

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**Tesis previa a la obtención de título de
Licenciada en Nutrición y Dietética**

AUTOR: Doménica Isabela Pontón Chamorro

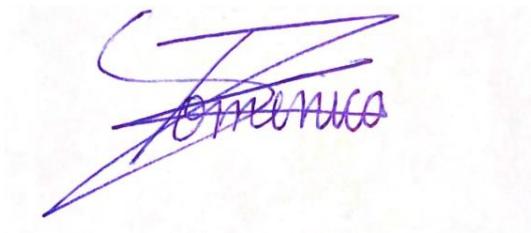
TUTOR: Ma.Gabriela Loza

“Elaboración de un producto funcional con alimentos ricos en luteína y zeaxantina (pimiento naranja, kale y piña) como alternativa saludable y complemento de una dieta equilibrada.”

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA:

Yo, Doménica Isabela Pontón Chamorro, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Doménica', is written over a faint, light-colored rectangular stamp or watermark.

Doménica Pontón

1751207554

APROBACIÓN DEL TUTOR:

Yo, **María Gabriela Loza**, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gabriela Loza', is centered on the page. The signature is written in a cursive style and is underlined.

Dra.Ma Gabriela Loza
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA:

Me gustaría dedicar este proyecto a quienes han estado presentes en este camino de alcanzar uno de mis objetivos de vida, que es ser una profesional de la salud, de una carrera que me apasiona mucho, como lo es la nutrición. Por lo que debo agradecer a mi madre y mi abuelo, quienes me han apoyado enormemente durante toda la carrera, y han estado para mí en cualquier momento tanto bueno como malo dándome su amor incondicional y buenos consejos que me han ayudado a afrontar cada adversidad de la mejor manera. También agradezco a mi hermana quien siempre me saca una sonrisa con sus ocurrencias y está dispuesta a ayudarme en cualquier momento.

Y a la vez se lo quiero dedicar a una persona que siempre me acompaña desde el cielo, mi padre, que a pesar de que no está conmigo físicamente siempre lo recuerdo en mi corazón, otorgándome todo su amor, confiando en mí y en mis capacidades; ya que desde el inicio que escogí la carrera él estuvo feliz y me acompañó a la universidad por primera vez para demostrarme su apoyo.

AGRADECIMIENTOS:

Deseo agradecer a mi madre por todos los sacrificios y esfuerzos que ha realizado para ayudarme a cumplir mi meta de ser profesional, al igual que a mi Abuelo.

A los profesores de la UIDE, quienes me han otorgado un grande aprendizaje que se han convertido en las herramientas necesarias para culminar de una buena manera esta etapa de mi vida.

A mi tutora la Dra, Gabriela Loza, por su tiempo y conocimientos, apoyándome así en cada paso de este proyecto.

INDICE GENERAL:

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR:	3
DEDICATORIA:	4
AGRADECIMIENTOS:.....	5
INDICE GENERAL:	6
INDICE DE TABLAS:	8
INDICE DE FIGURAS:	9
LISTA DE ABREVIATURAS:.....	10
RESUMEN:	11
ABSTRACT:	13
INTRODUCCIÓN:	16
JUSTIFICACIÓN:.....	17
MARCO TEORICO:.....	19
CAPITULO 1. Alimentos funcionales.....	19
1.1 Historia y definición de los alimentos funcionales	19
1.2 Características de alimentos funcionales	20
1.3 Ejemplos de alimentos funcionales	22
CAPITULO 2. El rol de la luteína y zeaxantina en la prevención y tratamiento de enfermedades.....	23
2.1 Información de la luteína y zeaxantina	23
2.2 Función protectora de la luteína y zeaxantina en la salud ocular	27
2.3 Función antioxidante y antiinflamatoria de luteína y zeaxantina	31
2.4 Efecto de la luteína y zeaxantina en el cerebro pediátrico	32
2.5 Función protectora de luteína y zeaxantina en la función cognitiva	33
2.6 Suplementos de luteína y zeaxantina en el mercado	36
CAPITULO 3. Fuentes dietéticas de luteína y zeaxantina	38
3.1 Alimentos altos en luteína y zeaxantina	38
Tabla 2. Alimentos ricos en luteína y zeaxantina.....	40

3.2 Pimiento origen y características.....	40
3.3 Kale origen, características	44
3.4 Piña origen, características	47
CAPITULO 4. EDUCACIÓN NUTRICIONAL Y SU PAPEL EN LA SALUD	51
4.1 Herramientas de educación nutricional y su importancia	51
4.2 Certificación de calidad de los alimentos	57
4.3 Características del etiquetado nutricional y su relevancia en la salud.....	59
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	62
Tabla 1. Afectados por pérdida de visión a nivel global en 2020 en hombres y mujeres de todas las edades	64
OBJETIVOS:	68
Objetivo general.....	68
Objetivos específicos:.....	68
METODOLOGÍA:.....	69
1.Localización geográfica	69
2.Marco conceptual.....	69
3.Marco espacial.....	69
4.Tipo de diseño de investigación.....	69
5.Materiales y equipos:	69
Tabla 3. Materiales y equipos empleados.	70
6. Descripción de los insumos para la formulación de la bebida	72
7. Descripción de los procesos para la obtención de la bebida.....	73
8.Análisis pH.....	83
9.Análisis de grados Brix.....	84
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	86
10.Etiquetado de la bebida	86
Tabla 5. Nutrientes por declararse y valor diario recomendado (VDR).	88
Tabla 6. Factores de conversión de nutrientes	88
Tabla 7. Contenido de componentes y concentraciones permitidas.....	89
11.Guía de beneficios funcionales de la bebida	90
12. Revisión Bibliográfica.....	90
10.1 Pregunta pico.....	90
10.2 Estrategia de búsqueda.....	91

10.3 Criterios de inclusión	91
10.4 Criterios de exclusión.....	92
RESULTADOS:	94
Resultado de elaboración del producto:.....	94
Tabla 8. Resultado características organolépticas del producto	95
Tabla 9. Resultados del análisis del producto.	95
Resultados revisión bibliográfica.....	78
Tabla 10. Resultados revisión bibliográfica	89
Resultado de la etiqueta nutricional del producto:.....	104
Resultado de la guía de los beneficios del producto:.....	106
DISCUSIONES:	117
CONCLUSIONES:	127
RECOMENDACIONES:	129
BIBLIOGRAFÍA:	130
ANEXOS:	140

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Alimentos ricos en luteína y zeaxantina.....	40
Tabla 2. Afectados por pérdida de visión a nivel global en 2020 en hombres y mujeres de todas las edades	64
Tabla 3. Materiales y equipos empleados.	70
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	86
Tabla 5. Nutrientes por declararse y valor diario recomendado (VDR).	88
Tabla 6. Factores de conversión de nutrientes	88
Tabla 7. Contenido de componentes y concentraciones permitidas.....	89
Tabla 8. Resultado características organolépticas del producto	95
Tabla 9. Resultados del análisis del producto.	95
Tabla 10. Resultados revisión bibliográfica	89

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Distribución de los carotenoides constituyentes de MP presentados a escala en una fotografía de una retina humana sana.....	24
Figura 2. Ejemplos de estructura de carotenoides naturales.....	25
Figura 3. Tabla de Composición de Alimentos, pimiento naranja.....	42
Figura 4. Tabla de composición nutricional en 100 gr de Kale.	47
Figura 5. Composición nutricional de la piña en 100 gr.	49
Figura 6. Pirámide alimenticia.	55
Figura 7. El plato para comer saludable.....	55
Figure 8. Etiqueta nutricional.....	61
Figura 9. Materiales comunes.....	71
Figura 10. Balanza	71
Figura 11. Extractora de jugos	72
Figura 12. Ingredientes cortados	75
Figura 13. Lavado del kale.....	76
Figura 14. Lavado del material de envase.	76
Figura 15. Esterilización del material de envase.....	77
Figura 16. Pimiento cortado.....	77
Figura 17. Kale cortado.....	77
Figura 19. Pesaje del pimiento.....	78
Figura 20. Pesaje del Kale.....	79
Figura 21. Pesaje de piña.....	79
Figura 22. Pesaje de coco.....	80
Figura 23. Medición de agua de coco	80
Figura 24. Proceso de obtención de la planta de Stevia.....	81
Figura 25. Stevia liquida.....	81
Figura 26. Medición de Stevia.....	82
Figura 27. Medición de semillas de chía.	82
Figura 28. Diagrama de flujo.....	83
Figura 29. PH-metro	84

Figura 30. Análisis del pH de la bebida	84
Figura 31. Brixómetro.	85
Figura 32. Muestra de la bebida en el brixómetro.....	85
Figura 33. Grados brix de a bebida funcional.....	86
Figura 34. Ejemplo de diagrama prisma.	94

LISTA DE ABREVIATURAS:

terminales de visualización visual (VDT), densidad óptica del pigmento macular (MPOD), índice de riesgo (HR), intervalo de confianza (IC), luteína(L) , zeaxantina (Z), agudeza visual corregida con las mejores gafas (BCVA), sensibilidad al contraste (CS), tiempo de recuperación del destello (FRT) y calidad de vida relacionada con la visión (VFQ25), Estudio de tratamiento temprano de la retinopatía diabética (ETDRS), logaritmo del ángulo mínimo de resolución (logMAR), campo de visión útil (UFOV), umbrales críticos de fusión de parpadeo (CFF), fotometría de parpadeo heterocromática personalizada (cHFP), sensibilidad al contraste (SC) , malestar por deslumbramiento (GD), recuperación del fotoestrés (PR), contraste cromático (CC), factor neurotrófico sistémico derivado del cerebro (BDNF), capacidad antioxidante (AOC), oftalmoscopia de fluorescencia con medición de la vida útil (FLIO), enfermedad ocular relacionada con la edad (AREDS), Índice de masa corporal (IMC), ácido graso monoinsaturado (MUFA) , ácido graso poliinsaturado (AGPI) , cromatografía líquida de alta resolución (HPL), alimento funcional (AF), xantofilas maculares (MXans), hidroperóxidos totales (TH) , estrés oxidativo (OS), potencial biológico antioxidante (BAP).

