



Health & Nutrition
Research

MLS Health & Nutrition Research

ISSN: 2952-2471



<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL

Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe

Iñaki Elío Pascual. Universidad Europea del Atlántico, España

Editores Asociados / Associate Editors / Editores asociados

Diego Gómez Ceballos. Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

Anna Vila Martí. Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya, España

Tara Rendo Urteaga. Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

Sandra Sumalla Cano. Universidad Europea del Atlántico, España

Secretaria / Secretary / Secretário

Mariana Gómez vicario, Universidad de Jaén, España

Consejo Científico Internacional / International scientific committee / Conselho científico internacional

Erika Fabiola Gómez García. Universidad Autónoma de Baja California, México

Beatriz Adriana Corona Figueroa. Universidad Autónoma de Guadalajara, México

Saby Camacho López. Nutrir México, México

Fabiola Rivera Ramírez. Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, México

Edwin Enrique Martínez Leo. Universidad Latino, México

Patrocinadores:

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana (España)

Universidad internacional Iberoamericana. Campeche (México)

Universidad Europea del Atlántico. Santander (España) Universidad

Internacional Iberoamericana. Puerto Rico (EE. UU) Universidade

Internacional do Cuanza. Cuito (Angola)

Colaboran:

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de Cantabria (CITICAN)

Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) - Universidad de Jaén

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Campeche (CITTECAM) – México

Portada: Elabora por FUNIBER

SUMARIO • SUMMARY • RESUMO

- Editorial 113

INVESTIGACIONES

- Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de yogur firme fortificado con proteínas de lupino andino (*lupinus mutabilis*).....114
Sensory evaluation and physicochemical properties of set-type yoghurt fortified with andean lupin
Carolina Antonela Curti, Universidad Nacional de Salta; Agustina Marcela Lotufo-Haddad, Universidad Nacional de Salta; Gabriel Vinderola, Universidad Nacional del Litoral; Adriana Noemí Ramón, Universidad Nacional de Salta
- Cultivo de batata doce de polpa alaranjada no norte de Moçambique em prol da diversidade alimentar e ingestão de pro-vitamina A a em famílias rurais..... 129
Growing orange-fleshed sweet potatoes in northern mozambique for dietary diversity and pro-vitamin a intake in rural households
Filipe Chiambiro Zano, Save the Children Internacional; Abdul Naico, Centro Internacional de Batata; Ossufo Jeque, Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural.
- Implicación de la vitamin D sérica con el correcto desarrollo del embarazo: revision bibliográfica.....148
Bibliographic review on the involvement of serum vitamin d in proper pregnancy development
Andrea de Santiago Arozamena,, Universidad Europea del Atlántico
- Revisión sobre la intervención dietética en syndrome de ovario poliquístico..... 164
Dietary intervention in polycystic ovarian syndrome
– a bibliographical review
Sara Calvo Pajares, Universidad Europea del Atlántico
- Efecto del ayuno intermitente sobre la salud cardiometabólica de personas obesas con síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua.....182
Effect of intermitent fasting on cardiometabolic health in obese persons with metabolic syndrome compared to continuous caloric restriction
Ana Sainz, Universidad Europea del Atlántico

Editorial

Desde el Comité Editorial de la revista MLS Health and Nutritional Research en la transferencia de conocimiento científico en el ámbito de la salud, nutrición y alimentación. Agradecemos a los autores que han enviado sus manuscritos y animamos a que sigan enviando sus artículos para poder contribuir en el avance del conocimiento.

En el primer artículo se aborda la “Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de yogur tipo set enriquecido con proteínas de altramuz andino (*Lupinus mutabilis*)” con formulaciones con 0,5; 1 y 1,5% de concentrado proteico (69% de proteínas, 4% de grasas y 21% de carbohidratos) utilizando un cultivo iniciador comercial y leche de vaca. Se evaluó aceptabilidad de color, aroma, textura y gusto.

El siguiente artículo analiza el “El cultivo de boniatos de pulpa anaranjada en el norte de Mozambique favorece la diversidad de la dieta y la ingesta de provitamina A, en las familias rurales”, el objetivo de la investigación era conocer los niveles de producción de batata y la diversidad dietética de las poblaciones rurales de Nampula y Zambézia, norte y centro de Mozambique.

Desde el campo de la nutrición comunitaria la “Implicación de la vitamina D sérica durante el embarazo, en los resultados obstétricos y perinatales”, la nutrición materna es un factor determinante en el correcto desarrollo del embarazo. Uno de los micronutrientes que cobran especial importancia en esta etapa es la vitamina D. El papel principal de la Vitamina D es la regulación de la homeostasis del calcio, aunque, también ejerce un papel importante en el desarrollo del embarazo.

El siguiente artículo “Revisión sobre la intervención dietética en síndrome de ovario poliquístico”, el objetivo del presente estudio es investigar la intervención dietética óptima en mujeres con Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP).

Por último “Efecto del ayuno intermitente sobre la salud cardiometabólica de personas obesa con síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua” en el que se ha analizado diferentes intervenciones como el ayuno intermitente y la restricción calórica continua para el control de los parámetros cardiometabólicos en adultos obesos con síndrome metabólico.

Editor Jefe
Dr. Iñaki Elío Pascual



Cómo citar este artículo

Curti, C.A., Lotufo-Haddad, A.M., Vinderola, G y Ramón, A.N. (2023). Sensory evaluation and physicochemical properties of set-type yoghurt fortified with andean lupin (*lupinus mutabilis*) proteins. *MLS Health & Nutrition Research*, 2(2), 114-128. 10.60134/v2i2.2153

Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de yogur firme fortificado con proteínas de lupino andino (*lupinus mutabilis*)

Carolina Antonela Curti

Universidad Nacional de Salta. Salta (Argentina)

carolinaacurti@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2545-1428>

Agustina Marcela Lotufo-Haddad

Universidad Nacional de Salta. Salta (Argentina)

agustinalotufohaddad@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9201-077x>

Gabriel Vinderola

Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina)

gvinde@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6190-8528>

Adriana Noemí Ramón

Universidad Nacional de Salta. Salta (Argentina)

adrianayricardo@gmail.com : <https://orcid.org/0000-0003-3458-4959>

Resumen. El objetivo fue evaluar las características sensoriales y propiedades fisicoquímicas del yogur rico en proteínas fortificado con concentrado proteico de chocho andino (*Lupinus mutabilis*). Se obtuvieron formulaciones con 0,5; 1 y 1,5% de concentrado proteico (69% de proteínas, 4% de grasas y 21% de carbohidratos) utilizando un cultivo iniciador comercial y leche de vaca. Se evaluó aceptabilidad de color, aroma, textura y gusto con escala hedónica de 9 puntos y 100 adultos con edades entre 18-59 años. Los participantes seleccionaron los atributos más convenientes para describir los yogures utilizando la prueba CATA (Check-All-That-Apply). Se evaluó la composición química, el pH y la acidez, así como las propiedades texturales. El yogur con 0,5% de concentrado de proteína de lupino fue aceptable; al adicionarse al 1 y 1,5%, se incrementó el amargor, gusto residual y astringencia de las formulaciones. Los valores de pH y contenido de ácido láctico en los productos fortificados fueron similares a la muestra de control, sin embargo, la sinéresis fue menor. El yogur con 0,5% de concentrado de proteína de chocho mostró mayor firmeza y menor adhesividad. La adición de frutas, cereales o miel podría ser una estrategia para aumentar la aceptabilidad según la percepción de los participantes. El uso de yogur como aderezo en ensaladas también podría ser una forma novedosa de consumo. Los yogures tipo firme fortificados con proteínas de chocho andino podrían ser alternativas para aumentar la ingesta diaria de proteínas, sin embargo, se deben optimizar algunas propiedades sensoriales.

Palabras clave: yogur; legumbre; proteínas; características sensoriales

Sensory evaluation and physicochemical properties of set-type yoghurt fortified with andean lupin (*Lupinus mutabilis*) proteins

Abstract. The aim of this study was to evaluate the sensory characteristics and the physicochemical properties of high-protein yoghurt fortified with Andean lupin (*Lupinus mutabilis*) protein concentrate. Formulations with 0.5, 1 and 1.5% of protein concentrate (containing 69% proteins, 4% fats and 21% carbohydrates) were obtained using a commercial starter culture and cow's milk. The acceptability for colour, flavour, texture and taste was evaluated with a hedonic 9-point scale and 100 adults aged between 18-59 years. Participants selected the attributes more convenient to describe the yoghurts using the CATA (Check-All-That-Apply) test. The chemical composition, pH and acidity as well as the textural properties were evaluated. The yoghurt with 0.5% lupin protein concentrate was acceptable according to the sensory attributes. The protein concentrate, when adding at 1 and 1.5%, increased the bitterness, the residual taste and astringency of formulations. The pH values and lactic acid content in fortified products were similar to the control sample, however the syneresis was lower. The yoghurt with 0.5%. The addition of fruits, cereals or honey could be a strategy to increase the acceptability according to participants' perceptions. The use of yoghurt as dressings in salads could also be a novel form of consumption. The set-type yoghurt fortified with Andean lupin proteins could be alternatives to increase the daily intake of proteins, however some sensory properties should be optimized.

Keywords: yoghurt; legume; proteins; sensory characteristics

Introducción

El yogur es el producto obtenido por coagulación y fermentación mediante la acción de microorganismos proto-simbióticos de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* con la adición o no de otras bacterias lácticas que contribuyen a determinar las características del producto acabado. (1). Los ingredientes obligatorios permitidos en la formulación son leche o leche reconstituida normalizada en su contenido de grasa y cultivos de bacterias lácticas. También pueden utilizarse ingredientes opcionales como leche concentrada, nata, mantequilla, leche en polvo, fruta, miel, coco, cereales, verduras. Los ingredientes no lácteos, solos o combinados, deben estar presentes en una proporción máxima del 30 % (m/m) del producto final (3). En los últimos años ha aumentado la demanda de yogures ricos en proteínas, es decir, con un mínimo del 5,6 % de proteínas y menos del 15% de grasas (3). El interés por el yogur rico en proteínas radica en el concepto de control de peso y mantenimiento de un estilo de vida saludable (3). El yogur rico en proteínas podría ser beneficioso en la nutrición infantil, de ancianos o deportiva debido a la capacidad de las proteínas para aumentar los aminoácidos plasmáticos y desencadenar la síntesis de proteínas (4). Además, los yogures ricos en proteínas podrían ser beneficiosos en dietas de restricción calórica, ya que la ingesta de energía procedente de las proteínas parece tener un mayor efecto sobre la saciedad que la ingesta de grasas o hidratos de carbono (5).

El contenido proteínico del yogur puede aumentarse antes de la fermentación mediante la adición de leche en polvo, suero en polvo y concentrados de caseína micelar, o conseguirse después de la fermentación mediante drenaje, evaporación o filtración por membrana (3). Un yogur natural con gran aceptación entre los consumidores debe tener, en general, una textura suave, uniforme y apta para cuchara. Debe estar libre de grumos, granulosidad y separación visual del suero, y tener un sabor limpio y típico a yogur (6,7). La composición de la base láctea y los parámetros y condiciones de elaboración influyen en las propiedades sensoriales y físicas del yogur. El yogur rico en proteínas enriquecido con leche en polvo mostró una mayor aceptabilidad sensorial en comparación con los

productos adicionados con suero en polvo y caseinatos. Sin embargo, la percepción del amargor era una limitación para consumir estos productos. También se percibieron otros defectos sensoriales como granulosidad, amargor, sabor demasiado ácido y separación del suero (6).

Una estrategia para obtener yogur rico en proteínas es el uso de proteínas de leguminosas. Los ingredientes a base de legumbres son tendencia debido a la creciente demanda de personas vegetarianas que giran en torno al cuidado del medio ambiente (8). El uso de proteínas de leguminosas en la formulación de diferentes alimentos fermentados podría aumentar la ingesta de proteínas a menor coste en los países de renta baja (9). Además, la investigación de innovaciones alimentarias que diversifiquen el uso de las legumbres puede promover su cultivo en sistemas de cultivo sostenibles, al tiempo que mejora la calidad nutricional de los productos (6).

La limitación para utilizar proteínas de leguminosas en la formulación de alimentos es su sabor desagradable, así como la presencia de factores antinutricionales (10). El mal sabor se produce debido a un almacenamiento inadecuado de las legumbres, al sobrecalentamiento de los extractos de proteínas, entre otros, y limita el uso de ingredientes de legumbres en el desarrollo de productos (10). Los principales factores antinutricionales de las legumbres son las saponinas, los taninos, el ácido fítico, el gospol, las lectinas, los inhibidores de la proteasa, el inhibidor de la amilasa y los goitrógenos. Los factores antinutricionales se combinan con los nutrientes y reducen su biodisponibilidad. Estos compuestos pueden reducirse aplicando diferentes métodos y tecnologías, como la fermentación, la germinación, el autoclave, el remojo, etc. (11). Los ingredientes comestibles de las legumbres, como la harina y los concentrados de proteínas, se utilizan en la formulación de diversos alimentos para aumentar el valor nutricional, las propiedades saludables y las características funcionales de los productos (10). En el yogur, la adición de harina de leguminosas y concentrado proteico aumentó los contenidos de proteínas y fibra, la viscosidad de las formulaciones y las propiedades antioxidantes del producto (12,13, 14).

El altramuz andino (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de Sudamérica que se consume en la cocina tradicional de Perú, Bolivia y Ecuador (15).

El género *Lupinus* (familia Fabaceae) comprende unas 267 especies de altramuces que crecen en diversas regiones, desde el nivel del mar hasta los Andes (16). Se consumen cuatro especies: el altramuz blanco (*L. albus*), de amplia distribución mundial, el azul (*L. angustifolius*), el amarillo (*L. luteus*) y el andino (*L. mutabilis*). Esta última es originaria de la región que va desde Ecuador hasta el noroeste de Argentina (17, 18). En 2019 se produjeron 1.006.842 toneladas de altramuces en el mundo, siendo Australia y Nueva Zelanda los países donde se registró la mayor producción (19).

El altramuz andino tiene los mayores contenidos de proteínas y grasas (40-50 g/100g y 20-30 g/100g, respectivamente) en comparación con otras leguminosas como el guisante y el garbanzo (20). Las semillas son fuentes de compuestos bioactivos como polifenoles y carotenoides con propiedades antioxidantes y antihipertensivas (21). El altramuz andino contiene ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados que pueden favorecer la salud cardiovascular. Las proteínas están representadas por las globulinas (80 %) como en otras leguminosas y hay una pequeña proporción de albúminas y prolaminas (15). Los aminoácidos cisteína y metionina son limitantes, mientras que la lisina, leucina, isoleucina, tirosina y ácido glutámico son abundantes (15, 18).

Los cereales contienen una cantidad significativa de fibra dietética, pero no almidón. Las cáscaras están compuestas de celulosa, hemicelulosa y pectina, mientras

que en los cotiledones hay polisacáridos compuestos de galactosa, arabinosa y ácido urónico (22). Los altramuces contienen alcaloides amargos de la familia de las quinolizidinas. Estos compuestos son tóxicos, por lo que deben eliminarse (23). La mayoría de los alcaloides son solubles en agua, el proceso tradicional de desamargado incluye el remojo de las semillas durante 18-20 h, seguido de una cocción de entre 0,5 y 6 h (24).

De las semillas de altramuz andino se obtienen varios ingredientes (concentrados y aislados de proteínas, aceite comestible y harina de altramuz) (20).

El concentrado de proteína de altramuz, que tiene ~60 % de proteínas de altramuz, se ha utilizado en la producción de pan y fideos mostrando buenas características sensoriales y una alta aceptabilidad por parte del consumidor. La incorporación de productos derivados del altramuz, como la harina, a los alimentos fermentados ha sido limitada debido al regusto persistente que se percibe en las formulaciones (23). El regusto podría atribuirse al remanente de alcaloides, compuestos tóxicos y amargos para humanos y animales (15). Su presencia en los alimentos representa una preocupación para su consumo seguro, ya que su ingestión puede causar intoxicación. Los alcaloides pueden eliminarse remojando, cocinando y lavando las semillas de altramuz, hasta un nivel de consumo seguro <0,02 g/100 g de semillas (15). También existen variedades mejoradas con menor contenido en alcaloides, pero no están disponibles en América Latina (25).

La demanda de productos saludables es cada vez mayor, sobre todo de aquellos con ingredientes nuevos, más sostenibles y de menor coste (26). Existe potencial para producir yogur rico en proteínas con concentrado proteico de altramuz andino para aumentar la oferta de productos saludables (24). El uso de ingredientes de altramuz más refinados, como el concentrado de proteínas, podría mejorar las propiedades sensoriales del producto final, ya que su contenido en alcaloides es menor (24). Así pues, el objetivo de este estudio era evaluar las características sensoriales y las propiedades fisicoquímicas de estos productos para futuras aplicaciones industriales

Métodos

Formulación de yogur tipo set

El procedimiento para obtener yogur tipo set fortificado con concentrado proteico de altramuz andino fue publicado previamente (27). Brevemente, las semillas de altramuz se desbacterizaron siguiendo el método acuoso tradicional. Las semillas se remojaron en agua a 25°C durante 18 h, después se cocieron durante 1h en agua de bolera y se lavaron durante 5 días a 25°C. Las semillas debitasas se secaron en horno a 60°C, se molieron y se tamizaron para que pasaran por un tamiz de 250 µ. La harina desgrasada se desengrasó con una solución acuosa de etanol (70:30 p/v) durante 24 h por maceración, después se filtró, se recogió la harina y se secó en horno a 60°C. La harina de altramuz desgrasada se extrajo a pH 7 con solución 1M de NaOH durante 1h a 30°C, luego se centrifugó a 3300 xg para eliminar las fibras insolubles y la solución proteica se secó por atomización (28). La composición química del concentrado proteico de altramuz correspondía a 69,4 % de proteínas, 4 % de grasas, 5,7 % de cenizas, 21 % de hidratos de carbono (27).

Los ingredientes y el cultivo iniciador de ácido láctico utilizados en el presente estudio para obtener el yogur fueron diferentes de los comunicados anteriormente. Los yogures tipo set se formularon con leche desnatada en polvo Manfrey® al 13,5 %, esencia de vainilla al 0,4%, gelatina Royal® al 0,5 % y cultivo termófilo liofilizado DVS compuesto por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbruecki bulgaricus* (CHR

HANSEN® YF-L812 n° 3381849). El concentrado proteico de altramuz andino se utilizó al 0,5, 1 y 1,5 % en agua filtrada. Las soluciones proteínicas se agitaron a 600 xg durante 3 min y se calentaron a 90°C durante 10 min. A continuación, se añadieron leche desnatada en polvo y gelatina. La mezcla se homogeneizó y se calentó a 85°C durante 4s. A las muestras de yogur se les añadió esencia de vainilla y se enfriaron a 45°C para inocular el cultivo de bacterias lácticas. Las bacterias se inocularon al 0,04 % según las recomendaciones del fabricante. Cada yogur se colocó en recipientes de plástico individuales y se incubó a 43-45°C. También se obtuvo una muestra de control (sin la adición del concentrado proteico de altramuz andino) siguiendo el mismo procedimiento. Tras alcanzar un pH de 4,8, las muestras se enfriaron y se refrigeraron a 5 °C durante 24 h (27).

Evaluación sensorial

El protocolo para los análisis sensoriales fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta (DC 714/19). Los participantes (n= 100), con edades comprendidas entre los 18 y los 59 años, eran consumidores habituales de productos lácteos, sin alergias alimentarias ni intolerancia a la lactosa, y fueron reclutados en la Universidad. Los consumidores firmaron un acuerdo informado para participar en el estudio. Los yogures enriquecidos y la muestra de control en sus envases (40 g cada uno) se codificaron con números aleatorios de tres cifras. Las muestras se presentaron a los consumidores en un orden de rotación equilibrado (29). También se sirvió agua y galletas. Se indicó a los participantes que se enjuagaran el ratón entre cata y cata de las muestras.

Las muestras de yogur se evaluaron en función de su aceptabilidad por el color, el sabor, el gusto, la textura y la impresión general (aceptabilidad global) utilizando una escala categórica hedónica de nueve puntos valorada de 1 (me disgusta mucho) a 9 (me gusta mucho). Para evaluar las características sensoriales de las muestras de yogur se utilizó la prueba de "marque todo lo que corresponda" (30). Se indicó a los participantes que seleccionaran los atributos que consideraran convenientes para describir el producto que estaban degustando. El cuestionario CATA estaba compuesto por términos sensoriales y no sensoriales, presentados aleatoriamente dentro de los dos grupos de términos y entre productos: *amargo, astringente, sabor a leche, sabor a medicamento, salado, picante, regusto amargo, dulce, ácido, firme, espeso, sabor a vainilla, blanco, separación del suero, sano, nutritivo, lo comería todos los días, merienda/desayuno, alimento dietético, ligero, feo/desagradable; sabroso/agradable*. Los términos CATA se seleccionaron de acuerdo con estudios previos en los que los consumidores evaluaron el yogur enriquecido con proteínas lácteas (31). Al final del cuestionario, los consumidores tenían que expresar sus apreciaciones sobre cada producto en forma de frase.

Propiedades fisicoquímicas

Dado que los yogures se formularon con ingredientes diferentes, fue necesario controlar las propiedades fisicoquímicas. El valor del pH, el contenido de ácido láctico y el porcentaje de sinéresis se determinaron tras 24 h de almacenamiento refrigerado. Los valores de pH se evaluaron con un pHmetro digital HANNA® y el contenido de ácido láctico se evaluó utilizando el método de valoración ácido-base y fenoltaleína como indicador (32). La sinéresis se determinó como el porcentaje de expulsión del suero (33). Brevemente, los yogures en sus envases se escurrieron boca abajo durante 2h, el suero se recogió en un recipiente de vidrio tarado y los yogures se pesaron. El porcentaje de suero expulsado se calculó como la diferencia entre el peso inicial del recipiente y el peso después de escurrir el suero del yogur.

La composición química del yogur enriquecido y de la muestra de control se determinó según los métodos de la AOAC: el contenido de humedad se evaluó por deshidratación de las muestras en estufa de vacío a 105°C, las cenizas por incineración en mufla de las muestras a 550°C, las proteínas se determinaron por el método de Kjeldhal y el factor utilizado para convertir el nitrógeno en proteínas fue de 6,25. El contenido de grasa se evaluó aplicando el método Gerber, en el que la grasa separada se midió directamente en un butirómetro calibrado (32). El contenido total de hidratos de carbono se calculó aplicando la ecuación= 100 - (humedad + proteínas + grasas + cenizas).

Las propiedades texturales se analizaron mediante penetración uniaxial de muestras de yogur utilizando un analizador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido). Cada producto en el contenedor individual se acondicionó a 8°C. La penetración se realizó con una sonda cilíndrica plana de 25x35 mm a 45 mm de profundidad a una velocidad de 3 mm s⁻¹ y una fuerza de compresión de 15 g. La sonda se colocó a 20 mm de distancia inicial de cada muestra. Se evaluaron los siguientes parámetros: la firmeza (N) definida como la fuerza máxima para conseguir una deformación dada que se representó por la fuerza pico del ciclo de penetración; el trabajo de firmeza realizado (mJ) definido como la energía necesaria para impulsar la sonda durante el paso de penetración descendente que se representó por el área bajo el pico positivo. La fuerza adhesiva (N) definida como la fuerza máxima generada durante la carrera ascendente de la sonda, se representó por la fuerza pico negativa. Estos parámetros se calcularon con el programa informático Texture Expert Exceed® (34).

Análisis estadístico

Los resultados de la evaluación de la aceptabilidad y las propiedades fisicoquímicas se expresaron en medias \pm desviaciones estándar. Se aplicaron las pruebas ANOVA y Tukey para evaluar las diferencias entre las muestras de yogur, utilizando un nivel de significación $p < 0,05$. Se calcularon las frecuencias de mención de cada término CATA seleccionado por los consumidores para cada producto y se aplicó la prueba Q de Cochran para comprobar las diferencias entre las características sensoriales. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión para estudiantes del programa Infostat® (35).

Resultados

Evaluación sensorial

Los consumidores que evaluaron las muestras de yogur correspondían en un 33 % a hombres y en un 67 % a mujeres de edades comprendidas entre 18-28 (12 %), 28-38 (20 %), 38-48 (25 %) y 48-58 años (43 %). El yogur con 0,5% de concentrado proteico de altramuz y la muestra de control resultaron aceptables para los consumidores según todos los atributos evaluados (Tabla 1). Los atributos de color, sabor y textura en yogures con 1 y 1,5 % del concentrado fueron considerados indiferentes por los consumidores. Las muestras de control obtuvieron las puntuaciones más altas en todos los atributos evaluados por los participantes.

Tabla 1.

Puntuaciones de la evaluación sensorial de yogures enriquecidos con 0,5, 1 y 1,5 % de concentrado proteico de altramuz andino y la muestra de control

Atributos	Y0.5	Y1	Y1.5	Controlar
Aceptabilidad general	6.8±0.7c	3.9±2.5a	4.7±2.6b	7.3 ± 1.7c
Color	6.9±0.9c	5.7±1.3b	5.1±2.3a	7.1 ± 1.6c
Sabor	6.9±0.9c	5.9±1.5b	4.9±2.6a	7.2 ± 1.6c
Textura	7.1±1.0c	5.9±1.4b	4.5±2.3a	7.4 ± 1.7c
Prueba	7.0±0.5c	3.3±1.4b	2.7±2.1a	7.5 ± 1.7d

Los valores seguidos de letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La prueba CATA reveló que las muestras de yogur alcanzaron diferencias significativas en casi todos los atributos, excepto en el término *firmeza* (Tabla 2). Los participantes indicaron que los productos con mayor proporción de concentrado de altramuz (1 y 1,5 %) eran menos espesos y tenían menos suero/líquido superficial (Tabla 2). Los productos enriquecidos se describieron como astringentes, picantes, con sabor a medicamento y amargos (Tabla 2). El sabor residual también se percibía en esos productos. El yogur con un 1 % de concentrado de proteínas se percibió como salado. Los yogures enriquecidos también se percibieron como picantes y menos dulces que la muestra de control. Los yogures con 1 y 1,5 % de concentrado proteico fueron percibidos por los consumidores como productos con menos sabor lácteo y a vainilla (Tabla 2). Los yogures enriquecidos con concentrado proteico de altramuz andino se percibieron como más ácidos y con menos color blanco que la muestra de control (Tabla 2).

El producto con un 0,5 % de concentrado proteico y la muestra de control se consideraron agradables según los consumidores. Los yogures enriquecidos con 1 y 1,5 % se percibieron como menos nutritivos, saludables y ligeros que el resto de formulaciones evaluadas (Tabla 2). No se percibían como alimentos dietéticos, para consumo diario o como desayuno (Tabla 2). Algunas apreciaciones evocadas por los participantes sobre estos yogures fueron: "*Me gustó al principio, pero al final me quedó un sabor amargo y astringente*", "*Me dejó en la boca un sabor parecido al medicinal*". Las formas de consumo evocadas fueron: "*Si le pusiera fruta, cereales y miel me lo comería como desayuno*", "*Si fuera acompañado de algo de fruta, estaría mejor*". Las ocasiones de consumo de estos productos fueron en ensaladas o como aliño, según expresaron los participantes: "*en ensaladas sería una buena alternativa*" o "*como aliño de ensaladas*".

Tabla 2.

Frecuencia de mención de las características sensoriales evaluadas mediante la prueba CATA en yogures fortificados con 0,5, 1 y 1,5 % de concentrado proteico de altramuz andino y la muestra de control

Condiciones CATA	Y0.5	Y1	Y1.5	Controlar
Amargo	4a	74b	94b	0a
Astringente	15b	22b	18b	6a
Sabor a leche	29b	16b	0a	24b
Sabor a medicamento	21b	40b	51b	0a
Salado	0a	6b	0a	0a
Picante	10b	12b	8b	1a
Regusto amargo	38b	32b	61b	3a
Dulce	23b	9a	10a	55c
Firme	61a	64a	64a	53a
Ácido	12ab	22ab	37b	0a
Color blanco	45ab	30ab	23a	61b
Sabroso/agradable	13a	9a	2a	49b
Feo/desagradable	0a	26b	24b	0a
Sabor a vainilla	24a	33ab	20a	46b
Nutritivo	14b	4a	2a	16b
Cómalo todos los días	6a	4a	2a	22b
Merienda	2a	0a	8b	35c
Desayuno	6a	2a	0a	19b
Sabor residual	39b	32b	39b	10a
Saludable	14a	8a	6a	33b
Luz	8a	16a	6a	41b
Alimentación dietética	20b	28b	10a	31b
Grueso	26b	12a	15a	17a
Separación del suero	17a	8a	22ab	44b

Los valores seguidos de letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Propiedades fisicoquímicas

Los valores de pH tras 24 h de almacenamiento refrigerado correspondieron a $4,8 \pm 0,0^a$ en Y0,5; Y1 e Y1,5, mientras que en la muestra de control fue de $4,7 \pm 0,0^b$. El pH era más elevado en los yogures enriquecidos, como se había observado anteriormente en los yogures enriquecidos con proteínas de leguminosas (25). En el día 1, el contenido de ácido láctico era de 1,2; 1,1 y 1,1 g/100 g en los yogures enriquecidos con 0,5, 1 y 1,5 % de concentrado de proteínas y de 1,1 g/100 g en la muestra de control. No se observaron diferencias significativas en el contenido de ácido láctico entre las muestras. Los valores de sinéresis correspondieron a $0,2 \pm 0,0^c$; $0,4 \pm 0,1^c$ y $0,5 \pm 0,2(b)$ en los yogures enriquecidos, mientras que en la muestra de control fue de $2,1 \pm 0,0^a$.

La tabla 3 muestra la composición química de los yogures. Los yogures enriquecidos mostraron un menor contenido de humedad que la muestra de control. Los yogures enriquecidos también mostraron un mayor contenido en proteínas y grasas, pero

un menor contenido en hidratos de carbono en comparación con el control. El contenido de cenizas era similar entre los yogures enriquecidos y los no enriquecidos.

Tabla 3. Composición química (g/100g) de los yogures enriquecidos con 0,5, 1 y 1,5 % de concentrado proteico de altramuz andino y la muestra de control

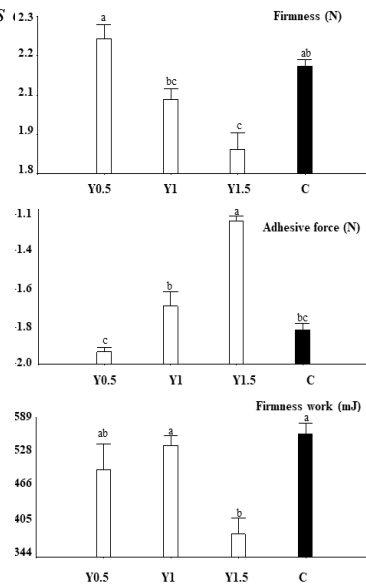
	Y0.5	Y1	Y1.5	Controlar
Humedad	80,8±0,3bc	80,4±0,2b	80,0±0,1c	82,6 ± 0,2a
Proteínas	6,9 ± 0,3b	6,8 ± 0,1b	7,9 ± 0,2a	5,8 ± 0,1c
Grasas	8,1 ± 0,2b	8,5 ± 0,1b	9,0 ± 0,2c	4,2 ± 0,2a
Cenizas	1,2 ± 0,1a	1,2 ± 0,2a	1,3 ± 0,2a	1,4 ± 0,2a
Carbohidratos	3,0 ± 0,2b	3,1 ± 0,2b	1,8 ± 0,2c	6,0 ± 0,0a

Los valores seguidos de letras distintas entre columnas indican diferencias significativas (p<0,05).

