



**Evaluación de la *Spirulina* como estrategia terapéutica en el control de la diabetes
tipo II: revisión sistemática**

Trabajo de grado para optar por el título de Especialistas en alimentación y nutrición

Veronica Durango Otalvaro

Maritza Grisales Silva

Carolina Bedoya Vergara

Ingeniera de alimentos

Magister en poscosecha

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de ingenierías

Especización en alimentación y nutrición

Caldas, Antioquia

2025

Resumen

La diabetes mellitus tipo II es una enfermedad crónica en constante aumento a nivel mundial, y se encuentra dentro de las cuatro enfermedades no transmisibles (ENT) más importantes, estadísticamente se ha reportado un aumento en la prevalencia de la diabetes y se estima que esta cifra se ha triplicado desde los años 90, con un crecimiento más acelerado en países de ingresos bajos y medianos. Si bien las terapias farmacológicas convencionales ofrecen un pilar en el manejo de esta patología, su eficacia se ve a menudo comprometida por la aparición de efectos adversos significativos, que van desde la hipoglucemia y el aumento de peso hasta las complicaciones gastrointestinales, y el aumento en la resistencia a la insulina a largo plazo. Ante esta problemática se desarrolla el siguiente trabajo teniendo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura científica actualizada sobre el impacto de la suplementación con *Spirulina* como terapia complementaria en el control metabólico de pacientes con diabetes mellitus tipo II, con el fin de dilucidar sus mecanismos de acción, beneficios metabólicos y su potencial aplicación como terapia complementaria. El desarrollo del trabajo se realiza mediante la revisión bibliográfica en revistas científicas indexadas, donde finalmente se obtienen 29 artículos posteriores a la aplicación de los criterios de exclusión entre los años 2018-2025 y haciendo foco en solo en artículos de investigación. De este trabajo, finalmente se concluye que la *Spirulina platensis* se presenta como un agente coadyuvante prometedor en el control de esta enfermedad, evidenciando una capacidad notable para optimizar el control de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. Su contenido de bioactivos, como carotenoides, ficocianina y ácidos grasos poliinsaturados, ofrece un impacto antioxidante y regulador en el metabolismo de la glucosa, potenciando la acción de fármacos tradicionales, asimismo, los estudios preclínicos en modelos animales han demostrado consistentemente el potencial terapéutico de la *Spirulina*, tanto individualmente como en combinación con otros compuestos. Estos hallazgos sugieren que la *Spirulina* podría ser una estrategia eficaz para mitigar los desequilibrios metabólicos asociados a la diabetes, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones clínicas.

Palabras claves: *Spirulina*, diabetes, glucosa, insulina, bioactivos

Abstract

Diabetes mellitus type II is a chronic disease in constant increase worldwide and is one of the four most important non-communicable diseases (NCDs). **Statistically** an increase in the prevalence of diabetes has been reported and it is estimated that this figure has tripled since the 1990s, with a more accelerated growth in low- and middle-income countries. While conventional pharmacological therapies offer a mainstay in the management of this pathology, their efficacy is often compromised by the occurrence of significant adverse effects, ranging from hypoglycemia and weight gain to gastrointestinal complications, and increased long-term insulin resistance. In view of this problem, the following work was developed with the objective of carrying out a systematic review of the updated scientific literature on the impact of Spirulina supplementation as a complementary therapy in the metabolic control of patients with type II diabetes mellitus, to elucidate its mechanisms of action, metabolic benefits and its potential application as a complementary therapy. The development of the work is carried out through the literature review in indexed scientific journals, where finally 29 articles are obtained after the application of the exclusion criteria between the years 2018-2025 and focusing only on research articles. From this work, finally, it is concluded that *Spirulina platensis* is presented as a promising coadjuvant agent in the control of this disease, showing a remarkable capacity to optimize glucose control and insulin sensitivity. Its bioactive content, such as carotenoids, phycocyanin and polyunsaturated fatty acids, offers an antioxidant and regulatory impact on glucose metabolism, enhancing the action of traditional drugs. Preclinical studies in animal models have consistently demonstrated the therapeutic potential of Spirulina, both individually and in combination with other compounds. These findings suggest that Spirulina could be an effective strategy to mitigate the metabolic imbalances associated with diabetes, providing a solid basis for future clinical research.

Keywords: Spirulina, diabetes, glucose, insulin, bioactives,

Table de contenido

| | |
|--------------------------------------|----|
| Resumen..... | 2 |
| Abstract | 3 |
| Introducción | 7 |
| Planteamiento del problema..... | 9 |
| Justificación | 10 |
| Objetivos | 12 |
| Objetivo General..... | 12 |
| Objetivos Específicos..... | 12 |
| Marco Teórico | 13 |
| Metodología | 18 |
| Resultados | 20 |
| Conclusiones y recomendaciones | 86 |
| Referencias..... | 88 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Composición nutricional Spirulina en polvo | 15 |
| Tabla 2. Relación de compuestos bioactivos de la Spirulina y su función en la diabetes | 26 |
| Tabla 3: Efectos de Spirulina platensis y Chlorella en Parámetros Metabólicos y Bioquímicos: Resumen de Estudios en Modelos Animales | 28 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Generalidades de la <i>Spirulina</i> | 9 |
| Figura 2: Términos de búsqueda para la revisión exploratoria..... | 20 |
| Figura 3: Mapeo de conglomerados según las palabras claves..... | 20 |

Introducción

La *spirulina* es una variedad particular de alga de color verde azulado donde su coloración está influenciada por otros compuestos bioactivos como: ficocianina, clorofila y carotenoides; esta se originó hace 3.500 millones de años y se empleaba como recurso nutricional. Se denomina *Spirulina* debido a la forma espiral o helicoidal de sus filamentos, sin embargo, su auténtico nombre taxonómico corresponde al género *Arthrospira*, que incluye diversas especies. Las *S. fusiformis*, *S. maxima* y *S. platensis*. (El-Sakhawy et al., 2023a).

Es considerada un alimento altamente nutritivo, por su contenido de macro y micronutrientes donde el porcentaje de proteínas presentes es el más alto alrededor de 55% -70% contiene todos los aminoácidos esenciales y algunos no esenciales; en cuanto a su contenido de carbohidratos se resaltan: ficocoloides representados por alginatos (18% - 26%), fucoidanos (0,5% - 2%), manitol (6% - 22%) y mucílagos (fibra soluble). Su contenido lipídico está representado principalmente por: ácidos grasos de cadena larga o poliinsaturados (PUFAs), presentando un gran aporte de φ -linoleico, α -linolénico y linoleico (36% del total de PUFAs), ácido estearidónico (SDA), araquidónico (AA), y de cadena muy larga los eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) (Martínez Rendón et al., 2024).

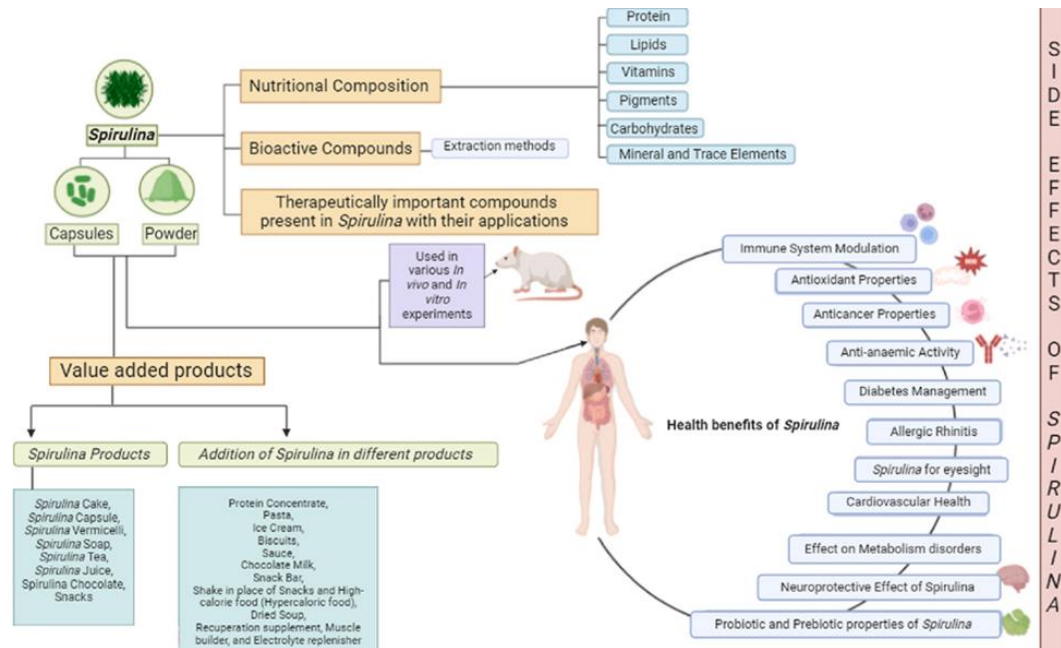
Mecanismos de acción de la espirulina en el manejo de la diabetes

Gracias a su composición abundante en componentes bioactivos, la espirulina se ha vuelto un recurso eficaz para regular el metabolismo en casos de diabetes tipo 2. Su habilidad para impulsar la generación de insulina mediante la ficocianina y el β -caroteno potencia el funcionamiento de las células β pancreáticas, optimizando la absorción y uso de glucosa en los tejidos. Adicionalmente, su influencia en enzimas fundamentales como la piruvato quinasa y la hexoquinasa promueve la transformación de glucosa en glucógeno, mejorando así la homeostasis de la glucosa. Su función en el control de enzimas digestivas como la α -glucosidasa y la dipeptidil peptidasa IV disminuye la absorción de carbohidratos, regulando los niveles de glucosa en la sangre (Sharma & Rana, 2024a). A pesar de todo, la espirulina ayuda a reducir el estrés oxidativo y la inflamación, elementos cruciales en el avance de la resistencia a la insulina, fomentando de esta manera un perfil metabólico más balanceado. Estos procesos, en su totalidad, sitúan a la

espirulina como un alimento funcional de gran relevancia en el tratamiento complementario de la diabetes tipo 2, proporcionando un enfoque holístico que trata tanto el control de la glucosa como el bienestar metabólico global.

Figura 1

Generalidades de la *Spirulina*



Fuente: (Sharma & Rana, 2024b)

Planteamiento del Problema

La diabetes mellitus tipo II es un trastorno crónico que impacta a millones de individuos alrededor del mundo. De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes (IDF 2021) existían cerca de 537 millones de personas de entre 20 y 79 años que padecían diabetes, y se estima que este número se incrementará a 783 millones para el año 2045; más de la mitad de las situaciones son atribuibles a diabetes tipo II, que se relaciona con elementos como el envejecimiento, la urbanización y el incremento de la obesidad. En Colombia, la diabetes representó un problema de salud pública significativo en 2022, siendo la octava causa de mortalidad general y la quinta causa de años de vida ajustados por discapacidad en 2019 (Ministerio de salud y protección social, 2023).

El tratamiento de la diabetes mellitus tipo II se enfoca en control de la glucosa para evitar complicaciones a largo plazo. Los medicamentos convencionales, como la metformina, las sulfonilureas y los inhibidores de la dipeptidil peptidasa-IV (DPP-4), se utilizan actualmente de manera frecuente. No obstante, estos medicamentos se asocian a eventos adversos, tales como hipoglucemia, incremento de peso, alteraciones gastrointestinales y riesgo cardiovascular. Además, ciertos pacientes pueden desarrollar resistencia a estos fármacos con el paso del tiempo, lo que resulta en un incremento en la dosis o la incorporación de otros medicamentos, aumentando de esta manera el peligro de presentar eventos adversos. (ElSayed et al., 2025)

Dentro de este marco, la exploración de terapias complementarias y alternativas para el manejo de la Diabetes Mellitus tipo II ha ganado importancia. La *Spirulina*, una cianobacteria abundante en nutrientes y sustancias bioactivas ha despertado atención por sus posibles beneficios para la salud metabólica. Investigaciones tanto preclínicas como clínicas han propuesto que la *Spirulina* pudiera potenciar la sensibilidad a la insulina, disminuir la glucosa y el perfil lipídico en pacientes con Diabetes Mellitus 2 (Rostami et al., 2022).

Justificación

La Diabetes Mellitus Tipo II en la actualidad se ha convertido en un gran reto para el sistema de salud pública a nivel global, caracterizándose por su elevada prevalencia e impacto significativo en la morbilidad de la población, sumado al alto costo que puede generar el sostenimiento de por vida de cada paciente, sin mencionar las complicaciones que son el desenlace de todo aquel que lo padezca. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

La medicina tradicional ofrece tratamientos para la diabetes mellitus tipo II, estos han demostrado su efectividad en el control de los niveles de glucosa en sangre. No obstante, su uso prolongado ha sido asociado con la aparición de efectos adversos que podrían ser fatales, lo que ha motivado a la comunidad médico científica a buscar alternativas complementarias que mejoren e impacten la evolución de esta patología. Los estudios experimentales han demostrado que es posible no solo prevenir y retrasar el diagnóstico de diabetes Mellitus tipo II, sino también revertir el daño en algunos tejidos comúnmente afectados. Este avance cobra especial relevancia cuando se implementan antioxidantes, capaces de mitigar el impacto del estrés oxidativo y contribuir significativamente a la salud de los pacientes (ElSayed et al., 2025). En este sentido, es esencial explorar alternativas terapéuticas que complementen o, incluso, reduzcan la dependencia de los tratamientos farmacológicos tradicionales, con el fin de mejorar tanto el control metabólico como la calidad de vida de los pacientes.

En los últimos 20 años, el uso de terapias complementarias ha cobrado relevancia, siendo la *Spirulina* una de las opciones más prometedoras en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo II; gracias a su abundante aporte de proteínas, antioxidantes y compuestos bioactivos como (fenoles, ficocianinas, péptidos, flavonoides, ácidos grasos poliinsaturados y minerales) que han demostrado tener efectos positivos en la sensibilidad de la insulina, además de reducir el estrés oxidativo, favorece al control de la glucosa y el perfil lipídico, proporcionando un efecto positivo en la salud cardiovascular (Fais et al., 2022). Diversos estudios preclínicos y clínicos sugieren que la suplementación con *Spirulina* podría tener efectos beneficiosos en el metabolismo de los pacientes con diabetes mellitus tipo II, no obstante, es necesario realizar más investigaciones que respalden estas conclusiones y que proporcionen evidencia sólida para la aplicación clínica de esta terapia. (Torres-Duran et al., 2007)

El presente trabajo de investigación se enfoca en la necesidad urgente de generar conocimiento actualizado y científicamente riguroso sobre opciones terapéuticas complementarias

a los tratamientos tradicionales de la Diabetes Mellitus. La evaluación de la *Spirulina* como alternativa terapéutica no solo podría contribuir con datos valiosos a la comunidad médico-científica, sino que también podría generar mejoras en los resultados clínicos de los pacientes y reducir los efectos secundarios derivados del uso prolongado de medicamentos. Este estudio se alinea con las tendencias globales que promueven la integración de terapias naturales en el tratamiento de enfermedades crónicas, favoreciendo enfoques de salud más sostenibles, personalizados y con menor impacto en los efectos adversos (Organización Mundial de la Salud, 2024).

Objetivos

Objetivo General

Realizar una revisión sistemática de la literatura científica actualizada sobre el impacto de la suplementación con *Spirulina* como terapia complementaria en el control metabólico de pacientes con diabetes mellitus tipo II, con el fin de dilucidar sus mecanismos de acción, beneficios metabólicos y su potencial aplicación como terapia complementaria.

