

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.352>

## **Alimentos funcionales y su efecto en el control de la diabetes**

Functional foods and their effect on diabetes control

**Carlos Rodrigo Jácome Pilco**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
cjacome@ueb.edu.ec  
Universidad Estatal de Bolívar  
Ecuador

**Sthefany Simonne Gaibor Cruz**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
Ecuador

**Ricardo Adrian Mazabanda Caizaguano**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
rimazabanda@mailles.ueb.edu.ec  
Ecuador

**Isidro Fabian Bayas Morejon**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
Universidad Estatal de Bolívar  
<https://orcid.org/0000-0003-2920-7155>  
Ecuador

**Alexandra Julissa Villota Sosa**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
Ecuador

Artículo recibido: 5 de enero de 2023. Aceptado para publicación: 6 de febrero de 2023.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

A menudo mueren muchas personas a nivel mundial a causa de enfermedades crónicas como la diabetes, esto se debe a los malos hábitos alimenticios y a una alimentación excesiva con alto contenido de carbohidratos. Los alimentos funcionales que aportan a una dieta con alto valor nutricional y que contienen compuestos biológicamente activos pueden reducir significativamente los trastornos de ansiedad y enfermedades relacionadas a la hipertensión y diabetes; sin embargo, dichos alimentos tienen muy poca acogida por las personas debido a sus características organolépticas que no son muy gustosas, a esto se le suma los pocos avances científicos e investigaciones. La diabetes mellitus es un trastorno causado por el exceso de azúcar en la sangre, esto se debe a que el organismo no segrega la suficiente insulina para satisfacer su propia demanda. Cabe recalcar que, la fisiopatología es causada por la pérdida de secreción progresiva de insulina o una resistencia por parte de las células  $\beta$ , esto se puede diagnosticar como hiperglucemia que puede desatar en complicaciones crónicas.

*Palabras clave:* diabetes, alimentos funcionales, alimentos saludables, diabetes tipo 2

## Abstract

Many people worldwide often die from chronic diseases such as diabetes, this is due to poor eating habits and excessive eating high in carbohydrates. Functional foods that contribute to a diet with high nutritional value and that contain biologically active compounds can significantly reduce anxiety disorders and diseases related to hypertension and diabetes; However, these foods are not very well received by people due to their organoleptic characteristics that are not very tasty, to this is added the few scientific advances and research. Diabetes mellitus is a disorder caused by excess sugar in the blood, this is because the body does not secrete enough insulin to meet its own demand. It should be noted that the pathophysiology is caused by the progressive loss of insulin secretion or resistance by  $\beta$  cells, this can be diagnosed as hyperglycemia that can lead to chronic complications.

**Keywords:** diabetes, functional foods, healthy foods, type 2 diabetes

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons .



Como citar: Jácome Pilco, C. R., Gaibor Cruz, S. S., Mazabanda Caizaguano, R. A., Bayas Morejon, I. F., & Villota Sosa, A. J. (2023). Alimentos funcionales y su efecto en el control de la diabetes. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 1457–1474. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.352>

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales fueron propuestos por primera vez en Japón, en los años 80 con la publicación del reglamento "Alimentos para uso específico de salud", y son alimentos que en su formulación contienen todos los requerimientos nutricionales y compuestos bioactivos necesarios para cada persona según su condición de vida. Alkhatib, et al. (2017), menciona que todos los alimentos que contienen ingredientes biológicamente activos son considerados funcionales por el gran beneficio fisiológico que aporta a la salud y contribuye en la prevención de enfermedades como la diabetes mellitus (DM). Muchos de estos alimentos saludables tienen componentes funcionales como los probióticos, prebióticos, péptidos bioactivos y compuestos antioxidantes, y otros nutrientes como vitaminas y minerales específicos (Kareb & Aider, 2019).

Los compuestos químicos como: ácidos grasos de tipo omega-3, fitoesteroles, fibra dietética, flavonoides ayudan a que los alimentos sean beneficiosos para las personas y eviten contraer enfermedades comunes (Larios, et al., 2021).

Las investigaciones de alimentos funcionales han ido en aumento debido a que las personas buscan métodos de alimentación que les ayuden a conllevar una vida más saludable. Hace más de 2500 años Hipócrates (médico griego) resaltó la importancia de la alimentación para tener un buen estado de salud, hace referencia a que el alimento será una medicina y la medicina un alimento.

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica de alta prevalencia, caracterizada por defectos en la secreción o efecto de la insulina o ambos. Escott-Stump, Martínez, & Salazar (2016) hace referencia a dos tipos de diabetes:

- La diabetes tipo 1 únicamente se puede ser tratar con insulina exógena.
- La diabetes tipo 2, se presenta después de la pérdida gradual de la señalización de insulina en los tejidos periféricos (resistencia a la insulina).

En contraste con la diabetes tipo 1, la producción pancreática de insulina es inicialmente abundante (hiperinsulinemia), ya que se requiere cada vez más secreción de esta hormona para generar el mismo efecto. La capacidad del páncreas para mantener valores de glicemia dentro del rango fisiológico eventualmente será superada, teniendo en cuenta el momento en el que inicia la enfermedad. El paciente puede frenar la progresión de la DM a través de hábitos alimenticios, saludables y actividad física.

La hiperlipidemia se refiere al aumento anormal de lípidos en el plasma sanguíneo, además es uno de los indicativos más importantes que puede desencadenar en una serie de complicaciones tales como: arteriosclerosis, enfermedad coronaria, infarto cerebral, infarto cardiovascular y cerebrovascular, y problemas de visión (Gong, et al. 2020).

Cuando la enfermedad progresa a un estado intermedio, se requiere además intervención farmacológica, principalmente con agentes hipoglucemiantes orales, o insulina exógena en etapas avanzadas. Su alta incidencia y costo a la economía global hacen que la DM sea un grave problema de salud pública, considerada una de las enfermedades a intervenir de manera prioritaria por los sistemas de salud mundiales.