La Fig. 1 muestra las propiedades texturales de los yogures. El producto con 0,5 % de concentrado proteico de altramuz mostró mayor firmeza pero menor adhesividad en comparación con el resto de las formulaciones. El yogur con 1,5 % mostró el valor más alto de fuerza adhesiva. Los valores del trabajo de firmeza fueron similares en el yogur enriquecido con 0,5 % y 1 % de concentrado de proteínas y en la muestra de control.

Figura 1

Propiedades texturales (valor de firmeza, adhesividad y valor de fuerza adhesiva) evaluadas en yogures fortificados con 0,5, 1 y 1,5 % de concentrado proteico de altramuz andino y la muestra de control. Los valores seguidos de letras distintas significativas (p<0,05).



Debate y conclusiones

Los yogures tipo set enriquecidos con proteínas de altramuz andino podrían representar alternativas de consumo en la dieta diaria. La composición química de estos productos reveló un alto contenido en proteínas (>5,6%), por lo que podrían clasificarse como alimentos ricos en proteínas (3). El contenido de grasa era inferior al 15%, lo que supone una ventaja para la protección de la salud cardiovascular. Los alimentos con menor contenido en grasas pueden reducir la tensión arterial y los niveles de colesterol (9). Además, el yogur enriquecido con cultivos vivos puede aportar bacterias beneficiosas que, consumidas con regularidad, pueden favorecer la salud intestinal. Esto se debe a que la inclusión regular de alimentos fermentados en la dieta, incluido el yogur, aumenta la diversidad microbiana del intestino (9). La fermentación también tiene efectos beneficiosos en el ingrediente leguminoso añadido en la formulación. El proceso mejora el valor nutricional de las legumbres (10,36), como la digestibilidad de las proteínas y la disponibilidad de minerales. También redujo el contenido de factores antinutricionales, así como aumenta la disponibilidad biológica del remanente de fibra total y fenoles. La fermentación también mejora la viscosidad de los productos (36), como se observó en el yogur con un 0,5 % de concentrado de proteínas (Fig. 1).

Para promover el consumo de estos prometedores alimentos, deben optimizarse algunas características sensoriales. Los participantes percibieron los atributos de aroma, color y textura como indiferentes, mientras que el sabor y la aceptabilidad general fueron las propiedades que definieron como más destacadas y que podrían limitar el consumo (Tabla 1). Un estudio en el que los consumidores tenían que expresar sus opiniones y percepciones sobre los yogures enriquecidos con proteínas lácteas también descubrió que la adición de concentrado de proteína de suero y caseinatos disminuía la aceptabilidad y las puntuaciones de sabor en comparación con los productos complementados con leche en polvo (31). La disminución de la aceptabilidad del sabor se explicaba por la mayor percepción del sabor amargo y astringente en esos productos (31). Una impresión similar podría haber causado el yogur con proteínas de altramuz. Además, la percepción del sabor amargo también influyó en la aceptabilidad general del yogur (tablas 1 y 2).

La percepción del sabor residual y del sabor a medicamento en los yogures podría explicarse por la interacción entre el edulcorante y las proteínas de altramuz, así como por su unión con los receptores del sabor en la boca (37). Una estrategia planteada en un estudio anterior para aumentar la aceptabilidad sensorial fue la inclusión de un producto más refinado para reducir la percepción del amargor (37). Los resultados de este estudio mostraron que la utilización de extractos proteicos de altramuces secados por atomización, como producto refinado, no influyó positivamente en la percepción del sabor. El amargor de los yogures enriquecidos también podría explicarse por la presencia de plasmina. La plasmina puede provocar la hidrólisis de las caseínas del yogur, dando lugar a la formación de péptidos amargos. El sabor amargo del yogur se correlacionó positivamente con la sensación astringente en boca. La astringencia de los productos lácteos puede deberse a distintos compuestos, como la γ -caseína procedente de la degradación de β -CN inducida por plasmina (3). La combinación de proteínas de altramuz con proteínas lácteas en polvo de sabor suave, así como la concentración de leche previa a la fermentación, podrían proporcionar un yogur desnatado rico en proteínas con buenas propiedades sensoriales (3).

A pesar de que los yogures enriquecidos mostraban valores similares de pH y acidez medidos instrumentalmente, los consumidores los percibían como más ácidos, lo que podría explicarse por dos hechos. Una era que la percepción del amargor podría haber

influido en la percepción de la acidez o dos, la reacción de Maillard que podría haberse producido durante el calentamiento en la producción del yogur podría haber vuelto las proteínas de altramuz más ácidas al gusto (38). La reacción de Maillard es una reacción no enzimática que se produce cuando el grupo carbonilo de los azúcares reductores reacciona con el grupo amino de los aminoácidos, polipéptidos o proteínas, dando lugar a la producción natural de productos de la reacción de Maillard (PRM), una clase de compuestos con una amplia gama de propiedades sensoriales (38). Las reacciones exageradas suelen amargar los alimentos y acumular sabor a quemado. El control de la temperatura y el tiempo de calentamiento de las proteínas de altramuz podría ser una alternativa para reducir la reacción de Maillard y, por tanto, la percepción de la acidez en los yogures.

El rechazo del sabor amargo desempeñó un papel importante frente a la percepción de propiedades saludables. En un estudio anterior, los autores expresaron que algunos consumidores son más propensos a elegir un producto percibido como más sano, aunque presente algún defecto sensorial (39). Los resultados de la presente investigación mostraron que la percepción de los atributos saludables estaba influida por el sabor de los yogures. Según los participantes, los yogures enriquecidos eran menos dietéticos y ligeros que los de control (Tabla 2). Además, los yogures enriquecidos se percibieron como menos blancos que la muestra de control (Tabla 2), lo que podría atribuirse al color del concentrado de proteínas. El concentrado de altramuz andino mostró una tendencia al color amarillo, por lo que los parámetros de color de los yogures enriquecidos deberían medirse instrumentalmente para determinar las diferencias específicas entre productos.

La prueba CATA reveló que las muestras de yogur alcanzaron diferencias significativas en casi todos los atributos, excepto en el término *firmeza* (Tabla 2). Los yogures se percibían como similares según esta característica, sin embargo había diferencias en las propiedades texturales de los yogures (Fig. 1). Estudios anteriores informaron de un aumento de la viscosidad de los yogures debido a la adición de harinas de lentejas y garbanzos (14, 40) que se explicaba por el aumento de los sólidos totales, así como de los contenidos de proteína y fibra de estos ingredientes. La inclusión de harina de altramuz en la elaboración de yogures los hacía menos fluidos y más firmes (25). Los menores valores de firmeza y la mayor adhesividad mostrados en los yogures suplementados con un 1,5 % de concentrado proteico de altramuz andino podrían ser indicativos de una red de gel más débil, probablemente debido a una mala interacción entre las proteínas del altramuz y las de la leche de vaca (6). El gel más débil también podría atribuirse a los valores de pH más elevados al final del proceso de fermentación (4,8). Se ha observado que un pH final de fermentación más alto (~4,8) produce una viscosidad aparente más baja en los yogures (3). Por otra parte, la adición del concentrado de proteínas de altramuz resultó beneficiosa para reducir la sinéresis en los yogures, lo que podría atribuirse a la capacidad de las proteínas de leguminosas para absorber el suero expulsado por la red de caseína (6).

Los participantes evocaron nuevas formas de consumo de yogures enriquecidos. Aunque no consumirían estos productos en el desayuno (Tabla 2), la combinación con frutas, cereales o miel podría hacerlos más aceptables para el consumo. Las sugerencias deberían explorarse en futuros estudios, en términos de propiedades sensoriales y fisicoquímicas, ya que es necesario determinar la vida útil de los productos con más ingredientes. La adición de frutas, cereales o miel en el yogur puede modificar las características microbiológicas y fisicoquímicas (como el pH, la acidez y la sinéresis), que desempeñan un papel importante en la aceptabilidad por parte del consumidor (3). Otra herramienta para aumentar la aceptabilidad del consumidor podría ser el uso de otros aromatizantes, como fresa o melocotón, para enmascarar el sabor amargo, o la

combinación de edulcorantes de distinta naturaleza. El amargor y el sabor medicamentoso de los productos (Tabla 2) también pueden percibirse debido a la interacción del edulcorante con las proteínas del altramuz (37), por lo que el uso de edulcorantes diferentes podría reducir esta reacción. La utilización de yogures enriquecidos como aderezo en ensaladas también podría ser novedosa para la gastronomía, especialmente para la elaboración de recetas vegetarianas. Se trabajará en el desarrollo de otros productos más aceptables para la población y de consumo frecuente, como aperitivos o galletas a base de legumbres junto con otros cultivos de interés regional.

Se obtuvieron yogures ricos en proteínas enriquecidos con concentrado proteico de altramuz andino al 0,5, 1 y 1,5 %. La evaluación sensorial con 100 consumidores habituales de yogur reveló que sólo el producto con 0,5 % de concentrado proteico era aceptable según todos los atributos evaluados. Los yogures enriquecidos con proteínas de altramuz andino se percibieron como más ácidos, con sabor amargo y residual. A medida que aumentaba el porcentaje de concentrado proteico de altramuz andino en los productos, mayor era el amargor, el regusto y la astringencia. Además, la percepción de las propiedades saludables disminuyó debido a la percepción de esos defectos sensoriales. Los valores de pH y el contenido de ácido láctico fueron similares en los yogures enriquecidos en comparación con la muestra de control tras 1 día de almacenamiento. La sinéresis fue menor en los yogures enriquecidos que en la muestra de control. La adición de proteínas de altramuz andino al 0,5% aumenta la firmeza y disminuye la adhesividad del producto. La adición de frutas, cereales o miel podría aumentar la aceptabilidad de los productos, según evocaron los participantes. También debería explorarse el uso de yogur enriquecido como aderezo en ensaladas.

Referencias

- (1) Codex Alimentarius. Codex standard for fermented milks. CODEX STAN 243-2003. [en línea]. [Consultado el 8 de enero de 2023] https://www.fao.org/input/download/standards/400/CXS_243s.pdf
- (2) ANMAT. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Código Alimentario Argentino. 2023. [en línea]. [Consultado el 16 de febrero de 2023] <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- (3) Jørgensen CE, Abrahamsen RK, Rukke EO, Hoffmann TK, Johansen AG & Skeie SB. Processing of high-protein yoghurt—A review. *International Dairy Journal*. 2019; 88:42-59. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>
- (4) Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson, MP, Maubois, JL & Beaufrère B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1997; 94:14930-14935. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.26.14930>
- (5) Benelam B. Satiating, satiety and their effects on eating behaviour. *Nutrition Bulletin*. 2009; 24: 126. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2009.01753.x>
- (6) Lee WJ y Lucey JA. Formation and physical properties of yoghurt. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2010; 23 (9): 1127-1136. <https://www.animbiosci.org/upload/pdf/23-149.pdf>
- (7) Lucey JA. Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties *International Journal of Dairy Technology* 2004, 57: 77-84. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00142.x>
- (8) Goldstein N & Reifen R. The potential of legume-derived proteins in the food industry. *Grain & Oil Science and Technology*. 2022; 5 (4): 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2022.06.002>

- (9) Ahmad I, Hao M, Li Y, Jianyou Z, Yuting D & Lyu F. Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges-A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2022; 129 :558-580. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>
- (10) Reddy NR, Pierson MD, Sathe SK, & Salunkhe DK. Legume-based fermented foods: their preparation and nutritional quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1982; 17 (4) : 335-70. <https://doi.org/10.1080/10408398209527353>
- (11) Samtiya M, Aluko RE & Dhewa T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2020; 2 (6). <https://doi.org/10.1186/s43014-020-0020-5>
- (12) Agil R, Gaget A, Gliwa J, Avis TJ, Willmore WG y Hosseinian F. Lentils enhance probiotic growth in yogurt and provide added benefit of antioxidant protection. *LWT-Food Science and Technology*. 2013 50 (1): 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.032>.
- (13) Chen X, Singh M, Bhargava K y Ramanathan R. Yogurt fortification with chickpea (*Cicer arietinum*) flour: physicochemical and sensory effects. *JAOCS Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2018; 95 (8): 1041-1048. <https://doi.org/10.1002/aocs.12102>.
- (14) Zare F, Boye JI, Orsat V, Champagne C y Simpson BK. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International*. 2011;44(8): 2482-2488. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.002>.
- (15) Carvajal-Larenas FE, Linnemann AR, Nout MJR, Koziol M & Van Boekel MAJS. *Lupinus mutabilis*: composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016; 56 (9). 1454-1487.: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>.
- (16) Wolko B, Clements JC, Naganowska B, Nelson MN y Yang H. *Lupinus*. En C. Kole (Ed.) *Wild crop relatives: genomic and breeding resources. Legume crops and forages* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011; 153-206.
- (17) Atchison GW, Nevado B, Eastwood RJ, Contreras-Ortiz N, Reynel C, Madriñán S y Filatov DA (). *Lost crops of the Incas: origins of domestication of the Andean pulse crop tarwi, Lupinus mutabilis*. *American Journal of Botany*, 2016; 103 (9) : 1-15.
- (18) Noort M Van De (). *Lupin: an important protein and nutrient source*. En L. Nadathur, L. Sudarshan, W. Janitha y L. Scanlin (Eds.) *Sustainable Protein Sources*. Academic Press. 2016; 165-184.
- (19) FAOSTAT. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/>
- (20) Gabur I, Simioniuc DP. Pearl lupin (*Lupinus mutabilis*): a neglected high protein and oil content crop. *Neglected and Underutilized Crops*. 2023: 413-436. Capítulo 6.: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90537-4.00015-6>.
- (21) Campos D, Chirinos R, Gálvez Ranilla L & Pedreschi R. Bioactive potential of Andean fruits, seeds, and tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2018; 84 : 287-343 <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>.
- (22) Musco N, Cutrignelli MI, Calabro S, Tudisco R, Infascelli F, Grazioli R, Lo Presti V, Gresta F y Chiofalo B. Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2017; 101 (6) : 1227-1241
- (23) Carvajal-Larenas F. Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products—a Review. *Czech Journal of Food Sciences*. 2019; 37 (5) : 301-311. https://ejfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-201905-0001_nutritional-rheological-and-sensory-evaluation-of-lupinus-mutabilis-food-products-a-review.php.

- (24) Carvajal-Larenas FE, Nout MJR, Boekel MAJS, Koziol M y Linnemann AR. (). Modelling of the aqueous debittering process of *Lupinus mutabilis* Sweet. *LWT-Ciencia y Tecnología de la Alimentación*. 2013; 53 (2): 507-516
- (25) Vieira ED, Styles D, Sousa S, Santos C, Gil AM, Gomes AM & Vasconcelos MW. Nutritional, rheological, sensory characteristics and environmental impact of a yogurt-like dairy drink for children enriched with lupin flour. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2022; 30: 100617.: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100617>
- (26) Capozzi F, Magkos F, Fava F, Milani GP, Agostoni C, Astrup A & Saguy IS. A multidisciplinary perspective of ultra-Processed foods and associated food processing technologies: a view of the sustainable road ahead. *Nutrients*. 2021, 13: 3948. <https://doi.org/10.3390/nu13113948>
- (27) Curti CA, Carvalho Fino L, La Madrid Olivares AP, Ribeiro APB, da Cunha DT, Vinderola G, Costa Antunes AE & Ramón, AN. The addition of Andean lupin (*Lupinus mutabilis*) protein concentrate enhances the nutritive value and the antioxidant activity of yoghurt. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2022; 26 (1): e1406. <https://doaj.org/article/69d84c888c1b42dfa553d7b600f7cace>
- (28) Schindler S, Wittig M, Zelena K, Krings U, Bez J, Eisner P & Berger RG. Lactic fermentation to improve the aroma of protein extracts of sweet lupin (*Lupinus angustifolius*). *Food chemistry*. 2011; 128 (2): 330-337.: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.024>
- (29) MacFie HJH, Thomson DMH & Piggot JR. *Sensory analysis of foods*. 1988 (2^a ed) Londres. Elsevier
- (30) Ares G & Jaeger SR. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome. In *Rapid sensory profiling techniques*. 2023: 257-280. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781782422587.2.227>.
- (31) Morell, P., Piqueras-fiszman, B., Hernando, I. y Fiszman, S. How is an ideal satiating yogurt described? A case study with added-protein yogurts. *Food Research International*. 2015;78: 141-147. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.10.024>
- (32) Association of Analytical Communities methodology. *Official methods of analysis of the AOAC International*. Arlington, VA, EE.UU. (decimosexta edición). 1995.
- (33) Antunes AE, Antunes AJ & Cardello HM. Chemical, physical, microstructural and sensory properties of set fat-free yogurts stabilized with whey protein concentrate. *Milchwissenschaft*. 2004; 59: 161-165. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1241714>
- (34) Fiszman SM, Lluch MA & Salvador A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*. 1999; 9 (12): 895-901. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00013-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00013-3)
- (35) Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M. y Robledo, YC. *InfoStat*. 2018. Grupo InfoStat.
- (36) Cichońska P, Ziarno M. Legumes and Legume-Based Beverages Fermented with Lactic Acid Bacteria as a Potential Carrier of Probiotics and Prebiotics. *Microorganismos*. 2021; 10 (1): 91. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010091>
- (37) Temussi PA. Natural sweet macromolecules: how sweet proteins work. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2006; 63: 1876-1888. <https://doi.org/10.1007/s00018-006-6077-8>.
- (38) Shuyun L, Hanju S, Gang M, Tao Z, Lei W, Hui P, Xiao P, Lingyan G. Insights into flavor and key influencing factors of Maillard reaction products: A recent update.

Frontiers in Nutrition. 2022; 9: 1 -14
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.973677>

(39) Maruyama S, Lim J & Streletskaya NA. Clean Label Trade-Offs: Estudio de caso del yogur natural. Frontiers in Nutrition. 2021; 8: 704473.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2021.704473>

(40) Pahariya P. Effects of yogurt fortification with different legumes protein on the physio-chemical , microbiological , and rheological properties. Electronic Theses and Dissertations. 2018.: <https://openprairie.sdstate.edu/etd/2686/>

Fecha de recepción: 04/05/2023

Fecha de revisión: 23/05/2023

Fecha de aceptación: 29/06/2023

MLS - HEALTH & NUTRITION RESEARCH

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Cómo citar este artículo

Chiambiro Zano, F., Naico, A. y Jeque, O. (2023). Cultivo de batata doce de polpa alaranjada no norte de Moçambique em prol da diversidade alimentar e ingestão de pro-vitamina A a em famílias rurais. *MLS Health & Nutrition Research*, 2(2), 129-147. 10.60134/mlshn.v2i2.2193

CULTIVO DE BATATA DOCE DE POLPA ALARANJADA NO NORTE DE MOÇAMBIQUE EM PROL DA DIVERSIDADE ALIMENTAR E INGESTÃO DE PRO-VITAMINA A EM FAMÍLIAS RURAIS

Filipe Chiambiro Zano

Save the Children Internacional, Departamento de Saúde e Nutrição
filipe_zano@yahoo.com.br <https://orcid.org/0000-0002-5352-2481>

Abdul Naico

Centro Internacional de Batata, Departamento de Monitoria e Avaliação
anaico@yahoo.com.br <https://orcid.org/0000-0001-8505-761X>

Ossufo Jeque

Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Programa Sustenta
ossfjeque@yahoo.com.br <https://orcid.org/0009-0004-9887-1089>

Resumo. Diversidade alimentar é uma medida que determina o consumo e acesso de alimentos em um agregado familiar, podendo esta, ser triangulada com outras informações. Esta, fornece de forma holística, uma imagem de segurança alimentar e nutricional comunitária ou área territorial mais extensa. A pesquisa tinha como objectivo, conhecer os níveis de produção da batata doce e da diversidade alimentar em populações rurais de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. No geral, apenas 17% da população da área de estudo produz batata doce de polpas alaranjada e branca. Em termos de consumo, o estudo encontrou nos seis distritos de Nampula e Zambézia 65% de consumidores de batata doce. Dados de avaliação do conhecimento e a percepção sobre a importância da batata doce na dieta indicam que, 66% de entrevistados consideram-na um alimento saudável, especialmente, variedades de polpa alaranja, pois ela é rica em pró-vitamina A. A análise de dados por distrito para determinar a adequação da dieta em crianças menores de cinco anos indicou que, em média, 68% das crianças de Alto Molocué, Gurué e Murrupula têm uma diversidade de dieta deficiente.

Palavras-Chave: cultivo, batata-doce de polpa alaranjada, diversidade alimentar, famílias rurais, pro-vitamina A.

GROWING ORANGE-FLESHED SWEET POTATOES IN NORTHERN MOZAMBIQUE FOR DIETARY DIVERSITY AND PRO- VITAMIN A INTAKE IN RURAL HOUSEHOLDS

Abstract. Dietary diversity is a measure to determine food access and consumption in a household, and when triangulated with other information it gives a holistic picture of the state of food security and nutrition in the community or over a wide area. The study aimed to know the sweet potato production level and dietary diversity of the rural populations of Nampula and Zambezia provinces, northern and central Mozambique. In general, data from the study showed that 17% of farmers grow white and orange-fleshed sweet potatoes. From a nutritional perspective, the study revealed that about 65% of rural households in Nampula and Zambezia consume sweet potatoes in their daily meals. Data to assess the knowledge and perception of rural households about the importance of sweet potatoes in the diet indicates that 66% of respondents consider it as a healthier food, especially the orange-fleshed varieties, due to the presence of pro-vitamin A content. Data analysis per district to determine the diet adequacy for children under five years of age indicated that, on average, 68% of children in Alto Molocué, Gurué and Murrupula have poor dietary diversity.

Key words: dietary diversity, growing, nutrition, orange-fleshed sweetpotato, rural households.

Introdução

A diversidade alimentar é conhecida como indicador de consumo e acesso de alimentos de um agregado familiar, podendo esta, ser triangulada com outras informações. Esta, fornece de forma holística, uma imagem de segurança alimentar e nutricional comunitária ou de área territorial mais extensa. Em Moçambique, a qualidade da dieta é ainda um problema, especialmente nas regiões centro e norte do país, onde a ingestão de micronutrientes é bastante precária. Os níveis de deficiência de vitamina A e ferro são bastante elevados.

As províncias de Cabo Delgado, Nampula e Zambézia, apresentam taxas de anemia em crianças, acima da média nacional, sendo a última, a que apresenta maior prevalência (79%). A média nacional de desnutrição crónica em Moçambique reduziu nos últimos dez anos, de 43% para 38%, mas as províncias de Nampula e Zambézia, continuam com níveis mais altos, entre 46,7% e 44,6% respectivamente ⁽³⁾. A prevalência de deficiência de vitamina A em crianças menores de cinco anos, também continua alta no país, sendo Nampula a província índice (55%) ⁽¹⁾.

O consumo alimentar ao nível do agregado familiar (AF) é mais deficiente na região norte de Moçambique (Cabo Delgado, Nampula e Niassa e Zambézia) e ainda melhor nas províncias do centro e sul do país ⁽³⁾ o que reforça a necessidade de se investir na nutrição nas províncias nortenhas do país.

A nutrição é um indicador-chave para o desenvolvimento do indivíduo e refere-se à forma como o organismo transforma, e utiliza os alimentos ⁽³⁾. Ela também se relaciona com saúde, hábitos, costumes e práticas alimentares humanas. A alteração do estado nutricional do indivíduo, tanto por privação alimentar ou deficiência de micronutrientes é geralmente conhecida como desnutrição. Em termos nutricionais, mulheres grávidas e lactantes e crianças menores de cinco anos de idade devem ser grupos de maior atenção ⁽⁴⁾.

Uma mãe não bem nutrida durante a gravidez pode nascer uma criança com baixo peso (<2,5Kg), o que poderá resultar em grandes repercussões para o recém-nascido, pois tal reflectir-se-á na mortalidade infantil, uma vez que crianças que nascem subnutridas têm um

elevado risco de morbi-mortalidade devido à maior exposição à doenças comuns da infância. As que sobrevivem, ficam doentes e podem apresentar crescimento deficiente.

Crianças sem acesso a uma nutrição adequada nem sempre estão doentes, mas podem não atingir o seu potencial de crescimento físico e mental ⁽⁵⁾. As alterações climáticas contribuem para mudança do estado nutricional e dieta de uma população, pois têm impacto negativo sobre a segurança alimentar. De um modo geral, o impacto negativo circunscreve-se na eclosão de doenças, insegurança hídrica, saneamento do meio ambiente deficiente, sustento, atenção dos pais com as crianças, portanato, a capacidade das pessoas de se adaptarem ou mitigá-las também é afectada ⁽⁶⁾. A batata doce mostra-se uma cultura própria, face as mudanças climáticas, pois em casos de seca, ela facilmente se adapta devido a sua pouca exigência água e isso faz com que la desempenhe um papel importante, actuando como fonte de subsistência durante períodos de fome e escassez de alimentos ⁽⁷⁾.

Esta cultura é um dos alimentos básicos em Moçambique, e pode ser encontrada praticamente em todos os sistemas agrícolas do país. Juntamente com os cereais e leguminosas (amendoim e feijões), a batata doce faz parte dos principais produtos que compõem a dieta básica dos moçambicanos ⁽⁸⁾. Para além da maior aceitação devido ao seu sabor, ela é utilizada quase na sua totalidade, cozida, assada, estufada, frita, em puré, papas ou, até mesmo, sobremesas. ⁽⁹⁾.

As suas folhas são ricas em ácido fólico e ferro (não-heme) e elas servem como caril. O consumo diário de 400 g de verduras associadas as frutas e legumes pode ajudar a aliviar a deficiência de micronutrientes e prevenir doenças crónicas associadas ao consumo de alimentos e ao estilo de vida não saudável ⁽¹⁰⁾. A batata doce pertence ao grupo de alimentos que podem aliviar a deficiência de micronutrientes e prevenir doenças crónicas associadas à deficiência alimentar, pois é bastante rica em nutrientes como elevada taxa de carboidratos, altas concentrações de vitamina A (principalmente cultivares de polpa alaranjada), complexo B e alguns minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, enxofre e magnésio.

A sua riqueza nutricional, torna-a um regulador da tensão arterial e prevenção de certos tipos de cancro. Ela é especialmente valiosa porque é uma cultura de segurança alimentar para pessoas vulneráveis e pode fornecer à população parte significativa de carboidratos dietéticos ⁽¹¹⁾.

A importância da batata doce vai para além da sua vertente alimentar, servindo muitas vezes como meio de geração de renda para as famílias rurais e urbanas de Moçambique. Em 1997, o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), introduziu variedades de batata doce de polpa alaranjada (BDPA), mas seu cultivo e consumo é ainda muito insignificante no país. As taxas semanais de consumo de BDPA em AFs situam-se em 17 por cento. A análise por província, mostra maior consumo em Maputo província e Cidade de Maputo seguidos de Sofala, Tete e Zambézia. Numa base semanal, as famílias das províncias de Cabo Delgado e Nampula são as que menos consumem a BDPA ⁽³⁾.

A inclusão da batata doce, especialmente a de polpa alaranjada, na dieta familiar, pode contribuir para a diversificação do consumo alimentar e, portanto, aumentar a ingestão de nutrientes. A diversificação da dieta é uma mudança e escolha de padrões alimentares e dos métodos tradicionais das famílias em preparar e processar alimentos locais ⁽¹²⁾.

Para uns, a diversificação alimentar significa, diversidade alimentar e, tal refere-se a um substituto para medição qualitativa do consumo alimentar, através da avaliação do acesso das famílias a diferentes grupos de alimentos, chamado, índice de diversidade alimentar familiar. Para outros, diversificação alimentar é uma fotografia do bem-estar económico de um AF em relação ao acesso à variedade de alimentos e, serve de referência para a adequação da ingestão de nutrientes a nível individual^(13, 14). A dequação ou não da dieta é feita com base em *scores*, somando o número de grupos de alimentos consumidos em casa ou pelo entrevistado durante o período de 24 horas⁽¹³⁾.

A medição da diversidade alimentar familiar e individual faz-se estabelecendo pontuações para a adequação da ingestão. A pontuação inferior a quatro (<4) representa uma diversidade alimentar deficiente, uma pontuação de 4-5 representa uma diversidade alimentar média, e uma pontuação de seis (6) ou mais, indica uma adequação da ingestão de nutrientes,⁽¹⁵⁾.

O aumento na diversidade alimentar familiar está associado ao estatuto socioeconómico e à segurança alimentar da família. Em nível individual, o aumento no *score* de diversidade alimentar está associado à adequação nutricional, ou seja, à segurança alimentar⁽¹⁶⁾. A segurança alimentar é definida como sendo a garantia para todos, das condições de acesso à alimentos básicos de qualidade, em quantidade suficiente, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades básicas, com base em práticas alimentares que permitam uma boa reprodução do organismo humano, contribuindo, assim, para uma existência digna⁽¹⁷⁾.

Em Moçambique, a segurança alimentar ainda é um desafio daí que a adequação da dieta varia de região para região, sendo de melhor qualidade em famílias do sul do país e parte da região centro. No entanto, na região norte, a adequação da dieta é ainda deficiente⁽³⁾. Como se sabe, uma dieta pobre a moderada resulta em altas taxas de desnutrição crónica (baixa estatura para a idade), sendo que a desnutrição crónica em Moçambique acomete cerca de 43% das crianças do país. A prevalência da desnutrição crónica é maior nas províncias do centro e norte, variando de 41% a 52%, respectivamente, e é menor no sul; Inhambane, Gaza, Província de Maputo e Cidade de Maputo, situando-se entre 26% e 39%. Nas zonas rurais de Moçambique, mais crianças sofrem de desnutrição crónica (45%) que nas zonas urbanas (39%). A prevalência da desnutrição aguda (baixo peso para a altura) é de 7%, mas há diferenças significativas entre as províncias do país⁽³⁾.

Cerca de 14% a 16% de AFs da Zambézia e Nampula, respectivamente, têm uma dieta pobre. Estas famílias têm baixa frequência de consumo de alimentos com alto teor protéico, como: carne, aves, ovos, ratos, vísceras, variando de 2 a 3 dias por semana. As pessoas destas províncias normalmente consomem cereais, vegetais, leite, frutas, açúcar e óleo com uma média de 4 dias por semana⁽³⁾.