Objetivos Específicos

- Identificar los compuestos bioactivos presentes en la *Spirulina* que poseen propiedades antidiabéticas y su impacto en la regulación de la glucosa a través de una revisión sistemática.
- Analizar la influencia de la *Spirulina* en la regulación de los niveles de glucosa en sangre y su posible efecto en la reducción de la resistencia a la insulina en pacientes con diabetes mellitus tipo II revisión de casos de éxito través de una revisión sistemática.

Marco Teórico

La diabetes Mellitus es una enfermedad crónica, que se caracteriza por una serie de alteraciones en el metabolismo de la glucosa, su diagnóstico es bastante sencillo y se basa en la detección de niveles elevados de glucosa en sangre, lo cual ocurre cuando el cuerpo no responde adecuadamente o no produce insulina de manera suficiente.

Esta condición, se asocia a múltiples problemas de salud a largo plazo comprometiendo diferentes órganos y sistemas del cuerpo, lo que aumenta el riesgo de complicaciones y alteraciones cardiovasculares, neuropatías, insuficiencia renal y pérdida visual (Elsayed et al., 2023).

En año 2021, el número de personas diagnosticadas con diabetes en el mundo alcanzó los 537 millones entre las edades de 20 y 79 años. Se estima que para 2030 este total aumentará a 643 millones, lo que representa un incremento del 19,7%. La diabetes tipo II constituye más del 90% de los casos a nivel mundial, y hoy en día sabemos que es posible prevenirla o retrasarla adoptando hábitos de vida saludables, como la práctica regular de ejercicio, una dieta baja en azúcares y un adecuado balance de macronutrientes (Dianna J Magliano et al., 2021)

El diagnóstico de diabetes se realiza a través de pruebas de glucosa en ayunas, glucosa al azar, prueba de tolerancia a la glucosa (PTOG) o hemoglobina glicosilada A1C. Los valores que indican un diagnóstico confirmado son:

- Glucosa en ayunas superior a 126 mg/dl
- Glucosa al azar superior a 200 mg/dl
- Hemoglobina A1C superior a 6.5%

Las diabetes se pueden clasificar en diferentes tipos: diabetes tipo I o tipo II, diabetes mellitus gestacional y otros tipos de causas, como diabetes monogénica, trastornos pancreáticos exocrinos y medicamentos de alto riesgo. La diabetes tipo I es una enfermedad autoinmune en la cual se compromete la integridad de las células beta pancreáticas, mientras la diabetes tipo II, se manifiesta como una insuficiencia de la producción parcial de insulina.(El-Sakhawy et al., 2023b)

Las complicaciones de la diabetes en su mayoría son multisistémicas y comprometen el sistema vascular, oftalmológico y entre los más comunes tenemos la retinopatía diabética, la neuropatía diabética (Ramírez, 2025). Además, la nefropatía diabética, que da lugar a insuficiencia renal, y las enfermedades cardiovasculares, como la enfermedad arterial coronaria y los accidentes

cerebrovasculares, son de alta prevalencia entre los pacientes diabéticos (Zapata, 2025). Cada paciente debe ser evaluado y tratado de una forma individual e integral, ya que dependiendo de sus hábitos alimenticios, rutinas de ejercicio, etnia y lugar de procedencia estos podrían variar los diferentes manejos. Las guías de la ADA (Asociación Americana de Diabetes) 2025 sugieren un control dietario, la actividad física regular y el uso de terapias farmacológicas, destacando el uso de los inhibidores de SGLT2 (co-transportador sodio-glucosa tipo 2), los agonistas del GLP-1 (péptido 1 similar al glucagón) y la insulina. (Pablo Aschner, 2016.)

En la búsqueda de opciones naturales de tratamiento, la *Spirulina platensis* ha emergido como un suplemento con potencial en la gestión de esta enfermedad. De acuerdo a la resolución 810 de 2021, se resaltan los % de valor diario de referencia de nutrientes-necesidades (VRN-N) aportados por cada 100g de *spirulina*, donde el aporte proteico es de un 57.5% (115% VRN-N), una gran variedad en micronutrientes relevantes tales como: magnesio 195mg (63% VRN-N), hierro 28,5mg (142,5% VRN-N), vitamina E 5mg (55,5% VRN-N), vitaminas del complejo (B1, B2 y B3) que aportan hasta 3 veces más que el % VRN-N, adicionalmente posee aminoácidos esenciales y no esenciales como el ácido glutámico, ácido aspártico y leucina. La *spirulina* se ha sido objeto de numerosos estudios gracias a su valiosa composición nutricional, donde los antioxidantes, proteínas, vitaminas y sustancias bioactivas, demuestran su habilidad para incrementar la sensibilidad a la insulina, disminuir la hiperglucemia y atenuar el daño oxidativo vinculado a la diabetes (Hossain, 2020).

La *Spirulina platensis* es una microalga que muestra una fuerte adaptabilidad al entorno y es idónea para su cultivo en grandes cantidades. Se ha profundizado en el campo de la producción de energía, la medicina y la preservación del entorno natural. La *Spirulina platensis* contiene una serie de sustancias biológicamente activas, entre las que se incluyen polisacáridos, ficocianina y ácidos grasos poliinsaturados (Liu et al., 2022), se considera un alimento con un contenido abundante de proteínas que incluso pueden ser más digestible que la carne y alberga aminoácidos esenciales y no esenciales, vitaminas, minerales (como se describe en la tabla 1), también ácidos grasos esenciales, ácidos nucleicos (ADN y ARN), y pigmentos como la ficocianina y la clorofila. Además, cuenta con una extensa variedad de fitoquímicos que la convierten en la opción perfecta para enriquecer la dieta de los individuos y sus usos se extienden a alimentación humana, producto farmacéutico, colorante natural (Hernández Rodríguez, 2021).

Tabla 1*Composición nutricional Spirulina en polvo*Nutritional profile of *Spirulina* powder.

| Composition* | Per 100 g | Composition* | Per 100 g |
|--------------------------|---------------|-----------------------|-----------|
| <i>1. Macronutrients</i> | | Vitamin B2, mg | 3.7 |
| Calories, kcal | 290 | Vitamin B3, mg | 12.8 |
| Water, g | 4.7 | Vitamin B6, mg | 0.4 |
| Total lipids, g | 7.7 | Vitamin E, mg | 5.0 |
| Total protein, g | 57.5 | <i>4. Amino acids</i> | |
| Carbohydrates, g | 23.9 | Tryptophan, g | 0.93 |
| Ash, g | 6.2 | Threonine, g | 2.97 |
| <i>2. Minerals</i> | | Isoleucine, g | 3.21 |
| Calcium, mg | Vitamin C, mg | Leucine, g | 4.95 |
| Iron, mg | 28.5 | Lysine, g | 3.02 |
| Magnesium, mg | 195.0 | Methionine, g | 1.15 |
| Phosphorous, mg | 118.0 | Cysteine, g | 0.66 |
| Potassium, g | 1.4 | Phenylalanine, g | 2.77 |
| Sodium, g | 1.0 | Tyrosine, g | 2.58 |
| Zinc, mg | 2.0 | Valine, g | 3.51 |
| Copper, mg | 6.1 | Arginine, g | 4.15 |
| Manganese, mg | 1.9 | Histidine, g | 1.08 |
| Selenium, µg | 7.2 | Alanine, g | 4.51 |
| <i>3. Vitamins</i> | | Aspartic acid, g | 5.79 |
| Vitamin A, IU | 570 | Glutamic acid, g | 8.39 |
| Vitamin K, µg | 25.5 | Glycine, g | 3.09 |
| Vitamin B1, mg | 2.4 | Proline, g | 2.38 |
| | | Serine, g | 2.99 |

Fuente: (Lafarga et al., 2020)

Hoy en día, numerosos países han instaurado el cultivo artificial y la producción a gran escala mecanizada, dentro de estos se incluyen China, Estados Unidos, India y México, con producciones que han llegado a 41,570 toneladas al año (Jung et al., 2019), aunque hay más de 50 especies de espirulina, solo dos especies, *Spirulina máxima* y *Spirulina platensis*, han sido extensamente cultivadas a gran escala a nivel mundial (Pei Han, 2021). Además, la fabricación de *Spirulina* se lleva a cabo principalmente bajo condiciones reguladas para reducir la contaminación con metales pesados o toxinas provenientes de cianobacterias. Este procedimiento no solo promueve la generación de una biomasa abundante en proteínas, ácidos grasos vitales y antioxidantes, sino que también ayuda a disminuir el dióxido de carbono atmosférico al producir oxígeno como resultado de la fotosíntesis. Pese a su incremento en la industria de alimentos y nutracéutica, la regulación continúa siendo un reto, resaltando la importancia de normas

internacionales que aseguren su calidad y seguridad (Jung et al., 2019). De acuerdo con lo dispuesto por el Codex Alimentarius CODEX STAND 192-1995, en su anexo 1 numeral 04.2 incluye las algas en el listado de alimentos. La *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) es una microalga considerada GRAS por la FDA (GRAS NOTICE GRN000127 octubre 6 2003).

Se suele considerar a la *Spirulina* como la principal fuente de ficocianina, es una proteína pigmentada perteneciente al grupo de las ficobiliproteínas la cual puede representar hasta el 15% de su composición. Esta proteína es altamente soluble en agua y se caracteriza por su color azul debido a la presencia de ficocianobilina, que le confieren propiedades fluorescentes (González-Fosadosa et al., 2021). Se ha demostrado que los pigmentos bioactivos de la *Spirulina platensis* tales como la ficocianina, el β -caroteno y la zeaxantina, presentan actividades antidiabéticas significativas, ya que por medio de simulaciones de acoplamiento molecular, se ha evidenciado que estos compuestos pueden inhibir eficazmente enzimas clave asociadas con la diabetes tipo 2, como la α -amilasa y la α -glucosidasa, mostrando afinidades de unión superiores a algunos inhibidores farmacéuticos convencionales (Munawaroh et al., 2022); los mecanismos de inhibición involucran interacciones competitivas, en las que los pigmentos ocupan los lugares de unión de las enzimas, lo que podría derivar en nuevas tácticas para el tratamiento de la diabetes. La ficocianina es un compuesto altamente valorado porque adicionalmente a sus efectos terapéuticos relacionados en el control de la diabetes, también demuestra fuertes características antioxidantes y antiinflamatorias (Krishnan et al., 2024), actividad inmunomoduladora y actividad anticancerígena (Prabakaran et al., 2020).

En la terapia farmacológica empleada para el control de la diabetes tipo II, los medicamentos más usados están la metformina que mejora la sensibilidad a la insulina y reduce la producción hepática de glucosa, así como otros agentes como los inhibidores de la dipeptidasa 4 (DPP-4), agonistas del receptor glucagón -1 (GLP-1) e inhibidores del cotransportador de sodio y glucosa tipo 2 (SGLT2), que ayudan a controlar los niveles de glucosa en sangre mediante diferentes mecanismos. No obstante, estos tratamientos pueden tener consecuencias negativas como malestar intestinal, hipoglucemia e incremento de peso (García Soidán, 2025).

Teniendo en cuenta los efectos adversos vinculados a los actuales fármacos antidiabéticos, se ha incrementado el interés en investigar productos naturales debido a sus posibles ventajas farmacológicas, y las microalgas se han reconocido como posibles reservorios de componentes

funcionales (Alrasheedi et al., 2024). Cabe resaltar que el 2011 la FDA designo a la *spirulina* como un suplemento alimenticio seguro (GRAS).

Metodología

Estudio Bibliométrico

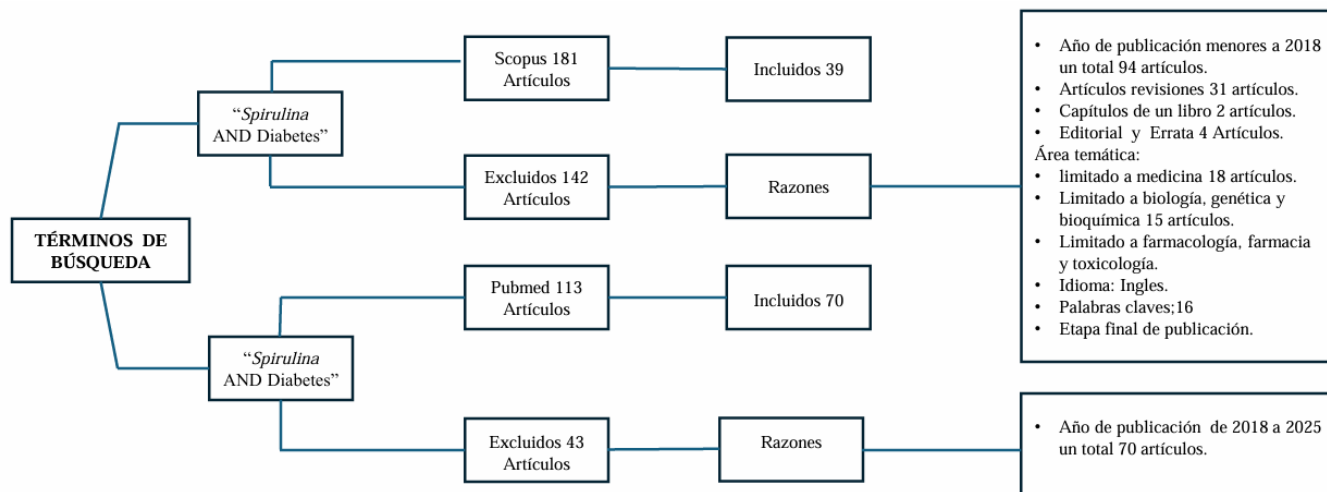
Se utilizó el software VOSviewer para analizar los términos extraídos de los títulos y resúmenes de las 181 publicaciones para la siguiente ecuación de búsqueda: (TITLE-ABS-KEY (("Spirulina" OR "Spirulina platensis" OR "Arthrospira platensis") AND ("diabetes mellitus" OR "glucemia" OR "control de glucosa" OR "antioxidante" OR "efectos metabólicos" OR "prevención de diabetes" OR "tratamiento de diabetes" OR "metabolismo" OR "cianobacteria" OR "nutrición")))). El objetivo era tener una mejor comprensión del enfoque que tenían las investigaciones.

Además, se realizó una segunda revisión sistemática exploratoria, por medio del análisis y síntesis de diferentes estudios cuantitativos y cualitativo obtenidos principalmente de las bases de datos bibliográficas Scopus y Science Direct, Pubmed. Utilizando las palabras claves “Spirulina AND diabetes”. A partir de obtener 109 artículos en la búsqueda relacionada, se excluyeron 80 artículos por no pertenecer a trabajos de investigación, donde se realiza la lectura de 29 artículos seleccionados y se elaboró una tabla de resultados en la que se detalló la información relevante de cada estudio. En esta tabla se especificó el método de obtención del extracto, la dosis de administración utilizada, los objetivos planteados en cada investigación y los principales resultados obtenidos. Con base en estos datos, se llevó a cabo la redacción de los resultados más relevantes, permitiendo así una síntesis clara y estructurada de la información analizada.

En la figura 1 se puede detallar las razones por las cuales se eligieron o rechazaron los artículos. La búsqueda se realizó entre 2018 y 2025.

Figura 2

Términos de búsqueda para la revisión exploratoria.