RESUMEN:

Objetivo: Este proyecto tuvo el fin de desarrollar un producto funcional a base de pimiento naranja, kale y piña (altos en luteína y zeaxantina), como alternativa saludable para beneficiar la salud de la población con su respectivo etiquetado nutricional en conjunto con una guía sobre las funciones de este en la salud. A la par se tuvo el objetivo de realizar una revisión bibliografía, mediante un análisis de artículos en el periodo comprendido entre 2013-2023 sobre los beneficios que posee la luteína y la zeaxantina en la salud y como estos compuestos pueden reducir el riesgo de contraer ciertas enfermedades.

Metodología: Para llevar a cabo el producto se analizó extensamente cuales son los alimentos más ricos en luteína y zeaxantina y de qué manera se pueden fusionar estos en conjunto a otros ingredientes para realizar una bebida rica, refrescante y sobre todo con un gran valor nutricional. El momento de realizar el producto se tuvo en cuenta las BPM y para visualizar sus características organolépticas se usó un pH metro y un refractómetro Para el etiquetado de este producto se analizaron distintas tablas de composición de alimentos, especialmente la peruana u otras fuentes confiables para luego mediante una serie de cálculos en Excel llegar al resultado de la etiqueta final. Mientras que la guía se llevó cabo con ayuda de la plataforma Canva en base a información verificada. Por otro lado la revisión bibliográfica se usaron las bases de datos PubMed, Clinical Key, Scielo, ScienceDirect para recopilar información actualizada y de relevante sobre el tema con la estrategia de búsqueda con términos MESH, (lutein[MeSH Terms]) AND (zexanthin[MeSH Terms]).Para está a la par se utilizaron las herramientas consort ,teniendo así un total de 13 artículos .

Resultados: La bebida llamada “ojitos verdes”, tuvo un color verde oscuro de olor agradable, en el que se destaca un poco en olor pimienta, el sabor es dulce con textura líquida de néctar y heterogénea; con respecto a las características organolépticas se obtuvo un pH ligeramente ácido de 5,29 y en cuanto a los grados brix se obtuvo un 9%. En cuanto al etiquetado este indicó 256 kcal, 12 g de grasa total, 39 g de carbohidratos totales y 5 g de proteínas totales y la etiqueta mostró los múltiples beneficios del producto de una manera sintetizada. La revisión indicó una visión integral de los beneficios de la suplementación con luteína y zeaxantina en la salud, destacando su impacto positivo en la función visual, la densidad óptica del pigmento macular y la función cognitiva. La evidencia respalda la eficacia de la suplementación diaria, mostrando mejoras significativas en múltiples aspectos, desde la salud ocular hasta el rendimiento cognitivo. Los resultados sugieren que la dosis óptima para obtener beneficios se encuentra en el rango de 10-20 mg para la luteína y 1-2 mg para la zeaxantina. En general, la luteína y zeaxantina emergen como compuestos prometedores para mejorar la calidad visual, la función cognitiva y la salud ocular en diversas poblaciones, desde pacientes con DMAE hasta adultos jóvenes y sanos.

Conclusiones: El producto "Ojitos Verdes" emerge como una opción consciente y saludable, respaldada por la evidencia científica y orientada a brindar beneficios tanto para la salud ocular como cognitiva. Por lo tanto, este se destaca como una bebida funcional que combina ingredientes ricos en luteína y zeaxantina, como el kale y el pimiento naranja, con otros componentes saludables. La revisión bibliográfica respalda la elección de estos carotenoides, destacando sus beneficios en la salud ocular y cognitiva, así como en la prevención de enfermedades. La cantidad significativa de luteína y zeaxantina de la presente bebida posiciona al producto como una opción efectiva para mejorar la salud visual y cognitiva. En cuanto al

etiquetado nutricional cumple con las normas, proporcionando información clara y útil para los consumidores que junto a la guía se complementa para educar a los consumidores sobre los beneficios de cada ingrediente, cómo se almacena y cuándo se consume mejor.

ABSTRACT:

Objective: This project aimed to develop a functional product based on orange bell peppers, kale, and pineapple (rich in lutein and zeaxanthin) as a healthy alternative to benefit the population's health. It included appropriate nutritional labeling and a guide on the product's health functions. Simultaneously, the objective was to conduct a literature review, analyzing articles from 2013 to 2023 on the benefits of lutein and zeaxanthin in health and how these compounds can reduce the risk of certain diseases.

Methodology: The development of the product involved a thorough analysis of foods rich in lutein and zeaxanthin, exploring ways to combine them with other ingredients to create a nutritious, refreshing beverage. Good Manufacturing Practices (GMP) were adhered to, and organoleptic characteristics were assessed using a pH meter and refractometer. Nutritional labeling relied on diverse food composition tables, particularly the Peruvian database, and reliable sources. Excel calculations were performed to arrive at the final label. The guide was created on the Canva platform based on verified information. The literature review utilized PubMed, Clinical Key, Scielo, and ScienceDirect databases with MESH terms (lutein [MeSH Terms]) AND (zeaxanthin [MeSH Terms]), and CONSORT tools, resulting in a total of 13 articles.

Results: The beverage named "Ojitos Verdes" had a dark green color, a pleasant aroma with a hint of bell pepper, a sweet taste, a liquid nectar-like texture, and heterogeneous consistency.

Organoleptic characteristics showed a slightly acidic pH of 5.29 and 9% Brix. The nutritional label indicated 256 kcal, 12 g total fat, 39 g total carbohydrates, and 5 g total proteins. The label succinctly presented the multiple benefits of the product. The literature review provided a comprehensive view of the benefits of lutein and zeaxanthin supplementation, emphasizing positive impacts on visual function, macular pigment optical density, and cognitive function. Evidence supported daily supplementation, showing significant improvements in various aspects from ocular health to cognitive performance. Optimal doses for benefits were suggested at 10-20 mg for lutein and 1-2 mg for zeaxanthin. Overall, lutein and zeaxanthin emerged as promising compounds to enhance visual quality, cognitive function, and ocular health across diverse populations.

Conclusions: "Ojitos Verdes" stands out as a conscious and healthy option, supported by scientific evidence, aiming to provide benefits for both ocular and cognitive health. This functional beverage, rich in lutein and zeaxanthin from kale and orange bell peppers, positions itself as an effective choice to enhance visual and cognitive health. The nutritional labeling complies with standards, offering clear and useful information, complemented by the guide to educate consumers about ingredient benefits, storage, and optimal consumption times.

PALABRAS CLAVES:

Luteína, zeaxantina, astaxantina, mesozeaxantina, coordinación ojo-mano, movimientos oculares de seguimiento suave, macula, retina, foto estrés, densidad óptica del pigmento macular, discapacidad ante el deslumbramiento, preferencia de luminancia, contraste cromático, sensibilidad al deslumbramiento, sensibilidad al contraste, carotenoides, xantofila, alimento funcional.

KEYWORDS:

Lutein, zeaxanthin, astaxanthin, meso-zeaxanthin, hand-eye coordination, smooth pursuit eye movements, macula, retina, photo stress, macular pigment optical density, disability glare, luminance preference, chromatic contrast, glare sensitivity, contrast sensitivity, carotenoids, xanthophyll, functional food.