O Governo de Moçambique tem políticas públicas visando melhorar a segurança alimentar e nutricional da sua população. Tais políticas, compreendem dois instrumentos governamentais: (i) estratégia de segurança alimentar e nutricional e (ii) plano de acção multisectorial para reduzir a desnutrição crónica (PAMRDC). A garantia da disponibilidade e do acesso dos alimentos às famílias é assegurada pelo Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER). Este sector tem vindo a promover a produção de alimentos mais nutritivos através da implementação de vários programas nacionais essenciais. O MADER promove o cultivo de culturas alimentares como o milho, o arroz, a mandioca, o amendoim, a batata, a soja e o feijão, para além da criação de aves e peixe.

O uso de tecnologias melhoradas de produção, tais como tracção animal, irrigação, fertilizantes, sementes certificadas, extensão agrária e monitorização da saúde animal garante a produção destas culturas. Sobre a promoção de alimentos nutritivos, MADER está a implementar o programa de Extensão conhecido por SUSTENTA, cujo objectivo é educar aos pequenos agricultores a produzir culturas com alto valor nutricional, tal é o caso da batata doce de polpa alaranjada.

A BDPA é vista como um alimento essencial para combater a desnutrição, pois é uma boa fonte de energia e pró-vitamina A. Ela é uma cultura de segurança alimentar, pois exige baixa intensidade de mão-de-obra que outras culturas chegando a ser considerada adequada para a gestão das mulheres. Exige menos em termos de água e pode ser cultivada durante um longo período de tempo sem quaisquer perdas de rendimento ⁽¹⁸⁾.

No país, a introdução de BDPA no sistema de produção, trouxe evidências de ter melhorado níveis de ingestão de pro-vitamina A em mulheres grávidas, lactantes e crianças menores de cinco anos ⁽¹⁹⁾. As taxas de vitamina A neste grupo-alvo foram determinadas com base em análises laboratoriais de serum retinol dos consumidores.

Os resultados da análise laboratorial mostraram ter havido incremento de vitamina A no sangue de cerca de 89% de crianças, mulheres grávidas e lactantes que frequentemente consumiram BDPA em determinado período. Portanto, a expansão de cultivo e consumo de BDPA por crianças menores de cinco anos, mulheres grávidas e lactantes pode melhorar significativamente a ingestão de vitamina A em Moçambique no geral e, nas províncias de Nampula e Zambézia, áreas geográficas com população mais deficiente ⁽¹⁹⁾.

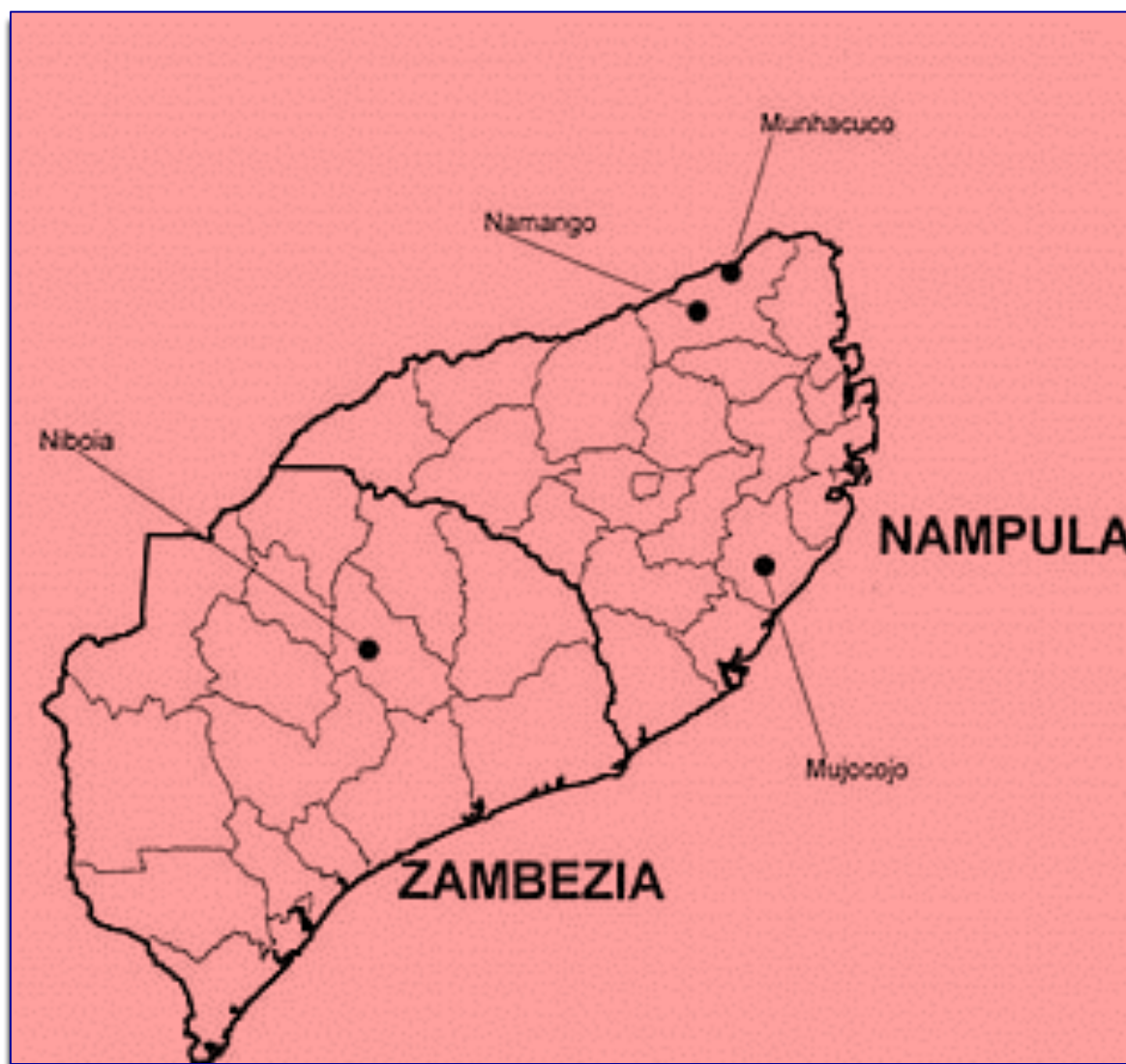
Em Moçambique, cerca de 41% de agricultores cultivam batata doce de polpa branca (BDPB) e esta é uma oportunidade para estes fazerem uma mudança marginal e passarem a cultivar também a BDPA, contribuindo assim, para maior ingestão de pró-vitamina A ⁽²⁰⁾.

Metodologia

Usou-se uma metodologia descritiva tendo abrangido quatro distritos da provincia de Nampula (Meconta, Monapo, Murrupula e Rapale) e dois da provincia da Zambézia (Alto Molocue e Gurué). A Figura 1 apresenta o mapa das duas províncias do estudo.

Figura 1.

Mapa das províncias de Nampula e Zambézia ⁽²¹⁾.



As localidades foram consideradas unidades primárias de amostragem e, para cada distrito, foram seleccionadas 7 localidades das partes Norte, Centro e Sul. De forma aleatória, seleccionaram-se grupos de 3 aldeias também das partes Norte, Centro e Sul das localidades. No total, 42 localidades e 168 aldeias constituíram a área de investigação.

O desenho da amostra baseou-se em produtores de batata doce, pois tratou-se de um estudo de linha de base de projecto de promoção de cultivo e consumo de batata doce de polpa alaranjada. Em Moçambique, existem cerca de 3.5000.000 produtores de batata doce, dos quais 5,3% estão em Nampula, e 29% na Zambézia. Estima-se que existam cerca de 1.200.500 potenciais produtores de batata doce em Nampula e Zambézia ⁽³⁾. Em média, cada AF em Moçambique é constituído por 5 pessoas e, cerca de 240.100 de moçambicanos cultivam

batata doce⁽²²⁾. Uma dimensão mínima de amostra global de 526 beneficiários é considerada ideal para o estudo⁽²³⁾.

Assim, utilizando um princípio geral de 0,7 desvios padrão, uma margem de erro de 10% e fixando o valor crítico da distribuição normal de probabilidade (z) em 1,96, correspondente a um nível de confiança de 95%, foram recolhidos dados de 640 chefes de AFs residentes em 168 aldeias das 42 localidades previamente seleccionadas nos seis distritos.

Um agregado familiar é um conjunto de pessoas unidas por laços de parentesco ou não, que vivem habitualmente sob o mesmo tecto, mantendo o mesmo orçamento para a satisfação das necessidades essenciais. Chefe de AF é a pessoa responsável pelo AF, considerada como tal, pelos restantes membros, que normalmente suporta o orçamento familiar e reside com o agregado, podendo ou não estar presente no momento do inquérito, desde que a sua ausência seja inferior a dois meses⁽²⁴⁾. A fórmula aplicada para o cálculo da amostra foi a seguinte:

Tamanho inicial da amostragem: $n = (N^2 * z^2 * s^2 / MDE^2)$

Onde:

N = número total de inquiridos

z = valor crítico da distribuição normal de probabilidades

s = desvio-padrão da distribuição dos dados dos beneficiários

MDE = margem de erro

A partir desta fórmula, a amostra inicial foi de 138 AFs, mas foi necessário ajustá-la para três níveis de aleatorização o que permitiu aumentar o seu tamanho para 564 (3*188). De seguida ajustou-se uma taxa de não resposta em 10% para atingir a dimensão final de 627 AF. No entanto, devido a uma provável perda (erro de manuseamento), houve um ajustamento final para 640 AFs. Cada chefe de AF respondeu às perguntas de uma entrevistas semi-estruturada com base no questionário padrão para saber sobre o consumo de alimentos e a situação da agricultura. Para recolher dados sobre consumo alimentar usou-se o questionário de frequência de consumo alimentar (recordatório de 24 horas).

Recordatório de 24 horas é um método utilizado em pesquisas alimentares para obter informações completas sobre a ingestão de alimentos de um indivíduo durante um período de 24 horas, que correspondem ao dia anterior. Este é realizado por um entrevistador treinado que faz perguntas sobre os alimentos e bebidas consumidos nas 24 horas anteriores à entrevista. O recordatório de 24 horas permite igualmente recolher informações sobre a ingestão durante 48 horas⁽²⁵⁾.

Após recolha, fez-se a verificação e limpeza dos dados antes da sua tabulação. Utilizando o Software CSPro, os digitadores, previamente treinados, fizeram a tabulação e durante esse processo, também se fez a verificação para aferir a consistência.

A determinação da diversidade alimentar foi com base no critério da FAO e sua classificação (*scores*) para determinar a adequação alimentar, baseou-se na soma do número de grupos de alimentos consumidos nas últimas 24 horas naquele domicílio ou pelo entrevistado⁽¹⁵⁾. Assim, formaram-se grupos de alimentos que correspondessem as necessidades básicas das pontuações de diversidade alimentar do AF e individual.

Existem diferentes critérios para estabelecer grupos de alimentos, dependendo do autor e do país. Os alimentos podem ser agrupados ou classificados de acordo com a sua origem, composição nutricional e estado de processamento, mas a classificação mais prática do ponto de vista dietético pode ser a que utiliza o critério de composição nutricional, isto é, de acordo com os seus nutrientes significativos ⁽¹⁵⁾.

A estimação da pontuação individual da diversidade alimentar considera nove grupos de alimentos e estes grupos incluem (1) raízes e tubérculos, cereais; (2) leguminosas e frutos secos; (3) produtos lácteos; (4) alimentos à base de carne; (5) ovos; (6) vitamina A; (7) frutas e legumes ricos em vitamina A; (8) e outras frutas e (9) legumes ⁽¹⁵⁾.

Neste estudo, as pontuações (*scores*), seja a nível do AF ou individual, foram determinadas agrupando os alimentos em nove categorias, de acordo com as necessidades nutricionais que cada um cobre e de seguida, os entrevistados listaram os alimentos consumidos nas últimas 24 horas. Para determinar a adequação nutricional, cada entrevistador foi registando as pontuações correspondentes.

Na avaliação da diversidade alimentar, uma pontuação elevada (≥ 6) relaciona-se a aumento da adequação nutricional. Uma pontuação abaixo de quatro (< 4) representa baixa diversidade alimentar e uma pontuação de 4-5 representa uma diversidade dietética média ⁽¹³⁾. A pontuação de diversidade alimentar do AF indica o seu acesso económico aos alimentos, uma vez que os itens que requerem recursos do AF, como condimentos, açúcar e alimentos e bebidas açucarados, estão incluídos na pontuação. Os resultados individuais reflectem a qualidade nutricional da dieta ⁽¹⁵⁾.

Vale sublinhar que nem sempre o consumo alimentar familiar interpreta melhor a situação nutricional do AF ou a desnutrição das crianças, pois os dados de consumo são muitas vezes imprecisos. Os resultados nutricionais têm as suas causas relacionadas com a frequência das refeições, o desperdício, a diversidade da dieta, as práticas alimentares, cuidados infantis, distribuição alimentar intra-domiciliária e o acesso aos serviços de saúde. Um dos indicadores de forte correlação com a desnutrição tem sido o consumo *per capita*.

Por conseguinte, determinou-se a diversidade alimentar individual tomando como referência, crianças menores de cinco anos (6-59 meses). Assim, crianças com índice de diversidade alimentar individual menor que quatro (0-3) foram associadas à baixa diversidade alimentar, e aquelas com índice de diversidade alimentar individual maior ou igual a quatro (≥ 4) foram relacionadas à alta diversidade alimentar. Para a análise estatística a pesquisa utilizou o *Census and Survey Processing System* (CSPro 7.7.2)

O objectivo do estudo de linha de base era conhecer a contribuição da batata doce na diversidade alimentar de populações rurais de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique através da introdução desta cultura no seu sistema produtivo.

Considerações éticas

O protocolo do estudo foi elaborado e revisto pelo doador para captar informações relevantes sobre a agricultura e utilização dos alimentos.

Resultados e discussão

Características dos agregados familiares

As famílias rurais de Nampula e Zambézia são em média compostas por cinco membros. As mulheres representavam cerca de 51% de toda a amostra, e todos os AFs da amostra tinham pelo menos uma criança menor de cinco anos de idade. Entre crianças menores de cinco anos, cerca de 54% eram do sexo feminino. A Tabela 1 apresenta informações detalhadas sobre características dos AFs na área estudada.

Tabela 1.

Características de agregados familiares dos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria.

Distrito	Tamanho do AF				No. Crianças <5 anos			
	% mulheres	N o.	Méd ia	95 % IC	Media na	% mulheres	Méd ia	Media na
Gurué	51,4	10 6	5,1	4,7 -5,6	5,0	59,6	1,5	1,0
Alto Alto Molocuè	50,0	10 1	5,4	5,0 -5,7	5,0	52,1	1,3	1,0
Murrup ula	48,8	10 7	5,0	4,6 -5,3	5,0	51,4	1,5	1,0
Monapo	52,4	10 7	5,5	5,1 -5,8	5,0	53,2	1,4	1,0
Meconta	51,2	10 8	5,1	4,8 -5,5	5,0	48,8	1,2	1,0
Rapale	49,8	11 1	5,4	5,1 -5,8	5,0	58,7	1,3	1,0
Total	50,6	64 0	5,3	5,1 -5,4	5,0	53,9	1,4	1,0

Sistema de produção

A batata doce é a quinta cultura mais importante em Nampula e Zambézia, após o milho (34,9%), amendoim (16,3%), mandioca (19,7%) e feijões (12,9%). Ela representa 8,9% do total de inquiridos a frente de arroz (7,3%). Esta constatação confirma a informação de que MADER promove o cultivo de culturas alimentares como o milho, arroz, mandioca, amendoim, batata, soja e feijão⁽³⁾. A Tabela 2 ilustra a classificação das culturas alimentares de acordo com a sua ordem de importância.

Tabela 2.

Culturas alimentares mais importantes nos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria.

Culturas	No. de respondentes (n=640)	Percentagem (%)	Classificação
----------	-----------------------------------	--------------------	---------------

Milho	223	34,9	1 ^a
Mandioca	126	19,7	2 ^a
Amendoim	104	16,3	3 ^a
Feijões	83	12,9	4 ^a
Batata doce	57	8,9	5 ^a
Arroz	47	7,3	6 ^a
Total	640	100,0	

A proporção de batata doce no sistema de produção

A análise para determinar a proporção de parcelas com plantio de batata doce, mostrou que os distritos de Meconta e Nampula, na província de Nampula, e Gurué, na Zambézia, são os que mais cultivam batata doce. No distrito de Meconta, a batata doce ocupa cerca de 19,2% de área de cultivo e em Murrupula, a cultura representa 17,6% da área de cultivo. No Gurué, na Zambézia, a área ocupada pela batata doce é de 18 por cento. Em média, a batata doce ocupa 17% das explorações agrícolas de pequenos agricultores de Nampula e Zambézia.

No geral, o tamanho médio destas explorações agrícolas varia entre 0,5 hectares a 1,5 hectares ⁽²⁶⁾. Com base nesse dado e traduzindo as proporções encontradas no estudo em hectares, nota-se que, agricultores do Gurué, Meconta e Murrupula, possuem parcelas que variam entre 0,09-0,29 hectares enquanto agricultores de Alto Alto Molocuè, Monapo e Rapale têm em média, parcelas menos de 0,09 hectares cada. A Tabela 3 mostra a proporção de parcelas com batata doce em cada distrito de estudo.

Tabela 3.

Número de parcelas com batata doce e outras culturas a nível do agregado familiar nos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria.

Províncias	Distritos (N=509)	No. total de parcelas com culturas			No. de parcelas com batata-doce		% de parcelas com batata doce
		Média	95% IC	Mediana	Média	Mediana	
Zambézia	Gurué (n=91)	3,3	3,1-3,6	3	0,6	0,0	18,0
	Alto Molocuè (n=80)	2,8	2,5-3,0	3	0,4	0,0	14,5
	Murrupula (n=77)	2,8	2,6-3,1	3	0,5	0,0	17,6
	Monapo (n=90)	3,1	2,7-3,4	3	0,4	0,0	13,1
Nampula	Meconta (n=81)	2,6	2,3-2,9	2	0,5	0,0	19,2
	Rapale (n=90)	2,6	2,4-2,8	2	0,4	0,0	15,5

Total	2, 9	2,7- 3,0	3,0	0,5	0,0	17,4
-------	---------	-------------	-----	-----	-----	------

A batata doce é uma das principais culturas alimentares em Moçambique, podendo se encontrar em quase todos os sistemas de produção do país. ⁽⁷⁾ Apostar em batata doce no sistema de produção tem múltiplas vantagens pois esta, é um alimento bastante rico em carboidratos, pro-vitamina A (principalmente variedades de polpa alaranjada), complexo B e alguns minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, enxofre e magnésio. Sua riqueza nutricional fá-la de regulador de tensão arterial para além de prevenir certos tipos de cancro. Ela é também cultura de segurança alimentar e de geração de renda. para famílias vulneráveis ⁽¹¹⁾. Para o consumo, a batata doce pode ser utilizada quase na sua totalidade: as raízes são consumidas cozidas, assadas, estufadas, fritas, em puré, como papas, ou mesmo sobremesas. As folhas servem para a preparação do caril ⁽⁹⁾.

Diversidade alimentar do agregado familiar

A pontuação média global da diversidade alimentar a nível do AF foi de quatro (4), mas a classificação por distrito, apresentou pontuações abaixo de quatro em Alto Molocué (3,6) e Murrupula (3,7) traduzido como famílias com uma inadequação da dieta. Os distritos de Rapale e Meconta apresentaram pontuações de 5,1 e 4,7, respectivamente, portanto acima da média que é de quatro (4) e tal, demonstra que essas famílias têm dieta adequada. A Tabela 4 mostra os resultados da pontuação da diversidade alimentar nas famílias rurais em seis distritos das províncias de Nampula e Zambézia, norte de Moçambique.

Tabela 4.

Média estimada, intervalo de confiança e mediana do índice de diversidade alimentar em famílias dos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria

Província	Distritos	N	Média	95% IC	Mediana
Zambézia	Gurué	106	4,0	3,6-4,4	4,0
	Alto Molocué	101	3,6	3,3-3,9	4,0
	Murrupula	107	3,7	3,4-4,1	4,0
Nampula	Monapo	107	4,3	3,9-4,6	4,0
	Meconta	108	4,7	4,3-5,2	4,0
	Rapale	111	5,1	4,5-5,6	5,0
Total		640	4,2	4,1-4,4	4,0

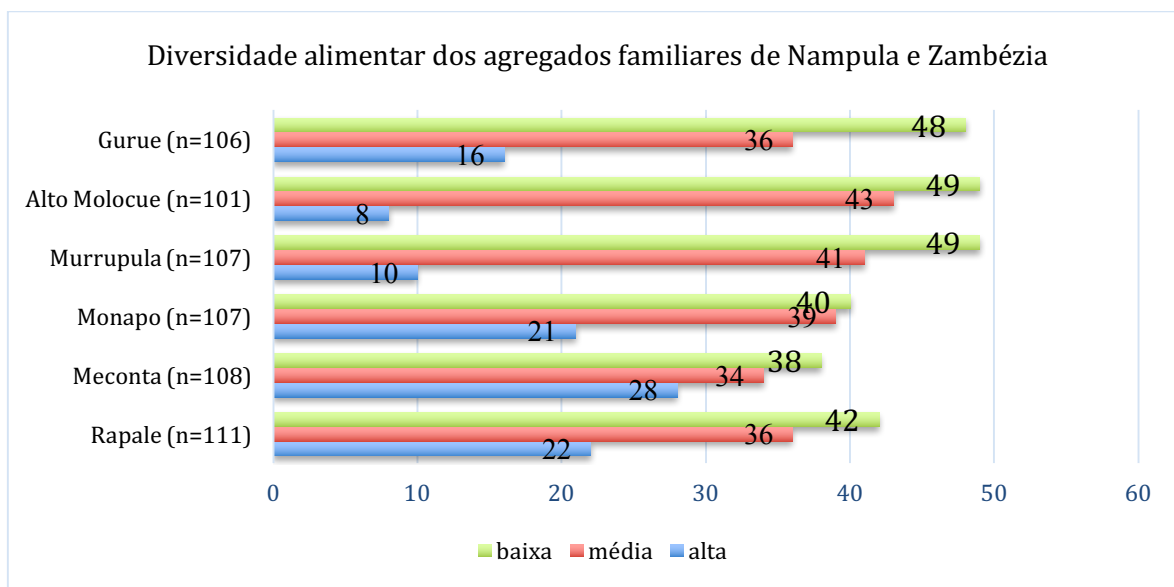
A diversidade alimentar é uma medida que determina o consumo e acesso de alimentos em um agregado familiar, podendo esta, ser triangulada com outras informações. Esta, fornece de forma holística, uma imagem de segurança alimentar e nutricional comunitária ou de área territorial mais extensa. O estudo fez uma análise adicional da situação familiar para determinar sua diversidade alimentar. Os resultados da análise mostraram que cerca de 43% das famílias encontram-se na categoria de diversidade alimentar pobre (<4) e perto de 35%, estão na categoria média (4) e apenas 22% têm uma diversidade alimentar adequada (≥ 4).

A análise percentual de diversidade alimentar por distrito denota uma proporção significativa de AFs de Alto Molocué com diversidade alimentar deficiente (49%), seguido de Murrupula (48%). Os distritos de Meconta e Rapale encontram-se na posição mais abaixo (38%).

A Figura 2 mostra os níveis de diversidade alimentar em seis distritos de estudo.

Figura 2.

Proporção de agregados familiares com baixa, média ou alta diversidade alimentar por cada distrito de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria.



Diversidade alimentar individual

Em nível familiar, o consumo nem sempre se relaciona com a desnutrição das crianças, pois, os dados sobre o consumo são muitas vezes imprecisos e porque os resultados nutricionais têm causas relacionadas com frequência alimentar, desperdício, dieta diversificada, práticas alimentares, cuidados infantis, distribuição alimentar intra-domiciliária e acesso aos serviços de saúde. Neste caso, apenas o consumo alimentar *per capita* pode estar correlacionado com a desnutrição. A determinação da diversidade alimentar individual realizou-se apenas com crianças menores de cinco anos. Para tal, agrupou-se as nove categorias de produtos alimentares e determinou-se o número de itens alimentares consumidos pelas crianças em ambas as províncias⁽¹⁵⁾.

No geral, a pontuação individual variou entre 3,3 a 3,6 pontos, com uma média de 3,5 pontos, o que se traduz por má ingestão alimentar entre crianças menores de cinco anos de idade. A mediana do consumo individual foi de 3, sugerindo uma prevalência de diversidade alimentar inadequada entre crianças menores de cinco anos de idade em nível familiar.

Este resultado contrasta com as conclusões do SETSAN que indicam haver melhores práticas alimentares infantis na região norte de Moçambique, mesmo havendo ainda uma alta prevalência de desnutrição crónica nesta região⁽³⁾. As causas desta discrepância não são claras, mas pode ter a ver com acesso deficiente de alimentos, ou às deficientes condições de higiene (água e saneamento), podendo tal, contribuir significativamente para os altos níveis de crianças desnutridas actualmente observados. A desnutrição não acomete apenas crianças menores de cinco anos de idade, mulheres grávidas são outro grupo mais afectado pela doença⁽⁴⁾. Etiologicamente, a desnutrição pode estar associada a doenças ou lesões agudas, condições crónicas ou fome. A desnutrição por também ser causada por privação alimentar, isolada ou associada, podendo ser aguda (baixo peso para a estatura, edema bilateral ou crónica (baixa estatura para idade) ou ainda devido à carência de micronutrientes como ferro, iodo, vitamina A e vitaminas do complexo B.

As crianças malnutridas correm maior risco de morrer de doenças comuns da infância, e as que sobrevivem ficam doentes e podem ter um crescimento deficiente. Cerca de um terço de crianças menores de cinco anos de idade morrem de desnutrição em todo o mundo. Uma alimentação infantil

adequada evita que as crianças sejam expostas a doenças frequentes, permitindo-lhes atingir o seu potencial de crescimento físico e mental ⁽⁵⁾. A Tabela 5 mostra os valores médios da diversidade alimentar individual da população rural de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique.

Tabela 5.

Estimativa da média, intervalo de confiança e mediana da pontuação individual da diversidade alimentar nos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique. Elaboração própria.

Província	Distritos	N	Média	95% IC	
				Mediana	
Zambézia	Gurué	106	3,2	3,0-3,5	3,0
	Alto Molocuè	101	3,1	2,8-3,3	3,0
	Murrupula	107	3,1	2,9-3,4	3,0
Nampula	Monapo	107	3,5	3,2-3,7	3,0
	Meconta	108	3,8	3,5-4,2	4,0
	Rapale	111	3,9	3,5-4,3	4,0
Total		646	3,5	3,3-3,6	3,0

Em todos os distritos, existe prevalência de diversidade alimentar inadequada entre crianças menores de cinco anos de idade. No entanto, o cenário foi mais grave em Alto Molocuè (3,1), Murrupula (3,1) e Gurué (3,2) comparado com Rapale (3,9) e Meconta (3,8), conforme ilustra a Tabela 5. No geral, cerca de 58% de crianças consomem menos de três grupos de alimentos por dia, uma indicação clara da prevalência de uma ingestão alimentar deficiente. Em Molocuè, mais de 2/3 das crianças com menos de cinco anos de idade apresentavam uma baixa diversidade alimentar.

O estudo pretendia conhecer a contribuição da batata doce na diversidade alimentar do AF. Os entrevistados foram questionados se habitualmente incorporavam batata doce na sua dieta. Os resultados indicam que todos AFs entrevistados consomem batata doce. A Tabela 6 mostra a frequência de consumo de batata-doce a nível do agregado familiar.

Tabela 6.

Número de dias por semana em que agregados familiares dos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique, consumiram batata-doce durante os picos altos e baixos, de colheita. Elaboração própria.

Província	Distrito	No	N.º de dias por semana em que o AF consumiu BD no pico de colheita			N.º de dias por semana em que o AF consumiu BD fora da época de colheita		
			Média	95% IC	Mediana	Média	95% IC	Mediana
Zambézia	Gurué	106	3,1	2,7-3,4	2	2,1	1,8-2,5	1
	Alto Molocuè	101	2,7	2,4-3,0	2	1,6	1,3-1,9	1
	Murrupula	107	3,1	2,8-3,5	2	1,8	1,6-2,1	1
Nampula	Monapo	107	2,3	2,0-2,5	2	1,3	1,1-1,4	1

	Mecont	10	2,5	2,2-	2	1,5	1,3	1
a		8		2,8			-1,6	
	Rapale	11	2,2	2,0-	2	1,6	1,3	1
		1		2,5			-1,8	
Total			2,7	2,5-	2	1,7	1,5	1
		640		2,8			-1,8	

Os inquiridos foram questionados se continuariam a consumir batata doce mesmo que um dia aumentassem a sua renda familiar. Dados do estudo revelaram tendência de redução do número de consumidores associado ao aumento da renda (36%). No entanto, cerca de 26% afirmaram poder aumentar o consumo e, cerca de 33% responderam não alterar o seu padrão de consumo.

A hipótese de que a batata doce é a cultura de pessoas vulneráveis não é comprovada neste estudo, pois a percentagem de inquiridos que continuarão a consumir batata doce, mesmo que o seu estatuto de riqueza melhore, foi ainda mais elevada (59%). Uma descoberta muito fascinante deste estudo é o facto de que, mesmo não se tendo ainda introduzido variedades de BDPA naquelas áreas, todos os inquiridos declararam ter já consumido BDPA comprada no mercado local e outra oferecida por amigos e familiares. A Tabela 7 abaixo mostra o número de dias que as famílias consumiram BDPA ao da semana.

Tabela 7

Número de dias por semana ao longo do ano em que agregados familiares dos distritos de Nampula e Zambézia, norte e centro de Moçambique consumiram BDPA. Elaboração própria

Província	Distrito	No.	N.º de dias por semana ao longo do ano em que o AF consumiu BD		
			Média	95% IC	Mediana
Zambézia	Gurué	106	2.1	1,6-2,5	2
	Alto	101	1.3	1,0-1,5	1
	Molocuè				
Nampula	Murupula	107	2.1	1,7-2,4	2
	Monapo	107	1.5	1,3-1,8	1
	Meconta	108	1.4	1,2-1,6	1
	Rapale	111	1.9	1,6-1,2	1
Total			1,7	1,6-1,9	1
		640			

O consumo de BDPA é ainda insignificante no país. Em média, famílias rurais consomem BDPA duas vezes por ano, ao contrário da BDPB que é consumida duas vezes por semana (Tabela 6). A integração de BDPA no sistema de produção de famílias rurais da Zambézia, melhorou ingestão de pró-vitamina A em 89% de crianças de 6-59 meses e respectivas mães e outro grupo da área de controlo não registou esse incremento. A batata doce pode ser consumida cozida, frita ou misturada com trigo (conhecido como pão dourado). Um pão fabricado de puré de BDPA, peso de cerca de 250g pode fornece 45% de pro-vitamina A em crianças menores de cinco anos⁽¹⁹⁾.