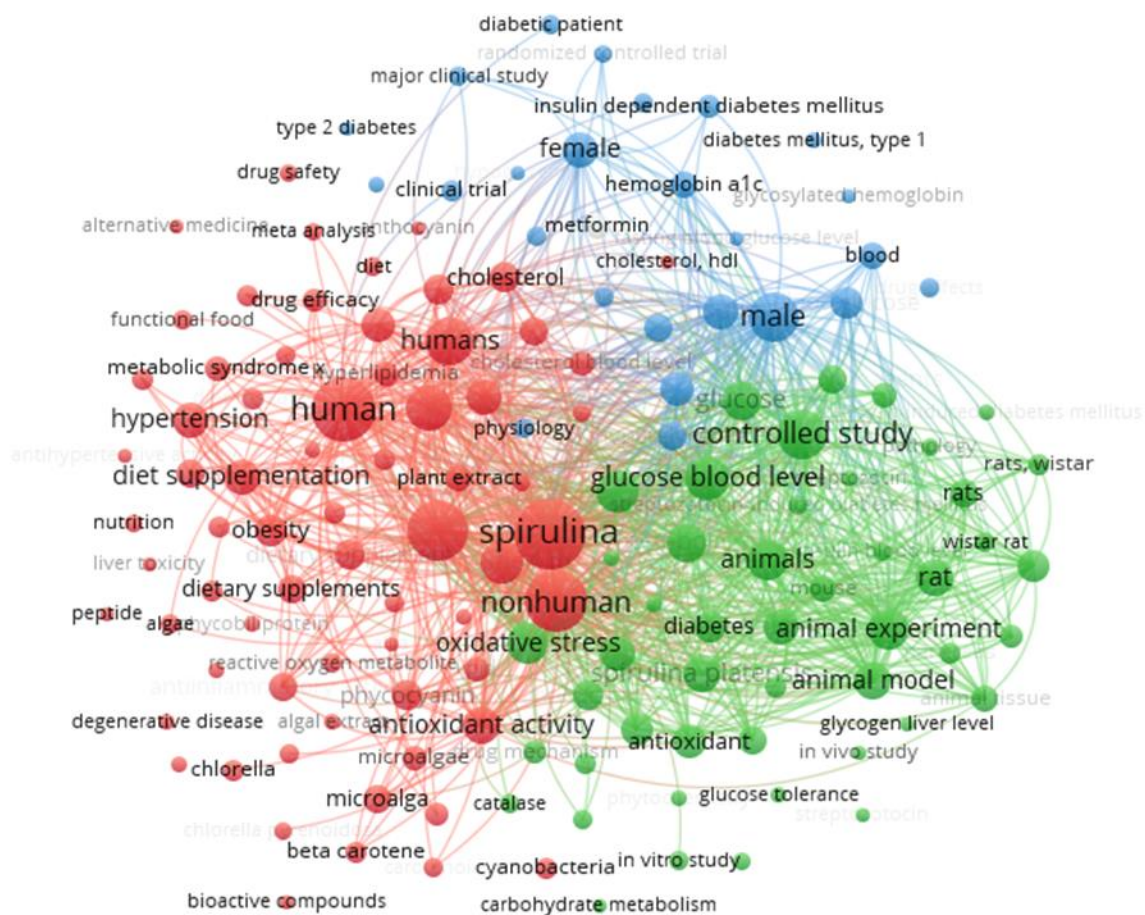
Fuente: Elaboración propia

Resultados

Un total de 143 palabras claves fueron seleccionadas y fueron agrupadas en 3 grupos: El clúster verde se asocia a estudios controlados en animales con diabetes, clúster azul se relaciona con los paraclínicos asociados a la diabetes, el clúster rojo asociado a las propiedades de la *Spirulina* y su relación como suplemento como lo observamos en la figura 2

Figura 3

Mapeo de conglomerados según las palabras claves



Fuente: Elaboración propia en el software VOSviewer

La diabetes mellitus tipo II es una enfermedad que afecta a un gran número de personas, por lo que ha motivado un constante esfuerzo por encontrar opciones terapéuticas seguras, eficaces y naturales. Por esta razón, la *Spirulina*, ha cobrado protagonismo por su capacidad para optimizar el control de la glucosa y prevenir otras enfermedades asociadas a la diabetes. Para organizar y comprender mejor la extensa información científica disponible, hemos ordenado los hallazgos en tres clústeres principales generados a través de la información realizado por VOSviewer.

Clúster Azul: Paraclínicos relacionados con la diabetes (Análisis Bioquímico): Este grupo se enfoca en la evaluación objetiva de la diabetes a través de pruebas de laboratorio y mediciones de marcadores bioquímicos, donde se evalúan los factores esenciales para el control de la glucosa, el perfil lipídico, la función renal y el estrés oxidativo, ofreciendo una perspectiva completa del estado metabólico de los pacientes.

Clúster Rojo: Características de la *Spirulina* (efecto terapéutico): Este grupo explora las características bioactivas de la *Spirulina*, resaltando su posible uso como complemento terapéutico en casos de diabetes. Se analizan sus propiedades antioxidantes, hipoglucemiantes y cardioprotectoras, además de su habilidad para alterar enzimas fundamentales en el metabolismo de los carbohidratos.

Clúster Verde: Estudios controlados en animales con diabetes (Investigación Preclínica): Este grupo se desarrolla en torno a las investigaciones en modelos animales para analizar los procesos de la diabetes y valorar la efectividad de los posibles tratamientos a nivel experimental, analizando los parámetros como la glucosa en sangre, la insulina y el perfil lipídico, ofreciendo un fundamento sólido para futuras investigaciones clínicas.

Clúster azul: Parámetros paraclínicos asociados a la diabetes (Control glucémico y sensibilidad a la insulina)

En la investigación realizada por (Abbas et al., 2022) encontró que componentes bioactivos presentes en la *Spirulina*, tales como los carotenoides y la ficocianina, tienen características antioxidantes que contribuyen a contrarrestar los radicales libres, estas moléculas libres son inestables capaces de perjudicar células y tejidos, incluyendo células pancreáticas responsables de la producción de insulina. Esto favorece una mayor sensibilidad a la insulina y un mejor control de la glucosa en el organismo.

Los niveles elevados de hemoglobina glicosilada (HbA1c) y glucosa en la sangre, indicadores típicos de un mal control glucémico, se ha encontrado que el uso de *Spirulina* en combinación con glimepirida reducen significativamente estos marcadores, impactando positivamente en el control de la glucemia (Alrasheedi et al., 2024). Paralelamente la combinación de *Spirulina* con metformina (en dosis bajas) ha mostrado ser más efectiva en el control de marcadores glucémicos, comparado con el uso de dosis altas de *Spirulina* sola. Esto sugiere un efecto sinérgico entre estos agentes. (Hatami et al., 2021)

Los extractos de *Spirulina*, son ricos en ácidos grasos poliinsaturados los cuales pueden mejorar la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina, favoreciendo la prevención y manejo de la diabetes mellitus (Rostami et al., 2022) y (H. Huang et al., 2018) indican que hay un efecto positivo al emplear *Spirulina* como suplemento sobre los marcadores de riesgo cardiovascular tales como: colesterol total, LDL-colesterol, triglicéridos, glucosa, hemoglobina glicosilada, presión arterial.

(Hatami et al., 2021) realizó estudios comparativos entre el efecto antidiabético de la metformina y la *spirulina* juntas en dosis bajas, esta combinación potencializa el efecto sobre el control en los marcadores de diabetes, que el uso de la *spirulina* por si sola a dosis altas. También describe que el uso de *spirulina* aumenta del HDL, confiriéndole propiedades cardioprotectoras a esta microalga. Adicionalmente (Thangsiri et al., 2024) evalúa el extracto de *Spirulina Arthrospira*, cuando se usa en combinación con Donepezilo (un medicamento común para el Alzheimer), produce un efecto mayor que la suma de sus efectos individuales. En otras palabras, trabajan juntos de manera más efectiva.

En la investigación llevada a cabo por (Thongcumsuk et al., 2023) se muestran hallazgos alentadores sobre los péptidos bioactivos obtenidos de los hidrolizados de proteínas de *Spirulina*, los cuales evidenciaron una significativa habilidad para inhibir la actividad de DPP-IV, logrando un 74.20% de inhibición. El control de la diabetes tipo 2 requiere la inhibición de la enzima DPP-IV, dado que esta enzima degrada hormonas incretinas como el GLP-1 (glucagón-1). Estas hormonas son fundamentales para regular la glucosa en la sangre mediante el aumento de la secreción de insulina y la reducción de la producción de glucosa por parte del hígado. De los péptidos obtenidos y evaluados el péptido identificado como GPNYASSER obtuvo el valor de IC50 0,358 nM, lo cual corresponde a la concentración mínima para alcanzar un 50% de inhibición de la enzima DPP-IV estos resultados pueden sugerir la acción de prolongación de las incretinas

y, por ende, mejorar el control glucémico, lo que resalta el potencial terapéutico de estos compuestos naturales en el manejo de la diabetes tipo 2 y su relación con la mejora de la salud metabólica en los pacientes. Paralelamente en el estudio realizado por (Munawaroh et al., 2022) donde se evalúa la afinidad de unión entre las estructuras de los inhibidores conocidos (acarbose, linagliptina, y polidatina) y los pigmentos naturales de la *Spirulina platensis* (feofitina, β -caroteno, zeaxantina y ficocianobilina) encontrando que estos pigmentos inhiben competitivamente las enzimas α -amilasa, α -glucosidasa y DPP-IV, y de manera no competitiva la enzima G6PD; estas interacciones sugieren que la *Spirulina platensis* puede ser utilizada como tratamiento antidiabético.

Clúster rojo: Características de la *Spirulina* (efecto terapéutico)

La *spirulina* en polvo es un compuesto natural que ofrece diversos beneficios para la salud, convirtiéndolo en una alternativa para la industria alimentaria como estrategia o solución natural para combatir enfermedades metabólicas; así tal como se evaluó por (Krishnan et al., 2024) el polvo de espirulina demostró una fuerte fluidez, una capacidad sustancial de absorción de agua y aceite y características moderadas de formación de espuma, siendo estas propiedades de gran interés en el desarrollo de alimentos funcionales.

La diabetes está asociada con un aumento del estrés oxidativo, que daña las células y contribuye a complicaciones, por tanto, el autor (Peña-Solis et al., 2023) por medio de la investigación sugiere que incluir fuentes de proteínas con alto contenido de antioxidantes, como las fracciones de espirulina (albuminas y gluteinas), podría contribuir a reducir el perjuicio oxidativo y optimizar la regulación de la glucosa. Adicionalmente se resalta su excelente capacidad de solubilidad lo cual la convierte en una alternativa útil para la industria alimentaria, especialmente en el desarrollo de bebidas con altos contenidos proteicos.

Las microalgas como *Chlorella pyrenoidosa* y *Spirulina platensis*, están sobresaliendo como fuentes prometedoras de compuestos bioactivos que mejoran la sensibilidad de la insulina (Wan et al., 2019). La administración oral de *Spirulina*, *Chlorella* o una combinación de ambas a ratas con diabetes inducida mejora considerablemente varios factores, incluyendo el peso corporal, la glucosa en la sangre, los niveles de insulina y el perfil lipídico. De forma individual, tanto

Spirulina como *Chlorella* mostraron resultados positivos, y se observó una eficacia aún más elevada al combinarlas. En múltiples estudios se ha encontrado que la *spirulina* se complementa con otros medicamentos o suplementos potencializando su efecto antidiabético y antioxidante.

En el estudio, se observó que la administración de *spirulina* y *chlorella* en ratas diabéticas resultó en una significativa reducción de los niveles de glucosa en sangre. Este efecto antihiper glucémico se atribuye a la capacidad de estas algas para mejorar la secreción de insulina por parte de las células β del páncreas, así como a su potencial para aumentar la sensibilidad a la insulina en el organismo. La espirulina, rica en nutrientes y antioxidantes, actúa como un agente que puede ayudar a regular el metabolismo de la glucosa, lo que se traduce en niveles más bajos de azúcar en sangre. Estas propiedades, junto con su contenido en flavonoides y ácidos grasos esenciales, contribuyen a su eficacia como un suplemento natural en el manejo de la diabetes, ofreciendo una opción prometedora para mejorar la salud metabólica en individuos con resistencia a la insulina o diabetes tipo 2 (Mehdinezhad et al., 2021).

Se han encontrado resultados relacionados con efectos terapéuticos frente a la nefropatía diabética donde (Dhamak & Amrutkar, 2023) sugieren que la *Spirulina platensis* y sus extractos pueden proporcionar un método natural y terapéutico para tratar la nefropatía diabética, al enfocarse en vías de señalización específicas, como la mediada por el receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR), El EGFR es fundamental en los procesos de reparación de tejidos y cicatrización, facilitando la proliferación de células en el sitio de la lesión; aportando de esta manera a nuevas tácticas en la gestión de esta enfermedad. Cabe resaltar que bajo la misma investigación se ha demostrado su eficacia contra el cáncer, exponiendo su efectividad en la reducción de la proliferación de células malignas, como las de carcinoma hepatocelular (Abbas et al., 2022).

Los compuestos identificados en *Spirulina platensis* con efectos neuroprotectores y hepatoprotectores incluyen: Zeaxantina (30.5 $\mu\text{g/ml}$), Astaxantina (17.8 $\mu\text{g/ml}$), Catequina (15.6 $\mu\text{g/ml}$), Pheophytin A (15.6 $\mu\text{g/ml}$), Ácido p-cumárico (51.3 $\mu\text{g/ml}$), β -Caroteno (22.1 $\mu\text{g/ml}$), Apigenina (29.7 $\mu\text{g/ml}$). Estos compuestos tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que contribuyen a la protección del sistema nervioso y del hígado (Hannan et al., 2020).

(Hendrijantini, 2020) Este estudio examina los efectos de una mezcla de 12% de *Spirulina* y 20% de quitosano en el control de citocinas pro-inflamatorias y anti-inflamatorias en ratas diabéticas que han sido sometidas a extracción dental. Los resultados señalan que esta mezcla

reduce de manera notable los niveles de citocinas proinflamatorias como TNF- α e IL-1 β , mediante el bloqueo de la vía NF- κ B. Esto sugiere un posible mecanismo antiinflamatorio mediado por los componentes bioactivos de la *spirulina*, como la C-ficocianina y el β -caroteno. Aunque no se registró un efecto relevante en la producción de IL-10, se notó un incremento significativo en su expresión el primer día tras la extracción.

Tabla 2*Relación de compuestos bioactivos de la Spirulina y su función en la diabetes*

| Compuesto Bioactivo | Función Relacionada con la Diabetes Tipo II |
|---------------------------------|--|
| Péptidos bioactivos (GPNYASSER) | Inhiben enzimas como la alfa-glucosidasa, DPP-IV, reduciendo la absorción de glucosa y mejorando el control glucémico. |
| Vitamina E | Protege las células del estrés oxidativo, reduciendo el daño asociado a niveles altos de glucosa. |
| Magnesio | Regula la función de la insulina, mejora la salud cardiovascular y reduce la inflamación. |
| Ácidos grasos esenciales | Mejora la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina, favoreciendo la prevención y manejo de la diabetes mellitus y regulan los niveles de lípidos en sangre. |
| Polifenoles | Reducen el estrés oxidativo y mejoran la función endotelial, apoyando el control glucémico. |
| Aminoácidos esenciales | Favorecen el metabolismo energético y la síntesis de proteínas, beneficiando la salud metabólica. |
| Vitamina B1 (Tiamina) | Ayuda al metabolismo de carbohidratos y la función nerviosa, protegiendo contra complicaciones diabéticas. |
| Vitamina B2 (Riboflavina) | Participa en la producción de energía celular y modula el estrés oxidativo. |
| Vitamina B3 (Niacina) | Propiedades hipoglucemiantes e hipolipemiantes. |
| Vitamina B6 (Piridoxina) | Propiedades neuroprotectoras, mejorando la producción de neurotransmisores. |
| Carotenoides | Actúan como antioxidantes, reduciendo el estrés oxidativo y apoyando la salud celular y metabólica. |
| Ficocianina | Propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, inmunomoduladoras, anticancerígenas y disminuye la resistencia a la insulina |

| | |
|------------|--|
| Catequinas | Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, que mejoran la sensibilidad a la insulina y reducen el estrés oxidativo en células. |
| Zeaxantina | Inhiben enzimas como la glucosidasa, alfa-amilasa, DPP-IV. también es un protector de la macula y la retina |

Fuente: elaboración propia.