Distintos grupos de investigación a nivel nacional e internacional, se han encargado de caracterizar los compuestos bioactivos de los alimentos recomendados para los pacientes con diabetes, con la finalidad de conocer los efectos a la salud y el mecanismo de acción de cada compuesto. Este conocimiento ha permitido diseñar alimentos con funciones específicas a la salud que, en el caso de pacientes con diabetes, los principales objetivos son mantener valores de glicemia estables, favorecer la señalización de la insulina y tratar algunas de las comorbilidades de la DM. Estos alimentos funcionales han generado gran interés, ya que proveen beneficios al consumidor más allá de la nutrición básica, a través de acciones dirigidas (Cázares, et al., 2018).

## **Diabetes mellitus**

La diabetes mellitus es un trastorno causado por el exceso de azúcar en la sangre, esto se debe a que el organismo no segrega la suficiente insulina para satisfacer su propia demanda. Las personas consumen alimentos ricos en carbohidratos que a menudo es una de las causas principales para contraer este tipo de enfermedad, por otro lado, también está la mala alimentación o déficit de alimentación.

La fisiopatología es causada por la pérdida de secreción progresiva de insulina o una resistencia a la insulina por parte de las células  $\beta$ , esto se puede diagnosticar como hiperglucemia que puede desatar en complicaciones crónicas (Bocanegra, et al., 2021).

Los malos hábitos alimenticios o alimentos con alto contenido calórico son los principales factores para contraer este tipo de enfermedad, existen 62 millones de personas en América y 422 millones en todo el mundo, la mayoría viven en países con ingresos bajos y medios. Las muertes a causa de la diabetes mellitus tipo 2 ha sido 1.5 millones en todo el mundo.

El padecer la enfermedad de diabetes puede causar ceguera, insuficiencia renal, ataques cardíacos, derrames cerebrales y amputación de miembros inferiores.

## **Características de los alimentos funcionales**

Según Heredia (2016) Las características de los alimentos funcionales son las siguientes:

- Todos los alimentos se deben presentar en forma de alimentos de consumo diario.
- Su consumo no produce efectos nocivos.
- Tiene propiedades nutritivas y beneficiosas para el organismo y su desarrollo metabólico.
- Previene o disminuye el riesgo de contraer enfermedades, además puede mejorar el estado de salud del individuo.
- Deben poder demostrarse sus efectos beneficiosos dentro de las cantidades que normalmente se consumen en la dieta.

## **Tipos de alimentos funcionales**

### **Prebióticos, Simbióticos y Probióticos**

Los alimentos con prebióticos son simplemente alimentos que contienen una comunidad de bacterias benéficas para el intestino de las personas por otro lado los alimentos probióticos son alimentos con alto contenido de fibra para el correcto desarrollo de estas comunidades bacterianas.

La combinación de los probióticos y prebióticos en productos alimenticios como ingredientes funcionales se hace cada vez más evidente en la industria alimentaria, según Azevedo, et al., (2016) los prebióticos son ingredientes no digestivos que forman parte de los alimentos y que benefician a la persona que lo consume, mediante la estimulación del crecimiento y de la actividad de las bacterias en el colon, favoreciendo así el tránsito intestinal y el equilibrio de la flora intestinal.

**Tabla 1**

*Ejemplos de ingredientes para alimentos funcionales*

| INGREDIENTE FUNCIONAL | EJEMPLOS  | BENEFICIOS A LA SALUD  |
|-----------------------|---|--|
| Probiótico            | B.bifidum<br>Saccharomyces boulardii<br>L.acidophilus<br>L. casei<br>Propionibacterium freudenreichii<br>Lactobacillus Bulgaricus   | Reducción de intolerancia a la lactosa, diarreas infecciosas, estimulación de sistema inmunológico   |
| Prebiótico            | Galacto-oligosacaridos, ácido lactobiónico, inulina y fructooligosacáridos (FOS), lignina, celulosa, pectinas, $\beta$ -glucano   | Regulación y salud intestinal<br>Reducción de riesgos hacia estreñimiento, diarreas infecciosas, osteoporosis aterosclerosis y enfermedad cardiovascular obesidad, diabetes mellitus tipo 2, hipocolesterolemico e hipolipemiente  |
| Simbiótico            | Lactobacillus casei Sancor CRL 431+ Lactobacillus acidophilus Sancor CRL 730 (johnsonii) + Fructanos naturales (Inulina-FOS).<br>Bifidobacterium animalis DN 173010 + Prebiótico FOS (inulina). | Favorecer el desarrollo/ actividad de los probióticos para potenciar sus propiedades saludables, generando un efecto sinérgico. Esto implica que un producto solo puede ser denominado simbiótico si demuestra favorecer un efecto beneficioso mayor al de la suma de los generados, separadamente, por sus integrantes. |

**Fuente:** adaptación de Cortés, et al. (2017)

### **Alimentos funcionales naturales**

Uno de los componentes bioactivos más importantes del café es el alcaloide metilxantina cafeína, que se encuentran entre 1.2% y 2.2% de café. La cafeína es un compuesto dietético que presenta acción estimulante, no es un nutriente y ocurre en plantas como los granos de café. Los ácidos clorogénicos son otros importantes compuestos bioactivos, que se encuentran especialmente en el café verde, en las semillas de café arabica y cafe canephora e incluyen: ácido cafeoilquínico, ácido dicafeoilquínico, ácido feruloilquínico, ácido p-cumaroilquínico y ácido cafeoil-feruloilquínico. Durante el proceso de tostado, el café tostado es rico en una variedad de compuestos que proporcionan aroma, sabor y color debido a las reacciones químicas (Konstantinidi & Koutelidakis, 2019).

El té verde se fabrica en gran medida mediante la rápida vaporización de hojas recién cosechadas de la planta Camellia sinesis. Este proceso conduce a la desactivación del polifenol oxidasa (una metaloproteína que contiene cobre, responsable de la oxidación de los polifenoles a quinonas), en consecuencia, la preservación de las catequinas de la posible oxidación enzimática durante la fermentación o el secado (Rashidinejad et al. 2021).