O estudo avaliou igualmente o conhecimento de chefes de AFs sobre importância nutricional de batata doce (polpa alaranjada e branca). Nesta abordagem, 34% de respondentes mencionaram ter já ouvido falar da pró-vitamina A em BDPA e 58% responderam a BDPB também contém pró-vitamina A. Cerca de 8% dos inquiridos garantiram que nem todas as cultivares de batata doce são ricas em pró-vitamina A. Eles indicaram como principais fontes deste conhecimento, as unidades sanitárias (79%) e activistas locais de saúde (46%).

Sobre os benefícios nutricionais da BDPA, mais de 2/3 de inquiridos apontaram-na como alimento saudável mais que o pão de trigo. No entanto, é relevante notar que, embora haja uma

noção sobre os benefícios da BDPA, em Murrupula e Rapale ainda há um número significativo de pessoas que preferem o pão à BDPA, 30% e 28%, respectivamente.

Esta constatação confirma resultados de outros estudos que indica que o consumo de BDPA ainda é deficiente no país, representando apenas 17% AFs. A taxa de consumo é mais elevada em Maputo, Sofala, Tete, Zambézia e Cidade de Maputo. As províncias de Cabo Delgado e Nampula apresentam menores proporções de agregados familiares incorporando a BDPA na sua dieta alimentar ⁽³⁾ e esse baixo consumo deve-se a uma baixa produção. Em duas áreas de estudo (Nampula e Zambézia), em média, 22% dos inquiridos declararam BDPA.

Conclusões

Em Moçambique, a batata doce é uma das principais culturas alimentares em, podendo encontrar-se em todos os sistemas de produção do país. Em Nampula e Zambézia, cerca de 17% de área de produção é ocupada por batata doce. Os distritos de Meconta e Murrupula, em Nampula, apresentam áreas de produção maiores que Rapale com, 19,2% e 17,6%, respectivamente e na Zambézia, os dois distritos (Gurué supera Alto Molocué) têm áreas de produção de 18 por cento. Cerca de 20% de famílias de Nampula e Zambézia, produzem batata doce (polpa branca e alaranjada) e essa cultura encontra-se na quinta posição em todo sistema de produção, após o milho, amendoim, mandioca, feijões e arroz.

Mais de 2/3 de agregados preferem consumir batata doce por considera-la mais saudável que o pão de trigo, mas estudos indicam que o consumo de BDPA ainda é deficiente no país, representando apenas 17% AFs. A taxa de consumo é mais elevada em Maputo, Sofala, Tete, Zambézia e Cidade de Maputo. As províncias de Cabo Delgado e Nampula têm a menor proporção de AFs que incorporam a BDPA na sua dieta.

Em Nampula e Zambézia, 27% de famílias consomem BDPA, apenas duas vezes, mas mesmo assim consideraram-na, um alimento de pessoas de baixa renda daí que, cerca de 36% de actuais consumidores revelaram tendências de reduzir o consumo com aumento da sua renda. Dado importante é que parte significativa das famílias entrevistadas disse conhecer a importância da BDPA através das unidades sanitárias e agentes comunitários de saúde.

É importante notar que, embora haja uma noção sobre os benefícios da BDPA em Murrupula e Rapale, ainda há um número significativo de pessoas que preferem no pequeno almoço o pão à batata doce de polpa alaranjada. No geral, o consumo de BDPA é ainda insignificante em Moçambique. Isso deve-se à baixa produção, pois essas variedades foram introduzidas pela primeira vez em Moçambique em 1997, mas tendo passado por sérios problemas de adaptabilidade.

Referências

- (1). INE. Inquérito Demográfico e de Saúde-2011. Maputo. 2013.
- (2). INE. Inquérito sobre Orçamento Familiar-2019/20. Maputo. 2021.
- (3). SETSAN (2014). Relatório do Estudo de Base de Segurança Alimentar e Nutricional de 2013. Estudo de Base de SAN 2013, Ministério de Agricultura, Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional, Maputo. 2014.

- (4). Cavaleiro, I. F. . Caracterização da ingestão alimentar e nutricionais das crianças, em tratamento dietético da desnutrição por privação alimentar. Dissertação de Mestrado em Nutrição Clínica, Universidade do Porto, Departamento de Nutrição do MISAU, Porto.2013.
- (5). UNICEF. Improving Child Nutrition. The achievable Imperative for global progress. 2013.[internet]. [Consultado 4 Abril 2016]. https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2015/12/NutritionReport_April2013_Final_29.pdf.
- (6). FAO. The State of Food and Agriculture (SOFA). Climate Change, Agriculture and Food. FAO, Roma. 2016. [internet]. [Consultado 8 Novembro 2016]. <https://www.bing.com/search?pglt=41&q=The+State+of+Food+and+Agriculture.+Climate+Change%2C+Agriculture+and+Food+Security.&cvid=3269d00df25844659e7d8033ee461a79&aqs=edge.0.69i59j69i11004.1545j0j1&FORM=ANNAB1&PC=DCTS>.
- (7). Woolfe, J. A. Sweet potato: an untapped food resource, Cambridge University. Press and the International Potato Center (CIP). Cambridge, UK.1992.
- (8). FAO. A. Zambian handbook of pasture, and food crops. FAO, Rome.1997.
- (9). IIAM/CIP/MISAU. Receitas de batata-doce. 2003. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique/Centro Internacional da Batata/Ministério da Saúde, Maputo. 2003.
- (10). FAO. *Cidades mais Verdes na África*.. Primeiro Relatório sobre Horticultura Urbana e Periurbana, FAO, Agricultura, Roma.2013.
- (11). Miranda J. E. C. Guia Rural de Horta. São Paulo, Brasil. 2001.
- (12). Thompson, B., & Amoroso, L. Improving Diets and Nutrition-Food-Based Approach. (B. & Leslie, Ed.): CBA International & FAO. Rome, Italy.2014.
- (13). Sindi, K., Kiria, C., Low, J.W., Sopo, O., Abidin, P.E. Rooting out hunger in Malawi with nutritious orange-fleshed sweet potato: A baseline survey report. International Potato Center (CIP). Blantyre, Malawi. 2013.
- (14). Hatloy, A., Hallund, J., Diarra, M.M. & Oshaug, A. Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala, Mali. 2000. Public Health Nutrition. 2000; 3 (1): 57-65.
- (15). Kennedy, G., Ballard. T., Dop, M. C. Guidelines for Measuring Household and Individual Dietary Diversity. 2010. Nutrition and Consumer Protection Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010.
- (16). Arimond, M., Wiesmann, D., Becquey E., Carriquiry, A., Daniels, M., Deitchler, M. Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in 5 diverse, resource-poor settings. The Journal of Nutrition. 2010; 140 (11), 2059S-2069S.
- (17). Leão, M. O direito humano à alimentação e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional. ABRANDH, Brasília. 2013.
- (18). Sequeira, T. et al. (2010). Multi-sectorial Action Plan for the Reduction of Chronic Under nutrition in Mozambique 20112015 (2020). Department of Nutrition–MISAU. Maputo. 2010.
- (19). Low, J., Zano, F., Osman, N., Arimond, A., Tschirley, D., Osei, A.K. Addressing Macro-and Micronutrients Malnutrition through new cultivars and new behaviors. Key findings. Quelimane. 2005.
- (20). TIA (2012). Trabalho de Inquérito Agrícola. Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER). Maputo. 2012.

- (21). https://www.bing.com/ck/a?!&&p=37c04719a3a8ff19JmltdHM9MTY4NzkxMDQwMCZpZ3VpZD0wM2M5ZDg4NS1mNzk1LTY4ZTEtMzJkNS1jOGYzZjZmZTY5ZGYmaW5zaWQ9NTUyOQ&ptn=3&hsh=3&fclid=03c9d885-f795-68e1-32d5-c8f3f6fe69df&u=a1L2ltYWdlcy9zZWYy2g_cT1tYXBhIGRIIE5hbXB1bGEgZSBaYW1iZXppYSZGT1JNPUIRRIJCQSZpZD0yNUYzQzk2QkNBNzE1MUEzMDFGRDk5NDg2RTMxRjg2ODBCRDYxRkI5&ntb=1.
- (22). INE. Recenseamento Geral da População e Habitação. Maputo 2017 [internet] [Consultado 6 Junho 2023]. http://www.ine.gov.mz/iv-rgph-2017/iv-recenseamento-geral-da-populacao-e-habitacao-2017-indicadores-socio-demograficos-mocambique/at_download/file.
- (23). Stukel, D.M., and Friedma, D. Sampling Guide for the beneficiaries-based survey for selected feed the future agricultural annual indicators. Food and Nutrition Technical Assistance Project, FHI360. Washington, D.C. 2016.
- (24). Instituto Nacional de Estatística. IDRF 2001/2002-Características Sócio-Demográficas. (I. N. Estatística-CERPOD, Ed.) Cabo Verde. 2004. [internet]. [Acessado 29 Março 2019]. <http://www.ine.cv/>
- (25). Sabaté, J. (1993). Estimación de la ingesta dietética: métodos y desafíos. [internet]. Barcelona, 1993 [Acessado 13 Agosto 2019]. https://www.researchgate.net/publication/238693081_Estimacion_de_la_ingesta_dietetica_metodos_y_desafios.
- (26). MINAG. Plano Estratégico para Desenvolvimento do Sector Agrário 2011-2020. Maputo. 2011. [internet]. [Acessado 14 Novembro de 2016]. <http://www.open.ac.uk/technology/mozambique/sites/www.open.ac.uk.technology.mozambique/files/pics/d130876.pdf>

Fecha de recepción: 08/06/2023
Fecha de revisión: 21/08/2023
Fecha de aceptación: 12/09/2023

MLS - HEALTH & NUTRITION RESEARCH

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Cómo citar este artículo

de Santiago, A. (2023). Implicación de la vitamina D sérica con el correcto desarrollo del embarazo: revisión bibliográfica *MLS Health & Nutrition Research*, 2(2), 148-163. 10.60134/mlshn.v2i2.2261

IMPLICACIÓN DE LA VITAMINA D SÉRICA CON EL CORRECTO DESARROLLO DEL EMBARAZO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Andrea de Santiago Arozamena

Universidad Europea del Atlántico

andrea.desantiago@alumnos.uneatlantico.es <https://orcid.org/0000-0001-7273-2196>

Resumen. La nutrición materna es un factor determinante en el correcto desarrollo del embarazo. Uno de los micronutrientes que cobran especial importancia en esta etapa es la vitamina D. El papel principal de la Vitamina D es la regulación del homeostasis del calcio, aunque, también ejerce un papel importante en el desarrollo del embarazo. Se ha descrito que la deficiencia de Vitamina D durante esta etapa está asociada con resultados adversos como parto prematuro, problemas en el feto o preeclampsia. El objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar la implicación de la vitamina D en el correcto desarrollo del embarazo. Se seleccionaron artículos pertenecientes a revistas científicas, indexadas y con un factor de impacto $\geq 1,5$, en inglés o en español y publicados en los últimos 5 años. Se consultó en Pubmed, Scienedirect y Cochrane. Se asociaron las bajas concentraciones de vitamina D sérica con resultados adversos como diabetes gestacional o preeclampsia. Niveles adecuados mostraron efectos beneficiosos en el desarrollo de la descendencia, mejorando el sistema inmune o previniendo fracturas óseas, sin embargo, no han mostrado beneficios en el crecimiento del neonato. Dosis altas de suplementación con esta vitamina mostraron ser seguras. También se concluyó que la suplementación con vitamina D con dosis de hasta 4000 UI/día resultaría seguro tanto para la madre como para el feto.

Palabras clave: Vitamina D. Embarazo. Preeclampsia. Suplementación.

BIBLIOGRAPHIC REVIEW ON THE INVOLVEMENT OF SERUM VITAMIN D IN PROPER PREGNANCY DEVELOPMENT

Abstract. Maternal nutrition is a determining factor in the proper development of pregnancy. One of the micronutrients that becomes especially important during this stage is vitamin D. The primary role of vitamin D is the regulation of calcium homeostasis, although it also plays a significant role in pregnancy development. It has been reported that vitamin D deficiency during this stage is associated with adverse outcomes such as preterm birth, fetal problems, or preeclampsia. The aim of this bibliographic review is to analyze the implication of vitamin D in the proper development of pregnancy. Articles from scientific *MLS Health & Nutrition Research*

journals indexed with an impact factor ≥ 1.5 , published in English or Spanish in the last 5 years, were selected. PubMed, Sciencedirect, and Cochrane were consulted. Low concentrations of serum vitamin D were associated with adverse outcomes such as gestational diabetes or preeclampsia. Adequate levels showed beneficial effects on offspring development, improving the immune system or preventing bone fractures; however, they did not show benefits in neonatal growth. High doses of vitamin D supplementation were found to be safe. It was also concluded that vitamin D supplementation with doses of up to 4000 IU/day would be safe for both the mother and the fetus.

Keywords: Vitamin D. Pregnancy. Preeclampsia. Supplementation.

Introducción

Numerosos factores determinan la aparición de complicaciones durante esta etapa, como el estrés materno (1), problemas de salud ya existentes (HTA, diabetes, enfermedad renal...), la edad, y problemas relacionados con el estilo de vida, como consumo de alcohol y tabaco (2) y la nutrición materna (1) cobrando, este último, especial importancia.

Las necesidades nutricionales de las mujeres cambian durante las etapas del embarazo y la lactancia (3). En especial, varían las necesidades nutricionales de algunos micronutrientes, los cuales son vitales para mejorar los resultados del embarazo (4).

Es bien conocido el papel de la Vitamina D como reguladora del homeostasis del calcio y el fósforo (5), no obstante, cada vez existe una mayor evidencia del papel de esta vitamina en el desarrollo del embarazo previniendo la aparición de complicaciones propias de esta etapa como, por ejemplo, la preeclampsia. (6, 7)

Existe una gran prevalencia de déficit de Vitamina D en el mundo (8, 9) incluyendo en mujeres embarazadas, lo cual abre las puertas a una investigación más exhaustiva acerca de los efectos de esta vitamina en el embarazo, así como, los beneficios y dosis seguras de suplementación.

Vitamina D en el embarazo:

El embarazo es una etapa de cambios físicos, metabólicos y hormonales. Para garantizar que todos esos cambios se lleven a cabo de manera adecuada las necesidades nutricionales de la mujer varían, especialmente los requerimientos de micronutrientes. El que se va a destacar en este artículo es la vitamina D.

La vitamina D es liposoluble y se obtiene principalmente tras la exposición cutánea a la radiación ultravioleta del sol. También, se puede obtener a través de la dieta o mediante el consumo de suplementos. Algunos de los alimentos ricos en vitamina D son las yemas de huevo, pescados azules, hígado y alimentos fortificados (10). Su función principal, como se ha mencionado anteriormente, es mantener la homeostasis del calcio y el fósforo, además de preservar la integridad ósea (11). Sin embargo, también desempeña un papel crucial en la modulación del sistema inmunitario (12) y en la regulación de la función reproductiva femenina (13). Esto se debe a que el receptor de vitamina D (VDR por sus siglas en inglés) está presente en monocitos/macrófagos, células T, células B, células naturales killer (NK) y células dendríticas (12, 14, 15), así como en todas las células del tracto reproductivo femenino. (13) Los efectos sobre el

sistema inmunológico son especialmente relevantes durante el embarazo, particularmente durante la implantación embrionaria. Al modular la respuesta inmune, la vitamina D ayuda a prevenir una reacción por parte del cuerpo de la madre hacia el embrión, que contiene genes paternos. (12, 16)

Esta vitamina también desempeña otras funciones, como la regulación de la transcripción y expresión de genes, la participación en el metabolismo de la glucosa, así como en los sistemas nervioso y muscular (17-19). Durante el embarazo, ayuda a la formación los huesos y los dientes del bebé al facilitar la absorción del calcio (20).

El déficit de este micronutriente durante la gestación se ha asociado con varios problemas del desarrollo fetal como retraso en el crecimiento intrauterino, raquitismo neonatal, alteraciones en el esmalte dental (21, 22). Además, se ha observado que esta deficiencia podría estar asociada con resultados adversos del embarazo como diabetes gestacional, preeclampsia (10), parto prematuro o bajo peso al nacer (23).

En la revisión sistemática con metaanálisis realizada por Akbari S et al. (24) en la que se incluyeron 23 artículos, se obtuvo una correlación significativa entre niveles bajos de vitamina D (<20 ng/ml) durante el embarazo, y el riesgo de padecer preeclampsia.

Resultado similar se obtuvo en el ensayo abierto de Xiaomang J et al. (25) cuyo objetivo era demostrar que la suplementación con dosis altas de vitamina D en mujeres embarazadas con déficit de dicha vitamina reduce la prevalencia de preeclampsia. Este estudio dividió a 450 embarazadas en 3 grupos de suplementación de vitamina D; un grupo de dosis baja (400 UI/día); uno de dosis media (1500 UI/día) y uno de dosis alta (4000 UI/día). La suplementación se administró a partir de la semana 12 de embarazo, y se realizó un seguimiento hasta la semana 12 post parto. Como resultado, se obtuvo que la prevalencia de casos de preeclampsia fue significativamente menor en el grupo de dosis alta de suplementación de vitamina D.

En el estudio de cohortes realizado por Raia-Barjat T et al. (26) el objetivo fue evaluar la relación entre el estado de la vitamina D y la aparición de complicaciones mediadas por la placenta en una población de alto riesgo. Para ello, reclutaron a 182 mujeres con algún riesgo de padecer complicaciones mediadas con la placenta. Al final del estudio se concluyó que las pacientes con déficit de vitamina D a las 32 semanas de embarazo tienen un riesgo superior de desarrollar complicaciones mediadas por la placenta, las cuales incluyen preeclampsia, eclampsia, desprendimiento de placenta, hemólisis, enzimas hepáticas elevadas, síndrome de plaquetas bajas, retraso del crecimiento intrauterino, muerte fetal intrauterina o abortos espontáneos recurrentes.

Hornsby E et al. (27) realizaron un ensayo clínico, controlado, aleatorizado de doble ciego, cuyo objetivo fue evaluar la eficacia de la suplementación diaria con vitamina D en mujeres embarazadas, en el sistema inmune del recién nacido, relacionándolo con la aparición de asma. Para ello reclutaron sangre del cordón umbilical de 51 mujeres embarazadas, las cuales tomaban suplementos de vitamina D (26 de ellas con 4400 UI/día y 25 con 400 UI/día). Como resultado, se obtuvo que los recién nacidos de madres suplementadas con 4400 UI/día de vitamina D, tuvieron unas mayores respuestas innatas de citoquinas. Por lo que, al mejorar la respuesta inmunitaria, hay una menor probabilidad de desarrollar asma.

En general, se estima una prevalencia del déficit de vitamina D, en Europa, de, aproximadamente un 40% (28); siendo de un 40 a un 98% entre las mujeres embarazadas a nivel mundial (4).

Sin embargo, a pesar de la importancia de esta vitamina, en especial durante la fase de gestación, hoy en día no existe un consenso acerca de su suplementación.

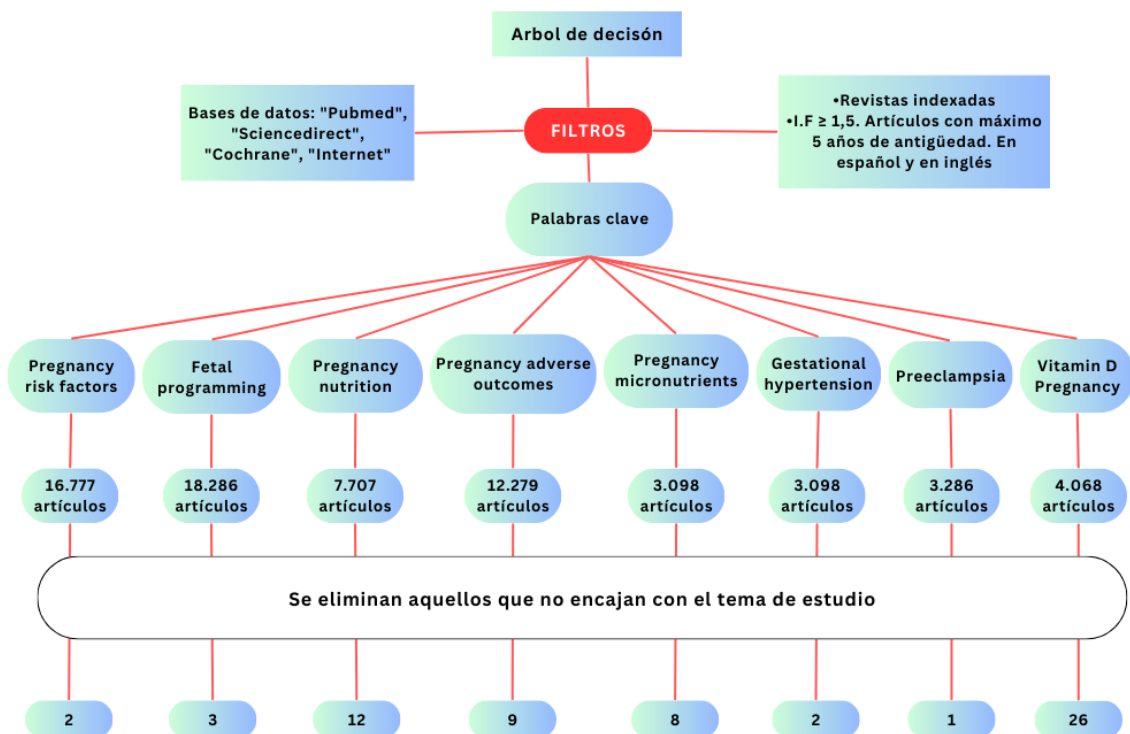
Aunque en diversos estudios (28-32) se ha demostrado que dosis de hasta 4000 UI al día resultan seguras durante el embarazo.

El objetivo de esta revisión es analizar la literatura disponible para determinar el papel de la Vitamina D en el periodo de embarazo.

Método

El artículo que se presenta consiste en una revisión bibliográfica en la cual se aúna la literatura científica disponible con el fin de determinar el papel de la vitamina D en el correcto desarrollo del embarazo, así como intentar establecer la necesidad o no de la suplementación de esta vitamina durante la etapa de gestación. Para ello, se incluyeron ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis, libros online, guías y diccionarios. Se tuvo en cuenta que estos artículos hubieran sido publicados en los últimos 5 años. Que estuvieran en inglés o en español, y que pertenecieran a revistas indexadas, con un factor de impacto $\geq 1,5$. Esta búsqueda bibliográfica para la elaboración del estado de la cuestión comenzó en noviembre de 2022 y finalizó en abril de 2023. A continuación, se procede a explicar, detalladamente, las distintas bases de datos que han sido empleadas para ello:

Figura 1.
Árbol de decisión para realizar la revisión bibliográfica



Resultados

A continuación, en la tabla 1 se muestran detalladamente las características de los estudios utilizados.

Tabla 1. *Tabla resumen de las características de los estudios incluidos en la discusión*

AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN	METODOLOGÍA	OBJETIVO	RESULTADOS
Xiaomang J et al 2021. (25)	Ensayo aleatorizado abierto	450 mujeres embarazadas de entre 20 y 40 años, con tratamiento materno y un diagnóstico de déficit de vitamina D.	Se dividió a las mujeres en 3 grupos de suplementación con vitamina D: baja dosis (400 UI/día), dosis media (1500 UI/día) y dosis alta (4000 UI/día). Se administraron los suplementos desde la semana 13 del embarazo y se realizó el seguimiento hasta 12 semanas post parto. Se midieron los niveles séricos de vitamina D antes y después de la suplementación.	La hipótesis planteaba que la suplementación con alta dosis de vitamina D, reduce la incidencia de preeclampsia.	La incidencia de preeclampsia fue significativamente menor en el grupo con alta dosis de suplemento de vitamina D. Además, la suplementación en altas dosis no demostró ningún efecto adverso.
Raia-Barjat T et al. 2021. (26)	Estudio prospectivo de cohortes multicéntrico	182 embarazadas en riesgo de sufrir PMC. Con diabetes, hipertensión crónica,	Se recogieron un total de 5 muestras de sangre por paciente, en las semanas 20, 24, 28, 32 y 36 de embarazo. Se definió como deficiencia de vitamina D a un nivel de	Resultado primario: aparición de PMC. Resultados secundarios: aparición o recurrencia de preeclampsia sin retraso del crecimiento	A las 32 semanas, el riesgo de aparición de PMC (especialmente PMC tardía) fue 5 veces mayor en pacientes con deficiencia de vitamina D que en pacientes con

		obesidad, <18 años o >38 años, entre otros factores de riesgo.	25 (OH) D <20 ng/ml e insuficiencia de vitamina D < 30 ng / ml.	intrauterino, aparición o recurrencia de PMC temprana (antes de 34 semanas) o tardía (después de 34 semanas).	niveles normales de vitamina D.
Díaz-López A et al. 2020 (33)	Análisis transversal	793 embarazadas sanas antes de la semana 12 de embarazo, mayores de 18 años.	Se extrajo sangre a todas las participantes antes de la semana 12 de embarazo y se determinaron las concentraciones séricas totales de vitamina D.	Objetivo: determinar la prevalencia de deficiencia de vitamina D en mujeres embarazadas de la costa del Mediterráneo.	Alta prevalencia de déficit de vitamina D en embarazadas de la costa oriental del Mediterráneo, especialmente en mujeres con exceso de peso, grupo étnico árabe y piel oscura, baja clase social, poca exposición a la luz solar y la síntesis dérmica de vitamina D menos eficiente durante el invierno y la primavera, bajo consumo de productos lácteos y la baja actividad física.
Vestergaard AL et al. 2021. (34)	Estudio de cohortes prospectivo	225 embarazadas danesas, ≥ 18 años.	Se tomaron muestras de sangre de todas las pacientes para determinar los niveles de vitamina D sérica y se tomaron muestras de las placentas	Caracterizar el estado de la vitamina D en mujeres en el 1 ^{er} trimestre de gestación y correlacionarlo con los resultados del	El 42 % no alcanzó el nivel de vit. D ≥75 nmol/L, el 10 % mostró una concentración <50 nmol/L y el 2 % sufría de deficiencia severa de

			para realizar un análisis genético.	embarazo y la biología placentaria.	vitamina D (<25 nmol/L). Las mujeres con un mayor IMC tienen riesgo incrementado de sufrir déficit de esta vitamina. La insuficiencia de vitamina D en el primer trimestre se asoció con una expresión más baja del factor de crecimiento placentario
Hornsb y E et al. 2018. (35)	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado o con placebo	51 embarazadas entre las semanas 10 y 18 de gestación. Con déficit de vitamina D.	Se dividió a los sujetos en 2 grupos de administración de suplementos de vitamina D: dosis bajas (400 UI/día) y dosis altas (4400 UI/día). Se recolectó sangre del cordón umbilical y se realizaron cultivos.	La hipótesis principal planteaba que la suplementación con altas dosis de vitamina D en el embarazo, estimularía el sistema inmune innato del recién nacido, mediante la producción de citoquinas proinflamatorias, previniendo la aparición de asma.	En el grupo de suplementación con altas dosis de vitamina D, los niveles sanguíneos de vitamina D volvieron a la normalidad, además, los neonatos de estas mujeres, demostraron mayores respuestas innatas de citoquinas. Dosis de hasta 4000 UI/día parecen seguras tanto para la embarazada como para el bebé.
Roth DE et al.	Ensayo aleatorizado,	1300 embarazadas, de 18 o más años de	Se hicieron 5 grupos y se asignó a cada mujer, aleatoriamente, a uno de	El resultado primario fue la puntuación z (LAZ) de longitud	La suplementación con vitamina D desde la mitad del embarazo hasta el

<p>2018. (36)</p>	<p>doble ciego, controlado o con placebo</p>	<p>edad y que se encuentren entre la semana 17 y 24 de gestación. Residentes en Bangladesh.</p>	<p>ellos. En cada uno de los grupos se administraba una dosis diferente de vitamina D: 0 UI/semana posparto ("placebo"); 4200 UI/semana prenatal y 0 UI/semana posparto; 16800 UI/semana prenatal y 0 UI/semana posparto; 28000 UI/prenatal y 0 UI/semana posparto; o, 28000 UI/semana prenatal y posparto.</p>	<p>para la edad al año (364–420 días) de edad. Como resultado secundario se midió la puntuación z del peso para la edad.</p>	<p>parto o 6 meses después del parto no demostró tener efectos significativos sobre el crecimiento de la descendencia. Sin embargo, demostró que su suplementación es segura.</p>
<p>Brustad et al. 2022 (37)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>623 embarazadas con 26 o menos semanas de gestación, una ingesta diaria de vitamina D <600 UI/día y sin trastornos endocrinos, cardíacos o renales.</p>	<p>Se dividió la muestra aleatoriamente en dos grupos de administración de vitamina D: dosis alta de 2400 UI/día o grupo placebo (0 UI/día); desde la semana 24 del embarazo hasta la semana 1 tras el parto.</p>	<p>Relación de la suplementación con vitamina D prenatal y riesgo de fracturas, así como, mineralización ósea de la descendencia.</p>	<p>Incidencia significativamente menor del 60% de fracturas en niños que nacieron de madres que habían recibido dosis altas de vitamina D durante el embarazo, frente aquellos cuyas madres pertenecían al grupo de placebo.</p>

Yin W-J et al. 2020. (38)	Estudio prospectivo de cohortes	6821 embarazadas de ≥ 18 años, residentes de Hefei, embarazo único y sin concepción asistida. Que se encontraran en el segundo trimestre de embarazo.	Se midió la concentración sérica de vitamina D y a las 24-28 semanas de gestación, se realizaron las pruebas diagnósticas de diabetes mellitus gestacional.	En este estudio se buscaba estimar la relación de la vitamina D con la diabetes mellitus gestacional.	Concentraciones bajas de vitamina D se asociaron significativamente con un mayor riesgo de diabetes mellitus gestacional. El riesgo se redujo significativamente solo en aquellas mujeres que tomaban suplemento y cuyos niveles séricos de vit.D se acercaban a 50 nmol/L.
Bakleic heva M et al. 2021. (39)	Estudio prospectivo multicéntrico aleatorizado	88 embarazadas en el primer trimestre de gestación, de 20 a 44 años, embarazo único, IMC ≤ 30 kg/m ² y nivel conocido de vitamina D sérica.	Se dividió a las pacientes en 3 grupos dependiendo del nivel inicial de vitamina D en suero (grupo 1: < 10 ng/ml, grupo 2: 10-30 ng/ml, grupo 3: > 30 ng/ml).	Objetivo: evaluar las características del curso del embarazo de mujeres con diferentes niveles de vitamina D sérica en el primer trimestre.	En el grupo con deficiencia pronunciada de vitamina D (< 10 ng/ml) el riesgo de aborto espontáneo fue 2 veces mayor que en el grupo con niveles normales de vitamina D (> 30 ng/ml).
Liu C-C et al. 2023. (40)	Estudio observacional retrospectivo	1048 mujeres con niveles conocidos de vitamina D con un parto ≥ 20 semanas de	La suplementación con vitamina D con 2000 UI/día se inició a las 12-16 semanas de embarazo si había de vitamina D. Si el nivel superó ≥ 20 ng /	Se buscaba estudiar la correlación entre los niveles séricos de vitamina D durante la gestación y la aparición de resultados	Correlación inversa entre nivel inicial de vitamina D e IMC materno. Dosis de hasta 4000 UI/día de vitamina D son seguras. Y niveles altos de vitamina

gestación; 746 mujeres que tuvieron déficit de vitamina D (<20 ng / ml) y recibieron el mismo suplemento de vitamina D; y 3654 mujeres con niveles desconocidos de vitamina D y con un parto \geq 20 semanas de gestación

ml, se administró dosis de mantenimiento a 800 UI / día hasta nacimiento. Si nivel de vitamina D seguía <20 ng/ml, la suplementación de 2000 UI/día se continuó hasta que niveles fueran de \geq 20 ng/ml o el parto.

adversos del embarazo.