Clúster Verde: Estudios controlados en animales con diabetes (Investigación Preclínica)

Los modelos experimentales para la diabetes mellitus dependiente de la insulina emplean medicamentos para inducir la enfermedad, los más empleados fueron aloxano y estreptozotocina debido a su efectividad para incrementar la producción de insulina de forma inmediata; este efecto es precedido por la rápida absorción por las células beta pancreáticas, que se ha propuesto como uno de los mecanismos primarios subyacentes a las propiedades diabetogénicas de estos medicamentos (Ekeuku et al., 2022).

En modelos animales inducidos a diabetes, la administración de *Spirulina* junto con ácido fólico (5-MTHF) mostró ser más efectiva que la *Spirulina* sola para controlar la glucosa y reducir el estrés oxidativo. Esto refleja un efecto combinado en la mejora de los niveles de glutatión y actividad enzimática antioxidante (Pathikkal et al., 2025).

En un estudio realizado por (Simon et al., 2018) en ratas Wistar albinas, el tratamiento con *Spirulina* demostró revertir el daño morfológico en riñón, hígado y páncreas; estos órganos son frecuentemente afectados por la diabetes. También se observó un aumento en la actividad de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa y la catalasa.

El uso de *Spirulina* en ratas diabéticas mostró una marcada mejora en el perfil lipídico y una reducción en los niveles de HbA1c, destacando su potencial para tratar los desbalances metabólicos asociados a la diabetes (Alrasheedi et al., 2024).

(Shaman et al., 2024) muestra que la administración oral de *Spirulina*, *Chlorella* o una combinación de ambas a ratas con diabetes inducida mejora considerablemente varios factores, incluyendo el peso corporal, la glucosa en la sangre, los niveles de insulina y el perfil lipídico.

Tabla 3. Efectos de *Spirulina platensis* y *Chlorella* en Parámetros Metabólicos y Bioquímicos: Resumen de Estudios en Modelos Animales.