}

INTRODUCCIÓN:

La alimentación juega un papel primordial en el organismo y en como este se desarrolla; por lo que el reconocimiento a nivel general del papel de la alimentación sobre el mantenimiento de la salud ha tomado fuerza los últimos años, dando paso a rigurosas investigaciones científicas sobre los alimentos y su efecto sobre la salud.(López Blanco M, 2014) Por lo tanto, resulta vital llevar una dieta equilibrada, que cuente con los nutrientes necesarios y suficientes para que nuestro cuerpo se mantenga sano.(López Blanco M, 2014). La conexión entre la alimentación y la salud visual es significativa, ya que adoptar hábitos alimenticios saludables puede prevenir problemas en la visión y mantener la salud ocular a lo largo del tiempo. Esto contribuye a evitar la degeneración macular asociada a la edad.(Colegio oficial de ópticos-optometristas de andalucía, 2017)

Una alimentación sin los nutrientes adecuados pone en riesgo la salud visual, incrementando el riesgo de aparición de enfermedades oculares como; cataratas, se da en caso de que las proteínas del lente se descompongan generando que el cristalino natural se vuelva nublado y se vea borroso y con disminución de colores. (Kierstan Boyd, 2023a) El glaucoma también está dentro de un grupo de enfermedades de los ojos que provoca pérdida de visión a causa de una concentración excesiva de fluido en la parte delantera del ojo que incrementa la presión en el ojo y altera el nervio óptico. (Kierstan Boyd, 2023c) Por otro lado, está la retinopatía diabética, la cual se da producto de la patología de la diabetes al presentarse elevados niveles de azúcar en sangre con deterioro de los vasos sanguíneos de la retina, los cuales se hinchan, provocan fugas de líquido o se cierran e impiden que la sangre fluya; estos cambios aumentan el riesgo de pérdida de visión os pueden hacerle perder la visión. (Kierstan Boyd, 2023b)

Con respecto a la calidad de la alimentación en el Ecuador, el Programa Mundial de Alimentos, detalla que solo el 50% de las familias ecuatorianas tiene acceso a una dieta saludable. (Alfredo Gutiérrez Maydata, 2007) Una dieta saludable es aquella que incluye lácteos, proteínas, legumbres, frutas, granos y micronutrientes. (Alfredo Gutiérrez Maydata, 2007)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que cada persona necesita de USD 95 mensuales para comer de forma saludable.(Jonathan Machado, 2022) Sin embargo, en el Ecuador no es posible contar con este dinero, pues el Instituto Nacional de Estadística y Censos señala que el 25% de personas vive con menos de USD 87 mensuales y que el 10,7% sobrevive con menos de USD 49 mensuales. (Jonathan Machado, 2022) Por lo que la alimentación en el Ecuador no sería la adecuada, trayendo consigo varias consecuencias, sin embargo, nos enfocaremos en aquellos relacionados con la visión, debido al déficit de ciertos vitaminas y minerales que encontramos principalmente en una dieta rica en ciertas frutas y verduras.(Armando Rafael Milanés Armengol, 2017)

JUSTIFICACIÓN:

Algunos de los nutrientes y componentes de los alimentos que se encuentran en el tejido ocular, son los carotenoides, luteína y zeaxantina, las vitaminas E y C y algunos AGP. (BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007)Estos compuestos tienen papeles complejos e interrelacionados con el ojo.(BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) La mácula del ojo es muy susceptible al daño oxidativo, provocando un deterioro progresivo del epitelio pigmentario, que puede ser contrarrestado por los diversos mecanismos de defensa presentes en el ojo.(BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) Esto incluyen; enzimas antioxidantes (catalasa, peroxidasa y los minerales implicados, como el zinc, selenio, manganeso y cobre),

vitaminas (E, C,) luteína y zeaxantina. (BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) En la visión la luteína y la zeaxantina, juegan un papel muy importante; dado a que se están presentes en gran concentración en la retina e incluso dan el nombre a la parte central, la mácula lútea (en latín, mancha amarilla). (BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) Dado que la luz debe cruzar la zona de luteína y zeaxantina antes de ser procesada por los fotorreceptores, teniendo así una función como filtro óptico, reducen el tiempo de recuperación ante un destello lumínico, y mejoran el contraste de la visión. (BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) La distribución de luteína y zeaxantina en los ojos pueden indicar sus diversas funciones. (Reardon, 2005)

Por lo que, de forma biológica la luteína y la zeaxantina podrían mejorar la visión al proteger a la retina y al cristalino del estrés oxidativo actuando como antioxidantes lipídicos, contribuyendo a la disminución del riesgo de enfermedades oculares asociadas a la edad, como lo es la degeneración macular asociada con la edad. (J. M. Stringham et al., 2010) Por lo que en esta tesis se busca realizar un estudio sobre la eficacia de la luteína y la zeaxantina sobre la salud ocular y de su función de protección a la visión. (J. M. Stringham et al., 2010) En base a este estudio se realizará un alimento funcional en forma de bebida que contenga en altas cantidades estos dos compuestos, de manera que funcione como suplemento en aquellas personas que lo requieran. (Reardon, 2005) La luteína y la zeaxantina están interrelacionados y por lo general pueden estar juntos en cantidad distintas dependiendo de la fuente. (Reardon, 2005) El ser humano no es capaz de producirlos por sí mismo, por lo que es necesario consumirlos mediante alimentos. (B. Li et al., 2010a) Las mejores fuentes naturales de alimentos con luteína y zeaxantina son las verduras de hojas y otros vegetales verdes o amarillos. (B. Li et al., 2010b)

En este trabajo nos enfocaremos en realizar un producto con una mezcla de estos carotenoides, en base a la información científica encontrada que detalla a la dosis de 10 mg de luteína y 2 de zeaxantina para alcanzar efectos beneficiosos. (Li et al., 2010) Después de examinar diversas frutas y verduras que son ricas en estos nutrientes, se decidió crear una bebida utilizando kale y pimiento naranja, combinados con piña y coco., la cual cubre la cantidad recomendada de consumo de las respectivas xantofilas.

MARCO TEORICO:

CAPITULO 1. Alimentos funcionales

1.1 Historia y definición de los alimentos funcionales

La nutrición ha evolucionado, ya que ahora no se trata solo de una nutrición adecuada o suficiente, sino que va más allá, centrándose en una alimentación optima cuyo objetivo es la calidad de vida y el bienestar integral del individuo.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003) Así es como la nutrición adquiere un punto de vista terapéutico y preventivo; participando activamente en la promoción de la salud y ser un factor de protección a patologías; también la nutrición se va diseñando a la medida de cada individuo y sus respectivos factores genéticos y medioambientales que lo constituyen, de esta forma se originan los primeros pasos a los alimentos funcionales (AF). (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)

Un alimento o producto funcional es considerado el que aparte de su valor nutritivo contiene componentes biológicamente activos que aportan un efecto añadido que favorece a la salud al disminuir el riesgo de presentar ciertas enfermedades. (María Rosario Beltrán de Herediaa, 2016)

El concepto de alimento o producto funcional inicio en Japón en los años 80, dado a que las autoridades de ese país buscaban alternativas para controlar los gastos sanitarios y garantizar una mejor calidad de vida a la población.(María Rosario Beltrán de Heredia, 2016) Actualmente se engloban como “FOSHU” (Alimentos para Uso Dietético Especial) y el gobierno japonés realiza reformas sanitarias con el fin de mejorar con su consumo la salud de la población.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)

En los Estados Unidos aparecieron diez años luego, con la condición de que para ser considerado AF, ese debe ser modificado de alguna forma.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003) También aparecieron en Europa, en donde se consideraba que el AF debe seguir siendo siempre un alimento; es decir, es necesario que ejerza sus efectos beneficiosos consumido dentro de una dieta convencional y en la cantidad en que normalmente es ingerido.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003) Este punto de vista no incluye a los denominados nutracéuticos. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)

Los alimentos funcionales suponen una oportunidad para la industria de alimentos, ya que de esta manera se logra dar una respuesta a las demandas y requerimientos que presenta la sociedad actual consecuenta a los nuevos estilos de vida. (Raquel Bernácer, 2006)

1.2 Características de alimentos funcionales

Un alimento funcional puede ser natural o no natural al incrementar algo a su contenido, al eliminar algún componente, modificar su naturaleza, alterar la biodisponibilidad de alguno de sus componentes, o una combinación entre estas. (María Rosario Beltrán de Heredia, 2016)

Las características de estos productos incluyen; tienen forma de alimentos de consumo diario, no producen efectos nocivos, presentan propiedades nutritivas y beneficiosas para el

organismo, reducen y/o previene el riesgo de contraer enfermedades, mejoran el estado de salud del individuo, demuestran sus efectos positivos en las cantidades que generalmente se consumen en la dieta adecuada. (María Rosario Beltrán de Heredia, 2016)

Cabe destacar que no es necesario que este alimento sea funcional para toda la población, ya que la prioridad se centra en garantizar una alimentación variada, equilibrada y suficiente. (Raquel Bernácer, 2006)

Entre los propósitos esenciales de los alimentos con propiedades funcionales se encuentran:

- Desarrollo fetal en los primeros años de vida: crecimiento, desarrollo sistema nervioso central, diferenciación.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Aparato digestivo: modificación y equilibrio de la microflora, inmunidad, incremento biodisponibilidad de nutrientes, mejora del tránsito intestinal, proliferación celular, fermentación de sustratos.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Aparato cardiovascular: equilibrio de lipoproteínas, preservación de la integridad endotelial y acción antitrombogénica.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Proceso metabólico de macronutrientes: aumenta la sensibilidad a la insulina, rendimiento óptimo en la actividad física, mantenimiento del peso, composición corporal (grasa).
- Metabolismo xenobiótico.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Aspectos psicológicos: funciones cognitivas, estados de ánimo, impulsos, y niveles de estrés emocional. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Funciones visuales: prevenir el deterioro de la visión, disminuir ojo seco y cataratas, filtrar rayos solares de mejor manera, mejorar fotorreceptoras, distinguir colores,

funcionamiento correcto de la retina, controlar y disminuye la presión intraocular.(JOSÉ MANUEL BENÍTEZ DEL CASTILLO SÁNCHEZ, 2022)