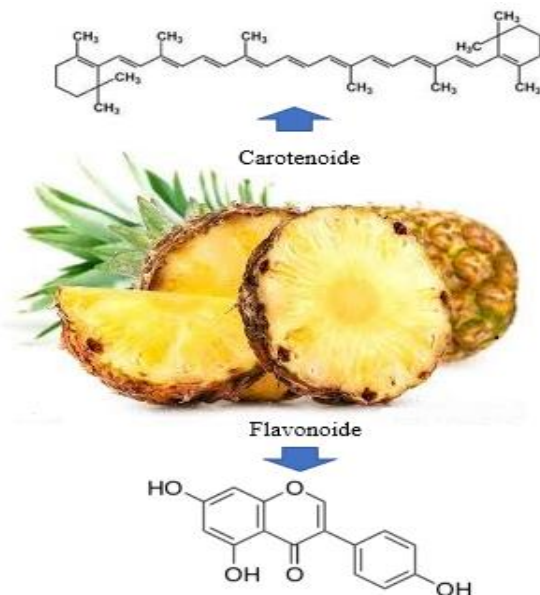
La guayaba (*Psidium*): Es una fruta exótica muy apetecida por las personas debido a que posee un sabor y aroma agradable para el paladar, en los últimos años ha llamado la atención por parte de los investigadores debido a que contiene alto contenido fenólico y antioxidantes que la hacen clasificar como una súper fruta, por otro lado, la guayaba roja supera en carotenoides a la guayaba blanca (da Silva Lima, et al., 2019). Esta fruta es muy versátil para su procesamiento agroindustrial.

En la antigüedad el suero de leche era usado como tratamiento para ciertas enfermedades y fue considerado como una bebida medicinal debido a que tiene varios componentes moleculares beneficiosos para la salud. Los componentes principales que destacan son:  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG, 3,3 g/l de leche total (TMP)) y  $\alpha$ -lactoalbúmina ( $\alpha$ -LA, 1.2 g/L TMP), y los componentes en concentraciones menores incluyen albúmina de suero bovino (BSA, 0,3 g/L TMP), lactoferrina bovina (BLF, 0,1 g/L TMP), inmunoglobulinas (0,5–1 g/L TMP), lactoperoxidasa (0,03 g/L TMP) y proteínas GMP (1.2 g/L TMP) (Dullius, et al., 2018).

La piña (*Ananas comosus*): Es una fruta tropical que se la puede consumir de forma natural sin ningún tipo de procesamiento, es considerada como una fuente altamente alimenticia de macro y micronutrientes, está compuesta por compuestos bioactivos que la hacen beneficiosa para la salud humana particularmente para prevenir enfermedades como: cardiovasculares, diabetes y cáncer. Estudios realizados muestran la presencia de compuestos bioactivos agrupados según su estructura funcional química incluye carotenoides, flavonoides, fibra dietética, fitoesteroles y moléculas muy activas como el ácido ascórbico (Ibarra et al., 2021). Los subproductos de la piña como la cascara aportan un alto de fibra dietética por otro lado la pulpa aporta antioxidante tales como ácido ascórbico y carotenoides.

### Figura 1

*Carotenoides y Flavonoides en la piña*



### Microalgas

Las microalgas también pueden considerarse como un alimento funcional según Olmedo (2019) explica que existen estudios que han demostrado que las biomoléculas presentes en las microalgas tienen la capacidad para modificar la respuesta biológica de las células. La elaboración de alimentos funcionales utiliza estas microalgas que impulsa el elevado contenido de proteínas alrededor de 50% más que de los cereales incluyendo a algunas oleaginosas.



El mayor porcentaje de productos que se comercializan actualmente son suplementados principalmente con la biomasa seca de microalgas y aunque la mayoría de resultados obtenidos son prometedores, también se han dado casos de efectos secundarios y alergias, que pueden deberse a la estructura tridimensional de las proteínas, a otros componentes presentes en la célula o incluso a un procesamiento insuficiente, dificultando la digestibilidad y ocasionando trastornos intestinales (Rani, et al., 2018). Sin embargo los avances científicos para el aislamiento de proteínas en su forma nativa no se han detenido, también se emplea una gran esfuerzo para la determinación de su bioactividad pero esto se ha dificultado debido a la sensibilidad de las proteínas de microalgas a los procesos de extracción y aislamiento existentes que las desnaturalizan, por lo que las investigaciones mayormente han observado los efectos de los péptidos obtenidos mediante hidrólisis inducidas con enzimas específicas obtenidas de plantas, microorganismos y animales (Ejike, et al., 2017).

### **Acelga**

Es rica en vitamina A muy importante para mantener una piel sana, una buena visión ya que posee propiedades antioxidantes por lo que ayuda a proteger de los rayos libres, infecciones y enfermedades degenerativas. Una porción de acelga aporta al cuerpo una gran cantidad de hierro, magnesio, potasio, yodo y vitamina c (Hernandez, Hernandez, & Verónica, 2017).

### **Quinua**

La *Chenopodium quinoa* es conocida tradicionalmente como quinua, es una de las plantas alimenticias más antiguas del área andina pues su cultivo alcanza reconocimiento en las sociedades del área, especialmente desde la civilización inca. En el clima andino su potencial productivo es alto, siendo una especie anual, dicotiledónea, perteneciente a la familia de las *Amaranthaceae* (Vargas Zambrano, et al., 2019).

### **Alimentos funcionales diseñados y su aporte a la salud**

Los alimentos diseñados son alimentos procesados que contienen ingredientes alimenticios naturales. La sustancia fitoquímica está compuesto concentrado en frutas y verduras, ingerido diariamente, que puede modular el metabolismo humano. Uno de los factores más importantes para el éxito de cualquier programa de incorporación de nutrientes a los alimentos es la elección del alimento portador. En primer lugar, es necesario conocer los gustos y las necesidades nutricionales de la población a la que van destinados estos productos. Se espera que su consumo mejore el estado alimenticio y de salud de la población en su conjunto, por lo que las características organolépticas del alimento fortificado deberán ser del agrado y aceptación del consumidor. Esto hace que no cualquier alimento pueda ser fortificado, aunque técnicamente sea posible. Además, no todos los nutrientes pueden ser adicionados, puesto que su estabilidad dentro de la matriz del alimento, así como sus efectos sobre la naturaleza y calidad del mismo, tienen la última palabra en la viabilidad del proceso y en la aceptación por el consumidor. Así pues, la selección del alimento deberá garantizar las siguientes consideraciones:

- Control de calidad.
- Estabilidad y biodisponibilidad de los nutrientes bajo condiciones de uso y almacenamiento.
- Las características organolépticas no deben sufrir cambios significativos.
- Ser económicamente viable a través de un proceso industrial.
- No toxicidad debido a un exceso de la dosis empleada o por interacciones con otros componentes originales del alimento.
- El alimento seleccionado debe ser consumido regularmente y en cantidades predecibles por la población.