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|----------------------------|--|---|---|--|---|---|---------------------------|
| 1 | <i>Spirulina Platensis</i> | Mejora respuesta Inflamatoria. Aumenta la capacidad antioxidante. Efecto hipoglucémico | Evaluar el efecto potencial de la solución de <i>Spirulina platensis</i> sobre los niveles de glucosa en sangre, las funciones renales y las defensas antioxidantes | 400 ml/kg/día <i>Spirulina platensis</i> Dosis combinada: 400 ml/kg/día <i>Spirulina platensis</i> + 600mcg/kg/día glimepirida | El tratamiento con <i>Spirulina platensis</i> redujo significativamente los niveles de glucosa, HbA1c, TNF- α e IL-6, restableciéndolos a valores normales. No obstante, la combinación de <i>Spirulina platensis</i> con Glimepirida mostró un impacto aún mayor, normalizando también | 40 ratas Albino Wister adultas distribuidas en 5 grupos: Grupo 1 (8 ratas): control negativo diabetes Del grupo 2 al 5 se administró 55mg/kg peso de estreptozotocina. Grupo 2 (32 ratas): control positivo diabético. | Nivel de glucosa en sangre (tercer día): Se define como nivel de glucosa en sangre superior 200mg/dl Parámetros función renal TNF- α , IL-1 α , IL.6 | (Alrasheedi et al., 2024) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|---|--|--|--|---|---|--|-----------------------|
| | | Mejora el metabolismo de los lípidos (colesterol, VLDL, LDL y triglicéridos) | en ratas con diabetes inducida por estreptozotocina. | *Solución spirulina: 10mg de <i>Spirulina platensis</i> en 2ml agua destilada. | los niveles de creatinina, ácido úrico y nitrógeno ureico. Estos hallazgos sugieren que la terapia combinada es más efectiva que los tratamientos individuales. | Grupo 3: Administro <i>Spirulina platensis</i> oral (400ml/kg/día). Grupo 4: Glimpirida (600cmg(kg/día). Grupo 5: Glimpirida (600cmg(kg/día) y <i>Spirulina platensis</i> oral (400ml/kg/día). | Examen histopatológico riñones Creatinina, ácido úrico, nitrógeno ureico. | |
| 2 | <i>Spirulina platensis</i> y <i>Chlorella</i> | <i>Chlorella</i> y <i>Spirulina</i> mejoran la sensibilidad a la insulina, | Evaluar los efectos hipoglucémicos y reductores de lípidos | 300mg/kg | los niveles de glucosa en sangre de los grupos tratados con <i>Spirulina</i> 100, 200, 300 y <i>Chlorella</i> 100, 200, 300 disminuyeron de | Total 48 ratas albinas macho adultas, se dividieron en 8 grupos: Grupo 1: Control negativo / Administro solución salina | Glucosa en sangre Insulina | (Shaman et al., 2024) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|---|--|--|-------|
| | | estimulan su liberación y reducen la glucosa en sangre. Ejerce efectos antiinflamatorios gracias a su contenido de vitaminas y | de <i>Spirulina platensis</i> y <i>Chlorella</i> , tanto solas como en combinación, sobre los parámetros antiinflamatorios y bioquímicos sanguíneos en ratas con diabetes mellitus. | | forma gradual y significativa en comparación con el grupo de control. La dosis de 300mg/kg obtuvo mejores resultados en comparación con el grupo control tanto para los niveles de glucosa en sangre como el colesterol. Se demostró que la combinación de <i>spirulina</i> y <i>chlorella</i> era más eficaz que cada una de ellas por | Grupo 2: Diabético / administro aloxano (120mg/kg) Grupo 3, 4 y 5: Administro <i>spirulina</i> 100, 200 y 300 mg/kg peso respectivamente Grupo 6, 7 y 8: Administro <i>Chlorella</i> 100,200 y 300mg/kg peso respectivamente. | Fraccionamiento del patrón lipídico Colesterol sérico (LDLc y VLDLc) Suero de triglicéridos Lípidos totales Parámetros nutricionales | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|--|-------|--|--|--|------------------------|
| | | antioxidantes. | | | separado, como se vio por las mejoras significativas en todos los parámetros examinados (peso corporal, azúcar en sangre, niveles de insulina, HDL, LDL, VLDL, CH, TG y fosfolípidos). | | | |
| 3 | <i>Arthrospira plateensis</i> | Capacidad antioxidante (Ficocianina) | Proporcionar un análisis detallado de las propiedades fisicoquímicas y | N/A | Se determinaron los siguientes compuestos fenólicos en el extracto etanólico de <i>spirulina</i> Fenoles (6,93 mg GAE/g) y flavonoides (7,17 mg QE/g), que | Muestra y recolección polvo espirulina. Extracción compuestos bioactivos. | Compuestos bioactivos: Fenoles totales, flavonoides totales, actividad antioxidante. | (Krishna et al., 2024) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|-------|---|---|---|-------|
| | | Propiedades antidiabéticas Mejora en el metabolismo lipídico | funcionales de la <i>spirulina</i> , así como investigar sus mecanismos de acción y su potencial aplicación en el desarrollo de alimentos funcionales y tratamientos terapéuticos para abordar trastornos metabólicos. | | manifestaban una actividad antioxidante considerable con una inhibición de 58,49 g/kg de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). También exhibió efectos inhibitorios pronunciados sobre las enzimas lipasa (72,05 g/kg) y amilasa (70,28 g/kg), mostró una capacidad de retención de glucosa de 1,28 mg/dL (68,52 g/kg) en | Evaluación propiedades fisicoquímicas. Evaluación actividad biológica Estudio in vitro por membrana de diálisis | Propiedades fisicoquímicas (densidad a granel, tapada, índice de Carr, relación de Hausner, índice de absorción de agua, capacidad de emulsionar, capacidad de formación de espuma. | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|-------------|-----------|-------|---|-------------|--|-------|
| | | | | | <p>un ensayo de membrana de diálisis. Estos resultados sugieren su eficacia en la modulación de la obesidad y el control glucémico.</p> | | <p>Evaluación actividad biológica (actividad inhibitoria amilasa y lipasa, captación de glucosa y actividad</p> <p>Estudio in vitro por membrana de diálisis (retención de glucosa).</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|-----------------------------|--|---|---|---|--|---|------------------------------|
| 4 | <i>Spirulina plateensis</i> | Actividad Inhibitoria sobre DPP-IV / Regulación de la glucosa. Modulación de la Respuesta Inmunológica. Aumento de la Salud Metabólica | Se investigó el potencial inhibidor de la enzima DPP-IV de los hidrolizados de proteína de <i>Spirulina</i> (SPH) y su efectividad tras encapsulación en alginato y quitosano. El estudio optimizó y purificó los | GPNYASSE R (G: Glicina, P: Prolina, N: Asparagina, Y: Tirosina, A: Alanina, S: Serina, S: Serina, E: Ácido glutámico, R: Arginina) el péptido más efectivo con una concentración de 0.358 | Grado de Hidrólisis (DH): 12.56% indicando una conversión significativa de proteínas en péptidos. Actividad Inhibidora de DPP-IV del 24.46% \pm 0.73% a una concentración de 1 mg/ml. Se destacó el péptido GPNYASSER derivado de la ficocianina, que | Producción de hidrolizados de <i>spirulina</i> : a través de digestión enzimática in vitro utilizando tripsina. Purificación: cromatografía de interacción hidrofóbica. Encapsulación: soluciones de alginato y quitosano. | Grado de Hidrólisis (DH). Actividad Inhibidora de DPP-IV Identificación de Péptidos y secuencias. Eficiencia de Encapsulación: cuantificando la cantidad de hidrolizado | (Thongsuksakul et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|--|--|--|---|-------|
| | | (reducción de la resistencia a la insulina y la mejora del metabolismo de la glucosa). Propiedades antioxidantes | hidrolizados, identificó péptidos bioactivos y analizó su actividad inhibidora, explorando su uso como ingredientes funcionales para la gestión de la diabetes tipo 2. | mM necesaria para alcanzar un 50% de inhibición. | mostró un valor IC50 de 0.358 ± 0.188 mM, indicando su alta potencia como inhibidor de DPP-IV. Se reportó que la encapsulación logró proteger los péptidos de degradación durante el proceso digestivo. | Análisis de Liberación: Se evaluó el perfil de liberación in vitro de los péptidos encapsulados en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal, así como su actividad inhibidora de DPP-IV después de la liberación. Identificación de Péptidos: Se utilizó espectrometría de | encapsulado frente al no encapsulado. Perfil de Liberación Características Físicas de las Microcápsulas | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|----------------------------|--|---|--|--|--|--|----------------------------|
| | | Promoción de la Saciedad | | | | masas en tandem (LC-MS/MS). Análisis de Eficiencia de Encapsulación | | |
| 5 | <i>Spirulina platensis</i> | Actividad antioxidante (ficocianina). Regulación de la Proliferación Celular. | Determinar cómo los compuestos bioactivos presentes en <i>Spirulina</i> pueden prevenir o mitigar la nefrotoxicidad asociada con la | fracciones de <i>Spirulina platensis</i> fue de 100 µg/mL. En esta concentración, la fracción de metanol exhibió un porcentaje | Los hallazgos indicaron que los extractos de <i>Spirulina platensis</i> mostraron disminuciones notables en la citotoxicidad, lo que indica un posible efecto de protección frente al estrés oxidativo y la inflamación. | Extracción de Compuestos por Soxhlet se utilizaron 20 gramos de muestra en 250 mL de metanol durante un período de 24 horas. Fraccionamiento por cromatografía de columna utilizando una serie de solventes (n- | Citotoxicidad de las fracciones de <i>Spirulina platensis</i> a varias concentraciones (10, 40 y 100 µg/mL). | (Dhama k & Amrutkar, 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|---|---|--|--|---|-------|
| | | Modulación de Vías de Señalización relacionadas con el EGFR, que están alteradas en la nefropatía diabética. Propiedades | diabetes, proporcionando así una base para el desarrollo de terapias naturales contra la enfermedad renal diabética | de inhibición de la citotoxicidad del 36.725 ± 6.54, lo que indica su notable capacidad para proteger las células NRK-52E contra el daño inducido por | Adicionalmente, se llevaron a cabo investigaciones de acoplamiento molecular con el receptor EGFR, en las que se detectaron sustancias como Withaperuvin H, que mostraron una elevada afinidad de unión (> -9.5 kcal/mol), lo que sugiere su factibilidad como posibles tratamientos futuros para la nefropatía diabética. | hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol). Caracterización e identificación de los compuestos fitoquímicos por espectrometría de masas de alta resolución (HR-LCMS) Evaluación de la Citotoxicidad (Ensayo MTT): Se utilizaron células NRK-52E para evaluar la viabilidad | Se evaluó la viabilidad de las células NRK-52E después de tratar con diferentes fracciones de <i>Spirulina</i> . Estudios de acoplamiento molecular del receptor EGFR. | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|---------------------------|--|---|---|---|--|--|---------------------------|
| | | antiinflamatorias Composición rica en nutrientes. | | el estrés metabólico. | | celular tras el tratamiento con las fracciones de <i>Spirulina</i> . Las células se incubaron con distintas concentraciones de las fracciones (10, 40, y 100 µg/mL) y con un control de citotoxicidad (5-FU) para medir la inhibición porcentual de la viabilidad celular. | | |
| 6 | <i>Arthrospira maxima</i> | Actividad antioxidante | Se analizaron las propiedades funcionales, la actividad | Las glutelinas, que mostró el IC50 más bajo con | Las fracciones proteicas de <i>Arthrospira maxima</i> tienen un alto rendimiento, excelente | Análisis químico proximal Extracción proteica | humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína bruta, fibra dietética y | (Peña-Solis et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|---|---|--|---|-------|
| | | Alto contenido proteico y de aminoácidos Propiedades funcionales como alta solubilidad, retención de agua y emulsificación. | antioxidante y el perfil electroforético de las fracciones proteicas de <i>Spirulina</i> , evaluando su potencial para aplicaciones en la industria alimentaria, especialmente en bebidas enriquecidas con proteínas. | respecto al radical ABTS. La albúmina presentó la actividad antioxidante más alta en relación con el radical DPPH, también con el menor valor de IC50. | capacidad de solubilidad y una significativa actividad antioxidante, especialmente en las fracciones de albúminas y glutelinas. | Propiedades funcionales Análisis electroforético de las fracciones proteicas. | extracto libre de nitrógeno por diferencia. Extractos proteicos como Albuminas, globulinas, glutelinas. solubilidad, capacidad de retención de agua y capacidad antioxidante (radicales | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|-----------------------------|--|---|-------|--|--|--|------------------------|
| | | | | | | | ABTS y DPPH) El perfil electroforético caracteriza las proteínas y sus fracciones, detallando su distribución molecular y tamaño. | |
| 7 | <i>Spirulina plateensis</i> | La ficocianobilina, feofitina y el β - | Examinar los posibles mecanismos moleculares de los | N/A | Los resultados indicaron que la afinidad de unión de la ficocianina, β -caroteno y ficocianobilina fue | Se prepararon las estructuras de inhibidores conocidos (acarbosa, linagliptina y polidatina) y | Se midió la afinidad de unión de los pigmentos (como la | (Munawar et al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|-------|--|--|---|-------|
| | | caroteno mostró una alta afinidad de unión con las enzimas asociadas a la diabetes, como la α -amilasa, α -glucosidas a y DPP-IV, lo que sugiere su potencial como | pigmentos de las cianobacterias como candidatos antidiabéticos tipo 2 a través del acoplamiento molecular. | | superior en comparación con el fármaco acarbosa para ambas enzimas α -amilasa y α -glucosidasa. En cuanto al acoplamiento molecular mostraron que los pigmentos de <i>Spirulina</i> exhibieron una capacidad inhibidora comparable o superior a algunos medicamentos antidiabéticos | pigmentos naturales (feofitina, β -caroteno, zeaxantina y ficocianobilina). Validación de acoplamiento molecular: se realiza separando los ligandos nativos unidos a los receptores, continuando con el reacoplamiento para determinar el valor de la desviación cuadrática media (RMSD). | ficocianina, β -caroteno y zeaxantina) con varias enzimas asociadas a la diabetes, incluyendo α -amilasa, α -glucosidasa, DPP-IV y G6PD (glucosa-6-fosfato deshidrogenasa). | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|---|--|---|---|-------|
| | | antidiabético. Propiedades antioxidantes (β -caroteno) | | | comerciales, como acarbosa y linagliptin, lo que sugiere su potencial como agentes terapéuticos. | Se ajustó la posición de acoplamiento enzimático según el ligando y se analizaron las interacciones moleculares con BIOVIA Discovery Studio Visualizer 2020. La afinidad de unión de los pigmentos de <i>S. platensis</i> se comparó con inhibidores comerciales. | Se evaluó la capacidad de estos pigmentos para inhibir las enzimas. | |
| 8 | <i>Spirulina</i> | Capacidad antioxidante | Evaluar los efectos de la suplementación | la dosis de 300 mg/kg de <i>spirulina</i> | Los hallazgos sugieren que la <i>spirulina</i> puede ayudar a prevenir la | Se indujo diabetes en ratas Sprague-Dawley mediante la | Niveles de glucosa en plasma. | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|---|---|---|--|--|-----------------------|
| | <i>plate nsis</i> | Propiedades antiinflamatorias Hipoglucemiantes Mejora en la salud ósea Efectos Hepatoprotectores | ón con <i>spirulina</i> en la microarquitectura ósea y los parámetros biomecánicos en ratas con diabetes tipo 2 inducida. | tuvo un efecto notable, mejorando tanto la condición diabética como la salud ósea en los modelos de ratas estudiados. | fragilidad ósea relacionada con la diabetes tipo 2, reduciendo así el riesgo de fracturas. la <i>Spirulina</i> ayudó a reducir los niveles de glucosa en plasma, lo que implica un efecto positivo en el control de la diabetes. | administración de estreptozotocina, con un nivel plasmático de glucosa superior a 10 mmol/L. Grupo 1: Control Grupo 2: Diabético: solución salina (0.9% NaCl). Grupo 3: Tratado con Metformina una dosis de 300 mg/kg. | Niveles de HbA1c Albumina Fosfatasa alcalina Niveles de 25-OH Vitamina D Microarquitectura Ósea Biomecánicos: Fuerza y esfuerzo | (Ekeuku et al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|----------------------------|---|--|---------------------------------------|--|---|--|----------------------|
| | | | | | | <p>Grupo 4: Tratado con Espirulina una dosis de 300 mg/kg.</p> <p>Grupo 5: Tratado con metformina (300 mg/kg) y espirulina (300 mg/kg).</p> | máximo, módulo de Young, estabilidad, energía hasta la fractura. | |
| 9 | <i>Spirulina Platensis</i> | Propiedades antioxidantes Efecto antidiabético | estudiar la eficacia del extracto de <i>Spirulina platensis</i> en conejos machos diabéticos inducidos por | 100mg/kg extracto de <i>Spirulina</i> | Los conejos tratados con extracto de <i>Spirulina</i> (50 mg/kg y 100 mg/kg) mostraron una disminución significativa en los niveles de glucosa en suero comparados con | Inducción de diabetes en 24 conejos machos con 150mg/kg. Grupo de Control Negativo: Animales sanos, tratados con 1 ml de solución salina. | Niveles de glucosa en suero Inhibición de Células de Carcinoma Hepatocelular (HAMC) | (Abbas et al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|--|---|------------|-------|
| | | Mejorar la sensibilidad a la insulina actividad inhibidora contra células cancerosas . | aloxano, evaluando su actividad antidiabética in vivo y su capacidad anticancerígena in vitro contra la línea celular de carcinoma hepatocelular (HAMC) | | el grupo de control positivo (diabético). Se determinó que la concentración de 17.2 µg/ml causó la mayor tasa de inhibición del 62.23% en la viabilidad de las células cancerosas (HAMC). | <p>Grupo de Control Positivo: Conejos diabéticos, tratados con 1 ml de solución salina.</p> <p>Primer Grupo de Tratamiento: Conejos diabéticos tratados con 50 mg/kg de extracto de <i>Spirulina</i>.</p> <p>Segundo Grupo de Tratamiento: Conejos diabéticos tratados con 100 mg/kg de extracto de <i>Spirulina</i></p> | | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|---|--|-----------------|---|---|--|------------------------|
| 10 | <i>Spirulina platensis</i> | Efecto Hipolipémico. Propiedades Antioxidantes (disminución en los niveles de malondialdehído (MDA), un marcador de daño oxidativo). | Evaluar el efecto de la suplementación con <i>Spirulina</i> en el perfil lipídico, los niveles de glucosa y los niveles de malondialdehído en pacientes recién diagnosticados con diabetes tipo 2. | 4g/día x 8 días | El grupo que recibió <i>Spirulina</i> mostró cambios positivos en los niveles de triglicéridos y malondialdehído (MDA), lo que sugiere un efecto favorable de la <i>Spirulina</i> en el perfil lipídico y en el estrés oxidativo en pacientes con diabetes tipo 2, mientras que el grupo de control no mostró cambios significativos en los parámetros evaluados. | Seleccionaron 30 pacientes con diabetes tipo 2. Grupo experimental: Recibió suplementación con <i>Spirulina</i> (4g/día por 8 semanas) Grupo control: No recibió ningún suplemento. Nota: se mantuvo una dieta y actividad física habitual y tenían restricción para consumir otros alimentos funcionales. | Niveles de glucosa en sangre Triglicéridos Colesterol total, LDL y HDL malondialdehído (MDA). | (Rostami et al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|---|------------------------------------|--------------|
| | | Modulación del Sistema Inmunológico Efecto hipoglicemiante | | | | Se realizan extracciones de sangre tras un ayuno nocturno de 12 horas, tanto al inicio como al final del estudio. Las muestras fueron analizadas centrifugadas y analizadas por espectrofotometría y kits comerciales. Análisis estadístico de los datos. | | |
| 1 | <i>Spirulina</i> | Propiedades | Investigar los efectos terapéuticos | 2g/kg <i>Spirulina platensis</i> | Las formulaciones funcionales de <i>Spirulina</i> (SFFs) | Modelo animal realizado en 50 ratones macho SPF Kunming | Niveles de glucosa en ayunas (FBG) | (Z. Huang et |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|---|--|--|------------|
| | <i>plate nsis</i> | antioxidantes Ayuda a la prevención de la enfermedad renal crónica y sus complicaciones. Promover la cicatrización | de una formulación funcional de <i>Spirulina platensis</i> , combinada con otros ingredientes de la medicina tradicional china como Grifola frondosa, Panax ginseng y levadura rica en cromo, | | regulan la expresión de genes clave en las vías metabólicas de la glucosa y los lípidos, promoviendo la secreción de insulina, activando AMPK- α y reduciendo la resistencia a la insulina y la acumulación de grasa hepática. | de 5 semanas. Se les administro estreptozotocina (STZ) a 40 ratones y a los 10 restantes solución salina como control Grupo modelo: Control negativo Grupo Metformina (MH): Tratados con metformina Grupo <i>Spirulina</i> Funcional (SGC): formulación que contenía <i>Spirulina platensis</i> como ingrediente principal | Prueba de tolerancia a la glucosa oral (OGTT) Niveles de lípidos en suero Producción de ácidos grasos de cadena corta (SCFAs) Análisis histopatológicos | al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|-------|------------|---|------------|-------|
| | | <p>ón de heridas.</p> <p>Mejora el metabolismo de los lípidos.</p> <p>Regulación de la glucosa</p> | <p>sobre el metabolismo de glicolípidos y la inflamación en un modelo de ratón con trastornos metabólicos.</p> | | | <p>Grupo <i>Spirulina</i> Combinada (SGCG): Este grupo recibió una formulación que combinaba <i>Spirulina</i> con otros componentes como el hongo <i>Grifola frondosa</i>, <i>Panax ginseng</i>, y levadura enriquecida en cromo. DIETA: 4% de colesterol, 21% de sacarosa, y un 66% de la dieta normal, además de un 9% de grasa (manteca). Dieta alta en azúcares y grasas para</p> | | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|--------|---|---|--|--|--|--|--|--------------------|
| | | | | | | inducir el desorden del metabolismo de glicolípidos. | | |
| 1 2 | <i>Chlorella pyrenoidosa</i> y <i>Spirulina platensis</i> . | Modulación del microbiota intestinal y aumento en su diversidad Actividad antidiabética Producción de | Comparar los efectos de los extractos de CP y SP, ricos en PUFAs y medir objetivamente la función hipoglucémica y la regulación del microbiota intestinal en ratas | dosis de 150 mg/kg/día de los extractos de <i>Chlorella pyrenoidosa</i> (CP55 y CPWE) y <i>Spirulina platensis</i> (SP55 y SPWE) durante un período de | Se encontró que CP es más efectivo que SP para contrarrestar la hipoglucemia mejorando la sensibilidad a la insulina. Ambos extractos ayudan a mantener la Microbiota intestinal en eubeosis. | Evaluó la capacidad anti-diabética de los extractos de <i>Chlorella pyrenoidosa</i> y <i>Spirulina platensis</i> en 48 ratas alimentadas con una dieta alta en grasas y azúcares. Se dividió en seis grupos: dos grupos de control (dieta normocalórica y dieta alta en grasas y azúcares) y cuatro | Glucosa en ayunas OGTT AUC | (Wan et al., 2019) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|--------------|---|---|------------|-------|
| | | ayunas PUFAS Regulación del metabolismo energético. | alimentadas con una dieta alta en grasas y azúcares. | ocho semanas | Se identificó a <i>Ruminococcus</i> como una bacteria clave en la regulación de la diabetes | grupos tratados con diferentes extractos de las microalgas por 8 semanas. Se proporciono 150 mg/kg de extractos de agua o etanol de CP y SP, mientras que los grupos de control recibieron una solución salina. Se midieron los niveles de glucosa en sangre en ayunas al inicio y al final del experimento. | | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|--|--|---|--|--|---|----------------------|
| 13 | <i>pirulina fusiformis</i> | Hipoglucemiante Antihiperlipidémico Nefroprotector Antioxidante Regenerador histológico | Se desea evaluar cómo SF mejora el índice glucémico, perfil lípido y renal en las ratas con diabetes y con ello evaluar la respuesta del metabolismo enzimático en los tejidos de órgano blanco como hígado, | Spirulina fusiformis: 400 mg/kg de peso corporal por vía oral (p.o.) durante 28 días para los grupos tratados con <i>Spirulina</i> . Glibenclamida: 0.6 mg/kg de peso corporal por | Se encontró sólida evidencia de que la SF tiene propiedades hipoglicemiantes, Antihiperlipidémico, antioxidante y es capaz de reducir los daños de tejidos pancreáticos y renales siendo una alternativa de coadyuvante en la terapia de la diabetes, además que disminuye el riesgo de efectos secundarios. | Se formaron cinco grupos de ratas Wistar albinas: Grupo I: Control normal. Grupo II: Control diabético, inducido mediante la administración intraperitoneal de 50 mg/kg de estreptozotocina. Grupo III: Ratas diabéticas tratadas con <i>Spirulina fusiformis</i> a 400 mg/kg por vía oral. | niveles de glucosa en sangre HbA1c perfil lipídico (colesterol total, HDL, triglicéridos) marcadores renales como urea y creatinina Análisis histopatológicos: tejidos | (Simon et al., 2018) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|-------------------------------------|--|---|--|--|---|-------------------------|
| | | | riñón y páncreas. | vía oral como control estándar para el grupo correspondiente | | Grupo IV: Ratas diabéticas tratadas con glibenclamida a 0.6 mg/kg por vía oral. Grupo V: Ratas tratadas con <i>Spirulina fusiformis</i> . | analizados páncreas e hígado. actividad de enzimática de superóxido dismutasa, catalasa, y niveles de glutatión. | |
| 14 | <i>Spirulina platensis</i> | Hipoglucemiante Antiinflamatorio | Pretende determinar el impacto de la suplementación con SP en los niveles de | V.O con extractos de <i>Spirulina platensis</i> (SP) a dosis de 0, 10, 20 | Suplementar con SP a dosis de 20 y 30 mg/kg disminuyó significativamente los niveles de glucosa en ratas diabéticas en | Se utilizaron 64 ratas y se dividieron en 8 grupos, se administró extracto de SP vía oral durante 35 días. | Glucosa, colesterol, (LDL) (AST) | (Nasirina et al., 2018) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|------------------------------------|---|---|--|-------|
| | | <p>Aumento de minerales traza</p> <p>Antioxidante</p> <p>hipolipemiante.</p> | <p>Zinc, cobre, selenio, hierro en ratas sanas y diabéticas.</p> <p>Relacionarlo con el poder de reducción de MDA como marcador de estrés oxidativo.</p> | <p>y 30 mg/kg de peso corporal</p> | <p>comparación con el grupo de control.</p> <p>Lo que sugiere que tiene potencial para controlar la glucemia, mejorar perfil lípido o, con gran poder antiinflamatorio y antioxidante ya que aumento la actividad enzimática en el hígado de SOD, GSH Px, CAT en las ratas con SP lo que sugiere un efecto protector.</p> | <p>Se tomaron muestras sanguíneas y biopsia hepática.</p> | <p>(ALT) TNF-α IL-6</p> <p>superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GSH-Px) y catalasa (CAT), así como los niveles de MDA</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-------------------------------|---|---|---|--|---|--|-------------------------|
| 15 | <i>Arthrospira Platensis.</i> | Hipoglucémica Hipolipémitica Antioxidante Antiinflamatorio | Con ello indicar la dosis y tiempo correcta para la suplementación de los pacientes diabéticos. | Humanos se sugieren dosis menores a 2 g/día en animales se sugieren 15 mg/kg. | Se encontró que hay resultados con bajas dosis, sin embargo, las dosis altas no reportaron eventos adversos. Se sugiere la ESPIRULINA como un complemento de la terapia para diabetes. Se encontró mejoría de la glucemia en ayunas, pero no para HbA1c en humanos por lo que debe seguirse estudiando. Sin | Fue una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus e ISI Web of Science, con rangos desde enero de 2008 hasta noviembre de 2020. Criterios de inclusión: ensayos controlados aleatorios (RCT) y artículos preclínicos con humanos y/o animales. Debian reportar biomarcadores de | Glucosa en ayunas HbA1c TC TG HDL LDL INSULINA | (Ghanbari et al., 2022) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|--|--|---|--|---|--|-------------------------|
| | | | | | embargo, si hubo reducción en animales. | interés como FBS, HbA1C, insulina, HOMA-IR, y los niveles de colesterol (LDL-C, HDL-C, TG, TC). | | |