Algunos de los impactos más significativos de los alimentos naturales con propiedades funcionales son:

- Efectos favorables sobre el perfil lipídico: este efecto se puede obtener con el pescado azul, aceite de oliva, nueces, legumbres, vino, manzana, cebada, avena, ajo , zanahoria, cebolla, champiñón. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Efecto antioxidante: del limón, tomate, ajo, arándanos.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Efecto antiinflamatorio: con la avena y el ginseng.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Efecto anti proliferativo: de la naranja, berenjena, espinaca, repollo, perejil, té verde, coliflor, brócoli.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Efecto antimicrobiano: arándanos, ajo, cebolla, té verde.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)
- Efecto anti estrogénico: anís, soja, hinojo, té verde.(Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)

1.3 Ejemplos de alimentos funcionales

Por lo tanto, un alimento funcional puede ser un alimento tradicional no modificado como; el pescado por su gran contenido en ácidos grasos omega-3, aceite oliva, frutos secos, frutas y verduras; o por otro lado un alimento modificado como la leche enriquecida con omega-3,

calcio, vitamina A y D; o a su vez puede ser un componente alimentario como ácidos grasos omega-3 con propiedades cardiosaludables. (María Rosario Beltrán de Heredia, 2016)

Las frutas, verduras y hortalizas son un tipo de alimento funcional, ya que poseen compuestos fenólicos y una gran cantidad de sustancias funcionales, aportando así vitaminas, provitaminas, minerales y otras moléculas con actividad antioxidante, antiinflamatoria, antiproliferativa, antimicrobiana y reguladora de la homeostasis lipídica. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003) Entre ellos encontramos los tioalilos, presentes en el ajo y la cebolla; los licopenos, en hortalizas y frutas rojas; los betacarotenos, en naranjas, mandarinas, zanahorias, albaricoques, mangos y otros como la luteína o la zeaxantina. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003) Con respecto a vitaminas, son una buena fuente especialmente de B₁₂, B₆ y ácido fólico. (Manuela Belén Silveira Rodríguez, 2003)

CAPITULO 2. El rol de la luteína y zeaxantina en la prevención y tratamiento de enfermedades

2.1 Información de la luteína y zeaxantina

En la naturaleza se han identificado aproximadamente 700 carotenoides; y tan solo entre 20 y 30 de ellos se encuentran en la sangre y los tejidos humanos, dentro de estos encontramos la luteína y zeaxantina. (Eisenhauer et al., 2017)

Los carotenoides son tetraterpenoides con un esqueleto de 40 carbonos formado por 8 unidades de isopreno. (Abdel-Aal et al., 2013) Estos se clasifican en dos grupos: carotenos y xantofilas. (María Elena Carranco Jáuregui, 2011) Los carotenos solo poseen carbono e hidrógeno; por

ejemplo, el β -caroteno y el licopeno; mientras que las xantofilas contienen además oxígeno, como lo son la luteína y la zeaxantina, con dos grupos hidroxilos en cada anillo de su estructura. (Elena Rodríguez Burgos, 2018) En general para los carotenos se usa el sufijo caroteno, y para las xantofilas el sufijo ina. (Martínez Martínez, 2003)

En el ojo específicamente en la mácula humana que es parte de la retina, existe un pigmento amarillo, llamado pigmento macular (MP), que se forma por tres carotenoides; luteína en un 36%, zeaxantina en un 18% y meso-zeaxantina igual en el 18%, el 20% faltante es constituido por metabolitos oxidativos. (Agarwal et al., 2020a) (Obana et al., 2020a) El MP absorbe la luz azul como un filtro que evita el daño fotoquímico a la retina ante la exposición a la luz azul y cuida del daño oxidativo impulsado por la luz en la retina. (Obana et al., 2020) También mejora la sensibilidad al contraste y reduce el resplandor nocturno. (Obana et al., 2020a)

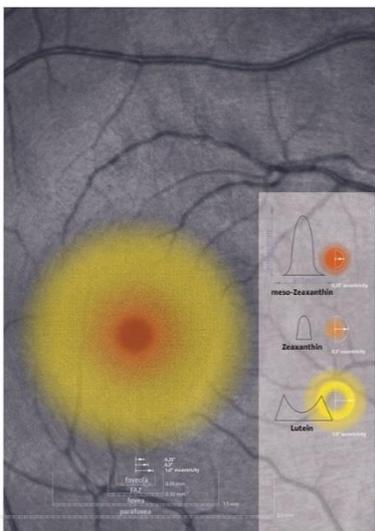


Figura 1. Distribución de los carotenoides constituyentes de MP presentados a escala en una fotografía de una retina humana sana. (Nolan et al., 2016)

Los carotenoides maculares la luteína y la zeaxantina de la dieta, y su isómero de conversión mesozeaxantina, estos son carotenoides no provitamina A. (Eisenhauer et al., 2017) La luteína y zeaxantina son carotenoides, no polares. (Elena Rodríguez Burgos, 2018)

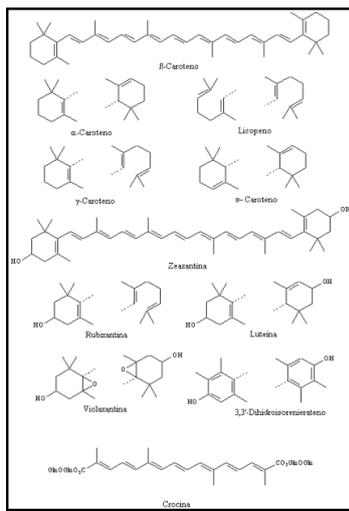


Figura 2. Ejemplos de estructura de carotenoides naturales (Martínez Martínez, 2003)

Estas sustancias no pueden ser sintetizadas por el organismo, solo ciertas plantas, bacterias, hongos y algas fotosintéticas pueden hacerlo; por lo que es vital obtener estos carotenoides mediante una dieta principalmente rica en frutas y verduras, que proporcione una variedad de beneficios para la salud. (Johnson, 2014)

2.1.1 Biodisponibilidad de la luteína y zeaxantina

Para garantizar los efectos nutricionales y los mejores beneficios de estos carotenoides sobre la salud, estos compuestos deben absorberse y transportarse a la circulación. (Li et al., 2020)

Por lo que es importante evaluar cómo se da la liberación, absorción, transporte y acumulación de estos carotenoides. (L. H. Li et al., 2020)

La biodisponibilidad de luteína y zeaxantina en el tejido ocular depende de su absorción en los alimentos que se basa en los siguientes factores:

- Características de la estructura alimentaria (ya sea en su forma natural o como suplemento) (L. H. Li et al., 2020)
- Cantidad y tipo de grasas en la dieta que promuevan la absorción de carotenoides en el sistema circulatorio.(L. H. Li et al., 2020)
- Presencia de fosfolípidos.(L. H. Li et al., 2020)
- Las fibras alimentarias.(L. H. Li et al., 2020)
- Propiedades de los carotenoides dietéticos. (L. H. Li et al., 2020)

La matriz alimentaria depende de la tasa de liberación de carotenoides de la matriz alimentaria y su absorción posterior; por ejemplo, la liberación de luteína, zeaxantina y β -criptoxantina de las frutas (naranja, kiwi, pomelo y batata) es casi completa, pero la de las verduras verdes (espinacas y brócoli) es solo del 19 al 38%. (Li et al., 2020)

Al consumir los carotenoides dietéticos, estos van hacia el jugo gástrico y se unen en gotitas de lípidos, que se dirigen a las micelas con sales biliares, fosfolípidos biliares y lípidos dietéticos. (L. H. Li et al., 2020) Luego de la absorción en las células intestinales mediante difusión simple, absorción micelar y transporte activo mediado por receptores, los carotenoides disueltos ingresan al torrente sanguíneo para su transporte. (Li et al., 2020) Por lo tanto, las dietas ricas en grasas generalmente facilitan la absorción de los carotenoides de la dieta al promover la generación de micelas intestinales. (Li et al., 2020)

La distribución de luteína y zeaxantina se da a través del LDL y HDL, pero más favorable en HDL, esto lo demuestra un estudio transversal que ha visto una correlación positiva

significativa entre las concentraciones de lipoproteínas y los niveles séricos de luteína y zeaxantina, significando que la alteración de las concentraciones de lipoproteínas puede afectar los niveles de luteína y zeaxantina en la retina. (Li et al., 2020)

El método de cocción es otro aspecto para tener en cuenta, ya que este puede cambiar el contenido de luteína y zeaxantina; un ejemplo es el caso de la espinaca cruda contiene 12 197 μg / 100g de luteína y zeaxantina, mientras que la espinaca cocida contiene 11 308 μg / 100g.(Bronwyn Eisenhauer¹, 2017)

2.1.2 Recomendaciones de ingesta de luteína y zeaxantina

No existen recomendaciones dietéticas de luteína y zeaxantina, sin embargo, un estudio publicado en 1994 mostró que una ingesta de 6 mg / día de estos compuestos podría reducir el riesgo de degeneración macular relacionada con la edad (AMD).(Abdel-Aal et al., 2013) Sin embargo, la mayoría de los ensayos clínicos recientes utilizan una suplementación media de 10 mg de luteína y 2 mg de zeaxantina por día en un periodo mínimo de 6 meses sin ningún máximo para obtener beneficios sobre la salud. (Ceravolo et al., 2019)

