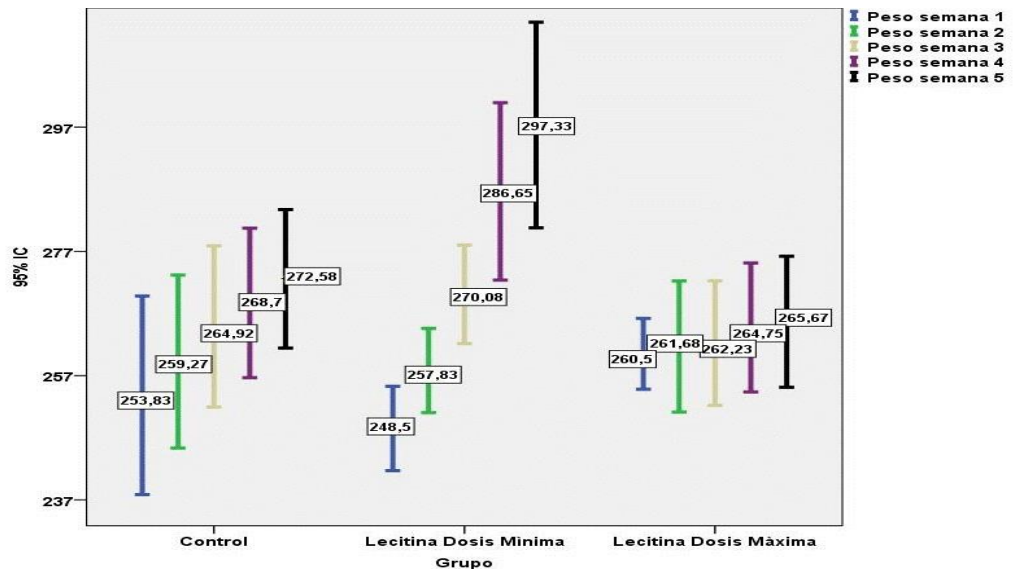
Fuente: Registro de parámetros antropométricos en biomodelos.

X- media aritmética; S- desviación estándar.



Valor $p < 0,05$ significativo estadísticamente (*comparación del grupo experimental respecto al control; **comparación entre los grupos experimentales).

Anexo 3



Fuente: Tabla1.

Fig.2 - Evaluación de la tendencia del peso semanal en los grupos experimentales.

Anexo 4





Nota: La imagen superior muestra el registro de la longitud hocico-ano. Procedimiento de registro de circunferencia abdominal (izquierda) y torácica (derecha) se observan debajo.

(Fuente: El autor)

Fig.3 - Fotografía que evidencia procedimiento de registro de medidas antropométricas.

Anexo 5

Tabla 2. Efectos de la lecitina de soya sobre las principales variables antropométricas según grupos experimentales

Variables estimadas para evaluación de medidas antropométricas		Grupos Experimentales			Valor P
		Control (X±S)	Dosis Mínima (X±S)	Dosis Máxima (X±S)	
Longitud Hocico-ano	Inicial	21,3±0,39	21,18±0,24	21,41±0,58	0,389
	Final	22,3±0,60	21,75±0,418	21,53±0,32*	0,341
Circunferencia abdominal	Inicial	12,8±0,25	13,00±0,54	13,25±0,61	0,473
	Final	13,3±0,40	14,75±0,82*	13,41±0,73	0,014**
Circunferencia torácica	Inicial	11,4±0,80	11,50±0,77	12,00±0,31	0,174
	Final	12,5±0,58	13,33±0,40*	12,61±0,49	0,021**

Fuente: Registro de parámetros antropométricos en biomodelos.

X-media aritmética; S- desviación estándar.

Valor $p < 0,05$ significativo estadísticamente (*comparación del grupo experimental respecto al control; **comparación entre los grupos experimentales).

Los autores certifican la autenticidad de la autoría declarada, así como la originalidad del texto.