| 16 | <i>Spirulina Platensis</i> | Hipoglucemiante. Antiinflamatorio Antioxidante | Evaluar el impacto y los cambios glucémicos, lipídicos y en presión arterial además del peso, tras suplementar | Los rangos descritos en los estudios oscilan de 1 a 19 g/día. A partir de 2g/día se sugieren eficaz para control | Se evidenció mejoría significativa en los marcadores cardiovasculares. | La búsqueda se realizó de forma sistemática en bases de datos médicas, como MEDLINE, EMBASE y Scopus, Los estudios tomados desde 1996 hasta 2017 Se identificaron un total de 1,868 registros, de | Glucosa en ayunas CT TG LDL HDL IMC presión arterial | (H. Huang et al., 2018) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|------------------------------|--|---|--|---|--|--|-----------------------|
| | | Control de la presión arterial Pérdida de peso | con espirulina. | metabólico y reducción de lípidos. | | los cuales 12 ensayos clínicos con un total de 807 participantes con diferentes diagnósticos de hiperlipidemia, hipertensión, o diabetes tipo 2. | | |
| 17 | <i>Spirulina plateensis.</i> | Estimula la secreción de insulina y facilita la captación de glucosa por los tejidos periféricos | Evaluar el efecto de la suplementación con espirulina en los pacientes diabéticos en los parámetros | Los rangos de consumo entre 0.8 y 8 g/día se describieron como eficaces con metformina | Se evidencia que la suplementación con espirulina favorece la reducción de marcadores de diabetes con glicemia, perfil lipídico y tiene un valor antiinflamatorio | Las publicaciones estudiadas van desde 2001 hasta 2017 En total, se analizaron ocho ensayos clínicos con 334 pacientes con diagnóstico de diabetes En diferentes etnias. | Reduccion de glucosa de -17.88 mg/dl Reduccion HbA1c -0.65% | (Hatami et al., 2021) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|--|---|---|----------|
| | | Reducción de peso Actividad antiinflamatoria y antioxidante Mejoría de perfil lipídico | glicémicos y perfil lipídico. | o solo espirulina. | que contra resta los efectos de la diabetes. | Se realizó una búsqueda sistemática en diversas bases de datos como PubMed, Scopus, Cochrane Library, ISI Web of Science, y Google Scholar, utilizando palabras clave; espirulina y diabetes. se utilizó software como Cochrane Review Manager y STATA para evaluar el riesgo y reducir sesgos. | TG: redujo 30.99 mg/dl TC redujo 18.47 mg/dl LDL redujo 20.04 mg/dl | |
| 18 | <i>Arthrospira</i> | Reducción de apetito | Evaluar el efecto de la | 2 gramos por día de 2 | Se concluyó que la reducción de los | Ensayo clínico controlado, | HbA1c, glucosa en | (Rezaiya |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|--|---|---|---|-----------------|
| | <i>a plate nsis</i> | Reducción de perfil lipídico Hipoglucémico | salsa de espirulina sobre los índices glucémicos, el perfil lipídico y los marcadores de estrés oxidativo en pacientes con diabetes tipo 2 | gramos de <i>Arthrospira platensis</i> | niveles de glicemia no es significativos, pero se evidencio una disminución del apetito y se asoció a reducción del perfil lipídico. Sin embargo, la muestra es pequeña por lo que se sugiere seguir investigando con muestra mayor de pacientes y en un tiempo prolongado. | aleatorizado y doble ciego. Conto con 46 pacientes de 30-65 años con diagnóstico de diabetes tipo 2. Un grupo recibió un sachet de salsa de <i>Spirulina</i> (20 g diarios, conteniendo 2 g de <i>Arthrospira platensis</i>), mientras que el grupo de control recibió un placebo. | ayunas, perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos, LDL y HDL), insulina, y marcadores de estrés oxidativo. | n et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-----------------------------|--|---|--|--|---|--|--------------------------|
| | | | | | | La duración de la intervención fue 2 meses. | | |
| 19 | <i>Spirulina platensis.</i> | Antioxidantes Efectos Antidiabéticos Mejora en Niveles de Folatos Propiedades | Evaluar S.P y comparar los resultados entre las ratas diabéticas contra las ratas tratadas con 5 MTHF | 5-MTHF: 5 mg/kg Extracto acuoso S.P 2 mg/kg de dieta DM2 inducida por estreptozotocina en ratas. | 5-MTHF y el extracto acuoso de espirulina, mostraron beneficios en el manejo de la diabetes y sus complicaciones. El 5-MTHF fue generalmente más efectivo en términos de control glucémico y efectos antioxidantes que la espirulina en el contexto del estudio. | Se utilizó un modelo de ratas Wistar machos albinas sanas (120-140 g Se indujeron a DM2 mediante una inyección intraperitoneal de (STZ) a una dosis de 38 mg/kg de peso corporal. Durante las primeras 48 horas del tratamiento con STZ, se les proporcionó una | Glucosa en ayunas. Tolerancia a la glucosa Niveles de amilasa en suero. Concentración de folatos. | (Pathikkal et al., 2025) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|------------------|-----------|-------|--|---------------------------|--|-------|
| | | Antinflamatorias | | | Los análisis post-tratamiento indicaron una mejora en los perfiles lipídicos, con menores niveles de colesterol y triglicéridos, siendo más efectivo el 5-MTHF | solución de glucosa al 5% | Marcadores inflamatorios como TNF α , IL-6, MPO y COX-2 Examen histológico de tejidos como páncreas, riñones e hígado se estudiaron los cambios morfológicos y la extensión del daño tisular | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|---|---|---|---|---|---|-----------------------|
| | | | | | | | asociado con la diabetes. 8. ENZIMAS: SOD, catalasa y GPx | |
| 20 | <i>Spirulina platensis</i> | Estimula la secreción de insulina, favoreciendo el control de la glucosa en sangre. Inhibe la DPP-IV, mejorando | Estudiar los efectos de <i>Spirulina platensis</i> en la secreción de insulina pancreática, la inhibición de la actividad de la dipeptidil peptidasa IV | Extracto de etanol, la dosis óptima encontrada fue de 40 µg/ml, donde se estimulaba de forma significativa la secreción | El extracto de etanol y la fracción de butanol de la <i>Spirulina platensis</i> ejercen un considerable efecto estimulante en la producción de insulina. Adicionalmente, se reconocieron diversos compuestos bioactivos, tales como el ácido p- | Extracto etanólico utilizando 80% de etanol, y posteriormente se aisló la fracción de butanol mediante separación con disolventes. Experimentos in vitro: Se realizaron estudios en células β | Secreción de Insulina y viabilidad Celular Medición del potencial de membrana en las células BRIN-BD11 tras la | (Hannan et al., 2020) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|--|--|--|---|---|-------|
| | | la acción de las hormonas incretinas como el GLP-1. Reduce la absorción de glucosa intestinal Mejora del perfil lipídico | (DPP-IV) y diversas acciones en el tracto gastrointestinal. El estudio busca comprender los mecanismos mediante los cuales <i>S. platensis</i> podría mejorar el control de la diabetes tipo 2 | de insulina sin afectar la viabilidad celular. fracción de butanol administrada a 250 mg/kg de peso corporal, donde redujo significativamente los niveles de | cumárico, la catequina, la zeaxantina y el β -caroteno, que tienen características antioxidantes y actividad contra el hiperglucémico. | pancreáticas (línea clonal BRIN-BD11) para evaluar la liberación de insulina en respuesta a diferentes concentraciones de los extractos. Experimentos In Vivo en modelos Animales: Ratas diabéticas tipo 2 fueron utilizadas para evaluar el efecto del tratamiento con el extracto de <i>Spirulina</i> . | exposición a los extractos y en presencia de diferentes concentraciones de glucosa. Concentración de Calcio Intracelular y producción de AMP cíclico Índices de Glucosa | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|------------|--|--|-------|
| | | <p>Tiene actividad antioxidante y antiinflamatoria,</p> <p>Propiedades de neuroprotección y hepatoprotección.</p> | y evaluar su potencial terapéutico. | glucosa en sangre. | | <p>Administración de Tratamientos: Durante un periodo de 28 días, las ratas recibieron administraciones orales de la fracción de butanol (250 mg/kg).</p> <p>Se realizaron pruebas de tolerancia a la glucosa y se determinó la concentración de insulina en plasma y páncreas, así como el contenido de glucógeno en el hígado después del tratamiento.</p> | Efecto de diferentes moduladores de la secreción de insulina | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|--|--|--|---|---|--|--------------------------|
| 21 | <i>Spirulina platensis</i> | Propiedades antidiabéticas Propiedades neuroprotectoras, hepatoprotectoras y renoprotectoras Propiedades antioxidantes | El estudio busca determinar si <i>S. platensis</i> puede reducir la hiperglucemia, mejorar la regeneración de las células β pancreáticas y atenuar el daño renal causado por la diabetes, a través de su potencial | 400 mg/kg de peso corporal administrada por vía oral durante 6 semanas. Esta dosis logró reducir significativamente la hiperglucemia, mejorar la secreción de insulina y atenuar el daño renal y | <i>Spirulina platensis</i> tiene efectos protectores sobre el páncreas y los riñones en ratas diabéticas inducidas con aloxano. Su administración redujo significativamente la hiperglucemia, aumentó la secreción de insulina y mejoró la función renal. Además, sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias ayudaron a reducir el | Grupo control normal: ratas sanas sin diabetes. Grupo diabético sin tratamiento: ratas inducidas a la diabetes con aloxano. Grupo diabético tratado con <i>Spirulina platensis</i>: se administró una dosis de 400 mg/kg de peso corporal, disuelta en solución salina y administrada por vía oral durante 6 semanas | Medición de los niveles de glucosa en sangre. Análisis de la secreción de insulina. Evaluación de parámetros renales y hepáticos. Análisis de biomarcadores de estrés | (Sarfara z et al., 2020) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-----------------------------|---|--|---|---|---|---|------------------------------|
| | | es, antiinflamatorias y Hipolipemiantes | antioxidante y antiinflamatorio | pancreático en ratas diabéticas inducidas con aloxano | daño oxidativo y la inflamación en los tejidos afectados. Estos hallazgos sugieren que <i>Spirulina platensis</i> podría ser una terapia complementaria eficaz en el manejo de la diabetes y sus complicaciones | Grupo diabético tratado con fármaco estándar: metformina administrada 100 mg/kg de peso corporal, administrada por vía oral durante 6 semanas. | oxidativo e inflamación. Estudios histológicos: Se realizaron cortes de tejido pancreático y renal para evaluar cambios estructurales | |
| 22 | <i>Spirulina plantensis</i> | Potencial efecto antidiabético, mejorando | Evaluar el potencial antidiabético de la ficocianina | N/A | El estudio confirma el potencial de la ficocianina de <i>Spirulina platensis</i> como un inhibidor | Análisis in-silico (Molecular Docking): Se realizaron simulaciones de acoplamiento | La actividad inhibidora de la ficocianina sobre la α - | (Siti Halimatul Munawaroh et |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|---|---|--|-------------|
| | | la sensibilidad a la insulina. Regular el metabolismo glucolipídico. Propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, | extraída de <i>Spirulina platensis</i> mediante análisis in-silico e in-vitro, determinando su capacidad para inhibir las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa, y explorando sus interacciones moleculares | | natural de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa, lo que sugiere su utilidad en el tratamiento de la diabetes tipo 2. Los análisis in-silico e in-vitro demostraron su capacidad para reducir la digestión de carbohidratos y controlar la hiperglucemia. | molecular (interacción de la ficocianina con las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa) Ensayos in-vitro: Se midió la actividad inhibitoria de la PC sobre la α -amilasa salival humana utilizando el método FUWA con modificaciones. Se evaluó la estabilidad de la ficocianina en diferentes condiciones | amilasa salival humana. Se evaluó la afinidad de la ficocianina por los sitios activos de las enzimas. Estabilidad y preservación de la bioactividad de la Ficocianina y análisis de interacciones | al., (2020) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|----------------------------|--|--|--|--|---|---|------------------------|
| | | antimicrobianas y anticancerígenas | como posible terapia natural para la diabetes tipo 2. | | | de almacenamiento (estado sólido y líquido, con o sin luz, a temperatura ambiente y a -4 °C). | proteína-ligando. | |
| 23 | <i>Spirulina platensis</i> | Propiedades antiinflamatorias, ya que su combinación con quitosano reduce la expresión de TNF- α e IL-1 β , | Evaluar si la combinación de 12% de <i>Spirulina platensis</i> y 20% de quitosano acelera el proceso de cicatrización en condiciones | 12% extracto de <i>spirulina</i> + 20% de quitisano. | La combinación de 12% de <i>spirulina</i> y 20% de quitosano puede efectivamente disminuir la cantidad de citocinas pro-inflamatorias como TNF- α e IL-1 β , lo que sugiere que estos agentes tienen propiedades anti-inflamatorias y | Se utilizaron 36 ratas macho (<i>Rattus norvegicus</i>) de tres meses de edad y aproximadamente 150 gramos de peso, divididas en seis grupos experimentales. Grupos control (K1, K2, K3): Recibieron 0.1 mL de 3% CMCNa | Citoquinas Pro-inflamatorias: IL-1 β (Interleucina 1 beta), TNF- α (Factor de necrosis tumoral alfa) Citoquina Antinflamatori | (Hendrij antini, 2020) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|--|---|-----------------------------|-------|
| | | ayudando a mitigar la inflamación crónica en la diabetes mellitus. Propiedades antioxidantes e inmunomoduladora. | de diabetes mellitus mediante la regulación de las citocinas proinflamatorias IL-1 β y TNF- α y la citocina antiinflamatoria IL-10 analizando su impacto en la respuesta inflamatoria y en la regeneración | | antioxidantes. Además, se observó que esta combinación incrementó los niveles de la citocina antiinflamatoria IL-10, favoreciendo así un entorno más propicio para la curación de heridas en pacientes diabéticos. | en el alvéolo post extracción. Grupos experimentales (P1, P2, P3): Se les aplicó 0.1 mL de un gel con 12% de <i>Spirulina platensis</i> y 20% de quitosano en 3% CMCNa en el alvéolo post extracción. NOTA: Se indujo la diabetes administrando estreptozotocina (STZ) a una dosis de 20 mg/kg por vía intraperitoneal | a: IL-10 (Interleucina 10). | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-----------------------------|---|--|--|--|---|--|---------------------------|
| | | | tisular en un modelo de ratas diabéticas | | | durante cinco días consecutivos. Eutanasia y análisis histológico para evaluar la expresión de las citocinas TNF- α , IL-1 β e IL-10 mediante inmunohistoquímica. | | |
| 24 | <i>Arthrospira plateans</i> | Excelente fuente de proteína rica en nutrientes esenciales. | Optimizar las condiciones de extracción de alto contenido en componentes fenólicos de <i>Arthrospira</i> | 3 a 10 g/día en adultos diario límite de 30 g. | Optimización de extracción de TPCs de <i>Arthrospira</i> en condiciones acuosas, 2 h de agitación, 50° de temperatura y concentración sólido-líquido del 1%. | Extracción de metabolitos por diferencia de polaridades utilizando solventes poco polares como acetona y alcohol. | FRAP (Poder antioxidante reductor del ion férrico) para determinar actividad antioxidante. | (Thangsi ri et al., 2024) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|-------|--|---|--|-------|
| | <i>maxima</i> | Actividad antioxidante. Inhibidor de enzimas clave en enfermedades como hiperlipidemia, diabetes, Alzheimer e hipertensión | con actividad antioxidante. Comparar la actividad antioxidante, los compuestos activos y la inhibición de enzimas claves de algunas enfermedades como hiperlipidemia, diabetes, | | La extracción de TPCs fue óptima en método acuoso y la actividad FRAP es óptima al usar 80% de extracción por etanol, sugiriendo la presencia de compuestos bioactivos diferentes a fenoles con alta actividad antioxidante o fenoles de baja polaridad. Los extractos etanólicos acuosos al 80% v/v tuvieron | Evaluación de calidad en la extracción mediante la diferencia de temperatura, tiempo de agitación, concentración de etanol y proporción sólido-líquido. Medición de TPCs por medio de espectrofotometría. Ensayos basados en SET (transferencia de electrones) y HAT (transferencia de átomo de hidrógeno), ensayo ORAC (capacidad de | DPPH para detección de radicales libres. TPC (Contenido fenólico total) para medir la cantidad de compuestos fenólicos presentes. PC (ficocianinas). APC (aloficocianinas). | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|-------------|---|-------|---|---|---|-------|
| | | | Alzheimer e hipertensión entre <i>Arthrospira platensis</i> y <i>Arthrospira maxima</i> . | | mayor actividad inhibitoria de enzimas lipasa, BChE, BACE-1 y ACE que en condiciones acuoso. El extracto de <i>Arthrospira</i> mostró efecto sinérgico con Donepezilo, medicamento para la Enfermedad de Alzheimer. <i>Arthrospira maxima</i> mostró mejores parámetros y actividad | absorbancia de radicales de oxígeno) y ensayo DPPH para detección de radicales libres. Ensayos de inhibición de enzimas. Comparación de efecto sinérgico de ambos extractos de <i>Arthrospira</i> . | PBPs (ficobiliproteínas). ACE (Enzima convertidora de Angiotensina). BACE-1 (Beta secretasa). DPP-IV (Dipeptidil peptidasa IV). Lipasa. Alfa amilasa. Alfa glucosidasa. | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-------------------------|---|---|-------|--|---|--|--------------------|
| | | | | | antioxidante e inhibitoria de enzimas clave en enfermedades que <i>Arthrospira platensis</i> . | | AChE (Acetilcolinesterasa). BChE (Butirilcolinesterasa). | |
| 25 | <i>Spirulina maxima</i> | Alto contenido de proteínas (60-70%), vitaminas, clorofila A y C-PC (C-ficocianinas). | Investigar si el extracto de <i>Spirulina maxima</i> al 70% de etanol (SM70EE), la clorofila A y C-PC previenen la muerte celular | N/A | SM70EE, clorofila A y C-PC mostraron efectos neuroprotectores sobre la muerte celular inducida por A β 1-42. SM70EE, C-PC y Clorofila A inhiben la escisión de PARP-1, | Tratamientos de 100 ug/ML de SM70EE, 10 ug/mL de C-PC y de 10 ug/mL de clorofila A por 4 h en células PC12 antes de tratarlas con 4 ug/mL de A β 1-42 por 48 h. | APP (proteína precursora amiloide). BACE1 (Beta secretasa). SOD2 (superóxido dismutasa). | (Koh et al., 2018) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|------------------------------|-------|---|---|---|-------|
| | | <p>Reduce estrés oxidativo.</p> <p>Previene enfermedades como hígado graso no alcohólico y diabetes.</p> <p>Colorante y suplemento</p> | inducida por A β 1-42. | | <p>vía implicada en muerte celular.</p> <p>SM70EE, C-PC y Clorofila A inhiben estrés oxidativo aumentando los niveles de GSH y enzimas antioxidantes.</p> <p>SM70EE fue más efectivo que C-PC o Clorofila A al incrementar los</p> <p>.</p> | <p>Ensayos de viabilidad celular con MTT.</p> <p>Ensayos de concentración de LDH y nivel de GSH intracelular (glutación).</p> <p>Western blot para detección de proteínas APP, BACE1, SOD2, GR, GPx1, BDNF y alfa tubulina.</p> | <p>GR (glutación reductasa).</p> <p>GPx1 (glutación peroxidasa).</p> <p>BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro).</p> <p>Alfa tubulina (microtúbulos del citoesqueleto).</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|-----------|-------|------------|-------------|--|-------|
| | | <p>alimenticio .</p> <p>Efectos antiinflamatorios y antioxidantes.</p> <p>Protege contra efectos neurotóxicos por TMT y escopolamina.</p> | | | | | <p>LDH (lactato deshidrogenasa).</p> <p>GSH (glutación).</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-------------------------------|---|---|-------|---|---|--|------------------------|
| 26 | <i>Arthrospira plateensis</i> | Fuente natural de alto contenido en proteína. Antioxidante. Inhibidor de enzimas responsables de diferentes enfermedades. | Producir microalgas <i>A. platensis</i> BEA 005B a escala precomercial. Evaluar el uso potencial de la biomasa como materia prima para el aislamiento de proteínas aisladas para ser utilizadas como fuente de | N/A | El contenido de biomasa fue más alto que otras fuentes de proteína. La bioactividad de la hidrólisis enzimática coincide con lo reportado en otros alimentos. Tanto los Ultrasonidos como la homogeneización a alta presión son tecnologías eficientes en la obtención de gran contenido de proteínas | Producción de biomasa en fotobiorreactores y caracterización. Aislamiento de proteínas con estrategias de solubilización y precipitación isoeléctrica. Hidrólisis enzimática in silico para identificar la liberación de péptidos bioactivos óptimos comparadas con | FRAP (Poder antioxidante reductor del ion férrico) para determina actividad antioxidante. DPPH para detección de radicales libres. ACE-1(Enzima convertidora de Angiotensina 1). | (Villaró et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|--|---|-------|---|---|--|-------|
| | | Inhibidor de alfa amilasa y alfa glucosidasa responsable del metabolismo de carbohidratos. | hidrolizados enzimáticos y péptidos con propiedades in vitro antioxidantes, antihipertensivas y diabéticas. | | <p>producidas por <i>A. platensis</i>, siendo el ultrasonido el más efectivo.</p> <p>Los hidrolizados generados mostraron una alta capacidad antioxidante.</p> <p>Los hidrolizados mostraron alto potencial inhibitorio de la actividad de enzimas como ACE-1, renina y DPP-IV.</p> | <p>secuencias de base de datos.</p> <p>Ensayos de bioactividad para medir efecto antioxidante, antihipertensivo y antidiabético con hidrólisis enzimática.</p> <p>Ensayos FRAP y DPPH para evaluar capacidad antioxidante.</p> <p>Ensayos ACE-1 para evaluar capacidad antihipertensiva y</p> | <p>DPP-IV (Dipeptidil peptidasa IV).</p> <p>Renina (presión arterial).</p> <p>Alfa amilasa</p> <p>Alfa glucosidasa</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-------------------------|---|---|-----------------|--|---|--|------------------------------|
| | | | | | La capacidad inhibitoria de las enzimas alfa amilasa y alfa glucosidasa fue limitada. | capacidad inhibitoria de renina. Ensayos de inhibición de enzimas específicas de enfermedades como alfa amilasa, alfa glucosidasa y DPP-IV. | | |
| 27 | <i>Spirulina maxima</i> | Capacidad antioxidante. Antiinflamatoria Antimetastásica. | Evaluar los efectos de SM sobre el peso corporal, la glicemia, comportamiento sexual, calidad de esperma, | 200 - 400 mg/Kg | El estrés oxidativo generado por la diabetes en ratas diabéticas alteró el comportamiento sexual en los machos, modificando los parámetros espermáticos, | Preparación de hembras de ratas para los apareamientos, selección de animales y preparación de experimentos. Inducción de diabetes tipo 2 en machos con una dosis única de STZ | SOD (superóxido dismutasa). GPX (Glutación peroxidasa). | (Olvera-Roldán et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|-------|---|--|--|-------|
| | | <p>Inmunoestimulante.</p> <p>Cardioprotectora.</p> <p>Metaloprotectora.</p> <p>Neuroprotector.</p> <p>Activas enzimas antioxidantes e inhibe la</p> | <p>niveles de testosterona, peso de órganos sexuales y la actividad de enzimas antioxidantes en ratas macho diabéticas</p> | | <p>hormonales y bioquímicos.</p> <p>El efecto antioxidante de la SM se evidenció por el aumento de la actividad de SOD y GPX y por la disminución de la MDA</p> | <p>(estreptozotocina) de 65 mg/Kg y 110 mg/Kg de nicotinamida.</p> <p>Ensayos de comportamiento de apareamiento.</p> <p>Recolección y análisis de esperma.</p> <p>Análisis bioquímicos para determinación de actividad enzimática SOD, GPX, MDA.</p> | <p>MDA (malondialdehído).</p> <p>Peso corporal.</p> <p>Nivel de glucosa en sangre.</p> <p>Latencia de montaje del macho.</p> <p>Latencia de intromisión.</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|-----------------------------|-----------|-------|------------|-------------|--|-------|
| | | peroxidación y daño al ADN. | | | | | <p>Latencia de eyaculación.</p> <p>Intervalo post-eyaculatorio.</p> <p>Duración de la serie eyaculatoria.</p> <p>Recuento, motilidad, viabilidad y anormalidad de espermatozoides.</p> <p>Niveles de TBARS</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|------------------------------|--|--|------------------|--|--|---|-------------------|
| | | | | | | | (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico). Nivel de testosterona. | |
| 28 | <i>Arthrospira Platensis</i> | Marcadores en investigación biomédica. Ingrediente nutricional y colorante natural | Investigar la capacidad potencial de un hidrolizado triptico de PBP para modular la actividad de DPP-IV. | 0.5 - 1.9 mg/mL. | Se evidenció la capacidad de modular la actividad de DPP-IV sobre la enzima recombinante humana in vitro e in situ a nivel de la membrana intestinal celular. Se identificaron 78 péptidos de los cuales | Hidrólisis enzimática de PBP (proteína de unión a la penicilina). Ensayos de DH y OPA. Electroforesis SDS-PAGE. Análisis de hidrolizado triptico liofilizado mediante espectrometría de masas. | DH (grado de hidrólisis). OPA (o-ftalaldehído). DPP-IV (Dipeptidil peptidasa IV). Viabilidad celular. | (Li et al., 2020) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|---|-------|---|--|------------|-------|
| | | <p>para alimentos</p> <p>Antiinflamatoria</p> <p>Antiapoptótica.</p> <p>Antioxidante.</p> <p>Hipolipídica.</p> <p>Hipoglucemiante.</p> <p>Protege células pancreática</p> | <p>Optimizar la hidrólisis de PBP mediante tripsina y caracterizar la composición del hidrolizado mediante HPL-ESI-MS/MS.</p> <p>Evaluar la actividad potencial diabética mediante la</p> | | <p>19 se atribuyen las secuencias a C-PC.</p> <p>El hidrolizado de espirulina ejerce un efecto hipoglucemiante potencial, dirigiendo la actividad de DPP-IV.</p> <p>El hidrolizado tróptico de PBP inhibe la enzima DPP-IV con un valor de IC50 entre 0,5 y 1,0 mg/mL, siendo 3 veces más activo que el hidrolizado tróptico de espirulina, reduciendo la actividad de la</p> | <p>Actividad de DPP-IV de péptidos trópticos de PBP in vitro.</p> <p>Ensayos de viabilidad celular con MTT.</p> <p>Evaluación del efecto inhibidor de los péptidos PBP sobre la actividad in situ de DPP-IV.</p> | | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|----|-------------------------|---|---|-------|---|--|---|---------------------------|
| | | s INS-1 contra la disfunción celular. | medición de efectos sobre la actividad in vitro de DPP- IV y en la realización de experimentos en células Caco-2 para medir la actividad enzimática. | | enzima en un 55,3% a 2,5 mg/mL. | | | |
| 29 | <i>Spirulina maxima</i> | Actividad antibacteri al contra <i>Staphylococ</i> <i>cus</i> | Presentar un enfoque innovador para desarrollar | N/A | S. maxima en un recubrimiento ultrafino bioactivo para tratar infecciones de heridas y mejorar la | Sistema integrado de plasma para el tratamiento de biomasa de microalgas. | Polisacáridos totales con método Fenol/Ácido Sulfúrico. | (Pham et al., 2023) |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|--|-------|---|---|---|-------|
| | | <p><i>aureus</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>.</p> <p>Compatibilidad con macrófagos.</p> <p>Induce respuestas antiinflamatorias. Reduce la producción de IL-6.</p> | <p>recubrimientos ultrafinos derivados de <i>Spirulina maxima</i> para garantizar la conservación de todos los compuestos bioactivos de la biomasa y su biodisponibilidad con fines cicatrizantes.</p> | | <p>cicatrización de heridas.</p> <p>El recubrimiento con Ar-APJ mejoró propiedades antimicrobianas de <i>S. maxima</i>.</p> <p>El recubrimiento es compatible con las células THP-1 y HaCaT.</p> <p>El recubrimiento redujo la expresión de</p> | <p>Efectos del tratamiento con Ar-APJ sobre la morfología de la célula de <i>S. maxima</i>.</p> <p>Mediciones de ángulo de contacto de agua de gota sésil</p> <p>Microespectroscopía de sincrotrón ATR-FTIR.</p> <p>Análisis XPS de espectrometría.</p> <p>Compuestos fitoquímicos.</p> <p>Nivel de liberación de C-ficocianina.</p> <p>Capacidad antioxidante.</p> | <p>Concentración de proteínas con Método Lowry.</p> <p>Tiempos de liberación de C-PC.</p> <p>DPPH para viabilidad celular y capacidad antioxidante.</p> | |