El calostro bovino es una materia prima que puede sustituir por leche de vaca para la elaboración de alimentos funcionales debido a su alto valor nutricional según Reyes et al. (2020), menciona

sobre una evaluación de la bacteria de ácido láctica aislada del calostro caprino para la aplicación en alimentos diseñados con el fin de establecer un valor industrial.

El desarrollo de alimentos funcionales es fundamental para las empresas de alimentos e incluye el diseño, optimización y desarrollo de diferentes formulaciones, así como las técnicas de procesamiento que se aplican a los productos alimenticios antes de que sean entregados al mercado. Por ejemplo, el uso de termo

El procesamiento tiene una influencia decisiva en la biodisponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos presentes en los alimentos (Koubaa, et al., 2018).

Las bebidas funcionales son productos líquidos que se caracterizan por contener una adecuada cantidad de probióticos o prebióticos estos pueden ser beneficiosos para la salud, entre los más comunes tenemos el yogurt también se puede elaborar bebidas frutales con adición de probióticos. La elaboración de bebidas de bionectar es un gran aporte que se puede hacer a los consumidores que buscan cuidar de su salud. El crecimiento positivo de bacterias ácido lácticas en estos tipos de alimentos muestra que es factible utilizar las matrices vegetales como sustrato para los probióticos, que ayudan a obtener todos los beneficios del proceso de fermentación, por lo tanto, las frutas y vegetales representan alimentos que promueven la salud gracias a la combinación de probióticos y prebióticos naturalmente presentes en su estructura (Galvano, Condelli, Caruso, & Colangelo, 2015).

Como se dijo anteriormente los alimentos funcionales son aquellos que contienen compuestos biológicamente activos, en la naturaleza se puede encontrar en gran cantidad los microorganismos benéficos para la salud, estos compuestos biológicos pueden ser considerados como materias primas para la formulación y desarrollo de nuevos productos nutraceuticos. Existen numerosas técnicas de extracción de los compuestos bioactivos, las cuales incluye: extracción asistida por microondas, extracción asistida por ultrasonido, extracción asistida por alta presión, extracción asistida por descarga eléctrica de alto voltaje, extracción asistida por campo eléctrico pulsado y extracción de fluidos supercríticos (Poojary, et al., 2017).



**Tabla 2**

*Métodos de obtención*

| <b>TIPO DE MÉTODO</b>      | <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>APLICACIÓN</b>   |
|----------------------------|---|---|
| Ingeniería genética        | Son productos genéticamente desarrollados con cambios perdurables en el tiempo y de características especiales además de contar con muy buenas características organolépticas.  | Arroz con b-caroteno con un alto contenido de hierro, soja rica en ácido oleico y bajo en ácidos grasos saturados, cambios en algunos tipos de patas modificadas. |
| Técnicas en cultivo y cría | Modificaciones en las técnicas de cultivos vegetales y cría de animales pueden generar mejoras en los productos finales   | Huevos enriquecidos con ácidos grasos omega-3, leche y carne de vaca enriquecidas con ácido linoleico   |
| Incorporación a granel     | Este es el método más fácil y el más usado en el programa de fortificación y enriquecimiento de los alimentos. En general, implica la obtención de una mezcla homogénea que contiene los nutrientes a adicionar en las cantidades deseadas. | Las harinas, productos lácteos, los aceites vegetales, la margarina, las bebidas y los alimentos líquidos.  |

**Fuente:** adaptación de Cortés & Puente (2005)

### **Nanotecnología aplicada en alimentos funcionales.**

La nanotecnología estudia micropartículas de estructuras y materiales que tienen generalmente un tamaño de 1 a 100 nanómetros, que es equivalente a 1 metro dividido en 1 millo de partes.

El término microencapsulamiento de compuestos bioactivos se relaciona con una sustancia atrapada dentro del transportador que se la conoce como núcleo y la sustancia que encapsula el material del núcleo se denomina material de cubierta/matriz.

El material del núcleo se dispersa como pequeñas gotas dentro del material de la matriz. Para que el material central sea activo y útil, se deben considerar muchos factores, incluyendo estructura molecular (peso molecular y carga eléctrica), estado físico (ebullición y punto de fusión), estructura biológica (actividad antimicrobiana y bioactividad), solubilidad y superficie actividad, propiedades ópticas y estabilidad química (oxidación e hidrólisis) (Ye, et al., 2018).

Beneficios de la aplicación de la nanotecnología en los alimentos

- Aseguramiento de la calidad y seguridad alimentaria
- Análisis de composición
- Detección y neutralización de microorganismos alterantes y patógenos
- Contaminantes abióticos
- Detección de factores antinutricionales y alérgenos
- Control de procesos
- Alimentos más saludables, nutritivos y/o con mejores características organolépticas

- La incorporación de compuestos bioactivos en alimentos funcionales a menudo se torna un desafío, por lo que estos tienen malas características de solubilidad, imparten perfiles de sabores indeseables, son químicamente inestables o tienen baja biodisponibilidad (Jafari & McClements, 2017).

Por otro lado, existen métodos y aplicaciones de la nanotecnología para mejorar las características organolépticas, solubilidad, biodisponibilidad etc. en los alimentos, sin embargo, Santiago (2014) menciona que hay que tomar en cuenta los riesgos que puede causar con la aplicación de la nanociencia en los alimentos.