Es importante destacar que la luteína y zeaxantina están bastante interrelacionados y a menudo se encuentran juntos, aunque en cantidad distintas, que varían según la fuente. (Reardon, 2005)

2.2 Función protectora de la luteína y zeaxantina en la salud ocular

La luteína y la zeaxantina son transportados en la sangre a los diferentes tejidos mediante lipoproteína y se acumulan en la retina, junto con la mesozeaxantina, como pigmento macular. (Obana et al., 2020)

La luteína y su isómera zeaxantina son los únicos dos carotenoides que cruzan la barrera hematorretiniana para formar pigmento macular (MP) en la retina, por lo que estudios epidemiológicos sugieren que la luteína y la zeaxantina en la dieta pueden ser beneficiosas para mantener la salud. (J. M. Stringham et al., 2019)

La distribución de luteína y zeaxantina en los ojos podría indicar sus distintas funciones; la zeaxantina es el componente dominante del centro de la macula, mientras que la luteína predomina más bien en los bordes exteriores de la misma. (Reardon, 2005)

El papel fundamental de la luteína y la zeaxantina es evitar la formación de radicales libres y de moléculas oxidativas, causantes de los daños en las membranas de las células de los tejidos oculares. (Reardon, 2005) Su función es proteger a la macula y al cristalino de la acción oxidante de la luz y frente a reacciones fotoquímicas debido a la capacidad antioxidante que ambos carotenoides poseen. (Reardon, 2005)

El mecanismo mediante el cual la luteína mejora ciertos aspectos de la función visual parecen estar implicados en la capacidad para absorber la luz de onda corta, que se dispersa fácilmente y no se enfoca bien. (Johnson, 2014) Esto se conoce ya que la lesión foto oxidativa de la retina es importante en la patogénesis de la DMAE, por lo que niveles bajos de PM aumentan el riesgo de padecerla.(Johnson, 2014b)

Las relaciones observadas entre la luteína y la visión también son a raíz de procesos posfotorreceptores que involucran el procesamiento cognitivo, que involucra el umbral crítico de fusión de parpadeo, un proceso posfotorreceptor, se detalla que la densidad del pigmento macular está relacionada positivamente con el umbral crítico de fusión del parpadeo,

independientemente de la edad, sugiriendo que la luteína y la zeaxantina pueden estar involucradas en el procesamiento visual. (Johnson, 2012)

Al mismo tiempo que se asume que la luteína modula las propiedades funcionales de las membranas sinápticas con alteraciones en las características fisicoquímicas y estructurales de estas membranas; se ha visto que la luteína mejora la comunicación por unión hendidura, que es importante en la retina para el procesamiento de la luz y puede ser importante para el desarrollo de los circuitos neuronales en el sistema visual. (Johnson, 2014)

Se cree que el efecto de protección lumínica de la MP por suplementación de luteína y zeaxantina previene la degeneración macular relacionada con la edad (DMAE), la cual es una de las principales causas de ceguera en el mundo desarrollado. (Obana et al., 2020) Distintos estudios han evaluado el efecto de la luteína en la dieta sobre la salud humana, y otorgan pruebas sólidas sobre las funciones protectoras de la luteína en el ojo, particularmente en la reducción del riesgo de degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) y cataratas. (Abdel-Aal et al., 2013) Al observarse que aquellos con la mayor ingesta de carotenoides, ubicados en el quintil superior, tenían un riesgo un 43% menor de desarrollar DMAE en comparación con aquellos en el quintil inferior. (Seddon et al., 1994) El odds ratio fue de 0,57, con un intervalo de confianza del 95% entre 0,35 y 0,92, y el valor de P para tendencia fue de 0,02, indicando una tendencia significativa. (Seddon et al., 1994) Dentro de los carotenoides particulares, la luteína y la zeaxantina, mayormente presentes en vegetales de hojas verdes oscuro, mostraron una asociación más marcada con una disminución del riesgo de degeneración macular asociada a la edad (DMAE) ($P = 0,001$) (Seddon et al., 1994) También se observó una relación inversa entre otros alimentos ricos en carotenoides y la presencia de DMAE. (Seddon et al., 1994)

Un estudio sobre enfermedades oculares relacionadas con la edad (AREDS2) señaló que la luteína y la zeaxantina significativamente protegen del desarrollo de la degeneración macular relacionada con la edad.(Johnson, 2014) Esto se concluyó luego de comparar los quintiles más altos con los más bajos de ingesta, observándose una relación inversa entre la ingesta dietética de luteína/zeaxantina y la DMAE neovascular (razón de probabilidades [OR], 0,65; intervalo de confianza del 95% [IC], 0,45-0,93), la atrofia geográfica (OR, 0,45; IC del 95%, 0,24-0,86) y drusas intermedias grandes o extensas (OR, 0,73; IC del 95%, 0,56-0,96). (John Paul SanGiovanni, 2007) Por lo que el ensayo clínico AREDS2 sugirió que estos carotenoides son los mejores en la suplementación oral para pacientes con DMAE.(Merle et al., 2017)

También se evidenció que la suplementación con luteína mejora la función visual en pacientes con enfermedades oculares, esto se vió en un estudio doble ciego controlado con placebo en pacientes con cataratas en donde la suplementación con 15 mg de luteína 3 veces por semana mejoró fuertemente la agudeza visual y la sensibilidad al deslumbramiento.(Johnson, 2014) En sujetos con degeneración de la retina, la suplementación con luteína (20 a 40 mg/día durante 26 semanas) beneficio a la agudeza visual y el área media del campo visual luego de las 2 y 4 semanas de la intervención y se estabilizó entre las 6 y 14 semanas.(Johnson, 2014b)

Otra investigación sobre la suplementación con luteína para retardar el deterioro de la función visual en sujetos con retinitis pigmentosa que recibieron vitamina A, determinó que la suplementación con luteína ralentiza significativamente la pérdida del campo visual periférico, al notarse una reducción en la velocidad promedio de pérdida de sensibilidad en el grupo que recibió la suplementación (p=0,05).(Berson EL et al., 2010)

Algunos ensayos de control aleatorios con pacientes que tienen degeneración macular relacionada con la edad han demostrado que la suplementación con luteína, en dosis que oscilan entre 8 mg y 20 mg, mejoró la adaptación a la oscuridad, la agudeza visual, la sensibilidad foveal, la sensibilidad al contraste y la recuperación del deslumbramiento. (Berson EL et al., 2010)

2.3 Función antioxidante y antiinflamatoria de luteína y zeaxantina

Estos nutrientes tienen agentes antioxidantes y antiinflamatorios, por lo que, pueden evitar el estrés oxidativo y el daño inflamatorio en el envejecimiento. (Johnson, 2012)

Estos carotenoides cumplen con la función de proteger a la piel contra la oxidación producida por la exposición al sol al reducir la peroxidación lipídica e incrementar la humedad de la piel. (Obana et al., 2020) El efecto antioxidante también es una barrera de defensa contra los rayos UV que pueden producir daños cutáneos. (Obana et al., 2020)

Un metaanálisis detalla que los fitoquímicos de los alimentos con antioxidantes pueden ser beneficiosos para revertir el envejecimiento neuronal y conductual. (Joseph et al., 1999)

La luteína también presenta la capacidad para inducir cambios en la expresión de genes relacionados con la inflamación, ya que la disminución de la producción de factores proinflamatorios de las células de Müller sugiere un papel antiinflamatorio de la luteína en la lesión retiniana. (Johnson, 2014)

Un ensayo doble ciego controlado con placebo en donde se suplementó con 10 o 20 mg/d de luteína o placebo durante 12 semanas a no fumadores sanos asignados al azar, los resultados demostraron que la luteína plasmática y la capacidad antioxidante aumentaron en ambos tratamientos, pero hubo una disminución significativa del estrés oxidativo en el grupo de 20

mg de luteína. (Johnson, 2014a) La concentración de proteína C reactiva (PCR) disminuyó con la suplementación con luteína. (Johnson, 2014)

También cabe destacar los efectos de la luteína sobre el estrés oxidativo en el recién nacido a término, ya que estos son vulnerables al estrés oxidativo dada a su elevada tasa metabólica y a los bajos niveles de enzimas antioxidantes. (Perrone et al., 2010) Por lo que la luteína actúa de protección como un antioxidante, lo cual se comprobó con un estudio en el que se evaluaron los hidroperóxidos totales (TH) como indicador de estrés oxidativo (OS) y el potencial biológico antioxidante (BAP) como indicador de la capacidad antioxidante en la sangre del cordón umbilical y a las 48 horas de vida en todos los recién nacidos. (Perrone et al., 2010) Lo que indicó un aumento significativo en los TH desde el nacimiento hasta las 48 horas en el grupo de control ($p = 0,02$), pero no en el grupo que recibió luteína. (Perrone et al., 2010) En este último grupo, el BAP aumentó de manera significativa después de 48 horas ($p = 0,02$), indicando un refuerzo en la actividad antioxidante debido a la presencia de luteína. (Perrone et al., 2010) A las 48 horas de vida, en comparación con los bebés del grupo de control, aquellos asignados a recibir luteína presentaron niveles significativamente más bajos de TH ($p = 0,04$) y niveles más elevados de BAP ($p = 0,028$). (Perrone et al., 2010) Por lo que la luteína sería parte importante de la suplementación de un recién nacido. (Perrone et al., 2010)