D sérica pueden proteger contra el parto prematuro, el bajo peso al nacer y la hemorragia postparto.

Ogiji J et al. 2022 (41)	Estudio observacional retrospectivo	161 embarazadas.	Durante el primer trimestre de embarazo, se recogieron muestras de sangre para determinar las concentraciones séricas de vit.D. Se compararon los niveles de vitamina D de mujeres que desarrollaron depresión postparto (DPP) con los de las que no lo desarrollaron.	Se buscaba estudiar la relación entre los niveles séricos de vitamina D durante el embarazo y la aparición de depresión postparto.	La aparición de depresión postparto se correlacionó significativamente negativamente con los niveles prenatales de vitamina D.
---------------------------------	-------------------------------------	------------------	--	--	--

Discusión y conclusiones

La deficiencia de vitamina D es considerada como una condición o patología muy común entre las mujeres embarazadas, como se vio en los estudios de Díaz-López A et al. (33) y Vestergaard AL et al. (34); pudiendo, en ciertas zonas del mundo, alcanzar al 100% de la población.

De los 11 estudios, 3 de ellos estudiaron la implicación de la suplementación con vitamina D en diferentes resultados del desarrollo de la descendencia. Los tres eran ensayos aleatorizados, doble ciego, controlados. El primero de ellos (35) la relacionaba con la estimulación del desarrollo del sistema inmune del neonato, disminuyendo el riesgo de asma. Otro de ellos (36) planteaba la relación de la vitamina D con el crecimiento del recién nacido; y el tercero (37) proponía que la suplementación con esta vitamina durante la gestación disminuye el riesgo de fracturas en la descendencia. Dos de ellos concluyeron que la vitamina D influye favorablemente en el desarrollo del recién nacido.

Como se mencionó con anterioridad, dos de los estudios empleados, observaron la prevalencia de hipovitaminosis D en una población de mujeres de la costa del mediterráneo (33) y en una población de mujeres danesas (34), un estudio transversal y un estudio de cohortes prospectivo, respectivamente. Ambos concluyeron que había una deficiencia significativa de vitamina D entre las mujeres embarazadas.

Otros 4 estudios utilizados analizaban la relación de la deficiencia de vitamina D con los distintos resultados del embarazo. Se tomó como valor de referencia de deficiencia de vitamina D un nivel de 25 (OH) D inferior a 20 ng/ml. Estos eran estudios prospectivos multicéntricos de cohortes. El primero analizó esta relación con el riesgo de sufrir complicaciones mediadas por la placenta (26); el segundo planteó esta relación con el riesgo de sufrir diabetes mellitus gestacional (39); y el tercero (40) estudió las características del curso del embarazo según distintos niveles de vitamina D sérica. El último de ellos (41) analizó la relación de los niveles séricos de vitamina D con el desarrollo de depresión postparto. Los cuatro estudios concluyeron que el riesgo de sufrir resultados adversos del embarazo era significativamente mayor en mujeres con bajos niveles de vitamina D sérica.

Los otros 2 estudios restantes analizaban el efecto de la suplementación con vitamina D durante la gestación sobre la aparición de resultados adversos del embarazo. Uno de los estudios fue un ensayo aleatorizado abierto (25) que proponía que la suplementación con altas dosis de vitamina D desde el embarazo temprano reduce la incidencia de preeclampsia. Este concluyó que la incidencia de preeclampsia fue significativamente menor en aquellas mujeres que fueron suplementadas con altas dosis de vitamina D. El otro de los artículos buscaba estudiar la asociación entre los niveles séricos de vitamina D y la aparición de resultados adversos del embarazo (40), concluyendo que las dosis de hasta 4000 UI/día de suplementación con vitamina D eran seguras, así como, que los niveles séricos altos de esta vitamina, protegían frente al parto prematuro, el bajo peso al nacer y la hemorragia postparto.

Todos los artículos analizados que estudiaron la asociación de los niveles de vitamina D con los resultados adversos del embarazo obtuvieron resultados a favor. En el estudio realizado por Yin W-J et al. (38) se concluyó que los niveles adecuados de este micronutriente (>50 nmol/L) durante la gestación, reducían significativamente el riesgo de padecer diabetes mellitus gestacional.

Bakleicheva M et al. 2021. (39) demostraron que las mujeres con déficit severo de

vitamina D durante el embarazo tenían un riesgo significativamente mayor de sufrir un aborto espontáneo. Y el estudio de Ogiji J et al. (41) concluyó que la aparición de depresión post parto tenía una asociación inversa significativa con los niveles séricos de vitamina D durante el embarazo.

El estudio de Raia-Barjat T et al. (26) concluyó que había una asociación significativa entre los niveles bajos de vitamina D sérica durante el embarazo y la aparición de complicaciones mediadas por la placenta, siendo la preeclampsia una de estas complicaciones.

Como se ha mencionado antes, Vestergaard AL et al. (34) demostraron que había una gran prevalencia de déficit de vitamina D entre las mujeres danesas embarazadas. Además, en este estudio, se observó que la insuficiencia de vitamina D durante el primer trimestre de embarazo se relacionaba con una baja expresión de factor de crecimiento placentario, el cual es un marcador bioquímico de predicción de riesgo de preeclampsia en el primer trimestre de embarazo.

Por lo que 3 de los artículos analizados demostraron asociaciones significativas entre los niveles séricos de vitamina D bajos durante el embarazo y la aparición de preeclampsia (25, 26, 35).

De los estudios que analizaban la relación de las concentraciones séricas de vitamina D durante el embarazo con el desarrollo del neonato, el realizado por Roth DE et al. (37) no demostró que hubiera diferencias significativas entre dichas concentraciones y el crecimiento del bebé.

Sin embargo, Liu C-C et al. (40) demostraron que niveles séricos altos de vitamina D durante el embarazo, protegen frente al bajo peso al nacer.

Además, niveles adecuados de esta vitamina durante el embarazo parecen proteger a la descendencia de problemas de salud como asma, al estimular el sistema inmune innato del recién nacido, tal y como demostraron Hornsby E et al. (35) en su ensayo clínico. También, podrían proteger frente a fracturas en el niño, concluyeron Brustad N et al. (36).

En cuanto a la suplementación con esta vitamina, 4 de los estudios (25, 36, 35, 40) demostraron que dosis de suplementación de hasta 4000 UI/día, son seguras tanto para la madre como para el feto.

La evidencia obtenida hasta ahora, sugiere que los niveles séricos correctos de vitamina D pueden influir en el correcto desarrollo del embarazo, tanto protegiendo a la madre frente a resultados adversos del embarazo (como diabetes mellitus, parto prematuro o depresión postparto, entre otros), como protegiendo al feto de futuras fracturas óseas, o reforzando su sistema inmunitario. Y, en el caso contrario, niveles deficientes de esta vitamina durante el embarazo, pueden favorecer la aparición de problemas característicos de esta etapa como preeclampsia o diabetes mellitus gestacional.

Por tanto, como conclusión, se puede afirmar que el papel de la vitamina D durante la gestación no radica únicamente en mantener los niveles de calcio y fósforo y la salud ósea, sino que sus funciones van más allá. Como, por ejemplo, favoreciendo la implantación del feto en el útero al modular la respuesta inmune, o previniendo la aparición de preeclampsia. Además, como se ha mencionado antes, la prevalencia de deficiencia de vitamina D está

muy extendida entre las mujeres embarazadas de todo el mundo, por lo que sería muy interesante llegar a un consenso acerca la dosis de suplementación de vitamina D recomendada para todas las embarazadas. Según lo observado en esta revisión, se podría afirmar que una dosis de hasta 4000 UI/día de vitamina D resultaría segura tanto para la madre como para el feto, además de ser eficaz normalizando las concentraciones séricas de la madre, y previniendo frente a distintos problemas del embarazo. Por ello, con el fin de prevenir la aparición de problemas por la deficiencia de este micronutriente, debería recomendarse a todas las embarazadas la suplementación con 4000 UI/día, dosis que se ha comprobado que es segura. Sin embargo, la evidencia aún es limitada y se requiere seguir investigando bastante en este ámbito ya que todavía no se ha llegado a un acuerdo sobre cuál es la concentración óptima de vitamina D ni se ha estandarizado su suplementación a todas las embarazadas, como se ha hecho con otros micronutrientes como el ácido fólico.

Referencias

- (1). Lindsay KL, Buss C, Wadhwa PD, Entringer S. The interplay between nutrition and stress in pregnancy: Implications for fetal programming of brain development. *Biol Psychiatry* 2019, 85(2):135–49. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30057177/>
- (2). Mate A. Lifestyle, maternal nutrition and healthy pregnancy. *Curr Vasc Pharmacol.* 2021,19(2):132–40. <https://www.eurekaselect.com/article/105580>
- (3). Cortés-Albornoz MC, García-Guáqueta DP, Velez-van-Meerbeke A, Talero-Gutiérrez C. Maternal nutrition and neurodevelopment: A scoping review. *Nutrients.* 2021 13(10):3530. <http://dx.doi.org/10.3390/nu13103530>
- (4). Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and micronutrient intake during pregnancy: An overview of recent evidence. *Nutrients.* 2019; 11(2):443. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11020443>
- (5). Agarwal S, Kovilam O, Agrawal DK. Vitamin D and its impact on maternal-fetal outcomes in pregnancy: A critical review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2018;58(5):755–69. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27558700/>
- (6). Curtis EM, Moon RJ, Harvey NC, Cooper C. Maternal vitamin D supplementation during pregnancy. *Br Med Bull.* 2018; 126 (1):57–77. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6003599/>
- (7). Fogacci S, Fogacci F, Banach M, Michos ED, Hernandez AV, Lip GYH, et al. Vitamin D supplementation and incident preeclampsia: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Nutr.* 2020. 39(6):1742–52. [https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614\(19\)33027-4/fulltext](https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(19)33027-4/fulltext)
- (8). Mansur JL, Oliveri B, Giacoia E, Fusaro D, Costanzo PR. Vitamin D: Before, during and after Pregnancy: Effect on Neonates and Children. *Nutrients.* 2022;14(9):1900. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35565867/> Pilz S, Zittermann A, Obeid R, Hahn A, Pludowski P, Trummer C, et al. The role of vitamin D in fertility and during pregnancy and lactation: A review of clinical data. *Int J Environ Res Public Health.* 15(10):2241. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30322097/>
- (9). Chang S-W, Lee H-C. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatr Neonatol.* 2019;60(3):237–44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31101452/>
- (10). Jeon S-M, Shin E-A. Exploring vitamin D metabolism and function in cancer. *Exp Mol Med [Internet].* 2018. 50(4):1–14. <http://dx.doi.org/10.1038/s12276-018-0038-9>
- (11). Cyprian F, Lefkou E, Varoudi K, Girardi G. Immunomodulatory effects of vitamin D in pregnancy and beyond. *Front Immunol.* 2019;10:2739. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31824513/>

- (12). Hasan HA, Barber TM, Cheaib S, Coussa A. Preconception vitamin D level and in vitro fertilization: Pregnancy outcome. *Endocr Pract.* 2023;29(4):235–9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1530891X23000162>
- (13). Vieyra-García PA, Wolf P. From early immunomodulatory triggers to immunosuppressive outcome: Therapeutic implications of the complex interplay between the wavebands of sunlight and the skin. *Front Med (Lausanne).* 2018; 5:232. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30250844/>
- (14). Liang S, Cai J, Li Y, Yang R. 1,25-Dihydroxy-Vitamin D3 induces macrophage polarization to M2 by upregulating T-cell Ig-mucin-3 expression. *Mol Med Rep.* 2019 19(5): 3707–13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30896850/>
- (15). Baldini D, Malvasi A, Kosmas I, Baldini GM, Silvestris E. Increased bioavailability of Vitamin D improved pregnancy outcomes in in vitro fertilization cycles, only in patients over 36 years: a cross-sectional study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021;25(15):4964–72. http://dx.doi.org/10.26355/eurrev_202108_26453
- (16). Mailhot G, White JH. Vitamin D and immunity in infants and children. *Nutrients* [Internet]. 2020;12(5):1233. <http://dx.doi.org/10.3390/nu12051233>
- (17). Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur J Appl Physiol*;119(4):825–39. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30830277/>
- (18). Contreras-Bolívar V, García-Fontana B, García-Fontana C, Muñoz-Torres M. Mechanisms involved in the relationship between vitamin D and insulin resistance: Impact on clinical practice. *Nutrients.* 13(10):3491.
- (19). Curtis EM, Moon RJ, Harvey NC, Cooper C. Maternal vitamin D supplementation during pregnancy. *Br Med Bull* 2018. 126(1):57–77. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29684104/>
- (20). Mansur JL, Oliveri B, Giacoia E, Fusaro D, Costanzo PR. Vitamin D: Before, during and after Pregnancy: Effect on Neonates and Children. *Nutrients*;14(9):1900. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35565867/>
- (21). Santander Ballestín S, Giménez Campos MI, Ballestín Ballestín J, Luesma Bartolomé MJ. Is supplementation with micronutrients still necessary during pregnancy? A review. *Nutrients* 13(9):3134. <http://dx.doi.org/10.3390/nu13093134>
- (22). Antonucci R, Locci C, Clemente MG, Chicconi E, Antonucci L. Vitamin D deficiency in childhood: old lessons and current challenges. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2018 31(3):247–60. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29397388/>
- (23). Akbari S, Khodadadi B, Ahmadi SAY, Abbaszadeh S, Shahsavari F. Association of vitamin D level and vitamin D deficiency with risk of preeclampsia: A systematic review and updated meta-analysis. *Taiwan J Obstet Gynecol.* ;57(2):241–7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29673668/>
- (24). Xiaomang J, Yanling W. Effect of vitamin D3 supplementation during pregnancy on high risk factors - a randomized controlled trial. *J Perinat Med.* 2021 49(4):480–4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33554587/>
- (25). Raia-Barjat T, Sarkis C, Rancon F, Thibaudin L, Gris J-C, Alfaidy N, et al. Vitamin D deficiency during late pregnancy mediates placenta-associated complications. *Sci Rep.* 11(1):20708 <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-00250-5>
- (26). Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, Neuwersch-Sommeregger S, Köstenberger M, Tmava Berisha A, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin* 2020. 74(11):1498–513. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31959942/>
- (27). Wagner CL, Hollis BW. The implications of vitamin D status during pregnancy

- on mother and her developing child. *Front Endocrinol (Lausanne)*; 9:500. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30233496/>
- (28). Hollis BW. Vitamin D status during pregnancy: The importance of getting it right. *EBioMedicine*. 2019; 39:23–4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.12.021>
- (29). Enkhmaa D, Tanz L, Ganmaa D, Enkhtur S, Oyun-Erdene B, Stuart J, et al. Randomized trial of three doses of vitamin D to reduce deficiency in pregnant Mongolian women. *EBioMedicine*. 2019; 39:510–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.11.060>
- (30). Rostami M, Tehrani FR, Simbar M, Bidhendi Yarandi R, Minooe S, Hollis BW, et al. Effectiveness of prenatal vitamin D deficiency screening and treatment program: A stratified randomized field trial. *J Clin Endocrinol Metab*. 2018;103(8):2936–48. <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2018-00109>
- (31). Palacios C, Trak-Fellermeier MA, Martinez RX, Lopez-Perez L, Lips P, Salisi JA, et al. Regimens of vitamin D supplementation for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;10(10):CD013446. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD013446>
- (32). Díaz-López A, Jardí C, Villalobos M, Serrat N, Basora J, Arija V. Prevalence and risk factors of hypovitaminosis D in pregnant Spanish women. *Sci Rep*. 2020;10(1):15757. <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-02192698/full?highlightAbstract=d%7Cvitamin%7Cpregnanc%7Cpregnancy>
- (33). Vestergaard AL, Justesen S, Volqvartz T, Aagaard SK, Andreasen MF, Lesnikova I, et al. Vitamin D insufficiency among Danish pregnant women-Prevalence and association with adverse obstetric outcomes and placental vitamin D metabolism. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2021;100(3):480–8. <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-02191613/full?highlightAbstract=d%7Cvitamin%7Cpregnanc%7Cpregnancy>
- (34). Hornsby E, Pfeffer PE, Laranjo N, Cruikshank W, Tuzova M, Litonjua AA, et al. Vitamin D supplementation during pregnancy: Effect on the neonatal immune system in a randomized controlled trial. *J Allergy Clin Immunol*. 2018;141(1):269-278.e1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28552588/>
- (35). Roth DE, Morris SK, Zlotkin S, Gernand AD, Ahmed T, Shanta SS, et al. Vitamin D supplementation in pregnancy and lactation to promote infant growth. *N Engl J Med*. 2018, 379(6):535–46. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6004541/>
- (36). Brustad N, Chawes BL, Thorsen J, Krakauer M, Lasky-Su J, Weiss ST, et al. High-dose vitamin D supplementation in pregnancy and 25(OH)D sufficiency in childhood reduce the risk of fractures and improve bone mineralization in childhood: Follow-up of a randomized clinical trial. *EClinicalMedicine*. 2022; 43(101254):101254. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589537021005356>
- (37). Yin W-J, Tao R-X, Hu H-L, Zhang Y, Jiang X-M, Zhang M-X, et al. The association of vitamin D status and supplementation during pregnancy with gestational diabetes mellitus: a Chinese prospective birth cohort study. *Am J Clin Nutr*. 2020; 111(1):122–30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916522009790>
- (38). Bakleicheva M, Bepalova O, Kovaleva I. Features of the 1st trimester of pregnancy course with severe deficiency of 25(OH)D. *Gynecol Endocrinol*. 2021;37(sup1):49–53. <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-02380505/full?highlightAbstract=d%7Cvitamin%7Cpregnanc%7Cpregnancy>
- (39). Liu C-C, Huang J-P. Potential benefits of vitamin D supplementation on pregnancy. *J Formos Med Assoc [Internet]*. 2023; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092966462300058X>

- (40). Ogiji J, Rich W. An exploratory study of vitamin D levels during pregnancy and its association with postpartum depression. *Psychiatry Res Commun.* 2022;2(1):100021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772598722000022>

Fecha de recepción: 29/06/2023

Fecha de revisión: 15/07/2023

Fecha de aceptación: 05/10/2023



Cómo citar este artículo

Calvo, S. (2023). Revisión sobre la intervención dietética en síndrome de ovario poliquístico. *MLS Health & Nutrition Research*, 2(2), 164-181.10.60134/mlshn.v2n2.2153

REVISIÓN SOBRE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA EN SÍNDROME DE OVARIO POLIQUÍSTICO

Sara Calvo Pajares

Universidad Europea del Atlántico

saracalvop@gmail.com <https://orcid.org/009-0002-4334-3807>

Resumen: El objetivo del presente estudio es investigar cuál es la intervención dietética óptima en mujeres con Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP). Para ello, se realizó una revisión bibliográfica. Se estudiaron documentos, páginas web oficiales y distintos artículos científicos. Para el análisis de estudios, fueron seleccionados distintos artículos que investigaban el efecto de una de las dietas de estudio en mujeres con SOP. Se tuvieron en cuenta un total de 19 artículos publicados entre 2015 y 2022, obtenidos de la base de datos PubMed. Como resultado se obtuvo que cualquiera de las dietas de estudio puede resultar de interés clínico para la pérdida de peso. La dieta mediterránea (DM) es interesante por su capacidad antioxidante. La dieta DASH y la dieta cetogénica (DC) han mostrado ser eficaces para controlar la glucemia en la población de estudio. La dieta de bajo índice glucémico (IG) puede mejorar el perfil de hormonas sexuales y otros parámetros analíticos, como el colesterol total o los triglicéridos. Son necesarios más estudios y con una mayor muestra para poder confirmar los resultados hallados. No obstante, la información expuesta en este artículo muestra que una pérdida de peso, en caso de que sea necesario, una dieta antiinflamatoria y un control en la ingesta de hidratos de carbono son características a tener en cuenta para mejorar la sintomatología y la salud de mujeres con SOP.

Palabras clave: Síndrome de ovario poliquístico. Dieta mediterránea. Dieta DASH. Dieta cetogénica. Dieta de bajo índice glucémico.

DIETARY INTERVENTION IN POLYCYSTIC OVARIAN SYNDROME – A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

Abstract: The aim of the present study was to investigate which diet is the best option to treat polycystic ovarian syndrome (PCOS). A bibliographic review was carried out. Official web sites and documents were taken into consideration. Nevertheless, for the analysis of studies, just articles from indexed magazines were used. These articles were published between 2015 and 2022, and they were selected from the database PubMed. At the end, 19 articles were used. All of the discussed diets can be helpful to lose weight in case of overweight or obesity. In case of inflammation, the Mediterranean diet may be the best option because of its antioxidant value. When SOP coexists with diabetes, both the DASH diet and the ketogenic diet can be of great help. A low glycaemic diet can be useful to improve the levels of sex hormones and the lipid profile in women with PCOS. More investigations and studies with bigger samples are needed to confirm the results shown in this work. However, the information exposed in this review points out that an anti-inflammatory diet, losing weight, in case it was necessary, and

controlling the carbohydrates intake, is necessary to improve the symptomatology and health of women with PCOS.

Keywords: polycystic ovarian syndrome. Mediterranean diet. DASH diet. Ketogenic diet. Low glicemic diet

Introducción

El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es la enfermedad endocrina más prevalente en mujeres en edad fértil (1,2). Estas mujeres suelen presentar los siguientes síntomas: anovulación o ciclos menstruales irregulares, hiperandrogenismo, acné, hirsutismo, folículos en los ovarios (sacos de líquido), resistencia a la insulina, un exceso de grasa visceral, infertilidad u obesidad (2). Además, alrededor del 20 % de las mujeres de esta población sufre apnea del sueño (3). Asimismo, las mujeres con esta afección sufren una inflamación sistémica (4,5).

El síndrome se asocia además, a un mal funcionamiento de las hormonas tiroideas (6). A largo plazo, esta patología endocrina puede aumentar el riesgo de sufrir hígado graso no alcohólico, enfermedades cardiovasculares (ECV) y cáncer de endometrio (2).

Es destacable que el SOP puede afectar significativamente a la calidad de vida de las mujeres que lo sufren (7,8), especialmente sobre la salud mental (9). La depresión (en ocasiones agravada por el hirsutismo y la infertilidad), el acné y la obesidad son los tres factores que en mayor medida empeoran la calidad de vida de mujeres con SOP (7).

La etiología del síndrome no está clara, pero se sabe que tiene un componente genético y otro medioambiental (1). Algunos de los factores que pueden desencadenar esta enfermedad son factores hereditarios, bajo peso al nacer, obesidad, sedentarismo o una dieta desequilibrada (1).

En cuanto al factor dietético, algunos nutrientes, tales como el azúcar o las grasas saturadas, pueden generar estrés oxidativo e inflamación, que a su vez aumentan el riesgo de provocar disfunciones metabólicas y hormonales, por ejemplo, en los ovarios (10).

Además de no llevar un estilo de vida saludable, un prerrequisito para padecer SOP es una secreción excesiva de andrógenos por parte de las glándulas sexuales femeninas (11).

Hay una teoría que explica los orígenes del SOP desde una perspectiva de adaptación al medio. En tiempos de escasez de alimentos, donde nuestros ancestros vivían situaciones con un nivel alto de estrés, había ciertos genes y fenotipos que serían útiles para favorecer la supervivencia. Sin embargo, durante el siglo pasado, en la mayoría de regiones del mundo se ha tenido acceso ilimitado a alimentos. Estos fenotipos, que antes promovían una ventaja evolutiva, ahora son un riesgo que aumenta la prevalencia de obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo II (11). Como se muestra en la figura 1 las adaptaciones que a nuestros ancestros les han beneficiado, como son resistencia a la insulina, hiperandrogenismo, aumento en las reservas energéticas o menos fertilidad; ahora resultan patogénicas (12).

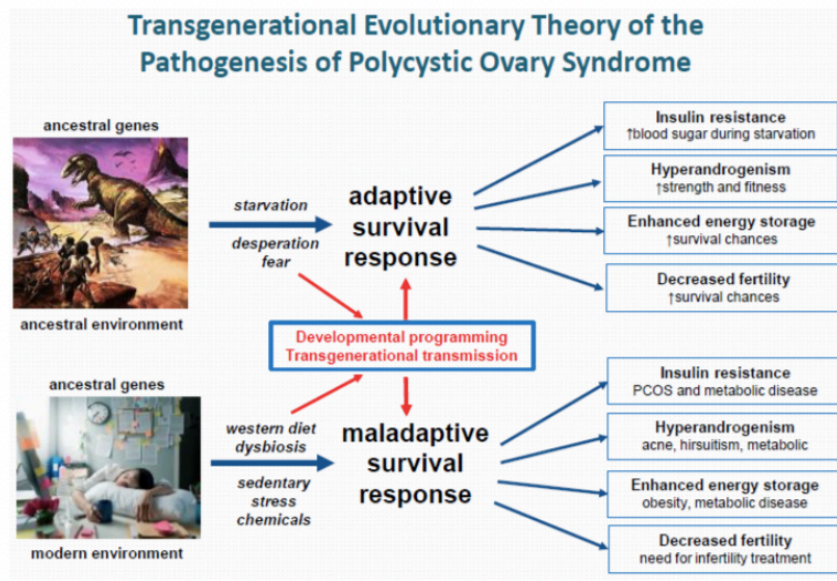


Figura 1: Teoría de la patogénesis del SOP (13).

Criterios diagnósticos

Para diagnosticar el SOP se usan principalmente los criterios de Rotterdam. Se han de cumplir 2 de estos 3 criterios (8, 14):

- Oligo-anovulación: es la clínica de amenorrea u oligomenorrea. Se conoce como oligoamenorrea a la presencia de menos de 9 menstruaciones en un año o a la presencia de más de 3 periodos menstruales/año de al menos 38 días. Es decir, son periodos menstruales irregulares (14). Por otro lado, la amenorrea es la ausencia de menstruación durante 3 o más periodos menstruales (15).
- Hiperandrogenismo: los andrógenos son la testosterona, la androsterona y la androstenediona. Los valores fisiológicos de estas hormonas sexuales en mujeres son: testosterona menor de 0,6 ng/ml, androsterona menor de 9 ng/ml y androstenediona menor de 3 ng/ml. Los valores de referencia pueden variar dependiendo del laboratorio. En la práctica clínica el valor de testosterona total es el que más se utiliza para determinar la presencia o no de hiperandrogenismo (16).
- Tener ovarios con apariencia poliquística: el método diagnóstico que permite evaluar este parámetro es la ecografía. Para cumplir con este tercer criterio los ovarios han de tener un mínimo de 12 folículos, de entre 2 y 9 milímetros cada uno, o al menos un ovario ha de tener un volumen mayor o igual a 10 ml (14).

Por otro lado, existen otros dos métodos para diagnosticar esta enfermedad. La Androgen Excess and PCOS Society establece que tiene que haber hiperandrogenismo y disfunción ovárica. Esta disfunción puede deberse a alteraciones en la ovulación y/o en la morfología de los ovarios. Por el contrario, el Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano no considera la morfología ovárica como criterio diagnóstico, pero sí el hiperandrogenismo y los trastornos ovulatorios (11).

Algunos expertos señalan que el término SOP no es correcto debido a que no siempre se tienen que tener quistes en los ovarios para padecer la enfermedad y a que tenerlos no indica que haya una producción excesiva de andrógenos por los ovarios (11).

Tratamiento

Ni la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), ni la Agencia Europea del Medicamento (EMA) han aprobado ningún medicamento específico para tratar el SOP. Por esta razón, el tratamiento debe ser individualizado (11).

- Pastillas anticonceptivas orales: combinan estrógenos y progesterona. Restablecen el ciclo menstrual y mejoran la sintomatología del acné e hirsutismo (17). Fomentar unos ciclos menstruales regulares es importante para la prevención de patologías del endometrio, como el cáncer (11).
- Metformina: los efectos de la metformina para regular el ciclo menstrual y mejorar los signos de hiperandrogenismo son de leves a moderados (17). Sin embargo, este fármaco es eficiente para mejorar la resistencia a la insulina en mujeres con SOP, y es el tratamiento más usado en casos de diabetes (11). Del mismo modo, ayuda en la pérdida de peso (17).
- Fármacos para pérdida de peso: se han visto efectos positivos a corto plazo en mujeres con SOP (11). El péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) es eficiente para tratar la obesidad en estas mujeres (17). Sin embargo, las repercusiones a largo plazo que estos fármacos pueden provocar en la población de estudio se desconocen (11).
- Cirugía bariátrica: la cirugía bariátrica es una intervención a tener en cuenta en las pacientes obesas con SOP. Dependiendo del peso final tras la intervención, los signos y síntomas característicos del síndrome podrían revertir. Este tipo de cirugía mejoró el peso, los ciclos menstruales y el perfil hormonal y metabólico de las mujeres del estudio de Hu et al. (18). De acuerdo a estos investigadores, la cirugía bariátrica debería ser una prioridad en pacientes obesas con SOP.

Los criterios para poder someterse a esta intervención son los mismos en población general obesa que en mujeres obesas con el síndrome (11). Para que una mujer pueda ser sometida a esta operación, el índice de masa corporal (IMC) ha de ser mayor de 40 kg/m² o mayor de 35 kg/m² y padecer otra afección de salud grave relacionada con el peso (19).

- Otros tratamientos a tener en cuenta: cosméticos o pastillas de retinol para el acné o distintas técnicas de afeitado para el hirsutismo (11). Además, suplementos a base de mioinositol han resultado ser efectivos para normalizar la función ovárica en mujeres con SOP (20).

En conclusión, el tratamiento a utilizar variará según la sintomatología de cada paciente. La recomendación de combinar varios fármacos como los anticonceptivos orales y la metformina está cada vez más extendida (17).

Antes de tratar el síndrome con estos fármacos, será conveniente estudiar posibles cambios en el estilo de vida de la paciente. El tratamiento de primera línea en el SOP es el cambio en el estilo de vida (1,21, 22). La práctica de ejercicio físico, un tratamiento dietético adaptado a cada paciente, y reducir el porcentaje graso; debido a que hasta el 80% de las mujeres con SOP tienen sobrepeso u obesidad (23), son distintas alternativas que mejorarían la sintomatología de mujeres con este síndrome (24).