### **Alimentos basados en fibra y compuestos fenólicos**

La implementación de alimentos con contenido de fibra va tomando fuerza, gracias a las funciones de este componente que aporta a nuestro organismo. Según Suarez, et al., (2017), afirma que la fibra está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas y ceras que ayudan al buen funcionamiento de intestino. La fibra insoluble provoca una buena digestión en el organismo, mientras que la fibra soluble reduce el colesterol y los niveles de glucosa en la sangre. La agroindustria ha utilizado las características fisicoquímicas para de la fibra para mejorar los productos en cuestión a las características sensoriales, viscosidad, textura, vida útil entre otros (Blanco, et al., 2018).

El  $\beta$ -glucano es una fibra dietética que está constituido por polisacáridos de monómeros D-glucosa ligados con enlaces glucosídicos. Se encuentra en proporciones de 3 a 7% en el grano entero de la avena. Se ha investigado el efecto a largo plazo de la ingesta de  $\beta$ -glucanos de avena en el metabolismo de la glucosa y durante años se ha sugerido que la ingesta de al menos 3 g de  $\beta$ -glucanos conducen a niveles reducidos de colesterol y picos de glucosa postprandial inferiores, pero sin presentar efectos en los niveles de glucosa plasmática en ayunas (Ordoñez, et al., 2019).

### **Fibra Soluble**

Este tipo de fibra está conformada por gomas, mucílagos y pectinas las cuales pueden ser solubilizadas formando una especie de gel cuando se mezcla con líquidos. Se la encuentra en frutas y verduras también de las puede encontrar en el salvado (arroz, avena, cebada y maíz). La fibra soluble ayuda a controlar los niveles de azúcar en la sangre y el buen funcionamiento del colon. Según Villanueva, (2020) afirma que para lograr estos beneficios es necesario tener una dieta diaria en porciones adecuadas.

La fibra dietética de las frutas juega un papel muy importante en los alimentos, un estudio realizado por Rana, et al., (2015), asegura que la fibra liofilizada en la pulpa de manzana tiene propiedades funcionales, posee una gran capacidad de absorción de glucosa, contiene compuestos fenólicos con acción antioxidante. Se ha podido evidenciar en numerosos estudios el uso del epicarpio como fuente de fibra dietética. Okiyama, et al., (2017), dan a conocer los beneficios del epicarpio del cacao, el cual permite controlar los altos niveles de azúcar en la sangre y el colesterol, además de una reducción en los trastornos cardiometabólicos. Este tipo de fibra puede ser implementada en preparaciones de galletas, pasteles o suplementos dietéticos de chocolate gracias a sus propiedades similares y funcionales que tiene con la fibra de algarroba.

Los compuestos fenólicos son componentes que constituyen al grupo de los micronutrientes presentes en el reino vegetal importantes en la dieta humana, como: fenoles, ácidos fenólicos, antocianinas, triterpenos, compuestos sulfurados, resveratrol, tioalilos, entre otros, siendo metabolitos secundarios de las plantas que poseen propiedades de gran interés (Lamos, et al., 2018).

### **Alimentos Funcionales ricos en ácidos grasos**

Dentro de los ácidos grasos que contiene la dieta del ser humano se encuentran dos grupos, uno de ellos es esenciales para el organismo y otros no. El ser humano tiene la dificultad de poder producir autónomamente los esenciales, por ende, se suministran por medio de los alimentos siendo una buena fuente de energía, cuando hay deficiencia de este tipo de ácidos como el  $\alpha$ -linolénico (omega 3) y el linoleico (omega 6) (Lemahieu et al., 2017) ocasionan anomalías y más si se consumen ácidos saturados o trans que pueden propiciar riesgos a la salud del consumidor (Moghadasian y Shahidi, 2016).

Por ello, en los últimos tiempos las grasas poliinsaturadas (PUFA) o ácidos grasos volátiles son de gran interés puesto que se encuentran en cantidades versátiles en membranas celulares de especies mamíferas entre las más importantes están: el ácido docosahexaenoico (DHA) y el eicosapentaenoico (EPA), de la familia de omega-3, en donde los mariscos son la fuente más rica de estos componentes, mientras el ácido  $\alpha$ -linoleico se encuentra en vegetales como aceites de semillas, hojas verdes y leguminosas (Colussi et al., 2016). Estos compuestos propician una disminución en el número de personas que presentan enfermedades cardiovasculares y en aquellos que mueren por esa causa. (Baker, et al., 2016).

### **Fitoestrógenos**

Las isoflavonas pertenecen al grupo de los fitoestrógenos, son compuestos bioactivos que poseen similitud estructural con los estrógenos y el consumo de estos compuestos tienen efectos positivos sobre el estado de salud González & Durán (2014) y Markovic et al. (2015). Las isoflavonas se encuentran naturalmente en los vegetales, la soya y sus derivados son la mayor fuente de estas, pero recientemente se ha mostrado interés por otras fuentes, como las lentejas, garbanzos, frijoles, habas, guisantes, algunas semillas y frutas (VilaDonat et al., 2015).

Los primeros estudios para los fitoestrógenos se enfocaron en evitar el riesgo de contraer cáncer de mama y la potencialidad que tienen las isoflavonas como anticancerígeno; se evidenció que la administración de productos derivados de soya incide en la disminución de tumores de cáncer de mama en la menopausia, próstata, hígado, pulmón y esófago (González y Durán, 2014).

Actualmente se ha demostrado que la soya tiene gran incidencia en la prevención de osteoporosis, utilizado como antioxidante y en la salud cardiovascular gracias a las proteínas e isoflavonas que esta contiene para reducir el riesgo de estas enfermedades (Carmignani, Orcesi, Costa y Pinto, 2014; Mendoza, Roa y Ahumada, 2015). Por otro lado, estudios epidemiológicos asocian que consumir cebada reduce las probabilidades de adquirir enfermedades del corazón, cáncer de colon, presión y cálculos biliares, debido a los componentes bioactivos que esta posee (flavonoides y lignanos) y la prevención que ejercen en el desarrollo de enfermedades crónicas (Idehen, Tang y Sang, 2017).