| # | obtención del extracto | Propiedades | objetivos | Dosis | Conclusión | Metodología | parámetros | autor |
|---|------------------------|---|-----------|-------|------------------------------|--|---|-------|
| | | (interleucina-6). Promueve la migración celular en queratinocitos. | | | citoquinas proinflamatorias. | Cultivo de biofilm. Análisis de biovolumen 3D. Absorción de safranina. | Porcentaje antibacterial en prueba antibacterial. | |

Conclusiones y Recomendaciones

Los estudios revisados resaltan el potencial de *Spirulina platensis* como un agente coadyuvante en el control de la diabetes mellitus tipo 2, evidenciando una capacidad notable para optimizar el control de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. Su abundante contenido de compuesto bioactivos, como carotenoides, ficocianina y ácidos grasos poliinsaturados, otorgan un impacto antioxidante y regulador en el metabolismo de la glucosa, potenciando la acción de fármacos tradicionales como la metformina y la glimepirida. La reducción de enzimas fundamentales como la DPP-IV y el control de indicadores de riesgo cardiovascular fortalecen su capacidad terapéutica. Cabe resaltar que es necesario realizar investigaciones clínicas a mayor escala para validar estos hallazgos.

Los estudios preclínicos en modelos animales de diabetes inducida han demostrado consistentemente el potencial terapéutico de la *Spirulina*, tanto de manera individual como en combinación con ácido fólico o *Chlorella*, ha demostrado avances notables en el control de la glucosa, la disminución del estrés oxidativo y la reparación del daño morfológico en órganos fundamentales como el riñón, hígado y páncreas. Además, se nota un avance significativo en el perfil lipídico y una disminución en los índices de HbA1c. Estos descubrimientos indican que la *Spirulina* podría ser una táctica eficaz para disminuir los desequilibrios metabólicos vinculados a la diabetes, proporcionando un fundamento sólido para futuros estudios clínicos en seres humanos.

Se sugiere realizar más estudios clínicos para validar estos hallazgos en humanos y explorar su potencial como una alternativa natural en el manejo integral de la diabetes. Es crucial investigar la dosis óptima, la duración del tratamiento y las posibles interacciones con medicamentos convencionales para determinar la seguridad y eficacia de la *Spirulina* en pacientes diabéticos. La investigación futura también debería enfocarse en dilucidar los mecanismos moleculares subyacentes a los efectos antidiabéticos de la *Spirulina*, con el fin de optimizar su aplicación clínica y desarrollar terapias innovadoras

Se recomienda considerar la *Spirulina* como un ingrediente funcional y versátil para la industria alimentaria, destacando propiedades de interés como la fluidez, capacidad de absorción,

formación de espuma y su riqueza en proteínas de alta calidad, antioxidantes y ácidos grasos esenciales, esto la convierte en un insumo ideal para desarrollar alimentos funcionales innovadores. Además, su alta solubilidad proteica facilita su incorporación en bebidas y suplementos alimenticios, mientras que su coloración natural ofrece una oportunidad para crear productos visualmente atractivos y saludables.