Las estrategias nutricionales que permitan reducir el sobrepeso y la obesidad y mejorar la sensibilidad a la insulina serán beneficiosas en mujeres que padezcan esta enfermedad (25). Algunas estrategias nutricionales que han mostrado tener cierto interés terapéutico en esta patología son la dieta mediterránea (DM), el enfoque alimentario para detener la hipertensión, de sus siglas en inglés DASH, la cetogénica (DC) y una dieta de bajo índice glucémico (IG).

Asimismo, conseguir un estilo de vida saludable puede mejorar la calidad de vida de mujeres con SOP, aunque no se consiga una pérdida de peso (8). Del mismo modo, debido a que no todas las mujeres con el síndrome tienen sobrepeso u obesidad, el impacto que la dieta pueda tener más allá de la pérdida de peso, ha de ser de interés clínico (26). En la misma línea, seguir una dieta equilibrada es especialmente importante en estas mujeres porque, a mismo IMC, las mujeres con SOP tienen más glucosa e insulina en sangre que la población general (27). Sin embargo, perder grasa podría ser clave para mejorar el perfil metabólico y hormonal que lleva a la infertilidad en mujeres con SOP (28). En definitiva, una pérdida de peso puede ser necesaria para recuperar el ciclo menstrual y, por tanto, la fertilidad en la población de estudio (29).

La evidencia científica actual sugiere que una dieta bien ajustada y balanceada es beneficiosa para mejorar la resistencia a la insulina, el peso corporal y el perfil metabólico; y para prevenir complicaciones típicas del síndrome (26).

Dieta mediterránea

La DM la definió por primera vez Ancel Keys con el estudio de los 7 países, quien defendía que era una dieta alta en aceites vegetales y baja en grasas saturadas (30). Tras su estudio, la dieta ha sido definida de varias formas, pero algunos conceptos que se han mantenido a lo largo del tiempo son: que este estilo de alimentación proporciona un consumo alto de aceite de oliva, vegetales, fruta, legumbres, frutos secos, cereales integrales pescado y marisco; un consumo moderado de lácteos, carne y vino tinto y un consumo bajo de dulces y grasas saturadas (30,31). La DM es conocida por sus efectos en la prevención de ECV, diabetes mellitus tipo II, demencia y algunos tipos de cáncer (32). Esta característica protectora de la DM se debe en parte a la capacidad que tiene de reducir la grasa visceral (31) y a su papel antiinflamatorio (5,27,33).

La adherencia a la DM se mide con el cuestionario PREDIMED, el cual consta de 14 sencillas preguntas en las que se indaga sobre los hábitos dietéticos de la población (34). Este cuestionario nace del Estudio PREDIMED (prevención con dieta mediterránea) (35), el cual fue un ensayo clínico que trataba de analizar el efecto de la dieta mediterránea en la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares (36). Además de los efectos de la dieta a nivel cardiovascular, los resultados del estudio PREDIMED muestran que una buena adherencia a la DM reduce el riesgo de sufrir diabetes tipo II, hipertensión arterial, fibrilación auricular, deterioro cognitivo y cáncer de mamá (36).

Dieta DASH

Las siglas DASH corresponden a los términos Dietary Approaches to Stop Hypertension, traducido al español, enfoques alimentarios para detener la hipertensión (37). Esta dieta nació a finales de los 90 en Estados Unidos, fue creada por el National Institute of Health (38). La primera vez que se estudió su efecto fue con el estudio de Apple et al. (39), el cual consistió en comparar los efectos de tres dietas distintas. La primera era la dieta control, la segunda una

dieta alta en frutas y verduras, y la tercera una combinada, en la que había un gran aporte de frutas y verduras y un mínimo aporte de grasas. La conclusión del estudio fue que una dieta alta en frutas y verduras y baja en grasas puede reducir significativamente la presión arterial.

Cuatro años después, Vollmer et al. (40) llevaron a cabo un estudio no solo para ver los efectos de la dieta DASH en la presión arterial, sino también para conocer el efecto de la ingesta de sodio en este parámetro de salud. Los participantes del estudio estaban divididos en dos grupos: dieta control y dieta DASH. La ingesta de sodio fue asignada aleatoriamente. Como resultado se observó que la dieta DASH, junto con una ingesta de sodio baja, se asoció con una reducción significativa de la presión arterial.

La dieta DASH no incluye alimentos especiales, simplemente hace distintas recomendaciones, entre las que se encuentran: consumir frutas, verduras y cereales integrales; incluir lácteos bajos en grasa, pollo, pescado, legumbres, frutos secos y semillas y aceites vegetales y limitar el consumo de alimentos altos en grasas saturadas, como lácteos enteros, carne grasa o aceite de palma, y de aquellos alimentos altos en azúcares simples, como los dulces (41). Con esta dieta, se pretende generar un consumo alto de potasio, calcio, magnesio y fibra y reducir el aporte de sodio por debajo de 2,3 g/día (38).

Esta dieta está indicada principalmente para pacientes con hipertensión (38), ya que se relaciona directamente con una reducción en la presión sanguínea (37). No obstante, debido a que es un patrón dietético saludable, personas sin patologías también se pueden beneficiar de ella. Del mismo modo, pacientes que padezcan diabetes, dislipemia o sobrepeso pueden mejorar su salud al seguir la dieta DASH (38).

Dieta cetogénica

La dieta cetogénica nació en el año 1921 para tratar la epilepsia (42). Se pensó que esta dieta alta en grasas, adecuada en proteínas y baja en CH sería óptima para los pacientes que sufrían crisis epilépticas, ya que simula la situación fisiológica que se da durante el ayuno. La dieta cetogénica produce acidosis, deshidratación y cetosis (al igual que el ayuno) pero se puede llevar a cabo por mucho más tiempo (42,43).

Esta dieta se usó bastante en niños con epilepsia durante dos décadas. Sin embargo, con la aparición de nuevos fármacos, su interés terapéutico disminuyó y no fue hasta principios del siglo XXI que se volvió a incidir en la eficacia de esta intervención dietética para tratar la epilepsia (43).

La dieta cetogénica consta de entre 40 y 50 g de carbohidratos al día, lo cual hace que disminuya el glucógeno hepático y muscular y, por tanto, que se reduzca la glucemia y la insulina en sangre (29). Esta reducción de los HC hace que el cuerpo no pueda utilizar la glucosa como energía y, por tanto, se produzcan cuerpos cetónicos a partir de ácidos grasos (44). Los principales cuerpos cetónicos que se producen son: acetona, acetoacetato y betahidroxibutirato (BHB) (44). Este último es el marcador más importante de cetosis en sangre (21). La elevación de BHB ocurre de manera fisiológica con el ayuno y con la dieta cetogénica en valores de entre 1 y 8 mmol/l (45). Sin embargo, en situaciones de cetoacidosis diabéticas el BHB puede llegar a encontrarse en concentraciones mayores a 20 mmol/l (21).

En definitiva, esta dieta puede ser una herramienta eficaz en personas con diabetes mellitus tipo II, obesidad y síndrome metabólico (46), así como para tratar otras enfermedades

relacionadas con el SOP, como el hiperinsulinismo congénito o el hígado graso no alcohólico (44).

Dieta de bajo índice glucémico

Una dieta de bajo índice glucémico es una intervención nutricional basada en la elevación de glucosa en sangre provocada por los alimentos, es decir, de su índice glucémico (IG) (47). El índice glucémico de un alimento puede ser de entre 0 y 100. Los alimentos con un IG más cercano a 0 elevan de manera más lenta la insulina en sangre que aquellos con un IG cercano a 100, que lo hacen más deprisa. Como se muestra en la tabla 1, los alimentos se pueden clasificar en alimentos con un bajo, moderado o alto IG (48).

Tabla 1

Clasificación de ciertos alimentos según su índice glucémico

Alimentos con IG bajo	0-55	Cebada, quinoa, pasta, zanahoria, manzana, leche, yogur, legumbres
Alimentos con IG moderado	56-69	Pan de pita o de centeno, cuscús, arroz integral, pasas
Alimentos con IG alto	70-100	Patatas, arroz blanco, la mayoría de cereales procesados, bebidas azucaradas, azúcar, sandía, piña

Nota: tomado de Mayo clinic

El IG puede verse afectado por el estado de maduración de los vegetales y las frutas o el método y el punto de cocción (48,49). Asimismo, es importante tener en cuenta la carga glucémica (CG) de los alimentos. Este concepto, que nace en 1997, define el efecto que un alimento tiene en la glucemia dependiendo de la cantidad de HC que contenga (50). Un alimento con alto IG no tiene por qué tener una alta CG. Por ejemplo, la fibra y el agua son dos componentes alimenticios que influirán sobre la CG de un alimento (49).

Las dietas de bajo IG nacieron para tratar la diabetes (49). Reducen la insulina en ayunas y el índice HOMA-IR más que las dietas de alto IG (51). De igual forma, estas estrategias nutricionales en personas diabéticas pueden reducir el IMC y mejorar el perfil lipídico (52). Sin embargo, algunos autores afirman que no hay diferencias significativas entre una dieta de alto IG y otra de bajo en cuanto a las concentraciones de glucosa en ayunas (51).

Estas dietas pueden resultar beneficiosas para ayudar a tratar otras patologías. Aumentar los alimentos de bajo IG y disminuir los de alto IG dentro de un patrón alimenticio saludable, con una apropiada distribución de macronutrientes, proporciona beneficios en enfermedades cerebrovasculares, obesidad y cáncer, así como en el control de la dislipemia (49).

Método

Para la elaboración de esta revisión bibliográfica se usó principalmente la base de datos PubMed. Además, se usó la base de datos Google Académico y algunas páginas webs oficiales. La búsqueda tuvo lugar entre diciembre del 2022 y marzo del 2023.

Los criterios de inclusión para los estudios analizados fueron estudios experimentales y observacionales, cuya población fueran mujeres en edad fértil de entre 16 y 50 años, sin patologías asociadas, con o sin dislipemia, con cualquier IMC. Los estudios debían estar publicados entre 2015 y 2023, que buscaran la relación entre el SOP y cada una de las dietas de estudio. No se tuvo en cuenta el método utilizado para diagnosticar la enfermedad.

Los criterios de exclusión fueron revisiones sistemáticas o bibliográficas sobre el tema tratado, metaanálisis de datos de estudios y ensayos clínicos que estudiaran el efecto de los HC y el SOP de manera general, sin especificar el tipo de dieta. Se excluyeron también aquellos estudios cuya población fueran animales o mujeres con patologías agravadas del síndrome como diabetes mellitus tipo II o hígado graso no alcohólico.

Se utilizaron las siguientes palabras clave: *Síndrome de ovario poliquístico*. *Dieta mediterránea*. *Dieta DASH*. *Dieta cetogénica*. *Dieta de bajo índice glucémico*. En definitiva, para la realización del análisis de estudios se utilizaron 19 artículos.

Resultados

Por los motivos explicados anteriormente, la DM puede ser interesante en mujeres con SOP. En primer lugar, por su capacidad antiinflamatoria. En el estudio llevado a cabo por Wang et al. (10) se observó que una dieta con gran cantidad de alimentos con un índice inflamatorio dietético (DII) alto aumentó el riesgo de padecer SOP. Como ejemplo, algunos alimentos antiinflamatorios que hacen de esta dieta una intervención interesante son las frutas y verduras o los pescados azules y nueces, ricos en ácidos grasos omega 3 (10, 53).

En segundo lugar, la DM tiene gran poder antioxidante, ya que es rica en frutas y verduras y en aceite de oliva (54). Además, esta dieta es baja en sodio y alta en potasio, por lo que fomenta un buen equilibrio de estos minerales y, por tanto, una buena salud cardiaca (10).

Por último, Barrea et al. (27) observaron que en mujeres con SOP una mayor adherencia a la DM se asocia con una menor severidad clínica del síndrome. Del mismo modo, el mismo autor y su grupo de investigación concluyen que una adherencia a esta dieta es uno de los tres parámetros más influyentes para no agravar el riesgo cardiometabólico en mujeres obesas con SOP (33).

De acuerdo con M Azadi-Yazi et al. (55), el efecto positivo de la dieta DASH en mujeres con SOP puede darse por la pérdida de peso, ya que así se reducirían los niveles de testosterona en sangre. En línea con estos resultados, Cutillas-Tolin et al. (6) concluyeron que esta dieta podía ser efectiva para reducir el IMC en mujeres con SOP.

Por otro lado, otro mecanismo que explica el efecto positivo de la dieta DASH en mujeres con problemas de ovulación es que el aporte de calcio en este patrón dietético es alto, y algunos problemas metabólicos de las mujeres con SOP pueden ser debido a un mal metabolismo de este mineral y de la vitamina D. En último lugar, esta dieta es rica en minerales como el magnesio, lo que aumenta la capacidad antioxidante del organismo y, según varios autores, puede mejorar la sensibilidad a la insulina (55,56). Asimismo, los resultados del estudio llevado a cabo por Asemi Z. et al. (56) muestran que el aminoácido arginina, que se encuentra en abundancia en esta dieta, tiene un efecto beneficioso en la sensibilidad a la insulina.

En el SOP la dieta cetogénica está todavía en estudio (59). Los resultados obtenidos tras las investigaciones llevadas a cabo por Paoli et al. (58) sugieren que esta dieta puede ser interesante debido a la frecuente mala metabolización de la glucosa, así como por la activación de los compuestos proteicos AMPK y SIRT-1, encargados en cierta manera de regular el metabolismo energético (47, 48). De la misma forma, los resultados del estudio de Magagnini et al. (45) muestran que una dieta cetogénica redujo el índice HOMA y la resistencia a la insulina. Por otro lado, como apuntan algunos autores, la DC puede reducir el hiperandrogenismo, ya que aumenta el transporte de hormonas sexuales mediante el aumento de la globulina fijadora de hormonas sexuales (SHBG) y aumenta, asimismo, la progesterona circulante (44,45).

Igualmente, según Yang et al. (59), la dieta cetogénica es de interés clínico en la población de estudio porque es un método para perder grasa. Estos resultados están respaldados por otros estudios, en los que se ve que tras la intervención hubo una reducción del IMC (29,45).

Por último, numerosas investigaciones han concluido que una dieta de bajo índice glucémico puede ser de interés terapéutico en mujeres con SOP (60,61). De acuerdo con Hoover et al. (65), las dietas de bajo IG pueden reducir el riesgo y mejorar los signos y síntomas del SOP. En este mismo estudio se afirma que una dieta de bajo IG tuvo un mayor efecto en la saciedad que una de alto IG (65). Otros autores abalan el efecto positivo que este patrón dietético tiene para controlar la glucosa sanguínea en la población de estudio (62). Cabe mencionar que Szczuko (63) y su equipo observaron que esta dieta tenía un efecto en la reducción del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF- 1). Asimismo, son numerosos los investigadores que han escrito sobre el papel que una dieta de bajo IG tiene en la reducción del peso corporal y de distintos valores antropométricos (60,61).

En definitiva, las características que pueden hacer que una dieta de bajo IG resulte beneficiosa en mujeres con SOP son que esta dieta proporciona un consumo de carbohidratos complejos, un alto aporte de fibra (especialmente soluble), un aporte bajo de grasas saturadas y alto de insaturadas y un aporte importante de proteínas vegetales, reduciendo las de origen animal; es rica en micronutrientes (61).

Discusión

Dieta mediterránea y SOP

Parte de los resultados del estudio Barrea et al. (27) son contrarios a aquellos obtenidos por Moran et al. (53). El primer investigador y su equipo sugieren que aquellas mujeres con SOP muestran una menor adherencia a la DM que aquellas mujeres sin el síndrome, mientras

que Moran et al. (53) afirman que las mujeres enfermas mostraron más adherencia a una dieta de estilo mediterráneo.

Un factor clave que explica la diferencia entre ambos resultados es la muestra escogida para cada estudio. El primer estudio consta de población italiana, mientras que el segundo analiza los datos de mujeres de Australia. Además, tan solo en el estudio de Barrea et al. (27) se usó el cuestionario PREDIMED, herramienta mayormente utilizada para evaluar la adherencia a la DM.

Por otro lado, ambos estudios afirman que la DM puede ser una herramienta útil como tratamiento dietético en mujeres con SOP. Estos resultados coinciden con aquellos de otras investigaciones (10,33). En estos estudios se afirma que la DM puede prevenir que una mujer obesa con SOP aumente su riesgo cardiometabólico asociado al exceso de peso, así como disminuir el estado inflamatorio típico del síndrome.

No obstante, en el estudio de casos y controles de Ana Cutillas-Tolín et al. (6) no se vio una asociación clara entre un índice de adherencia a la DM alto y una mejora en los fenotipos típicos del SOP. Estos resultados pueden ser debidos a que en este estudio se observaron también otros patrones dietéticos saludables, no se comparaba la DM con una dieta control.

Dieta DASH y SOP

De los 4 estudios analizados, 3 (55,56,57), que son experimentales, avalan que hubo una reducción significativa en el peso corporal de aquellas mujeres que siguieron la dieta DASH en comparación con el de aquellas que siguieron una dieta control. De igual forma, en el estudio de Cutillas-Tolín et al. (6), que es observacional, se afirma que la dieta DASH puede mejorar el IMC.

Además de una reducción en el peso, y por tanto en el IMC, M Azadi-Yazdi et al. (55) también observaron una mayor pérdida de masa grasa en las mujeres que seguían la dieta DASH. En la misma línea, Asemi Z et al. (56) observaron una reducción significativa en los perímetros de cintura y cadera al seguir la dieta DASH en comparación con la dieta control.

En cuanto al hiperandrogenismo típico del síndrome, no está claro el efecto que la dieta DASH puede tener. M Azadi-Yazdi et al. (55) obtuvieron como resultado de su estudio una reducción en la androstenediona. Ahora bien, en esta investigación no se observó una reducción significativa en el índice de andrógenos libres, lo que sí observaron Foroozonfard et al. (57). Esta diferencia puede deberse a que Foroozonfard et al. (57) utilizaron el principio de intención de tratar, es decir, incluyeron a todos los participantes del estudio en el análisis estadístico, aunque estos no hubieran seguido correctamente la dieta, mientras que M Azadi-Yazdi et al. (55) no lo hicieron.

Ninguno de los autores mencionados anteriormente observó una reducción significativa en los niveles de testosterona al comparar la dieta de estudio y la dieta control. Por el contrario, sí se ha visto un aumento en el complejo proteico SHBG (55,56, 57).

En cuanto a los parámetros que se relacionan con la glucemia en sangre, numerosas investigaciones demuestran que estos pueden verse mejorados con la dieta DASH. El grupo que

seguía la dieta DASH mostró una mayor reducción en los niveles de insulina circulante y en el índice HOMA que el grupo control (55, 56, 57).

Dieta cetogénica y SOP

En los 4 estudios experimentales analizados (58, 29, 45, 59) se vio una reducción del peso corporal en las mujeres de estudio. Esto se debe a que todas las dietas cetogénicas de los distintos estudios fueron diseñadas para ser hipocalóricas. Además de una pérdida de peso, esta dieta ha permitido mejoras en otros parámetros antropométricos: disminución en el perímetro de cintura, cadera y masa grasa.

Mientras que en el estudio de Yang et al. (59) se afirma que una dieta cetogénica puede reducir la grasa subcutánea y visceral de mujeres con SOP e hiperuricemia sin afectar negativamente a la masa muscular, en el estudio de Cincione et al. (29) se observó una reducción pequeña, pero significativa, en la cantidad de masa muscular tras la realización de la dieta cetogénica. Del mismo modo, en estos dos estudios se ha visto una diferencia en cuanto a la disminución de los lípidos sanguíneos. En el estudio de Yang et al. (59) el colesterol total, el LDL y los triglicéridos sanguíneos no disminuyeron tras la dieta cetogénica de manera significativa. En el de Cincione et al. (29) sí. Ambas diferencias, tanto la pérdida de masa muscular como la reducción de los lípidos sanguíneos, pueden deberse a que en el segundo estudio se siguió una dieta muy baja en calorías y en el estudio de Yang et al. la dieta era menos restrictiva.

Los tres ensayos no controlados analizados (6,31,52) muestran una mejora en cuanto a los parámetros bioquímicos relacionados con la glucemia sanguínea tras seguir una dieta hipocalórica cetogénica. Se vio una reducción en el índice HOMA-IR de resistencia a la insulina.

En cuanto a las hormonas, se ha visto una disminución de la hormona antimülleriana, así como un aumento en la progesterona y en la SHBG (58, 29, 45) y una disminución en la testosterona en aquellos estudios en los que se analizó la concentración de esta hormona (58, 29, 45).

Para finalizar, es destacable el efecto positivo que se ha visto de esta dieta en mujeres con problemas de ovulación y de fertilidad. De las 17 mujeres participantes en el estudio de Cincione et al. (29), 5 recuperaron el ciclo menstrual tras años de amenorrea, 12 consiguieron tener un ciclo regular y, de estas 12, 5 consiguieron quedarse embarazadas después de haber fracasado previamente.

Dieta de bajo índice glucémico y SOP

En todos los estudios experimentales en los que se observó el efecto de una dieta de bajo IG en el peso corporal de mujeres con SOP (60,61,62,63) se ha visto una pérdida de peso significativa tras dicha intervención. De igual forma, el estudio de casos y controles de Panjeshahin et al. (64) sugiere que aquellas mujeres que seguían una dieta de alto IG tenían significativamente un mayor IMC.

En cuanto a los cambios en los parámetros relacionados con la metabolización de la glucosa tras seguir una dieta de bajo IG, la evidencia no es concluyente. En los estudios llevados

a cabo por Hoover S.E et al. (65) y Szczuko M et al. (63) en los que se analizaron estas variables, se vio una menor glucosa basal e insulina tras realizar la dieta de bajo IG. Sin embargo, el mismo investigador en otro estudio (61) vio que no hubo una diferencia significativa en cuanto a la disminución de insulina y glucosa sanguínea al finalizar las semanas de estudio. Cabe mencionar que, en este estudio, sí se vio una pequeña mejora en la insulina y glucosa sanguínea.

De acuerdo a Szczuko M et al. (61), es probable que la mejora en los parámetros de metabolización de la glucosa no fuera significativa en este estudio porque las participantes no cumplieran con las recomendaciones sobre ejercicio físico.

Por otro lado, el perfil de hormonas sexuales puede mejorar al seguir una dieta de bajo IG en mujeres con SOP. Szczuko M et al. (63) observaron una correlación positiva entre la proteína IGF-1 (hormona polipeptídica que aumenta con una dieta de bajo IG) y la concentración de SHBG. Asimismo, Shisheghar F et al. (62) observaron un aumento significativo de esta proteína tras la intervención dietética. Este aumento mejora el perfil hormonal de estas mujeres de manera directa. En este mismo estudio también se observa una reducción de la testosterona circulante (62), datos respaldados por otras investigaciones (63) pero contrarios a aquellos que proporcionan los resultados de Szczuko et al. (61).

Siguiendo con las hormonas, Hoover SE et al. (65) observaron que, al seguir una dieta de bajo IG, se reducían los niveles de grelina más que si la dieta era de alto índice glucémico (65). Estos resultados son de especial interés, ya que numerosas investigaciones sugieren que las mujeres con SOP pueden tener los mecanismos de hambre y saciedad alterados. Puede ser que al seguir una dieta de bajo IG y reducirse la grelina estas mujeres logren un mejor control del peso.

Para finalizar, otros parámetros bioquímicos como son el colesterol total, el LDL y los triglicéridos también se reducen significativamente tras seguir una dieta de bajo IG (60,61,62,63). Ahora bien, en el estudio de casos y controles de Panjeshanin et al. (64) se relacionó una buena adherencia a una dieta de bajo IG con tener el colesterol total elevado. Como afirman los propios autores, esto puede deberse a que no se tuvieron en cuenta los métodos de cocción. Siguiendo con otros lípidos sanguíneos, Szucko et al. (61) no obtuvieron mejoras significativas en los niveles de HDL en las participantes; sí observaron dicha mejora este autor y su equipo en otra investigación (63), al igual que Lagowska K y Drzymala-Czyz S en su estudio (60). Una vez más, como afirman los propios autores, puede ser que el aumento de HDL no fuera significativo en el primer estudio de Szucko et al. (61) porque las mujeres no cumplieran con las recomendaciones de practicar ejercicio físico al menos 3 veces por semana.

El presente trabajo cuenta con alguna limitación. Las muestras totales de la mayoría de los estudios son menores de 60 mujeres, es decir, las muestras son algo pequeñas teniendo en cuenta la prevalencia del SOP. Por otro lado, los estudios analizados sobre la DM y el SOP tratan, en su mayoría, sobre la adherencia a este estilo dietético. Por lo tanto, en estas investigaciones no se estudió en profundidad cómo se ve influenciada la sintomatología del SOP al seguir la DM.

Por otro lado, una fortaleza de esta revisión es que no se ha encontrado ninguna otra revisión bibliográfica que comparara las 4 dietas de estudio aquí analizadas. Asimismo, en este estudio se han incluido artículos cuyas muestras tuvieran cualquier IMC. Es decir, no se ha excluido ningún estudio por el peso de las mujeres de la muestra, de manera que los resultados

generales se pueden extrapolar a cualquier mujer con SOP que no cuente con alguna otra afección grave de salud.

Conclusiones

Se ha visto que las cuatro dietas de estudio: la DM, la DASH, la DC y una de bajo IG pueden resultar beneficiosas para tratar el SOP, dependiendo del contexto y las características de cada mujer.

En caso de que la mujer necesite bajar de peso, cualquiera de las dietas analizadas en esta revisión bibliográfica, siempre y cuando estén diseñadas correctamente y generen un déficit calórico, podrían ser herramientas eficaces. Sin embargo, en caso de obesidad o de un sobrepeso notable, una DC muy baja en calorías puede ser usada como primera intervención. Tras conseguir una rápida pérdida de grasa inicial, podría ser útil seguir una dieta más flexible, como es la dieta mediterránea o la DASH, ya que estos patrones dietéticos permiten una mejor adherencia. No obstante, habría que seguir controlando los HC, evitando aquellos HC simples.

Siguiendo esta línea, es destacable que la pérdida de peso en mujeres que la necesiten puede generar por sí misma mejoras tanto en la salud cardiometabólica como en la sintomatología de mujeres con SOP, independientemente de cómo se haya logrado. Por otro lado, debido al poder antioxidante de la DM, este patrón dietético puede resultar de gran ayuda en mujeres que tengan inflamación crónica. Para mejorar la fertilidad de mujeres con SOP, la DC ha mostrado cierta eficacia. De igual manera, aquellas mujeres que sufren notablemente de hiperandrogenismo pueden beneficiarse de una DC, ya que esta dieta ha resultado efectiva para mejorar el perfil hormonal de mujeres con SOP. En definitiva, se necesitan más estudios y con más participantes para seguir profundizando sobre el efecto de la dieta en el SOP.