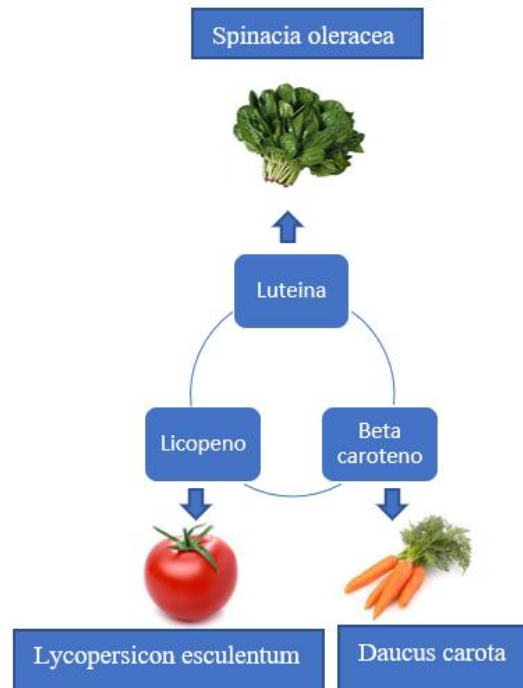
### **Carotenoides**

Existen algunos alimentos funcionales con capacidad antioxidante que tienen la capacidad de inhibir retrasar las lesiones causadas por los radicales libres, que son moléculas con uno o más electrones desapareados que reaccionan rápidamente con diferentes dianas celulares provocando daños que se asocian con enfermedades degenerativas y el envejecimiento. Los radicales libres de ciertas reacciones pueden ser reemplazadas por antioxidantes que se encuentra en la papa dulce como ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol, carotenoides y polifenoles (Vizzotto, et al.2017).

La coloración roja, amarilla y naranja de algunos vegetales se debe principalmente a la presencia de carotenoides en su estructura. También son uno de los grupos más importantes de pigmentos naturales debido a su amplia distribución, diversidad estructural y muchas funciones medicinales por su acción antioxidante (Rosa, et al., 2016).

**Figura 2**

*Carotenoides esenciales en legumbres*



**MÉTODO**

En el presente estudio se utilizó un enfoque cualitativo debido a que los métodos de investigación cualitativa ayudan a la obtención de información sobre un tema determinado, sin la necesidad de perseguir criterios de exhaustividad, extensión ni representatividad. Es así que la información se obtuvo por medio de la recolección de datos sobre alimentos funcionales y su efecto en el control de la diabetes de distintas fuentes bibliográficas como: revistas, tesis, repositorios digitales, libros. Dicha información se la analiza y se la utiliza para desarrollar la presente investigación.

**RESULTADOS**

Los problemas de salud pública en países desarrollados generan un elevado coste económico, principalmente por el envejecimiento de la población y el aumento de la prevalencia de determinadas enfermedades crónicas. Una de las medidas para hacer frente a estos desafíos, es incluir los Alimentos Funcionales, como estrategia en la reducción del riesgo de patologías y para incidir en un óptimo estado de salud. No obstante, se debe enfatizar que los Alimentos Funcionales no curan ni previenen por sí solos, sino se acompañan de un estilo de vida saludable (Illanes, 2015).

En el área clínica, el uso de estos alimentos tiene un mayor beneficio, principalmente para aquellas personas que no pueden ingerir ciertos nutrientes necesarios para prevenir patologías a las que de antemano están predispuestas o, para individuos que no alcanzan las recomendaciones generales que garanticen el mantenimiento de una adecuada calidad de vida (González, et al., 2015).

La biomedicina propone el desplazamiento del tratamiento hacia la prevención de la enfermedad la industria agroalimentaria comienza a producir un tipo especial de alimentos, más identificados con la función nutricia que alimentaria, hedónica o prestigiosa, adicionándolos con los nutrientes que la moda biomédica. entroniza: en los 70 fueron las vitaminas, en los 80 las proteínas, en los 90 las fibras, a principios del tercer milenio los ácidos grasos y en esta última década los

prebióticos (sustancias que ayudan al crecimiento de bacterias intestinales beneficiosas) y probióticos (organismos vivos que benefician la salud intestinal) (Aguirre, 2019).

**Figura 3**

*Generación de un Alimento Funcional*



**Fuente:** adaptado de Cázares et.al (2018)

**Aplicación de Alimentos Funcionales en una Dieta**

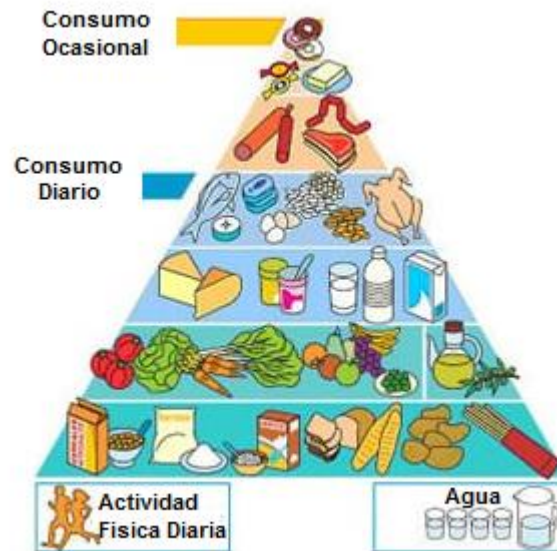
A continuación, se presenta la aplicación en un caso clínico con plan de alimentación regulado, en el que se han incorporado alimentos funcionales.

Paciente femenino de 27 años de edad, con ingesta predominante de hidratos de carbono simples y lípidos, relacionados con malos hábitos alimenticios e inactividad física, evidenciado por sus datos antropométricos: peso 61 kg, talla 1,59 m, porcentaje de grasa 33% o 18.9 kg de masa grasa, refiere un excedente de 2 kg y una edad metabólica alterada, IMC 22,5 kg/m<sup>2</sup>; peso normal, complexión pequeña, distribución corporal androide, consumo de 450mg/día de colesterol mediante anamnesis (Berona, et al., 2015).