2.4 Efecto de la luteína y zeaxantina en el cerebro pediátrico

En los cerebros pediátricos, la contribución relativa de la luteína al total de carotenoides es el doble que la encontrada en los adultos, representando más de la mitad de la concentración de carotenoides totales. (Johnson, 2014) Un estudio para evaluar las concentraciones cerebrales de carotenoides en población pediátrica se centró en evaluar los tejidos cerebrales de 30 difuntos

durante el primer año de vida, así se corroboró que la luteína es el principal carotenoide en el cerebro infantil, con una acumulación significativamente mayor de xantofilas (luteína, zeaxantina y criptoxantina) que de carotenos (β -caroteno y licopeno) en las cuatro regiones del cerebro, demostrando que existe una absorción preferencial de luteína en el tejido neural infantil, también se puede afirmar este postulado, ya que en difuntos se presentaron la luteína y su isómera zeaxantina como los únicos carotenoides en el tejido cerebral; por lo tanto, el rendimiento visual óptimo en los primeros años de vida podría influir en el desarrollo del cerebro, que es rápido durante el primer año. (Johnson, 2014)

Algunas investigaciones indican que las xantofilas y los ácidos grasos omega-3 son fundamentales para la formación y/o preservación de una disposición celular normal en la capa pigmentaria de la retina. (Johnson, 2014) Estos elementos parecen contribuir al desarrollo visual al influir en la maduración inicial de la retina, especialmente porque la luteína se acumula en esta área. (Johnson, 2014) En consecuencia, se podría afirmar que una ingesta adecuada de luteína y zeaxantina durante las etapas iniciales del desarrollo visual es de suma importancia. (Johnson, 2014)

2.5 Función protectora de luteína y zeaxantina en la función cognitiva

La luteína y la zeaxantina exhiben concentraciones elevadas en el sistema nervioso central, constituyendo aproximadamente del 66% al 77% del total de carotenoides presentes en el tejido cerebral humano. (Johnson et al., 2013) Al estar presentes en este tejido, ejercen una influencia significativa en las funciones cognitivas, al tiempo que desempeñan un papel crucial en la estabilización de las membranas celulares al unirse a las bicapas lipídicas. (Johnson et al., 2013) Esto se traduce en una función de protección contra la degeneración de la materia blanca y el

proceso de envejecimiento. (Johnson et al., 2013) A estas funciones se suman las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de la luteína y la zeaxantina. (Johnson et al., 2013)

En muestras de tejido post mortem de centenarios se observó concentraciones de luteína y zeaxantina en la corteza frontal, temporal y occipital y en el cerebelo. (Johnson et al., 2013)

Tanto la L y Z se pueden visualizar en tejido gris y materia blanca, (García-Romera et al., 2022). Es importante conocer que el lóbulo frontal tiene mayor concentración de estos compuestos y tan solo los lóbulos frontales presentan una disminución conforme la edad en las concentraciones de carotenoides.(García-Romera et al., 2022)

Estudios han observado que la suplementación con esta xantofila experimentó un aumento significativo de BNF, MPOD, MXans en suero y AOC durante el periodo de estudio de 6 meses en comparación con el placebo ($p < 0,05$ para todos). (N. T. Stringham et al., 2019a) La IL-1 β mostró una disminución significativa en ambos grupos de tratamiento en comparación con el placebo ($p = 0,0036$ y $p = 0,006$, respectivamente). (N. T. Stringham et al., 2019a) En cuanto a las evaluaciones cognitivas, las puntuaciones de memoria compuesta, memoria verbal, atención sostenida, velocidad psicomotora y velocidad de procesamiento mejoraron significativamente en los grupos de tratamiento ($p < 0,05$ para todos), mientras que permanecieron sin cambios en el grupo de placebo.(N. T. Stringham et al., 2019a)

Fuentes resaltan que la luteína y la zeaxantina contribuyen al bienestar neuronal de la retina, lo cual sugiere que estos carotenoides pueden ayudar a prevenir el declive cognitivo asociado al envejecimiento.(García-Romera et al., 2022) Esto se refleja en áreas como la memoria espacial, el razonamiento y la atención compleja, y también se atribuye a individuos más jóvenes, incluyendo a la población pediátrica, gracias a sus propiedades antioxidantes y

antiinflamatorias. (García-Romera et al., 2022) Por ejemplo en un estudio sobre la función cognitiva en adultos mayores se encontró que los individuos que recibieron el suplemento activo L+Z experimentaron incrementos estadísticamente significativos en la densidad óptica macular (MPOD) ($p < 0,03$) y mejoras en los ámbitos de atención compleja ($p < 0,02$) y flexibilidad cognitiva ($p < 0,04$), en comparación con aquellos que tomaron el placebo. (Hammond et al., 2017) También se observó una tendencia en el dominio de la función ejecutiva ($p = 0,073$). (Hammond et al., 2017) Únicamente en los participantes masculinos, la suplementación resultó en una mejora en la memoria compuesta ($p = 0,04$). (Hammond et al., 2017)

También podemos atribuir estos beneficios en la salud, ya que, en los adultos mayores, la MP se correlaciona positivamente con una variedad de funciones cognitivas (FQ), por lo tanto, al tener un MP mayor las habilidades visuoespaciales, el aprendizaje, la memoria, las habilidades del lenguaje, las funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento y la cognición global mejoran. (García-Romera et al., 2022).

Un examen de la relación entre la cognición y las concentraciones de luteína y zeaxantina en el tejido cerebral de difuntos a partir de un estudio poblacional en centenarios encontró que las concentraciones de zeaxantina en el tejido cerebral estaban significativamente relacionadas con las medidas antemortem de la función cognitiva global, la retención de la memoria, la fluidez verbal, y gravedad de la demencia después del ajuste por edad, sexo, educación, hipertensión y diabetes. (Johnson, 2012)

Por lo tanto, la luteína y la zeaxantina en el tejido neural pueden desarrollar efectos biológicos con acción antioxidante, antiinflamatoria y estructural. (Johnson et al., 2013)

2.6 Suplementos de luteína y zeaxantina en el mercado

Una dieta poco saludable y pobre en frutas y verduras, no alcanza a cubrir los requerimientos de luteína y zeaxantina, es por esta razón que la industria ha creado suplementos, como una manera segura, efectiva y confiable que permita garantizar la ingesta de estos carotenoides. (Dr. Manfred Eggersdorfer, 2023) Estos suplementos se basan en el estudio de Frost & Sullivan que relata que la ingesta diaria de 10 mg de luteína y 2 mg de zeaxantina puede retrasar la progresión de la DMAE; mejorando en si la salud de la población y generando ahorros significativos en el gasto público.(Dr. Manfred Eggersdorfer, 2023)

Ciertos suplementos son:

- La fórmula AREDS2: tiene vitamina C 500 mg, vitamina E 400 UI, luteína 10 mg, zeaxantina 2 mg, óxido de zinc 80 mg y óxido cúprico 2 mg. (National Eye Institute, 2021)
- The vitamin shoppe luteína: por capsula contiene 20 mg de luteína y 4 mg de zeaxantina, en su frasco detalla que trae beneficios para la salud ocular y la piel. (The vitamin shoppe, 2023)
- ZEAXANTHIN BY ZEAVISION: contienen 10 mg de zeaxantina, este suplemento sirve para la salud visual. (ZeaVision LLC, 2023)
- Macushield: este suplemento vitamínico para los ojos lleva en una cápsula 10 mg de luteína, 2mg de zeaxantina y 10 mg de meso-zeaxantina. (visionenhancers, 2023)
- Vizual edge pro: Es una vitamina completa para los ojos formulada con componentes naturales con el objetivo de potenciar el desempeño atlético, contribuyendo así a mejorar la visión y favorecer una respuesta eficaz por parte de los atletas.(EyePromise,

2023) En una capsula hay 26 mg de zeaxantina hay 26 mg y 8 mg de luteína.
(EyePromise, 2023)

- Luteína FloraGLO: utiliza una luteína no esterificada y obtenida de forma natural, tiene una alta calidad, seguridad y eficacia; es la primera marca de luteína en el mercado global y últimamente ha marcado un gran cambio en el mercado de los suplementos de luteína sentando las bases para el desarrollo y avance de la luteína para la salud humana. (Kemin, 2019) En una tableta hay 20 mg de luteína y 1 mg de zeaxantina. (Kemin, 2019)
- Vitalux plus: se ha creado para respaldar las defensas naturales del ojo, adaptándose a las necesidades específicas de la retina y suministrando zinc y ácidos grasos omega-3 DHA a dicho órgano. (Alcon Inc, 2021) Lleva vitaminas C y E y cobre, al igual que zinc que disminuye el estrés oxidativo de las células en el ojo. (Alcon Inc, 2021) Principalmente se compone de luteína (10 mg por cápsula), zeaxantina (1 mg por capsula) y ácidos grasos omega-3 EPA.(Alcon Inc, 2021)