Referencias

1. Zhang X, Zheng Y, Guo Y, Lai Z. The Effect of Low Carbohydrate Diet on Polycystic Ovary Syndrome: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Endocrinol.* 2019; 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/4386401>
2. Ruiz Rodríguez R, Serrano Mera VK, Solís Guzmán PG, Montes Mendoza GA. Síntomas y tratamiento de pacientes diagnosticadas con síndrome de ovario poliquístico. *RECIAMUC.* 2020 Dec 24; 4(4):125–33. Disponible en: [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(4\).diciembre.2020.125-133](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(4).diciembre.2020.125-133)
- Ajmal N, Khan SZ, Shaikh R. Polycystic ovary syndrome (PCOS) and genetic predisposition: A review article. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology:* X. Elsevier Ireland Ltd. 2019; 3. DOI: <https://10.1016/j.eurox.2019.100060>
3. Patel S. Polycystic ovary syndrome (PCOS), an inflammatory, systemic, lifestyle endocrine pathy. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology.* Elsevier Ltd. 2018; 182: 27–36. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2018.04.008>
4. Merve Esra Çıtar Dazıroğlu, Nilüfer Acar Tek. The Effect on Inflammation of Adherence to the Mediterranean Diet in Polycystic Ovary Syndrome. 2023 Marzo;

- 12(1): 191-202. doi: 10.1007/s13668-023-00451-6. Disponible en: [10.1007/s13668-023-00451-6](https://doi.org/10.1007/s13668-023-00451-6)
5. Cutillas-Tolín A, Areense-Gonzalo JJ, Mendiola J, Adoamnei E, Navarro-Lafuente F, Sánchez-Ferrer ML, et al. Are dietary indices associated with polycystic ovary syndrome and its phenotypes? A preliminary study. *Nutrients*. 2021 Feb 1;13(2):1–18. Disponible en: [10.3390/nu13020313](https://doi.org/10.3390/nu13020313)
 6. Sidra S, Tariq MH, Farrukh MJ, Mohsin M. Evaluation of clinical manifestations, health risks, and quality of life among women with polycystic ovary syndrome. *PLoS One*. 2019 Oct 1;14(10). DOI: [10.1371/journal.pone.0223329](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223329)
 7. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, Dokras A, Laven J, Moran L, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Fertil Steril*. 2018 Aug 1;110(3): 364–79. DOI: [10.1016/j.fertnstert.2018.05.004](https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.05.004)
 8. Yosri MM, Hamada HA, Yousef AM. Effect of visceral manipulation on menstrual complaints in women with polycystic ovarian syndrome. *Journal of Osteopathic Medicine*. 2022 Aug 1;122(8): 411–22. DOI: [10.1515/jom-2021-0255](https://doi.org/10.1515/jom-2021-0255)
 9. Wang Q, Sun Y, Xu Q, Liu W, Wang P, Yao J, et al. Higher dietary inflammation potential and certain dietary patterns are associated with polycystic ovary syndrome risk in China: A case-control study. *Nutrition Research*. 2022 Apr 1; 100:1–18. DOI: [10.1016/j.nutres.2021.12.006](https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.12.006)
 10. Escobar-Morreale HF. Polycystic ovary syndrome: Definition, etiology, diagnosis and treatment. *Nature Reviews Endocrinology*. Nature Publishing Group. 2018; 14: 270–84. DOI: [10.1038/nrendo.2018.24](https://doi.org/10.1038/nrendo.2018.24)
 11. Rosenfield R.L, Ehrmann D.A. The Pathogenesis of Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): The Hypothesis of PCOS as Functional Ovarian Hyperandrogenism Revisited. 2016; 37(5): 467-520. doi: [10.1210/er.2015-1104](https://doi.org/10.1210/er.2015-1104)
 12. Parker J, O'Brien C. Evolutionary and Genetic Antecedents to the Pathogenesis of Polycystic Ovary Syndrome. *J ACNEM*. 2021;40(1): 12-20
 13. Smet ME, McLennan A. Rotterdam criteria, the end. *Australas J Ultrasound Med*. 2018 May; 21(2): 59-60 doi: [10.1002/ajum.12096](https://doi.org/10.1002/ajum.12096)
 14. Sánchez Gaitán E. Actualización del manejo de síndrome de ovario poliquístico. *Revista Médica Sinergia*. 2019; 4(12). Disponible en: <https://doi.org/10.31434/rms.v4i12.322>
 15. MedlinePlus [sede Web]. [citado en 13 de marzo 2023]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish>
 16. Pérez Monteverde A. Diagnóstico bioquímico del de ovario poliquístico. *Rev Venez Endocrinol Metab*. 2007;5(3).
 17. Hoeger KM, Dokras A, Piltonen T. Update on PCOS: Consequences, Challenges, and Guiding Treatment. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Endocrine Society. 2021: 106; 1071–83. Disponible en: [10.1210/clinem/dgaa839](https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa839)
 18. Hu L, Ma L, Xia X, Ying T, Zhou M, Zou S, et al. Efficacy of Bariatric Surgery in the Treatment of Women with Obesity and Polycystic Ovary Syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2022 Aug 1;107(8):3217–29. DOI: [10.1210/clinem/dgac294](https://doi.org/10.1210/clinem/dgac294)
 19. Mayo Clinic [Internet]. 2022. [citado en 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/bariatric-surgery/about/pac-20394258>
 20. Merviel P, James P, Bouée S, Le Guillou M, Rince C, Nachtergaele C, et al. Impact of myo-inositol treatment in women with polycystic ovary syndrome in assisted reproductive technologies. *Reproductive Health*. BioMed Central Ltd. 2021: 18. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12978-021-01073-3>

21. Paoli A, Mancin L, Giacona MC, Bianco A, Caprio M. Effects of a ketogenic diet in overweight women with polycystic ovary syndrome. *J Transl Med.* 2020 Feb 27; 18(1). DOI: [10.1186/s12967-020-02277-0](https://doi.org/10.1186/s12967-020-02277-0)
22. Rodriguez Paris V, Solon-Biet SM, Senior AM, Edwards MC, Desai R, Tedla N, et al. Defining the impact of dietary macronutrient balance on PCOS traits. *Nat Commun.* 2020 Dec 1;11(1). DOI: [10.1038/s41467-020-19003-5](https://doi.org/10.1038/s41467-020-19003-5)
23. Lin AW, Kazemi M, Jarrett BY, Brink H vanden, Hoeger KM, Spandorfer SD, et al. Dietary and physical activity behaviors in women with polycystic ovary syndrome per the new international evidence-based guideline. *Nutrients.* 2019 Nov 1;11(11). doi: [10.3390/nu11112711](https://doi.org/10.3390/nu11112711)
24. H. Al Wattar B, M. sssain N, S. Khan K. Lifestyle interventions in women with polycystic ovary syndrome: A scoping systematic review of randomised evidence. *Medicina de Familia SEMERGEN.* 2022 Apr 1;48(3):186–94. Doi: [10.1016/j.semerg.2021.10.010](https://doi.org/10.1016/j.semerg.2021.10.010)
25. Che X, Chen Z, Liu M, Mo Z. Dietary Interventions: A Promising Treatment for Polycystic Ovary Syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism.* S. Karger AG; 2021; 77: 313–23. DOI: [10.1159/000519302](https://doi.org/10.1159/000519302)
26. Shang Y, Zhou H, Hu M, Feng H. Effect of diet on insulin resistance in polycystic ovary syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.* 2020 Oct 1;105(10):1–15. Disponible en: [10.1210/clinem/dgaa425](https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa425)
27. Barrea L, Arnone A, Annunziata G, Muscogiuri G, Laudisio D, Salzano C, et al. Adherence to the mediterranean diet, dietary patterns and body composition in women with polycystic ovary syndrome (PCOS). *Nutrients.* 2019;11(10). Disponible en: [10.3390/nu11102278](https://doi.org/10.3390/nu11102278)
28. Magagnini MC, Condorelli RA, Cimino L, Cannarella R, Aversa A, Calogero AE, et al. Does the Ketogenic Diet Improve the Quality of Ovarian Function in Obese Women? *Nutrients.* 2022 Oct 1;14(19). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu14194147>
29. Cincione RI, Losavio F, Ciolli F, Valenzano A, Cibelli G, Messina G, et al. Effects of mixed of a ketogenic diet in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Dec 1;18(23). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph182312490>
30. Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition of the mediterranean diet: A literature review. *Nutrients.* MDPI AG. 2015; 7: 9139–53. Disponible en: [10.3390/nu7115459](https://doi.org/10.3390/nu7115459)
31. Mei S, Ding J, Wang K, Ni Z, Yu J. Mediterranean Diet Combined With a Low-Carbohydrate Dietary Pattern in the Treatment of Overweight Polycystic Ovary Syndrome Patients. *Front Nutr.* 2022 Apr 4; 9. Disponible en: [10.3389/fnut.2022.876620](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.876620)
32. Morris L, Bhatnagar D. The Mediterranean diet. *Current Opinion in Lipidology.* Lippincott Williams and Wilkins; 2016; 27: 89–91. Disponible en: [10.1097/MOL.0000000000000266](https://doi.org/10.1097/MOL.0000000000000266)
33. Barrea L, Muscogiuri G, Pugliese G, de Alteriis G, Colao A, Savastano S. Metabolically healthy obesity (Mho) vs. metabolically unhealthy obesity (muo) phenotypes in pcos: Association with endocrine-metabolic profile, adherence to the mediterranean diet, and body composition. *Nutrients.* 2021 Nov 1;13(11). Disponible en: [10.3390/nu13113925](https://doi.org/10.3390/nu13113925)
34. Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A Short screener is valid for assessing mediterranean diet adherence among older spanish men and women. *Journal of Nutrition.* 2011 Jun 1;141(6):1140–5. Disponible en: <https://doi.org/10.3945/jn.110.135566>

35. Ros E. The PREDIMED study. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017;64(2):63–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2016.11.003>
36. Salas-Salvadó J, Mena-Sánchez G, Jordi Salas-Salvadó C. El gran ensayo de campo nutricional PREDIMED. *Nutr Clin Med.* 2017; 11(1):1–8. Disponible en: www.nutricionclinicaenmedicina.com
37. Filippou CD, Tsioufis CP, Thomopoulos CG, Mihas CC, Dimitriadis KS, Sotiropoulou LI, et al. Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet and Blood Pressure Reduction in Adults with and without Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Advances in Nutrition.* 2020 Sep 1;11(5):1150–60. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa041>
38. Ballesteros Pomar M. SEEN Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Todo lo que deberías saber sobre la dieta DASH. 2020.
39. Awrence L, Ppel JA, Homas T, Oore JM, Va E, Barzanek O, et al. A clinical trial of the efectos of dietary patterns on blood pressure abstract. *The New England Journal of Medicine.* 1997; 336. Disponible en: 10.1056/NEJM199704173361601
40. Vollmer WM, Sacks FM, Ard J, Apple LJ, Bray GA, Simons-Morton DG. Effects of diet and sodium intake on blood pressure: subgroup analysis of the DASH-sodium trial. *Ann Intern Med.* 2001 Dec 18;135(12):1019–28. Disponible en: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-135-12-200112180-00005>
41. National Institutes of Health [sede Web]. DASH Eating plan. 2021.
42. Avila ER. La Dieta Cetogénica. *Revista Chilena de Epilepsia.* 2006; 7(1): 25-33.
43. Wheless JW. History of the ketogenic diet. In: *Epilepsia.* 2008; 49(8):3-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2008.01821.x>
44. Moreno-Sepúlveda J, Capponi M. Dieta baja en carbohidratos y dieta cetogénica: impacto en enfermedades metabólicas y reproductivas. *Rev Med Chile.* 2020; 148:1630-1639. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020001101630>
45. Magagnini MC, Condorelli RA, Cimino L, Cannarella R, Aversa A, Calogero AE, et al. Does the Ketogenic Diet Improve the Quality of Ovarian Function in Obese Women? *Nutrients.* 2022 Oct 1;14(19). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu14194147>
46. Westman EC, Tondt J, Maguire E, Yancy WS. Implementing a low-carbohydrate, ketogenic diet to manage type 2 diabetes mellitus. *Expert Review of Endocrinology and Metabolism.* 2018; 13(5): 263–72. Doi: 10.1080/17446651.2018.1523713
47. Mayo Clinic [sede Web]. Dieta con índice glucémico bajo: ¿qué hay detrás de las afirmaciones? 2022. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/>
48. Medline Plus [sede Web]. 2023. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/>
49. Manuzza Marcela A, Brito G, Echegaray NS, López LB. Índice glucémico y carga glucémica: su valor en el tratamiento y la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Diaeta.* [Internet]. Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas. 2018; 36(162): 29–38.
50. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. Dietary Fiber, Glycemic Load, and Risk of NIDDM in Men [Internet]. *Diabetes Care.* 1997; 20(4): 545-550. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa092>
51. Kazemi M, Hadi A, Pierson RA, Lujan ME, Zello GA, Chilibeck PD. Effects of Dietary Glycemic Index and Glycemic Load on Cardiometabolic and Reproductive Profiles in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Advances in Nutrition.* Oxford University Press. 2021; 12:161–78. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa092>
52. Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2019 Oct 1;110(4):891–902. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz149>

53. Moran LJ, Grieger JA, Mishra GD, Teede HJ. The association of a mediterranean-style diet pattern with polycystic ovary syndrome status in a community cohort study. *Nutrients*. 2015 Oct 16;7(10):8553–64. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu7105419>
54. Barbaouti A, Goulas V. Dietary Antioxidants in the Mediterranean Diet. *Antioxidants*. 2021;10(8):1213. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox10081213>
55. Azadi-Yazdi M, Karimi-Zarchi M, Salehi-Abargouei A, Fallahzadeh H, Nadjarzadeh A. Effects of Dietary Approach to Stop Hypertension diet on androgens, antioxidant status and body composition in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome: a randomised controlled trial. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2017 Jun 1;30(3):275–83. Disponible en: [10.1111/jhn.12433](https://doi.org/10.1111/jhn.12433)
56. Asemi Z, Esmailzadeh A. DASH diet, insulin resistance, and serum hs-CRP in polycystic ovary syndrome: A randomized controlled clinical trial. *Hormone and Metabolic Research*. 2015;47(3):232–8. Disponible en: [10.1055/s-0034-1376990](https://doi.org/10.1055/s-0034-1376990)
57. Foroozanfard F, Rafiei H, Samimi M, Gilasi HR, Gorjizadeh R, Heidar Z, et al. The effects of dietary approaches to stop hypertension diet on weight loss, anti-Müllerian hormone and metabolic profiles in women with polycystic ovary syndrome: A randomized clinical trial. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2017 Jul 1;87(1):51–8. Disponible en: [10.1111/cen.13333](https://doi.org/10.1111/cen.13333)
58. Paoli A, Mancin L, Giacona MC, Bianco A, Caprio M. Effects of a ketogenic diet in overweight women with polycystic ovary syndrome. *J Transl Med*. 2020 Feb 27; 18(1). Disponible en: [10.1186/s12967-020-02277-0](https://doi.org/10.1186/s12967-020-02277-0)
59. Yang M, Bai W, Jiang B, Wang Z, Wang X, Sun Y, et al. Effects of a ketogenic diet in women with PCOS with different uric acid concentrations: a prospective cohort study. *Reprod Biomed Online*. 2022 Aug 1;45(2):391–400. Disponible en: [10.1016/j.rbmo.2022.03.023](https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2022.03.023)
60. Lagowska A, Drzymala-Czyz S. A low glycemic index, energy-restricted diet but not *Lactobacillus rhamnosus* supplementation changes fecal short-chain fatty acid and serum lipid concentrations in women with overweight or obesity and polycystic ovary syndrome. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2022 Feb; 26(3):917-926. doi: [10.26355/eurrev_202202_28001](https://doi.org/10.26355/eurrev_202202_28001)
61. Szczuko M, Malarczyk I, Zapałowska-Chwyć M. Improvement in anthropometric parameters after rational dietary intervention in women with polycystic ovary syndrome as the best method to support treatment. *Rocz Panstw Zakl Hig*. 2017; 68(4): 409-417. Disponible en: http://wydawnictwa.pzh.gov.pl/roczniki_pzh/
62. Shishehgar F, Mirmiran P, Rahmati M, Tohidi M, Ramezani Tehrani F. Does a restricted energy low glycemic index diet have a different effect on overweight women with or without polycystic ovary syndrome? *BMC Endocr Disord*. 2019 Sep 2;19(1). Disponible en: [10.1186/s12902-019-0420-1](https://doi.org/10.1186/s12902-019-0420-1)
63. Szczuko M, Zapałowska-Chwyć M, Drozd A, Maciejewska D, Starczewski A, Wysokiński P, et al. Changes in the IGF-1 and TNF- α synthesis pathways before and after three-month reduction diet with low glicemic index in women with PCOS. *Ginekol Pol*. 2018;89(6):295–303. Disponible en: [10.5603/GP.a2018.0051](https://doi.org/10.5603/GP.a2018.0051)
64. Panjeshahin A, Salehi-Abargouei A, Anari AG, Mohammadi M, Hosseinzadeh M. Association between empirically derived dietary patterns and polycystic ovary syndrome: A case–control study. *Nutrition*. 2020 Nov 1;79–80. Disponible en: [10.1016/j.nut.2020.110987](https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110987)
65. Hoover SE, Gower BA, Cedillo YE, Chandler-Laney PC, Deemer SE, Goss AM. Changes in Ghrelin and Glucagon following a Low Glycemic Load Diet in Women with

PCOS. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2021 May 1;106(5):2151–61. Disponible en: [10.1210/clinem/dgab028](https://doi.org/10.1210/clinem/dgab028)

Fecha de recepción: 20/06/2023

Fecha de revisión: 02/11/2023

Fecha de aceptación: 10/10/2023



Cómo citar este artículo

Sainz, A. (2023). Efecto del ayuno intermitente sobre la salud cardiometabólica de personas obesas con síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua. *MLS Health & Nutrition Research*, 2(2), 182-203.10.60134/mlshn.v2n2.1915

**EFFECTO DEL AYUNO INTERMITENTE SOBRE LA SALUD
CARDIOMETABÓLICA DE PERSONAS OBESAS CON
SÍNDROME METABÓLICO EN COMPARACIÓN CON UNA
RESTRICCIÓN CALÓRICA CONTINUA**

Ana Sainz

Universidad Europea del Atlántico

ana.sainz@alumnos.uneatlantico.es <https://orcid.org/0009-0003-6177-8641>

Resumen. La prevalencia de síndrome metabólico está aumentando debido a la sobrealimentación y sedentarismo. Es un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus II y enfermedades cardiovasculares. Para su tratamiento es necesaria una pérdida de peso efectiva y duradera que englobe cambios en el estilo de vida. La restricción calórica continua es el método de pérdida de peso más prescrito, sin embargo, las personas suelen recuperar el peso perdido. Los protocolos de ayuno intermitente se están investigando como un tratamiento seguro y eficaz para la pérdida de peso y mejora de la salud cardiometabólica, por tanto, el objetivo de esta investigación es definir cuáles son los efectos de realizar ayuno intermitente frente a una restricción calórica continua para el control de los parámetros cardiometabólicos en adultos obesos con síndrome metabólico. Material y métodos pertenecientes a bases de datos científicas. Se analizaron concretamente 9 artículos publicados en los últimos 10 años registrados en PubMed. El ayuno intermitente induce una pérdida de peso equivalente a la restricción calórica continua, no obstante, la pérdida de masa grasa es mayor cuando se realiza restricción calórica intermitente. Los cambios en los marcadores glucoreguladores son contradictorios y poco concluyentes. Respecto a el perfil lipídico el colesterol LDL y triglicéridos disminuyen de forma equivalente con ambas intervenciones, sin modificaciones en el colesterol HDL. Los protocolos de ayuno intermitente y restricción calórica continua tienen efectos similares sobre la salud cardiometabólica. El ayuno intermitente se trata de una intervención segura, pero existe riesgo de hipoglucemia en personas tratadas con antidiabéticos.

Palabras clave: “obesity”, “cardiometabolic health”, “periodic fasting”, “alternate day fasting” y “weight loss”.

**EFFECT OF INTERMITTENT FASTING ON
CARDIOMETABOLIC HEALTH IN OBESE PERSONS WITH**

METABOLIC SYNDROME COMPARED TO CONTINUOUS CALORIC RESTRICTION

Abstract. The prevalence of metabolic syndrome is increasing due to overeating and sedentary lifestyles. It is a risk factor for the development of diabetes mellitus II and cardiovascular disease. Effective and long-lasting weight loss involving lifestyle changes is necessary for its treatment. Continuous calorie restriction is the most commonly prescribed method of weight loss. However, people often regain the weight lost. Intermittent fasting protocols are being investigated as a safe and effective treatment for weight loss and improvement of cardiometabolic health, therefore, the aim of this research is to define the effects of intermittent fasting versus continuous calorie restriction for the control of cardiometabolic parameters in obese adults with metabolic syndrome. A literature review was carried out in which articles from scientific databases were consulted and analysed. Specifically, 10 articles published in the last 10 years belonging to PubMed were analysed. Intermittent fasting induces a weight loss equivalent to continuous calorie restriction; however, the loss of fat mass is greater when intermittent calorie restriction is performed. Changes in glucoregulatory markers are contradictory and inconclusive. Regarding the lipid profile LDL-cholesterol and triglycerides decrease equivalently with both interventions, not affecting HDL-cholesterol levels. Intermittent fasting and continuous calorie restriction protocols have similar effects on cardiometabolic health. Intermittent fasting is a safe intervention nevertheless, there is a risk of hypoglycaemia in people treated with antidiabetics.

Keywords: “obesity”, “cardiometabolic”, “health”, “periodic fasting”, “alternate day fasting”, “weight loss” and “overweight”.

Introducción

Actualmente existe una elevada y creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad en todo el mundo. En salud pública se destinan muchos recursos al tratamiento de enfermedades no transmisibles derivadas, en parte a la sobrealimentación y sedentarismo ^(1,2).

El síndrome metabólico (SM) se trata de un conjunto de alteraciones entre las cuales destacan valores elevados de glucosa sanguínea, hipertensión arterial (HTA), obesidad, hipertrigliceridemia, así como niveles bajos de colesterol HDL. Por tanto, el SM es un factor clave en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo II. La etiología es ampliamente discutida, sin embargo, la obesidad tiene un papel importante en el desarrollo de este conjunto de anomalías ^(1,3).

Como tratamiento está justificado el uso de fármacos para controlar la hiperglucemia, dislipemia y HTA, pero, resulta crucial implantar cambios en el estilo de vida que lleven a una pérdida de peso mantenida en el tiempo junto con unos hábitos higiénico-dietéticos saludables ⁽⁴⁾. La restricción calórica continuada de energía (RCC) es el método de pérdida de peso más prescrito en personas obesas. Se trata de inducir un déficit calórico de 500-700 Kcal/día aproximadamente para disminuir de peso. El cambio en la composición corporal a lo largo del tiempo no se ve afectado por las modificaciones en la proporción de macronutrientes, por ello, los sujetos a menudo ganan el peso que perdieron mediante la intervención nutricional ^(5,6).

El Panel de Tratamiento para Adultos III (ATPIII) propuso una definición que tiene en cuenta como criterio diagnóstico la presencia de 3 de los siguientes factores; hiperglucemia en ayunas, circunferencia de la cintura elevada, hipertrigliceridemia, colesterol HDL disminuido y HTA ⁽¹⁾.

Por otra parte, existe una definición actual acuñada por la Federación Internacional de Diabetes (FDI) cuya propuesta es que la persona con síndrome metabólico se caracteriza por poseer una obesidad central o abdominal junto con 2 o más de los siguientes factores; hipertrigliceridemia, colesterol HDL disminuido, HTA o hiperglucemia en ayunas. En todo caso la diferencia entre las diversas definiciones se centra en si el factor común es la resistencia a la insulina o la obesidad central ⁽³⁾.

Tabla 1

Comparación de los diferentes criterios diagnósticos expuestos por la OMS, ATPIII y FDI ⁽⁸⁾

	OMS	ATPIII	FDI
Definición	Intolerancia a la glucosa o DMTII y/o resistencia a la insulina con dos o más de los siguientes componentes	Tener más de 3 los siguientes componentes	Obesidad central más dos de los cuatro componentes siguientes
	Componentes		
Obesidad central	Índice cintura/cadera >0,9 hombres y >0,85 mujeres y/o IMC > 30kg/m ²	Circunferencia de la cintura ≥ 102 hombres y ≥ 88 en mujeres	Circunferencia de la cintura aumentada según los límites específicos de raza y sexo
Presión arterial	≥ 140/90 mmHg o tratamiento antihipertensivo	> 130/85 mmHg o tratamiento antihipertensivo	> 130/85 mmHg o tratamiento antihipertensivo

Perfil lipídico	Triglicéridos ≥ 150 mg/dl y/o colesterol HDL < 35 mg/dl hombres y < 39 mg/dl mujeres	Triglicéridos ≥ 150 mg/dl y/o colesterol HDL < 40 mg/dl hombres y < 50 mg/dl mujeres	Triglicéridos ≥ 150 mg/dl y/o colesterol HDL < 40 mg/dl hombres y < 50 mg/dl mujeres
	Glucosa	Alteración en la tolerancia a la glucosa o DMTII o resistencia a la insulina	< 11mg/dl o DMTII
Microalbuminuria	Tasa de excreción urinaria > 20 mg/min o albúmina/creatina > 30 mg/g	-	≥ 100 mg/dl o DMTII

1.1. Etiología

La etiología del SM aún no está clara y se han propuesto muchos desencadenantes que pueden contribuir a su aparición, entre los cuales destacan la resistencia a la insulina, disfuncionalidad de las células productoras de insulina en el páncreas, mal funcionamiento de proteínas quinasas y fosfatasa, inexpressión de genes IRS1 e IRS2 por factores epigenéticos, obesidad y lipotoxicidad, glucotoxicidad y elevado estrés oxidativo, inflamación crónica, microbioma intestinal y efectos dietéticos ⁽⁷⁾.

El SM también es bien conocido como síndrome de resistencia a la insulina por el papel que esta juega en su desarrollo ^(1,7). En un organismo que funciona correctamente el aumento de glucosa sanguínea estimula las células B-pancreáticas que liberan insulina. Por su parte la liberación de insulina unida al aumento de la glucosa sanguínea estimula la captación de esta por las células hepáticas que llevarán a cabo la glucólisis o glucogenogénesis, o bien se produce su captación por el tejido adiposo. Todo ello suprime la producción de nueva glucosa por el hígado de forma que todos estos procesos fisiológicos contribuyen a mantener la glucosa dentro de su rango homeostático. El transportador de glucosa más importante es el GLUT4 expresado en el tejido adiposo y músculo principalmente. GLUT4 es estimulado por la insulina siendo necesaria su activación para el paso de la glucosa al interior de la célula ⁽⁷⁾.

Cuando existe resistencia a la insulina en una primera fase hay una disminución de la secreción de insulina por lo que se produce una hiperglucemia tras la ingesta. La segunda fase cursa con una hiperinsulinemia crónica que no resuelve la situación anterior ya que los tejidos no responden eficientemente a la insulina. Esta situación mantenida en el tiempo conduce a la apoptosis de las células B-pancreáticas que acaban perdiendo su funcionalidad. Por tanto, la resistencia a la insulina explicaría en gran parte las complicaciones existentes en las vías glucolíticas que generan los componentes contemplados en el SM^(7,8).

Cuando existe resistencia a la insulina en una primera fase hay una disminución de la secreción de insulina por lo que se produce una hiperglucemia tras la ingesta. La segunda fase cursa con una hiperinsulinemia crónica que no resuelve la situación anterior ya que los tejidos no responden eficientemente a la insulina. Esta situación mantenida en el tiempo conduce a la apoptosis de las células B-pancreáticas que acaban perdiendo su funcionalidad. Por tanto, la resistencia a la insulina explicaría en gran parte las complicaciones existentes en las vías glucolíticas que generan los componentes contemplados en el SM^(7,11).

Aún no está claro el mecanismo por el cual se produce la resistencia a la insulina, pero parece que las proteínas quinasas y fosfatasas pueden tener un papel crucial en su desarrollo. Además, las proteínas del receptor de insulina -1 (IRS1) y -2 (IRS2) también cumplen funciones fundamentales en la cascada de señalización de la insulina, por tanto, una supresión en la función o inexpressión génica de estas proteínas también se ha relacionado con resistencia a la insulina. Por otra parte, estudios realizados en modelos animales sugieren que la cronodisrupción influye negativamente en las vías de señalización de la insulina^(7,8).

Está claro que una ingesta extra de energía unido a un estilo de vida sedentario contribuye a un exceso en el balance energético que se traduce en el acúmulo de grasa excesiva. Existen diferencias entre los depósitos grasos a nivel subcutáneo y los viscerales, de modo que los depósitos de grasa viscerales asociados a SM tienen mecanismos de expresión génica diferentes y se relacionan con una mayor resistencia a la insulina, menor cantidad de colesterol HDL y un aumento en el colesterol LDL. En aquellos individuos en los que exista un déficit de insulina producida por la resistencia o disfunción de las células B-pancreáticas tiene lugar un aumento de la lipasa⁽²⁾.

El aumento de los ácidos grasos libres (AGL) estimula a su vez la producción hepática de VLDL desencadenando una hipertrigliceridemia. Por otra parte, se lleva a cabo un intercambio de triglicéridos de las proteínas VLDL por ésteres de colesterol de las HDL-C que da lugar a un rápido aclaramiento de las HDL-C. El exceso de triglicéridos también es transferido a las LDL que serán catabolizadas por la lipasa hepática generando partículas LDL más pequeñas y densas. Dichas partículas son más aterogénicas que las LDL grandes, ya que son más susceptibles a la oxidación y absorción en la pared arterial. Todo ello explica signos clínicos como la hipertrigliceridemia, niveles aumentados de LDL y niveles bajos de HDL⁽²⁾.

La HTA parece tener una causa multifactorial mediada por la disfunción endotelial, hiperactivación del sistema nervioso simpático, inhibición del óxido nítrico sintasa y los efectos de las citoquinas liberadas por el tejido graso. Además, la obesidad cursa con un aumento del sistema renina-angiotensina-aldosterona ^(2,7).

Por otra parte, el tejido graso tiene funciones endocrinas y autocrinas. Entre las adipocinas segregadas se encuentra la adiponectina, que se relaciona con una menor inflamación sistémica y una mayor sensibilidad a la insulina, por tanto, tiene un efecto positivo. Además, las personas obesas que cursan con complicaciones metabólicas presentan niveles elevados de proteína C-reactiva, interleucina-6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral α (TNF- α) que contribuyen a la infiltración de macrófagos en el tejido adiposo causando inflamación y resistencia de los receptores posteriores de insulina ^(2, 8).

La inflamación no solo está causada por la infiltración de macrófagos y liberación de citoquinas, sino que también se ha relacionado con alteraciones en el microbioma intestinal. Estudios que han utilizado modelos experimentales sugieren que una dieta alta en grasas y pobre en fibra soluble (inulina) puede alterar el microbioma intestinal causando inflamación, componente importante en el desarrollo del SM ⁽⁷⁾.

En cuanto a los factores de riesgo para el desarrollo del SM destacan antecedentes familiares de SM, tabaquismo, edad avanzada, obesidad, bajo poder socioeconómico, origen étnico mexicanoamericano, estado climatérico, falta de actividad física, ingesta indebida de bebidas azucaradas, alcoholismo y dieta occidental, medicamentos utilizados en VIH o aquellos utilizados como antipsicóticos ⁽¹⁾.

1.2. Síndrome metabólico y otras asociaciones

Aunque el SM originalmente se definió con el fin de predecir el riesgo de sufrir enfermedad cardiovascular (ECV) se ha estado investigando su capacidad para predecir el riesgo de sufrir DMTII. Finalmente, a través de varias investigaciones se llegó a la conclusión de que el diagnóstico precoz de SM predice la diabetes incidente en individuos de numerosos orígenes. A mayor sea el número de componentes de SM mayor es el riesgo de sufrir DMTII, siendo los más determinantes la glucosa en ayunas y la intolerancia a la glucosa. El diagnóstico de SM aumenta 5 veces el riesgo de sufrir DMTII ⁽²⁾.

El SM también se encuentra asociado a padecer enfermedad de hígado graso no alcohólico de forma que a veces se ha referido a esta enfermedad como el “síndrome metabólico del hígado”. Parece que el hígado graso no alcohólico se asocia con los componentes de SM como son; circunferencia de la cintura elevada, HTA, glucosa en ayunas elevada, resistencia a la insulina y otros componentes. A mayor número de componentes de SM mayor es el riesgo de hígado graso no alcohólico ⁽²⁾.

Por otra parte, también se ha asociado al riesgo de padecer cáncer, sin embargo, esta asociación guarda mayor relación con el componente de la obesidad. Parece que la inflamación del tejido adiposo, hiperglucemia, hiperinsulinemia y/o factor de crecimiento insulínico promueven la aparición de un cáncer ⁽²⁾.

En todo caso la importancia del diagnóstico del SM reside en el impacto que este tiene sobre la probabilidad de sufrir ECV, así como DMTII, teniendo en cuenta que la principal causa de muerte en el mundo es el infarto agudo de miocardio y cuya prevalencia sigue en aumento según la Organización de Naciones Unidas (ONU) ⁽⁴⁾. Existen además datos alarmantes sobre la prevalencia de SM como los expuestos por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) que determina su presencia en el 35% de adultos estadounidenses ⁽¹⁾. Parece que los casos de SM irán aumentando en paralelo a la obesidad y sobrepeso, factor fundamental en su desarrollo ⁽²⁾.

1.3. Tratamiento del síndrome metabólico

El tratamiento del SM se aplica con el fin de disminuir ECV y DMTII. Para su abordaje se deben integrar estrategias de cambio en el estilo de vida con tratamiento nutricional y ejercicio ⁽⁷⁾.

También se debe considerar el tratamiento de la dislipemia y HTA con fármacos. Entre los fármacos ampliamente utilizados para el tratamiento de las dislipemias se encuentran las estatinas que se pueden utilizar junto con inhibidores de la absorción de colesterol o secuestradores de ácidos biliares. Tras la disminución del colesterol LDL conseguida con los fármacos mencionados anteriormente todavía existe cierto riesgo de ECV al encontrarse bajos los niveles de colesterol HDL. Parece que la niacina aumenta los niveles de colesterol HDL por lo que podría ser útil en algunos pacientes la combinación de ambos tratamientos, sin embargo, no existen beneficios significativamente superiores en aquellos pacientes ya tratados con estatinas ⁽²⁾.

Un metaanálisis que compara la eficacia de varias intervenciones para la reversión de SM asumió que la probabilidad de reversión era mayor cuando se aplicaban cambios en el estilo de vida de las personas en comparación con los tratamientos farmacológicos ⁽¹⁵⁾.