**Figura 4**

*Pirámide de Alimentación Saludable*



**Fuente:** adaptación de Lamos, Díaz, Sánchez, & Girón (2018)

### **Dieta para un Diabético**

Los diabéticos deben tener una muy buena alimentación para no padecer con agravantes de esta enfermedad crónica. En su alimentación esta comer dulces menos de una vez a la semana; lácteos de dos a cuatro raciones al día; carne y pescado de 3 a 5 raciones a la semana; frutas más de dos raciones al día; pan, arroz, cereales, tubérculos de tres a cinco raciones al día; hortalizas de 3 a cinco raciones a la semana.

### **DISCUSIÓN**

Los alimentos que les considera como funcionales hace referencia a aquellos naturales, modificados o a los que se les han añadido ácidos grasos, vitaminas, minerales, sustancias antioxidantes, fibra, probióticos, prebióticos, simbióticos, antioxidantes y compuestos azufrados (Aguirre, 2019). Entre los alimentos naturales o alimentos que han sido manipulados se encuentran los cereales o los lácteos (Cortés, Chiralt, & Puente, 2005). Los alimentos que aporten a una dieta con alto contenido de antioxidantes pueden reducir significativamente los trastornos de ansiedad y enfermedades relacionadas a la hipertensión y diabetes. Las macroalgas marinas específicamente las algas pardas, contienen una gran cantidad de flavonoides, catequinas, florotaninos que ayudan a buen funcionamiento del organismo (Murray, et al., 2018). Existen alternativas para prevenir y/o mitigar la DM, en particular, la práctica regular de actividad física y alimentación adecuada. En el caso de los hábitos alimenticios, la Asociación Americana de Diabetes, recomienda el consumo de ciertos alimentos, tales como: vegetales sin almidón, algunas frutas, legumbres, frutos secos, semillas y granos integrales.

### **CONCLUSIÓN**

Los alimentos funcionales pueden prevenir diversas enfermedades que son muy comunes en la sociedad, a menudo las personas están acostumbradas a comer alimentos de muy bajo valor nutricional, esto en un futuro puede desencadenar en varias enfermedades que a nivel mundial está matando a miles de personas. Además, estos alimentos tienen un gran efecto sobre el desarrollo metabólico, regulación mental y cognitiva de las personas que consumen alimentos funcionales.



La nanotecnología es una muy buena herramienta para la elaboración de alimentos que pueden ser beneficiosos para la salud de las personas. Estas enfermedades como la diabetes se pueden prevenir con una correcta alimentación y ejercicio diariamente, diversos estudios demuestran que alimentarse correctamente ayuda a un correcto funcionamiento de nuestro metabolismo.

El mundo de los alimentos funcionales todavía puede considerarse como un entorno experimental con algunos productos confirmados, donde los microorganismos han demostrado su capacidad para influir notablemente en la calidad y funcionalidad. Una de las causas de la diabetes es el consumo excesivo de carbohidratos que con el pasar de los años hacen que se produzca en exceso de azúcar en la sangre y a una baja producción de insulina.

## REFERENCIAS

- Aguirre, P. (2019). Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades. *AIBR: Revista de Antropología Iberoamericana*, 14(1), 95-120.
- Alkhatib, A., & Bahorun, T. (2017). Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management. *Nutrients*, 9(12), 1-18.
- Arias, D., Montaña, L., Velasco, M., & Martínez, J. (2017). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Revista Tecnura*, 22(57), 55-68.
- Azevedo, R., Fosse, J., Pereira, S., Cardoso, L., Andrade, D., & Vidal, J. (2016). Dietary mannan oligo-saccharide and *Bacillus subtilis* in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(4), 347-353.
- Baker, J., Miles, A., Burdge, C., & Yaquob, C. (2016). Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. *Progress in Lipid Research*, 64, 30-56.
- Berona, C., Koncke, F., & Toledo, M. C. (2022). Metodología aplicada en la estimación de la ingesta de alimentos por recordatorio de 24 horas en una población escolar que recibe alimentación en el centro educativo y en el hogar. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26.
- Blanco, M. S., León, A. E., & Ribotta, P. D. (2018). In-corporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. *Food Chemistry*, 271, 309-317.
- Bocanegra, A., Macho-González, A., Garcimartín, A., Benedí, J., & Sánchez-Muniz, F. (2021). Whole Alga, Algal Extracts, and Compounds as Ingredients of Functional Foods: Composition and Action Mechanism Relationships in the Prevention and Treatment of Type-2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(8), 3816.
- Cázares, R., Preciado, A., & González, G. (2018). Alimentos funcionales y su papel en problemas de salud nacional: caso de la diabetes. *ResearchGate*, 754-786.
- Colussi, G., Catena, C., Novello, M., Bertin, N., & Sechi, L. (2016). Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: relevance for cardiovascular outcomes. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 27, 191-200.
- Cortés, M., Chiralt, A., & Puente, L. (2005). Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. *Vitae*, 12(1), 5-14.
- Cortés-Sánchez, A. D., León-Sánchez, J. R., Jiménez-González, F. J., Díaz-Ramírez, M., & Villanueva-Carvajal, A. (2017). Alimentos funcionales, alfalfa y fitoestrógenos.
- da Silva Lima, R., Ferreira, S. R., Vitali, L., & Block, J. M. (2019). May the superfruit red guava and its processing waste be a potential ingredient in functional foods? *Food Research International*, 115, 451-459.
- Dullius, A., Goettert, M. I., & de Souza, C. F. (2018). Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods – Biotechnological facilitation of industrial scale-up. *Journal of Functional Foods*, 42, 58-74.
- Ejike, C. E., Collins, S. A., Balasuriya, N., Swanson, A. K., Mason, B., & Udenigwe, C. C. (2017). Prospects of microalgae proteins in producing peptide-based functional foods for promoting cardiovascular health. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 30-36.
- Escott, S., Martínez, M. E., & Salazar, L. V. (2016). *Nutrición, diagnóstico y tratamiento*. Lippincott Williams & Wilkins.