A pesar de que existen múltiples suplementos dietéticos ricos en estos carotenoides, hay opciones más económicas y naturales de adquirir los beneficios en la salud que ofrecen estos suplementos, por lo que se puede preferir por enfocarse más en la nutrición diaria de cada persona optando dieta saludable y equilibrada que presente una variedad de alimentos sanos como frutas y verduras que contribuyan a la salud. (B. Li et al., 2010a)

CAPITULO 3. Fuentes dietéticas de luteína y zeaxantina

3.1 Alimentos altos en luteína y zeaxantina

Los mamíferos no son capaces de sintetizar carotenoides, sino que deben ingerirlos en los alimentos o como complementos alimenticios. (Ceravolo et al., 2019) La ingesta elevada de frutas y verduras es clave para garantizar una buena calidad de la dieta que disminuya el riesgo de distintas enfermedades no transmisibles.(Ceravolo et al., 2019) Entre los componentes de este grupo de alimentos posiblemente atribuibles a esta asociación, se encuentran la luteína y la zeaxantina. (Ceravolo et al., 2019)Estos pigmentos vegetales que carotenoides del subgrupo xantofilas, los contienen verduras, frutas y huevos. (Ceravolo et al., 2019)

Estos carotenoides por lo general son responsables del color amarillo o naranja de diversos alimentos. (Abdel-Aal et al., 2013) Algunas de las fuentes dietéticas de luteína se encuentran en vegetales y granos, como: col rizada (kale), espinaca, lechuga romana, brócoli, succino, maíz, semillas de trigo, zapallo, col de Bruselas, acelgas, apio, espárragos, nabo verde,etc. (Reardon, 2005) También se encuentra en frutas, entre ellos; mango, papaya, naranja, melón, guaba, pera, kiwi, ciruela, etc.(Reardon, 2005) Por otro lado, la zeaxantina se encuentra en ciertos vegetales y frutas amarillas o naranjas, como: maíz, nectarines, naranjas, papaya, zapallo, berros, achicoria y el pimiento naranja. (Reardon, 2005)

La cantidad de luteína y zeaxantina varía dependiendo del tipo de alimento; la proporción de luteína/zeaxantina en las verduras verdes es de 12 a 63, mientras que, en las frutas y verduras de color amarillo anaranjado, es solo de 0,1 a 1,4. (L. H. Li et al., 2020) A la vez que existe una pequeña cantidad de luteína y zeaxantina en los panes elaborados con variedades de trigo. (L. H. Li et al., 2020) En comparación de los alimentos de origen vegetal, las yemas de huevo

se consideran una mejor fuente de luteína y zeaxantina por su alto contenido de grasa que aumenta la biodisponibilidad de los carotenoides; sin embargo, el contenido de carotenoides en la yema de huevo varía dependiendo del alimento que se le da a la gallina. (L. H. Li et al., 2020)

Un estudio que analizó diferentes frutas y verduras mediante cromatografía líquida de alta resolución para buscar aquellas con mayor porcentaje de luteína y/o zeaxantina que funcionen como complemento dietético para estos carotenoides estableció las mayores cantidades de luteína y zeaxantina en la yema de huevo (54% molar de luteína y 35% molar de zeaxantina), y en maíz (60% molar de luteína y 25% molar de zeaxantina). (Sommerburg et al., 1998) Con respecto a la zeaxantina este fue el principal carotenoide en pimiento naranja (37 %), sin embargo solo un 8% molar de luteína. (Sommerburg et al., 1998) A diferencia del pimiento verde que presentaba 36% molar de luteína y 3% molar de zeaxantina. (Sommerburg et al., 1998) Mientras que al pimiento amarillo y el rojo son verduras con un bajo cantidad de luteína (12 % molar y 7 % molar) y nada de zeaxantina. (Sommerburg et al., 1998) Por otro lado, en las zanahorias, melón, y judías verdes es poca la cantidad de luteína y zeaxantina. (Sommerburg et al., 1998) En las espinacas la luteína fue 47% molar, en tallos y hojas de apio 34 molar%, en coles de Bruselas 27 moles%, en brócoli 22% moles, y en la lechuga verde 15% molar; estos vegetales presentaron alrededor de 0 y 3% molar de zeaxantina. (Sommerburg et al., 1998)

Alimento	Luteína en 100 gr de alimento	Zeaxantina en 100 gr de alimento
Kale crudo	39, 550 mcg	22 ,158 mcg
Hojas de nabo cocinado	8, 440 mcg	9 030.8 mcg
Coles cocinadas	8,091 mcg	8,657.37 mcg
Espinaca cruda	11,938 mcg	6,685.28mcg
Brócoli cocinado	2,226 mcg	1,736.28 mcg
Maíz dulce amarillo cocinado	1,800 mcg	1,476 mcg
Lechuga	2,635 mcg	1,475.6 mcg
Coles de Bruselas cocinadas	1,290 mcg	1006.2 mcg
Frijoles cocinados	700 mcg	385 mcg
Apio crudo	232 mcg	139.2mcg
Jugo de naranja puro	138 mcg	257.23 mcg
Duraznos frescos	57 mcg	49.59mcg
Tomates	40 mcg	48 mcg
Zanahorias	358 mcg	358 mcg
Pimiento naranja	0	3,33 mg
Piña	0,05 mg	0
Uva	13 mcg	18.98 mcg

Tabla 1. Alimentos ricos en luteína y zeaxantina. Fuente: Autor, 2023

3.2 Pimiento origen y características

Pimiento o pimiento morrón, son parte de la especie *Capsicum annum* de la familia de las Solanáceas. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012) Estos frutos tienen su origen en América

Central y varían en tamaño, desde unos pocos gramos hasta más de 500 gramos.(Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012) Presentan una gama de colores que incluyen verde oscuro, rojo, amarillo y anaranjado. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012) Tienen una forma de baya que puede ser cúbica, cónica o esférica, con un interior hueco y dividido en dos a cuatro costillas verticales que contienen las semillas de color amarillo pálido, con una longitud que oscila entre 3 y 5 mm. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012)La parte comestible equivale a 100 gramos por cada 100 gramos de producto fresco. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012)

Se pueden distinguir dos tipos de pimiento:

- La variante californiana, caracterizada por su forma corta y ancha.(Teresa Valero Gaspar, 2018)
- La variante Lamuyo, que es de tipo carnoso largo y escasamente ancho. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Este vegetal se emplea mayormente en la alimentación, siendo parte integral de una amplia variedad de platos, ya sea consumido crudo, cocido o utilizado como condimento.(Janett Maritza Lucero Flores et al.,2012) Además se emplea en la medicina por sus propiedades curativas y nutritivas, para determinadas afecciones. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012) Además, los capsicum han sido considerados “super alimento”, por lo que se asume que su consumo crecerá en los próximos años. (Janett Maritza Lucero Flores et al., 2012)

Los carotenoides del pimiento se encuentran en el pericarpio, siendo así los responsables de una variedad de colores que van desde verde y maduran hasta obtener colores como café, naranja, rojo, violeta o amarillo. (Guzman et al., 2010)Debido a la gran cantidad de colores que

presentan estos frutos existen diferentes cantidades de carotenoides en los pimientos. (Guzman et al., 2010) En los pimientos, existen alrededor de 34 carotenoides no esterificados identificados mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC); algunos de estos son β -caroteno, β -criptoxantina, zeaxantina, violaxantina, capsantina y capsorrubin.(Guzman et al., 2010)

3.2.1 Pimiento propiedades nutricionales y funcionales

Constituye una abundante fuente de nutrientes y compuestos no nutritivos como la vitamina C, vitamina B6, vitamina A y b-carotenos.(Teresa Valero Gaspar, 2018) Desde el punto de vista nutricional, tiene un contenido energético reducido, siendo su componente principal el agua, seguido de las proteínas e hidratos de carbono.(Teresa Valero Gaspar, 2018)

Pimiento naranja

Composición en 100 gr.

		g	
Cantidad por porción			
Energía (Calorías)		27 Kcal	113 KJ
Grasa total		1,30 g.	
Grasa saturada		0,0 g.	
Colesterol		0 mg.	
Carbohidratos totales		4,60 g.	
Fibra dietética		0,90 g.	
Azúcares Totales		0,00 g.	
Proteínas Totales		1,20 g.	
Sodio	0,00 mg	Potasio	0,00 mg
Luteína	<u>0,00</u> mg	Zeaxantina	<u>3,33</u> mg

Figura 3. Tabla de Composición de Alimentos, pimiento naranja. (María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrient, 2017)

Estudios señalan que los pimientos de color naranja tenían perfiles de carotenoides similares, siendo la zeaxantina (50–75%) su carotenoide principal; mientras que en los de color rojo presentaban capsantina (50-70%) como carotenoide principal. (Agarwal et al., 2020b)