Finalmente hay que tener en cuenta el avance de la nutrigenómica, ciencia encargada de estudiar las interacciones mediadas entre genes y nutrición. De esta forma un estudio reciente ha observado como mujeres con el genotipo IRS-1 rs2943641 TT tienen una menor resistencia a la insulina y por tanto riesgo de DMTII cuando sus niveles de Vitamina 25(OH)D circulantes eran mayores, sin embargo, el efecto beneficioso no era tan fuerte para los portadores de otro alelo ⁽⁷⁾. Se trata de un ejemplo de cómo se podrán aplicar las terapias génicas en este campo, sin embargo, es una ciencia aún en Los cambios en el estilo de vida deben llevar a una pérdida del 7-10% del peso corporal, abordado a través de un déficit calórico de 500 – 1000 kcal/día que induzcan dicha pérdida en el periodo de 6 a 12 meses con el fin de mejorar los síntomas de SM y riesgo de ECV ⁽⁵⁾.

La dieta mediterránea puede ser prescrita junto con restricción calórica o no a todas las personas con SM. El aceite de oliva es un componente esencial de la dieta mediterránea, estudios que han valorado su uso en el tratamiento del SM concluyen que sustituir las grasas utilizadas por aceite de oliva puede tener un efecto beneficioso en el tratamiento del SM ⁽¹⁴⁾. El contenido lipídico de la dieta debe rondar entre un 25-35% de las calorías totales, ya que valores fuera de este rango pueden empeorar la dislipemia aterogénica. Las grasas deben proceder fundamentalmente de ácidos grasos

polinsaturados y monoinsaturados (aceite de oliva) que tienen beneficios cardioprotectores contra las ECV y HTA en humanos ^(5,7).

En cuanto al consumo de alcohol un estudio de revisión evidencia que las personas que tienen un consumo moderado de vino o cerveza tienen menor probabilidad de desarrollar SM, siendo menos preventiva la cerveza que el vino, en comparación con aquellos que no toman alcohol o lo hacen en grandes cantidades ⁽¹⁴⁾.

Existen otros patrones dietéticos que pueden ser beneficiosos en el tratamiento del SM como la dieta DASH que ha demostrado mejorar los síntomas del síndrome, también la nueva dieta nórdica y las dietas vegetarianas (Tabla 2) ^(14,15). Cabe destacar el beneficio de acompañar los cambios anteriores junto con un programa de ejercicio físico que incluya 30 o 60 minutos de actividad física moderada para el control y tratamiento del SM desarrollo que necesita de trayectoria investigativa ^(5,14).

Tabla 2.

Patrones dietéticos y beneficios potenciales en el control de SM (15)

Patrón dietético	Distribución nutricional	Mejoras en los componentes del SM
Dieta Mediterránea	<ul style="list-style-type: none"> · 35.45% kcal/día de lípidos (principalmente monoinsaturados y polinsaturados provenientes de aceite de oliva y frutos secos) · 35-45% kcal/día de carbohidratos · 15-18% kcal/día de proteína 	Disminuye ; ECV, HTA, mortalidad, dislipemia y DMII
Dieta vegetariana	<ul style="list-style-type: none"> · Restricción de alimentos de origen animal · Alta ingesta de alimentos vegetales · Rico en grasas polinsaturadas 	Disminuye ; HTA, peso corporal, ECV, mortalidad y DMII

Dieta nórdica	<ul style="list-style-type: none"> · Alto contenido en alimentos integrales ricos en fibra · Pocos alimentos cárnicos y procesados 	Disminuye la HTA y aumenta los niveles de colesterol HDL
Dieta DASH	<ul style="list-style-type: none"> · Bajo contenido en grasas (27% kcal/día), especialmente saturadas (6% kcal/día) y colesterol · Reducción de sodio a 1500- 2300 mg/día · Rica en fibra (>30 g/día), potasio, magnesio y calcio 	Disminuye ; HTA, ECV, cáncer, DMII, peso corporal y adiposidad

1.4. Restricción calórica continuada (RCC)

La RCC se trata del método de pérdida de peso más prescrito en adultos obesos y también en aquellos con SM. El objetivo del tratamiento consta en inducir un déficit calórico diario alrededor de 25-30% (500 – 750 kcal) de las calorías totales sin falta de nutrientes esenciales con el fin de lograr una pérdida de peso significativa que pueda ser mantenida en el tiempo. Hay evidencias de que la adherencia al tratamiento se pierde o disminuye al cabo de 1 a 4 meses resultando ineficiente al recuperarse el peso perdido ^(6,17). Por este motivo es necesario abordar nuevos tratamientos nutricionales en el control del SM que mejoren el seguimiento y éxito a largo plazo sobre la pérdida de peso y control de los parámetros metabólicos ^(6,16).

En general se puede decir que la RCC tiene beneficios sobre la esperanza de vida y salud. Existen cuatro mecanismos a través de los cuales la RCC aumenta la longevidad y vida útil celular; adaptaciones del sistema neuroendocrino, prevención de la inflamación, respuesta hormética y protección frente al estrés oxidativo ⁽¹⁰⁾.

Las adaptaciones del sistema neuroendocrino tienen su beneficio en una reducción de las hormonas anabólicas, resistencia a la insulina y hormonas que promueven la termogénesis, además de un aumento de hormonas antiinflamatorias. Se ha demostrado en modelos experimentales animales que la RCC es capaz de retrasar enfermedades como el cáncer, miocardiopatía, enfermedades neurodegenerativas, diabetes, enfermedad renal y arteriosclerosis ⁽¹⁰⁾.

Se ha establecido que RCC es capaz de solventar errores producidos en el ADN y promover la eliminación de proteínas y lípidos dañados, además tiene un papel antioxidante al activar mecanismos enzimáticos y no enzimáticos endógenos. También desencadena procesos como mejora de la apoptosis, autofagia y disminuye el estrés oxidativo. Es capaz de reducir los niveles de insulina en ayunas y algunos factores de

crecimiento y citoquinas como el factor de necrosis tumoral α (TNF α) que causa inflamación y se encuentra elevado en el SM. También estudios con primates han observado como una RCC de 30% puede disminuir la intolerancia a la glucosa, ECV y cáncer⁽¹⁰⁾.

1.5. Restricción calórica intermitente (RCI)

Entre las estrategias dietéticas que se están investigando en la actualidad encontramos el ayuno intermitente o restricción calórica intermitente (RCI) la cual parece tener beneficios sobre la ECV, DMTII, trastornos metabólicos y cáncer por la restricción calórica que conlleva. Los principales beneficios cardiometabólicos cuando se aplican estrategias de RCI son disminución de resistencia a la insulina, peso corporal, presión arterial, dislipemia e inflamación en términos generales⁽⁹⁾. La RCI generalmente se refiere a la ingesta de una dieta muy baja en calorías (VLCD) 500-700 kcal aproximadamente durante 2 o 4 días a la semana. Este tipo de intervenciones son más comúnmente aceptadas por las personas, ya que la restricción calórica estricta solamente se realiza unos días puntuales de la semana. Por ello resulta interesante evaluar cuales pueden ser los beneficios aportados a través de estos regímenes a aquellas personas obesas con SM⁽⁹⁾.

Una limitación en el ámbito de estudio del ayuno intermitente es la carencia de terminología clara que defina los diferentes regímenes de RCI. En general se denomina RCI a aquellos modelos dietéticos en los que se incluyen periodos prolongados de disminución o nula ingesta con aquellos en los que la persona se alimenta de forma normal⁽⁶⁾. A continuación, se detallan las características de los diferentes regímenes de RCI conocidos como; ayuno completo en días alternos (ADA) o consecutivos (dieta 2:5), ayuno modificado en días alternos (AMDA) y alimentación restringida en el tiempo (ART)^(12,13).

En el ayuno completo en días alternos (ADA) se alternan días de ayuno en los que no se realiza ningún tipo de ingesta calórica con días de alimentación en los que se consumen alimentos y bebidas ad libitum⁽¹⁸⁾. En el ayuno de dos días por semana (2DS), también conocido como dieta 5:2, se prolonga el ayuno durante dos días para luego consumir alimentos ad libitum el resto de la semana.^(6,19)

Método

La revisión bibliográfica se ha realizado a través del análisis de la evidencia científica sobre los protocolos de RCI en el tratamiento del SM, además de su aplicación frente a la clásica RCC para el control del síndrome.

Se ha llevado a cabo mediante la selección inicial de 8577 artículos, se eliminaron 1634 por no originales o duplicados, 6849 por no cumplir los criterios de inclusión y 85 por no ajustarse a la temática. La búsqueda bibliográfica se inició en enero de 2022 y finalizó en abril de 2022.

La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos Pubmed, Cocharane, Google Académico y Clinical Trials. Las palabras clave utilizadas fueron “obesity”, “cardiometabolic health”, “periodic fasting”, “alternate day fasting”, “weightloss” y

“overweight”. Los criterios de inclusión para la selección de los artículos fueron aquellos publicados desde el 2012, indexados en revistas científicas con un factor de impacto mayor a 1,5 y que traten temas relativos a RCI, SM y RCC. Los criterios de exclusión fueron artículos publicados hace más de 10 años, en revistas no indexadas y aquellos publicados en revistas con un factor de impacto menor a 1,5. Además se excluyeron artículos cuya muestra comprendía personas con normopeso y salud cardiometabólica conservada. Finalmente, la mayoría de los artículos seleccionados fueron encontrados en Pubmed pertenecientes a revistas científicas.

Resultados

En relación a la efectividad de RCI como tratamiento alternativo a la RCC en personas con SM se incluyeron 3 artículos, de los cuales 2 se tratan de ensayos clínicos aleatorizados y 1 revisión sistemática. En la tabla 3.1 se detallan las características y resultados encontrados en cada estudio ^(18,19,22).

Respecto a la pérdida de peso dos de los artículos ^(18,19) concluyeron que la pérdida de peso es mayor cuando se llevan a cabo protocolos RCI en comparación con RCC, sin embargo, Kunduraci et al. ⁽²²⁾ no encontraron diferencias significativas, pero sí una pérdida de peso relevante en ambos grupos. En este mismo estudio se observaron mejoras en el índice de cintura/cadera, masa grasa, agua corporal total e IMC de los participantes que realizaban RCI en comparación con RCC, por tanto, a pesar de que la RCI no ofrece ventajas sobre la pérdida de peso, sí resulta en una mayor disminución de masa grasa y contribuye a mantener la masa magra (20). También Parvaresh et al. ⁽¹⁷⁾ notificaron una reducción del índice cintura/cadera mayor en el grupo RCI.

Se analizaron diversos marcadores glucoreguladores; dos de los estudios mostraron reducciones significativas de la glucosa en ayunas ^(19,22) cuando se comparaban ambos grupos, mientras que Wang et al. ⁽¹⁸⁾ no hallaron los mismos resultados. En cuanto a las concentraciones de insulina en ayunas, HbA1c y HOMA-IR no hubo diferencias entre los brazos de intervención en dos de los artículos ^(18,19), sin embargo, si se encontraron diferencias significativas en el HOMA-IR en el estudio realizado por Kunduraci et al. ⁽²²⁾.

En cuanto a los cambios en el perfil lipídico de los participantes todos los estudios afirman que las reducciones en el colesterol total, LDL y triglicéridos fueron similares en los grupos RCI y RCC. El colesterol HDL se mantuvo sin modificaciones en ambos brazos de intervención ^(18,19,22).

Hay que tener cierta precaución a la hora de interpretar los hallazgos anteriores ya que los ensayos clínicos aleatorizados realizados por Parvaresh et al. ⁽¹⁹⁾ y Kunduraci et al. ⁽²²⁾ son de corta duración (8-12 semanas) y una muestra reducida (70 participantes). Además, cabe destacar que los regímenes RCI aplicados en cada ensayo fueron diferentes, Kunduraci et al. utilizó regímenes ART mientras que Parvaresh et al. estudiaron regímenes ADF. Se necesitan estudios con un mayor número de participantes con SM para corroborar los resultados y que tengan relevancia clínica como para asegurar que RCI es una alternativa a RCC para este tipo de perfiles.

Existen pocos estudios que comparen la eficacia de RCI con RCC en personas con SM, ya que la mayoría utilizan como muestra personas con sobrepeso y obesidad. Derivado de lo anterior se han incluido 6 artículos que analizan directamente los beneficios de realizar RCI respecto a RCC en personas con sobrepeso y obesidad, ya que, en sí, la obesidad es un factor clave en el desarrollo de SM. En función del tipo de estudio se ha incluido; 1 revisión bibliográfica⁽⁶⁾, 1 revisión sistemática⁽¹¹⁾ y 4 ensayos clínicos aleatorizados^(20,21,23,25).

Respecto a los cambios producidos en la composición corporal, todos los artículos aprueban una pérdida de peso significativa y similar cuando se realizan RCC o RCI^(6,11,20,21,23,25). También Cioffi et al.⁽¹⁷⁾ corroboran dichos resultados en su metanálisis. En este aspecto no coincide con 2 de los artículos cuyos resultados en personas con SM aprueban una pérdida de peso mayor con regímenes RCI^(16,19).

Se analizaron varios marcadores glucoreguladores; glucosa en ayunas, HOMA-IR, HbA1c, insulina en ayunas, sensibilidad a la insulina y resistencia a la insulina. En el caso de la glucosa en ayunas mostró reducciones similares en ambos brazos de intervención en 4 de los estudios^(6,11,20,25), Sutton et al.⁽²³⁾ manifestaron que no se produjeron reducciones en las concentraciones de glucosa en ayunas durante el estudio en el grupo RCI. Por otra parte, 2 de los estudios^(11,21) manifestaron que las reducciones de glucosa en ayunas, así como de HbA1c fueron mayores en el grupo que realizaba RCI, sin embargo, Welton et al. alerta sobre el riesgo de hipoglucemia que existe en aquellas personas que son tratadas con antidiabéticos orales o insulina, por lo que habría que tener precaución a la hora de implantar este tipo de tratamientos dietéticos.

En lo relativo a la sensibilidad, resistencia a la insulina, así como insulina en ayunas y capacidad de respuesta de las células B pancreáticas 3 de los estudios^(6,20,24) informaron que no existían ventajas adicionales de realizar RCI frente a RCC. Además, Pinto AM et al.⁽²⁰⁾ añaden que las reducciones producidas no tenían relevancia terapéutica. Por otra parte, 3 de los estudios^(11,21,23) sí encontraron mejoras en la insulina en ayunas, resistencia a la insulina, sensibilidad a la insulina y capacidad de respuesta de las células B pancreáticas.

En cuanto a las mejoras sobre el perfil lipídico 2 de los estudios^(21,24) notifican mejoras en el colesterol HDL cuando se llevan a cabo protocolos RCI, contrasta con los resultados hallados por Sutton et al.⁽²³⁾ que no encontraron modificaciones en el colesterol HDL durante el estudio. Además, tampoco se produjeron modificaciones en el HDL en los estudios realizados en personas con SM^(16,19,22). El colesterol LDL no se vio afectado, tampoco en el estudio realizado por Sutton et al.⁽²³⁾. Los resultados en cuanto a los TG aumentaron significativamente en el grupo RCI en 2 de los estudios^(20,23), contrastando con las mejoras halladas en el estudio de Sundfor et al.⁽²¹⁾.

En estudio realizado por Trepanowski et al.⁽²⁴⁾ manifestaron una alta tasa de abandono en el grupo que realizaba ADA. Por este motivo decidieron realizar un estudio secundario⁽²⁵⁾ a fin de esclarecer los motivos por los que habían abandonado el estudio. La hipótesis nula hacía referencia a que los regímenes ADA podían disminuir la leptina

Efecto del ayuno intermitente sobre la salud cardiometabólica de personas obesas con síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua

y otras adipocinas de forma que el seguimiento de la pauta dietética fuera complicado para los participantes. Dicha hipótesis no fue confirmada, se estableció que los niveles de leptina y otras adipocinas circulantes aumentaron en ambos brazos de intervención durante el estudio.

Tabla 3.

Artículos que abordan la efectividad del ayuno intermitente en personas con diagnóstico de síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua

Autor, año, tipo de estudio, tamaño de lamuestra y características	Grupos de estudio y regímenes aplicados	Composición corporal	Marcadores glucoreguladores	Lípidos
Kunduraci YE et al. 2020 ⁽²²⁾ Ensayo controlado aleatorizado 70 participantes con diagnóstico de SM12 semanas de duración	GI: RCC alimentación restringida en el tiempo ART (<25% kcal) GC: RCC <25% kcal	Ambos disminuyeron el peso de forma significativa	Glucosa en ayunas, HOMA-IR y HbA1c disminuyeron significativamente en ambos grupos	Disminuyeron colesterol total, triglicéridos y LDL en ambos grupos significativamente.
Parvaresh A et al. 2019 ⁽¹⁹⁾ Ensayo clínico aleatorizado 69 participantes con diagnóstico de SM8 semanas de duración	GI: AFD (ayuno en días alternos) GC: RCC 25% al día	El protocolo ADF mostró reducciones de peso significativas en comparación con RCC	El protocolo ADF redujo significativamente la glucosa en ayunas en comparación con la RCC. No hubo diferencias significativas en el HOMA-IR ni las concentraciones de insulina en ayunas entre ambos grupos.	No se observaron diferencias significativas en los TG, colesterol total y HDL entre los grupos.
Wang X et al. 2021 ⁽¹⁸⁾ Revisión sistemática y metaanálisis de 4 estudios. Participantes con SM 8-12 semanas	GI: Diferente regímenes RCI GC: RCC 25% kcal/día	La RCI fue más exitosa para la pérdida de peso que la RCC	No se encontraron diferencias significativas en la HbA1c ni en la glucosa en ayunas entre los grupos.	No hubo diferencia estadística en los niveles de colesterol total, HDL y LDL.

Tabla 4.

Artículos que abordan la efectividad del ayuno intermitente en personas con sobrepeso y obesidad en comparación con una restricción calórica continua

Autor, año, tipo de estudio, tamaño de la muestra y características	Grupos de estudio y regímenes aplicados	Composición corporal	Marcadores glucoreguladores	Lípidos
<p>Rynders CA et al. ⁽⁶⁾ 2019 Revisión bibliográfica 11 ensayos clínicos Personas con sobrepeso y obesidad Duración >= 8 semanas</p>	<p>GC: RCC GI: Diferentes estrategias de RCI</p>	<p>No existen diferencias significativas en la pérdida de peso ni en la pérdida de grasa corporal</p>	<p>No existen ventajas en la mejora de salud cardiometabólica cuando se comparan ambos grupos.</p>	<p>No se estudió.</p>
<p>Welton S et al. ⁽¹¹⁾ 2020 Revisión sistemática de 41 artículos Personas con sobrepeso y obesidad Duración entre 2 y 26 semanas</p>	<p>GC: seguimiento de una dieta con RCC GI: seguimiento de diferentes protocolos de RCI</p>	<p>Pérdida de peso similar en ambos grupos</p>	<p>Los niveles de glucosa en ayunas e insulina en ayunas disminuyen significativamente con protocolos RCI, no obstante, pueden tener riesgo de hipoglucemia para personas diabéticas.</p>	<p>No se valoraron en el estudio.</p>

<p>Pinto AM et al. ⁽²⁰⁾Ensayo clínico aleatorizado 43 participantes con obesidad central 4 semanas de duración</p>	<p>GI: dieta 5:2 CC: Protocolo RCC</p>	<p>Pérdida de peso similar en ambos grupos de intervención</p>	<p>Aumentó la sensibilidad a la insulina, disminuye resistencia a la insulina, insulina sérica y glucosa sanguínea en ambos brazos de intervención. La magnitud del cambio no fue relativamente terapéutica.</p>	<p>Grupo intervención aumentó las concentraciones de TGen ayunas.</p>
<p>Sundfor et al. ⁽²¹⁾ 2018 Ensayo controlado aleatorizado 112 participantes con sobrepeso y obesidad Duración 6 meses y otra fase de mantenimiento de 6 meses</p>	<p>GI: ADA ayuno (400-600 kcal) días alternos GC: Protocolo RCC</p>	<p>Pérdida de peso similar en ambos grupos, además la recuperación a los 6 meses también fue mínima y similar. Disminución de la circunferencia de la cintura sin diferencias significativas entre los grupos.</p>	<p>Hubo mejoras en la HbCA1 en el grupo ADA en comparación con RCC. También mejoró la sensibilidad a la insulina.</p>	<p>Se observaron mejoras en los TG y colesterol HDL dentro del grupo intervención.</p>
<p>Sutton E et al. 2018 ⁽²³⁾ Ensayo controlado aleatorizado 8 participantes con sobrepeso y obesidad 5 semanas de duración</p>	<p>GI: ART alimentación temprana restringida en el tiempo CC: Alimentación normal 12/12 Ambos realizaron las ingestas bajo supervisión durante todo el estudio</p>	<p>Pérdida de peso similar en ambos grupos.</p>	<p>TRF mejoró sensibilidad a la insulina, capacidad de respuesta de las células B y redujo los niveles de insulina. No mejoró los niveles de glucosa.</p>	<p>TRF aumentó la frecuencia cardíaca en reposo, TG y el colesterol total. No se modificaron el colesterol HDL y LDL.</p>

Efecto del ayuno intermitente sobre la salud cardiometabólica de personas obesas con síndrome metabólico en comparación con una restricción calórica continua

<p>Trepanowski J et al. ⁽²⁴⁾2017 Ensayo clínicoaleatorizado 100 participantes obesos 1 año de duración (6 meses de intervención +6 meses de mantenimiento)</p>	<p>GI: ayuno en días alternos ADA(25% restricción calórica en los días de ayuno) GI: restricción calórica continua(75% del GET todos los días) GC: sin intervención</p>	<p>Pérdida de peso similar en el grupo restricción calórica continua y ADA.</p>	<p>No hubo diferencias significativas en las concentraciones de glucosa en ayunas, resistencia a la insulina e insulina en ayunasentre los grupos de intervención, pero si respecto al grupo control.</p>	<p>Aumento el colesterol LDL en el grupo que realizaba ADA en el mes 6 de forma significativa, pero no en el mes 12 en comparación con la RCC. El colesterol HDL se elevó significativamente en el mes 12 en los participantes que realizaban ADA en comparación con el grupo RCC.</p>
---	--	---	---	---

Discusión y conclusiones

Los protocolos RCI en personas con SM parece que a corto plazo resultan en una mayor pérdida de peso y masa grasa que la RCC. A largo plazo no hay evidencias de que exista una ventaja de RCI frente a RCC para la pérdida de peso en el tratamiento de personas obesas. Por otra parte, los resultados sobre la mejora de parámetros glucoreguladores con la RCI frente a RCC son contradictorios y no concluyentes. En cuanto a los cambios en el perfil lipídico existen reducciones equivalentes del colesterol LDL y triglicéridos sin modificaciones en el colesterol HDL.

Por tanto, ambas intervenciones tienen efectos similares sobre el control de los parámetros cardiometabólicos, no obstante, queda por resolver si los efectos cardiometabólicos mediados por RCI se deben únicamente al déficit calórico generado. La RCI se trata de un protocolo seguro, sin embargo, se debe tener precaución en aquellas personas tratadas con antidiabéticos por riesgo de hipoglucemia. Cabe destacar que todos los estudios analizados fueron de corta duración y con una muestra pequeña por lo que son necesarios más estudios, con una muestra suficientemente grande como para poder ser extrapolados a todas las personas con SM.

Son necesarios más ensayos clínicos que comparen la eficacia de RCI en personas con SM frente a una RCC, ya que la mayoría de los estudios recogen personas con sobrepeso y obesidad.

De cara a la elaboración de estudios futuros se proponen las siguientes recomendaciones:

- Debería elaborarse un documento de consenso que recoja la definición y características de los regímenes de RCI, de forma que puedan establecerse comparaciones exactas entre los diversos estudios.
- Se debería incluir en los estudios las recomendaciones dietéticas y el menú pautado para cada régimen alimenticio, así como el porcentaje de macronutrientes de la dieta, ya que en su mayoría únicamente mencionan la cantidad diaria de energía restringida.
- Elaboración de estudios que incluyan una gran muestra de personas con diagnóstico de SM. Además, sería recomendable que fueran de larga duración para poder observar si existen cambios metabólicos y una buena adherencia que pueda suponer una ventaja frente a la RCC.
- Tener en cuenta variables de confusión en estudios futuros que puedan afectar a los resultados como son la actividad física o el cumplimiento de la dieta pautada por parte de los participantes.

Referencias

- (1). McCracken E, Monaghan M, Sreenivasan S. Pathophysiology of the metabolic syndrome. Clin Dermatol. febrero de 2018;36(1):14-20. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2017.09.004

- (2). Samson SL, Garber AJ. Metabolic syndrome. *Endocrinol Metab Clin North Am*. marzo de 2014;43(1):1-23. DOI: 10.1016/j.ecl.2013.09.009
- (3). Reaven GM. The metabolic syndrome: is this diagnosis necessary? *Am J Clin Nutr*. 1 de junio de 2006;83(6):1237-47. DOI: 10.1093/ajcn/83.6.1237
- (4). Sherling DH, Perumareddi P, Hennekens CH. Síndrome Metabólico: Implicaciones Clínicas y Políticas del Nuevo Asesino Silencioso. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*. 1 de julio de 2017;22(4):365-7.
- (5). Rochlani Y, Pothineni NV, Kovelamudi S, Mehta JL. Síndrome metabólico: fisiopatología, manejo y modulación por compuestos naturales. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 1 de agosto de 2017;11(8):215-25. DOI: 10.1177/1753944717711379
- (6). Rynders CA, Thomas EA, Zaman A, Pan Z, Catenacci VA, Melanson EL. Effectiveness of Intermittent Fasting and Time-Restricted Feeding Compared to Continuous Energy Restriction for Weight Loss. *Nutrients*. octubre de 2019;11(10):2442. DOI: 10.3390/nu11102442
- (7). Xu H, Li X, Adams H, Kubena K, Guo S. Etiology of Metabolic Syndrome and Dietary Intervention. *Int J Mol Sci*. enero de 2019;20(1):128. DOI: 10.3390/ijms20010128
- (8). Yaribeygi H, Farrokhi FR, Butler AE, Sahebkar A. Insulin resistance: Review of the underlying molecular mechanisms. *J Cell Physiol*. junio de 2019;234(6):8152-61. DOI: 10.1002/jcp.27603
- (9). Castro-Barquero S, Ruiz-León AM, Sierra-Pérez M, Estruch R, Casas R. Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. *Nutrients*. octubre de 2020;12(10):2983. DOI: 10.3390/nu12102983
- (10). Napoleão A, Fernandes L, Miranda C, Marum AP. Effects of Calorie Restriction on Health Span and Insulin Resistance: Classic Calorie Restriction Diet vs. Ketosis-Inducing Diet. *Nutrients*. abril de 2021;13(4):1302. DOI: 10.3390/nu13041302
- (11). Welton S, Minty R, O'Driscoll T, Willms H, Poirier D, Madden S, et al. Intermittent fasting and weight loss: Systematic review. *Can Fam Physician Med Fam Can*. febrero de 2020;66(2):117-25. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32060194/>
- (12). Patterson RE, Sears DD. Metabolic Effects of Intermittent Fasting. *Annu Rev Nutr*. 2017;37(1):371-93. DOI: 10.1146/annurev-nutr-071816-064634
- (13). Templeman I, Gonzalez JT, Thompson D, Betts JA. The role of intermittent fasting and meal timing in weight management and metabolic health. *Proc Nutr Soc*. febrero de 2020;79(1):76-87. DOI: 10.1017/S0029665119000636
- (14). Pérez-Martínez P, Mikhailidis DP, Athyros VG, Bullo M, Couture P, Covas MI, et al. Lifestyle recommendations for the prevention and management of metabolic

syndrome: an international panel recommendation. *Nutr Rev.* 1 de mayo de 2017;75(5):307-26. DOI: 10.1093/nutrit/nux014.

(15). Castro-Barquero S, Ruiz-León AM, Sierra-Pérez M, Estruch R, Casas R. Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. *Nutrients.* octubre de 2020;12(10):2983. DOI: 10.3390/nu12102983

(16). Patterson RE, Sears DD. Metabolic Effects of Intermittent Fasting. *Annu Rev Nutr.* 2017;37(1):371-93. DOI: 10.1146/annurev-nutr-071816-064634

(17). Cioffi I, Evangelista A, Ponzio V, Ciccone G, Soldati L, Santarpia L, et al. Intermittent versus continuous energy restriction on weight loss and cardiometabolic outcomes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Transl Med.* 24 de diciembre de 2018;16(1):371. DOI: 10.1186/s12967-018-1748-4

(18). Wang X, Li Q, Liu Y, Jiang H, Chen W. Intermittent fasting versus continuous energy-restricted diet for patients with type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome for glycemic control: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract.* septiembre de 2021;179:109003. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109003

(19). Parvaresh A, Razavi R, Abbasi B, Yaghoobloo K, Hassanzadeh A, Mohammadifard N, et al. Modified alternate-day fasting vs. calorie restriction in the treatment of patients with metabolic syndrome: A randomized clinical trial. *Complement Ther Med.* 1 de diciembre de 2019;47:102187. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.08.021

(20). Pinto AM, Bordoli C, Buckner LP, Kim C, Kaplan PC, Arenal IMD, et al. Intermittent energy restriction is comparable to continuous energy restriction for cardiometabolic health in adults with central obesity: A randomized controlled trial; the Met-IER study. *Clin Nutr.* 1 de junio de 2020;39(6):1753-63. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.07.014

(21). Sundfør TM, Svendsen M, Tonstad S. Effect of intermittent versus continuous energy restriction on weight loss, maintenance and cardiometabolic risk: A randomized 1-year trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 1 de julio de 2018;28(7):698-706. DOI: 10.1016/j.numecd.2018.03.009

(22). Kunduraci YE, Ozbek H. Does the Energy Restriction Intermittent Fasting Diet Alleviate Metabolic Syndrome Biomarkers? A Randomized Controlled Trial. *Nutrients.* octubre de 2020;12(10):3213. DOI: 10.3390/nu12103213

(23). Sutton EF, Beyl R, Early KS, Cefalu WT, Ravussin E, Peterson CM. Early Time-Restricted Feeding Improves Insulin Sensitivity, Blood Pressure, and Oxidative Stress Even without Weight Loss in Men with Prediabetes. *Cell Metab.* junio de 2018;27(6):1212-1221.e3. DOI: 10.1016/j.cmet.2018.04.010

(24). Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, Klempel MC, Bhutani S, Hoddy KK, et al. Effect of Alternate-Day Fasting on Weight Loss, Weight Maintenance, and Cardioprotection Among Metabolically Healthy Obese Adults: A Randomized Clinical

Sainz, A.

Trial. JAMA Intern Med. 1 de julio de 2017;177(7):930-8. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.0936

(25). Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, Klempel M, Bhutani S, Hoddy KK, et al. Effects of alternate-day fasting or daily calorie restriction on body composition, fat distribution, and circulating adipokines: Secondary analysis of a randomized controlled trial. Clin Nutr Edinb Scotl. diciembre de 2018;37(6 Pt A):1871-8. DO: 10.1016/j.clnu.2017.11.018

Fecha de recepción: 03/10/2023

Fecha de revisión: 05/23/2023

Fecha de aceptación: 18/12/2023