Galgano, F., Condelli, N., Caruso, M., & Colangelo, M. (2015). Probiotics and Prebiotics in Fruits and Vegetables: Technological and Sensory Aspects. In: Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods. (R. Rai, & J. A. Bai, Edits.) ResearchGate, 189-201.

Gong, X., Li, X., Xia, Y., Xu, J., Li, Q., Zhang, C., y otros. (2020). Effects of phytochemicals from plant-based functional foods on hyperlipidemia and their underpinning mechanisms. Trends in Food Science & Technology, 103, 304-320.

González, L., Perea, J., & Ortega, R. (2015). Los alimentos funcionales en el contexto de la dieta mediterránea. Revista Mediterráneo Económico(27), 139-160.

Heredia, C. B. (2016). Alimentos funcionales. Farmacia profesional, 30(3), 12-14.

Hernandez, N., Hernandez, C., & Verónica, R. (2017). Elaboración de tamal a base de sorgo blanco (*Sorghum bicolor* L. moench) y moringa (*M. oleífera*) como alimento funcional. Quinto Encuentro de Jóvenes Investigadores, 3, 81-84.

Ibarra, E. O., Ramírez, G. H., & Ibarra, I. H. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP, 7(14), 24-28.

Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales. Revista Colombiana de Biotecnología, XVII(1), 5-8.

Jafari, S. M., & McClements, D. J. (2017). Nanotechnology approaches for increasing nutrient bioavailability. Advances in food and nutrition research, 81, 1-30.

Kareb, O., & Aider, M. (2019). Whey and Its Derivatives for Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Functional Foods: a Critical Review. Probiotics and antimicrobial proteins, 11(2), 348-369.

Konstantinidi, M., & Koutelidakis, A. E. (2019). Functional foods and bioactive compounds: A review of its possible role on weight management and obesity's metabolic consequences. Medicines, 6(3), 94.

Koubaa, M., Barba, F., Bursać, D., Putnik, P., Santos, M., Queirós, R., y otros. (2018). Pulsed electric field processing of fruit juices. Fruit Juices, Elsevier, 437-449.

Lamos, D. A., Díaz, L. N., Sánchez, M. A., & Girón, J. M. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. Tecnura, 22(57), 55-68.

Larios, I., Quintana, O. M., & Alvarado, R. O. (2021). Efecto hipoglucemiante de un alimento funcional a base de lenteja y aceite de capulín, sobre un modelo experimental murino con diabetes mellitus tipo 2. Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 41(4).

Lemahieu, C., Bruneel, C., Muylaert, K., Buyse, J., & Foubert, I. (2017). Microalgal Feed Supplementation to Enrich Eggs with Omega-3 Fatty Acids. . Egg Innovations and Strategies for Improvements. 36, 383-391.

Moghadasian, M., & Shahidi, F. (2016). Fatty Acids. Module in Biomedical Sciences. International Encyclopedia of Public Health, 2, 114-112.

Murray, M., Dordevic, A. L., Ryan, L., & Bonham, M. P. (2018). An emerging trend in functional foods for the prevention of cardiovascular disease and diabetes: Marine algal polyphenols. Critical reviews in food science and nutrition, 58(8), 1342-1358.

Okiyama, D., Navarro, S., & Rodrigues, C. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. . Trends in Food Science & Technology, 63, 103-112.

Olmedo, V. (2019). Carbohidratos y proteínas en microalgas: potenciales alimentos funcionales. Brazilian Journal of Food Technology(22), 1-12.

- Ordoñez, R., Pastora, W., & Calix, C. (2019). Evaluación del efecto que ejerce el consumo de  $\beta$ -glucanos de avena (*Avena sativa* L.) como tratamiento complementario en personas con diabetes mellitus tipo 2 en la Ciudad de Choluteca octubre-noviembre del 2018. *ResearchGate*, 1-10.
- Poojary, M. M., Putnik, P., Kovačević, D. B., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Dias, D. A., y otros. (2017). Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal of Food Composition and Analysis*, 61, 28-39.
- Rana, S., Gupta, S., Rana, A., & Bhushan, S. (2015). Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient. *Food Science and Human Wellness*, 4(4), 180-187.
- Rani, K., Sandal, N., & Sahoo, P. K. (2018). A comprehensive review on chlorella- its composition, health benefits, market and regulatory scenario. *The Pharma Innovation Journal*, 7(7), 584-589.
- Rashidinejad, A., Boostani, S., Babazadeh, A., Rehman, A., Rezaei, A., Akbari-Alavijeh, S., y otros. (2021). Opportunities and challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods. *Food Research International*(142).
- Reyes-Portillo, K. A., Soto-Simental, S., Hernández-Sánchez, H., Quintero-Lira, A., & Piloni-Martini, J. (2020). Alimentos funcionales a partir de calostro bovino. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 6(12), 9-11.
- Rosa, C. I., Clemente, E., Oliveira, D. M., Todisco, K. M., & Costa, J. M. (2016). Effects of 1-MCP on the post-harvest quality of the orange cv. Pera stored under refrigeration. *Revista Ciência Agronômica*, 47, 624-632.
- Santiago, J. (2014). Nanotecnología y alimentos funcionales. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 80(3), 155-155.
- Suarez, J. L., Restrepo, J. W., Quinchía, F., & Mercado, F. A. (2017). Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica. *Revista Tecnura*, 21(51), 57-66.
- Vargas Zambrano, P., Arteaga Solorzano, R., & Cruz Viera, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. *Centro Azúcar*, 46(4), 89-100.
- Villanueva, M. (2020). Revisión de Literatura: Alimentos funcionales en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y propuesta de elaboración de chocolate funcional en la EAP, Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras.
- Vizzotto, M., Pereira, E. D., Vinholes, J. R., Munhoz, P. C., Ferri, N. M., Castro, L. A., y otros. (2017). Physicochemical and antioxidant capacity analysis of colored sweet potato genotypes: in natura and thermally processed. *Ciência Rural*, 47.
- Ye, Q., Georges, N., & Selomulya, C. (2018). Microencapsulation of active ingredients in functional foods: From research stage to commercial food products. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 167-179.