Referencias

- Abbas, A. N., Manwar, E. Q., Kata, F. S., & Athbi, A. M. (2022). Spirulina platensis extract in alloxan-induced diabetic rabbits: a combined experimental study of antidiabetic activity in vivo and anticancer ability in vitro. *Romanian Journal of Diabetes, Nutrition and Metabolic Diseases*, 29(3), 362–367. <https://doi.org/10.46389/rjd-2022-1108>
- Alrasheedi, A. A., Basnawi, A. I., & Althaiban, M. A. (2024). Effects of Spirulina platensis microalgae on renal function and antioxidant defence in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Journal of Functional Foods*, 122, 106485. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2024.106485>
- Dhamak, V. M., & Amrutkar, S. V. (2023). Nephroprotective Effects of Spirulina platensis on NRK-52E Cell Line: LC-HRMS and Docking Studies Targeting Epidermal Growth Factor Receptor. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(7), 3376–3387. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i7.15>
- Ekeuku, S. O., Chong, P. N., Chan, H. K., Mohamed, N., Froemming, G. R. A., & Okechukwu, P. N. (2022). Spirulina supplementation improves bone structural strength and stiffness in streptozocin-induced diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 12(3), 225–234. <https://doi.org/10.1016/J.JTCME.2021.07.010>
- El-Sakhawy, M. A., Iqbal, M. Z., Gabr, G. A., Alqasem, A. A., El-Sherbiny Ateya, A. A., Ahmed, F. A., El-Hashash, S. A., Ibrahim, H. S., & Abu El-Ghiet, U. M. (2023a). The mechanism of action of Spirulina as antidiabetic: a narrative review. In *Italian Journal of Medicine* (Vol. 17, Issue 2). Page Press Publications. <https://doi.org/10.4081/itjm.2023.1639>

- El-Sakhawy, M. A., Iqbal, M. Z., Gabr, G. A., Alqasem, A. A., El-Sherbiny Ateya, A. A., Ahmed, F. A., El-Hashash, S. A., Ibrahim, H. S., & Abu El-Ghiet, U. M. (2023b). The mechanism of action of Spirulina as antidiabetic: a narrative review. In *Italian Journal of Medicine* (Vol. 17, Issue 2). Page Press Publications. <https://doi.org/10.4081/itjm.2023.1639>
- Elsayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khunti, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. Lou, Prahalad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., Stanton, R. C., & Gabbay, R. A. (2023). 1. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care*, *46*(supp), S10–S18. <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
- ElSayed, N. A., McCoy, R. G., Aleppo, G., Balapattabi, K., Beverly, E. A., Briggs Early, K., Bruemmer, D., Echouffo-Tcheugui, J. B., Ekhlaspour, L., Garg, R., Khunti, K., Kushner, R. F., Lal, R., Lingvay, I., Matfin, G., Pandya, N., Pekas, E. J., Pilla, S. J., Polsky, S., ... Bannuru, R. R. (2025). 8. Obesity and Weight Management for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*, *48*(Supplement_1), S167–S180. <https://doi.org/10.2337/dc25-S008>
- Fais, G., Manca, A., Bolognesi, F., Borselli, M., Concas, A., Busutti, M., Broggi, G., Sanna, P., Castillo-Aleman, Y. M., Rivero-Jiménez, R. A., Bencomo-Hernandez, A. A., Ventura-Carmenate, Y., Altea, M., Pantaleo, A., Gabrielli, G., Biglioli, F., Cao, G., & Giannaccare, G. (2022). Wide Range Applications of Spirulina: From Earth to Space Missions. In *Marine Drugs* (Vol. 20, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/md20050299>
- García Soidán, F. J. R. V. J. (2025). Tratamiento farmacológico de la diabetes mellitus tipo 2. *Elsevier*, 57.

- Ghanbari, F., Amerizadeh, A., Behshood, P., Moradi, S., & Asgary, S. (2022). Effect of Microalgae *Arthrospira* on Biomarkers of Glycemic Control and Glucose Metabolism: A Systematic Review and Meta-analysis. In *Current Problems in Cardiology* (Vol. 47, Issue 10). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2021.100942>
- González- Fosadosa, L. B., González-Chávez, B. K., Garrido-Hernández, A., Carrillo-Sancen, G., Cerón-Montes, G. I., & Martínez-Valdez, F. J. (2021). Caracterización de ficocianina por espectrofotometría de masas. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 9(Especial2), 149–156. <https://doi.org/10.29057/icbi.v9iespecial2.7985>
- Hannan, J. M. A., Ansari, P., Azam, S., Flatt, P. R., & Abdel Wahab, Y. H. A. (2020). Effects of *Spirulina platensis* on insulin secretion, dipeptidyl peptidase IV activity and both carbohydrate digestion and absorption indicate potential as an adjunctive therapy for diabetes. *British Journal of Nutrition*, 124(10), 1021–1034. <https://doi.org/10.1017/S0007114520002111>
- Hatami, E., Ghalishourani, S.-S., Najafgholizadeh, A., Pourmasoumi, M., Hadi, A., Clark, C. C. T., Assaroudi, M., Salehi-Sahlabadi, A., Farahnaz Joukar, & Mansour-Ghanaei, F. (2021). *The effect of spirulina on type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis*. <https://doi.org/10.1007/s40200-021-00760-z/Published>
- Hendrijantini, N. , S. R. M. , A. M. D. A. , H. T. J. , P. P. A. N. , & S. D. (2020). The expression of TNF- α , IL-1 β , and IL-10 in the diabetes mellitus condition induced by the combination of spirulina and chitosan. *Bali Medical Journal*, 9(1), 22–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.15562/bmj.v9i1.1625>

- Hernández Rodríguez, J. (2021). *Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus*. <https://orcid.org/0000-0001-5811-5896>
- Hossain, M. I. A. S. N. N. S. C. U. W. K. B. A. S. A. T. & R. K. (2020). Reno-pancreas protective effects of *Spirulina platensis* in alloxan-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 33(6), 2511–2519.
- Huang, H., Liao, D., Pu, R., & Cui, Y. (2018). Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 11, 729–742. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S185672>
- Huang, Z., Wang, C., Chen, J., He, X., Chen, K., Jiang, X., Zhao, C., & Liu, B. (2022). Ameliorating Effect on Glycolipid Metabolism of Spirulina Functional Formulation Combination from Traditional Chinese Medicine. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3910116>
- Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., & Küpper, J. H. (2019). *Spirulina platensis*, a super food? *Journal of Cellular Biotechnology*, 5(1), 43–54. <https://doi.org/10.3233/JCB-189012>
- Koh, E. J., Kim, K. J., Choi, J., Kang, D. H., & Lee, B. Y. (2018). *Spirulina maxima* extract prevents cell death through BDNF activation against amyloid beta 1-42 (A β 1-42) induced neurotoxicity in PC12 cells. *Neuroscience Letters*, 673, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.02.057>
- Krishnan, H., Kaushik, D., Kumar, M., Oz, E., Brennan, C., Proestos, C., Kumar, V., Ahmed, M., & Oz, F. (2024). Exploring the natural efficacy of spirulina powder for combating obesity, diabetes, and inflammation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13734>

- Li, Y., Aiello, G., Bollati, C., Bartolomei, M., Arnoldi, A., & Lammi, C. (2020). Phycobiliproteins from *Arthrospira platensis* (spirulina): A new source of peptides with dipeptidyl peptidase-IV inhibitory activity. *Nutrients*, *12*(3). <https://doi.org/10.3390/nu12030794>
- Liu, J., Zhu, X., Sun, L., & Gao, Y. (2022). Characterization and anti-diabetic evaluation of sulfated polysaccharide from *Spirulina platensis*. *Journal of Functional Foods*, *95*. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105155>
- Martínez Rendón, N., López Riveroll, A. S., & Ariza Ortega, J. A. (2024). Efecto del consumo del alga espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre marcadores y biomarcadores de sobrepeso y obesidad. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, *12*(24), 7–15. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i24.11919>
- Mehdinezhad, N., Aryaeian, N., Vafa, M., Saeedpour, A., Ebrahimi, A., Mobaderi, T., Fahimi, R., Zohreh, & Hezaveh, S. (2021). *Effect of spirulina and chlorella alone and combined on the healing process of diabetic wounds: an experimental model of diabetic rats*. <https://doi.org/10.1007/s40200-020-00723-w/Published>
- Ministerio de salud y protección social. (2023, November 13). *Día mundial de la diabetes*.
- Munawaroh, H. S. H., Hazmatulhaq, F., Gumilar, G. G., Pratiwi, R. N., Kurniawan, I., Ningrum, A., Hidayati, N. A., Koyande, A. K., Kumar, P. S., & Show, P. L. (2022). Microalgae as a potential sustainable solution to environment health. *Chemosphere*, *295*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133740>
- Nasirian, F., Dadkhah, M., Moradi-Kor, N., & Obeidavi, Z. (2018). Effects of *Spirulina platensis* microalgae on antioxidant and anti-inflammatory factors in diabetic rats. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, *11*, 375–380. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S172104>

- Olvera-Roldán, E. O., Cristóbal-Luna, J. M., García-Martínez, Y., Mojica-Villegas, M. A., Pérez-Pastén-Borja, R., Gutiérrez-Salmeán, G., Pérez-Gutiérrez, S., García-Rodríguez, R. V., Madrigal-Santillán, E., Morales-González, J. A., & Chamorro-Cevallos, G. (2023). Effects of *Spirulina maxima* on a Model of Sexual Dysfunction in Streptozotocin-Induced Diabetic Male Rats. *Plants*, *12*(4). <https://doi.org/10.3390/plants12040722>
- Pablo Aschner. (n.d.). *Guía de práctica clínica para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la diabetes mellitus tipo 2 en la población mayor de 18 años*. 2016.
- Pathikkal, A., Bhaskar, T. K., Prasanthan, A., Haritha, P. K., Puthusseri, B., Rudrappa, S., & Chauhan, V. S. (2025). 5-Methyltetrahydrofolate and aqueous extract of *Spirulina* (*Arthrospira*) ameliorate diabetes and associated complications in STZ-induced diabetic rats. *3 Biotech*, *15*(1). <https://doi.org/10.1007/s13205-024-04170-9>
- Pei Han, J. L. H. Z. J. X. P. Z. Q. L. J. L. P. X. P. C. L. L. W. Z. (2021). Anti-oxidation properties and therapeutic potentials of spirulina. *Algal Research*, *55*(102240).
- Peña-Solis, K., Soriano-Santos, J., Sánchez, C., & Díaz-Godínez, G. (2023). Functional properties and antioxidant activity of protein fractions of spirulina (*Arthrospira maxima*). *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, *22*(1). <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio2967>
- Pham, T., Nguyen, T. T., Nguyen, N. H., Hayles, A., Li, W., Pham, D. Q., Nguyen, C. K., Nguyen, T., Vongsvivut, J., Ninan, N., Sabri, Y., Zhang, W., Vasilev, K., & Truong, V. K. (2023). Transforming *Spirulina maxima* Biomass into Ultrathin Bioactive Coatings Using an Atmospheric Plasma Jet: A New Approach to Healing of Infected Wounds. *Small*. <https://doi.org/10.1002/sml.202305469>

- Prabakaran, G., Sampathkumar, P., Kavisri, M., & Moovendhan, M. (2020). Extraction and characterization of phycocyanin from *Spirulina platensis* and evaluation of its anticancer, antidiabetic and antiinflammatory effect. *International Journal of Biological Macromolecules*, *153*, 256–263. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.03.009>
- Ramírez, J. , & H. C. (2025). (2025). nsulin resistance and hyperglycemia in type 2 diabetes. *New Insights. Endocrine Reviews*, *46(3)*, 489–501.
- Rezaian, M., Sasani, N., Kazemi, A., Mohsenpour, M. A., Babajafari, S., Mazloomi, S. M., Clark, C. C. T., Hematyar, J., Ghaem Far, Z., Azadian, M., & Zareifard, A. (2023). The effect of spirulina sauce on glycemic index, lipid profile, and oxidative stress in type 2 diabetic patients: A randomized double-blind clinical trial. *Food Science and Nutrition*, *11(9)*, 5199–5208. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3479>
- Rostami, H. A. A., Marjani, A., Mojerloo, M., Rahimi, B., & Marjani, M. (2022). Effect of Spirulina on Lipid Profile, Glucose and Malondialdehyde Levels in Type 2 Diabetic Patients. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, *58*. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e191140>
- Sarfaraz, S., Ikram, R., Osama, M., & Anser, H. (2020). Effect of different doses of lyophilized beetroot on fertility and reproductive hormones. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, *33(6)*, 2505–2510. <https://doi.org/10.36721/PJPS.2020.33.6.REG.2511-2519.1>
- Shaman, A. A., Zidan, N. S., Alzahrani, S., AlBishi, L. A., Sakran, M. I., Almutairi, F. M., & Keshk, A. A. (2024). Anti-diabetic Activity of Spirulina and Chlorella in In vivo Experimental Rats. *Biomedical and Pharmacology Journal*, *17(2)*, 903–913. <https://doi.org/10.13005/bpj/2911>

- Sharma, R., & Rana, A. (2024a). Algal Elixirs: Unraveling the multifaceted impact of Spirulina in human health. *Food Bioscience*, 62, 105365. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2024.105365>
- Sharma, R., & Rana, A. (2024b). Algal Elixirs: Unraveling the multifaceted impact of Spirulina in human health. *Food Bioscience*, 62, 105365. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2024.105365>
- Simon, J. P., Baskaran, U. L., Shallauddin, K. B., Ramalingam, G., & Evan Prince, S. (2018). Evidence of antidiabetic activity of Spirulina fusiformis against streptozotocin-induced diabetic Wistar albino rats. *3 Biotech*, 8(2). <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1156-8>
- Siti Halimatul Munawaroh, H., Gumilar, G. G., Nurjanah, F., Yuliani, G., Aisyah, S., Kurnia, D., Wulandari, A. P., Kurniawan, I., Ningrum, A., Koyande, A. K., & Show, P. L. (2020). In-vitro molecular docking analysis of microalgae extracted phycocyanin as an anti-diabetic candidate. *Biochemical Engineering Journal*, 161, 107666. <https://doi.org/10.1016/J.BEJ.2020.107666>
- Thangsiri, S., Inthachat, W., Temviriyankul, P., Sahasakul, Y., Trisonthi, P., Pan-Utai, W., Siriwan, D., & Suttisansanee, U. (2024). Bioactive compounds and in vitro biological properties of *Arthrospira platensis* and *Athrospira maxima*: a comparative study. *Scientific Reports*, 14(1), 23786. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-74492-4>
- Thongcumsuk, B., Woraprayote, W., Janyaphisan, T., Cheunkar, S., & Oaew, S. (2023). Microencapsulation and Peptide identification of purified bioactive fraction from spirulina protein hydrolysates with dipeptidyl peptidase IV (DPP-IV) inhibitory activity. *Food Bioscience*, 56, 103438. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2023.103438>
- Torres-Duran, P. V., Ferreira-Hermosillo, A., & Juarez-Oropeza, M. A. (2007). Antihyperlipemic and antihypertensive effects of Spirulina maxima in an open sample of mexican population:

A preliminary report. *Lipids in Health and Disease*, 6. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-6-33>

- Villarro, S., Jiménez-Márquez, S., Musari, E., Bermejo, R., & Lafarga, T. (2023). Production of enzymatic hydrolysates with in vitro antioxidant, antihypertensive, and antidiabetic properties from proteins derived from *Arthrospira platensis*. *Food Research International*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112270>
- Wan, X. zhi, Li, T. tian, Zhong, R. ting, Chen, H. bin, Xia, X., Gao, L. ying, Gao, X. xiang, Liu, B., Zhang, H. ying, & Zhao, C. (2019). Anti-diabetic activity of PUFAs-rich extracts of *Chlorella pyrenoidosa* and *Spirulina platensis* in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 128, 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.017>
- Zapata, A. , T. M. , & L. C. (2025). (2025). The role of gluconeogenesis in diabetes mellitus: Mechanisms and clinical implications. *Journal of Metabolism*, 60(6), 1001–1015.