Un proyecto de cinco años de “Naturally Nutritious”, que investiga el desarrollo de productos alimentarios innovadores y variedades nutritivas beneficiosas para la vista, dio como resultado la investigación del Dr. Tim O’Hare, de la Universidad de Queensland, la cual identifico que los pimientos naranjas son la fuente más rica de zeaxantina, esencial para la visión. (Universidad de Queensland, 2020) Durante la investigación de O’Hare y sus colaboradores encontraron que un pimiento naranja de 450 gramos contenía niveles de zeaxantina igual a 30 tabletas de suplemento, cada comprimido de un suplemento de zeaxantina es de 2 mg que equivale aproximadamente a 10 gramos de pimiento naranja. (Universidad de Queensland, 2020)

Con respecto al cultivo de pimiento la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), detalla que este producto tiene una producción mundial de 28 070,851 toneladas, distribuidas en un área de 1 814,237 hectáreas; en cuanto a América del Sur existe una producción de 379,934 toneladas distribuidas en 26,017 hectáreas; y en el Ecuador se producen 5,900 toneladas en 1,650 hectáreas sembradas. (Cobo Jaramillo, 2012) Es un alimento que cuenta con diferentes variedades, como pimiento verde, rojo y amarillo se cultivan en las diferentes regiones naturales del país. (Gutiérrez A., 2017) Su ciclo vegetativo, entre la siembra y la cosecha de 4 a 6 meses. (STALIN IVÁN ARMIJOS ENCALADA, 2014) Su cultivo en el país es positivo, dado a que las características geográficas, climáticas y suelos son adecuadas para su desarrollo, en especial en la Costa y parte de la Sierra, en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja, donde el clima, la

altitud y el suelo es propicio.(STALIN IVÁN ARMIJOS ENCALADA,2014) De lo mencionado anteriormente, la provincia de Imbabura debido a su ubicación geográfica y gran diversidad climática y de suelos tiene gran representatividad agrícola donde se ha logrado identificar a los cultivos más relevantes como son: maíz, frejol, legumbres, hortalizas y dentro de ellas el pimiento que desde hace una década se ha convertido en uno de los productos de mayor producción de la provincia, principalmente en el cantón Gobierno Autónomo Descentralizado de Pimampiro [GADP]. (STALIN IVÁN ARMIJOS ENCALADA, 2014)

Para el cultivo del pimiento, el agricultor debería encontrar nuevas alternativas de producción, porque la agricultura tradicional esta desactualizada sin tecnología ni ciencia, afectando así la eficiencia del cultivo. (Cobo Jaramillo, 2012)

3.3 Kale origen, características

El kale o col rizada es una verdura de hoja verde de la familia Brassica. Es originaria del norte de Alemania, donde se cultiva en los meses más fríos y al principio fue considerada una verdura para personas de escasos recursos económicos.(La Red, 2023) Luego esta llegó a China o Estados Unidos, este último lugar fue donde ganó tendencia, y se consideró como un superalimento. (La Red, 2023)

Físicamente la col rizada es un vegetal crujiente y abundante, tiene alrededor de 30 o 40 cm, por lo general sus hojas son carnosas de tono verde intenso con un sabor tímidamente amargo.(La Red, 2023) Los sabores y la composición nutricional pueden diferir según el tipo. (La Red, 2023) Las hojas más tiernas y las hojas de verano tienden a ser menos amargas y fibrosas. (La Red, 2023)

- Col rizada: es la más común disponible, de color verde brillante, verde oscuro o morado, con hojas apretadas y puntiagudas.(Katherine Marengo LDN, 2021)
- Col lacinado o dinosaurio: tiene un tono azul verdoso y posee una firmeza y robustez superiores a la col rizada; su textura es escamosa.(Katherine Marengo LDN, 2021) Las hojas son más largas y planas y conservan su textura después de la cocción.(Katherine Marengo LDN, 2021)
- Col rusa roja: esta es de hoja plana, con tallos ligeramente púrpura y hojas con un matiz rojizo.(Katherine Marengo LDN, 2021) Los tallos son más fibrosos pero sus hojas son dulces y delicadas. (Katherine Marengo LDN, 2021)

Con respecto a la manera de consumo del kale, este puede ser crudo, pero con gran cuidado, por lo que se debe ser lavado previamente con las medidas de higiene respectivas.(Trevijano, 2023) Pueden consumirse sus tallos, sin embargo, sus hojas son las que más nutrientes concentra. (Trevijano, 2023)Se recomienda consumir este alimento fresco y si se lo cocina no debemos utilizar abundante cantidad de agua, para no perder sus minerales y vitaminas. (Trevijano, 2023) Existe una amplia variedad de maneras de consumirlo tanto solidas como liquidas.(Trevijano, 2023)

3.3.1 Kale propiedades nutricionales y funcionales

Entre las propiedades del kale destaca su bajo valor calórico, 45 Kcal por cada 100 gramos, debido a que posee una elevada proporción de agua en su composición. (Trevijano, 2023) Los minerales que incluye son; calcio, hierro en altas proporciones, magnesio, potasio y zinc.(Trevijano, 2023) En su contenido de vitaminas encuentras las vitaminas C, E, A y K. (Trevijano, 2023)

También presenta antioxidantes que ayudan al cuerpo a eliminar toxinas o radicales libres, que son moléculas inestables, que pueden generar daño celular provocando problemas de salud como inflamación y afecciones. (Katherine Marengo LDN, 2021)

Por lo tanto, este alimento es una buena alternativa para obtener proteínas, hierro y calcio para personas veganas. (Katherine Marengo LDN, 2021) También es alto en fibra y en proteínas, es decir que su bajo valor calórico, ayuda a saciar el organismo. (Trevijano, 2023) A la vez es un gran alimento por su gran contenido de minerales y vitaminas, con poder antioxidante que ayudan a reponer electrolitos.(Trevijano, 2023)

En 100 gr de kale encontramos:

- Vitamina C:120 mg.(Trevijano, 2023)
- Hierro:1,5 mg.(Trevijano, 2023)
- Vitamina B6:0,3 mg.(Trevijano, 2023)
- Magnesio:47 mg.(Trevijano, 2023)
- Calcio:150 mg. (Trevijano, 2023)

Cabe resaltar el papel de este alimento sobre la salud de los ojos, al tener luteína y zeaxantina, una combinación antioxidante que reduce el riesgo de degeneración macular relacionada con la edad. (Katherine Marengo LDN, 2021)A la vez que su cantidad de vitamina C, la vitamina E, el betacaroteno y el zinc, desempeñan un papel en la salud ocular. (Katherine Marengo LDN, 2021)Contiene 39 miligramos de luteína en 100 gramos de kale crudo. (American Macular Degeneration Foundation, 1998)

Kale

Composición en 100 gr.

Cantidad por porción					
Energía (Calorías)	37,0	Kcal.	155	KJ	
Grasa total	0,9	g.			
Grasa saturada	0,10	g.			
Colesterol	0	mg.			
Carbohidratos totales	2,50	g.			
Fibra dietética	4,20	g.			
Azúcares totales	0,00	g.			
Proteínas Totales	4,20	g.			
Sodio	12,00	mg	Potasio	310,00	mg
Luteína	39,00	mg	Zeaxantina	0	mg

Figura 4. Tabla de composición nutricional en 100 gr de Kale. (Lisa Gutknecht, 2020)

3.4 Piña origen, características

La piña o ananá es una fruta tropical de nombre científico “Ananas Comosus “, forma parte del grupo de las monocotiledóneas y forma parte de la familia “Bromeliaceae”. (Teresa Valero Gaspar, 2018) Es una hierba perenne con hojas duras de hasta 1 m de largo que da frutos cada tres años, dando un solo fruto dulce que tiene un gran tamaño con cáscara gruesa y dura con escamas de color marrón y en los extremos presenta unas hojas verdes muy grandes.(Teresa Valero Gaspar, 2018)

Su pulpa es amarilla, jugosa y tiene un sabor dulce y poco ácido; su consumo es diversa, puede ser; fresca, en rebanadas, jugos, jaleas, postres, ensaladas y en diversos platos. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Este fruto se ha cultivado desde hace cientos de años y es originaria de Sudamérica, específicamente de Brasil y Paraguay. (Teresa Valero Gaspar, 2018) Tiene una gran historia, ya que se dice que ante la llegada de Colón los indios lo agasajaron a él a sus tripulantes en su primer desembarque con piñas, para darles una grata bienvenida. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Esta fruta está disponible todo el año. (Teresa Valero Gaspar, 2018) Con respecto a su porción comestible hay 57 gramos por cada 100 gramos de fruta fresca. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Hay tres variedades botánicas de piña tropical:

- Sativus (sin semillas).(Teresa Valero Gaspar, 2018)
- Comosus (forma semillas capaces de germinar).(Teresa Valero Gaspar, 2018)
- Lucidus (es de recolección más sencilla al no poseer espinas sus hojas). (Teresa Valero Gaspar, 2018)

3.4.1 Piña propiedades nutricionales y funcionales

Es buena fuente de macro y micronutrientes, teniendo así un alto valor nutritivo, a pesar de que esta composición nutricional puede verse afectada por la variedad o especie, grado de madurez y la región donde se coseche. (Hernández Ramírez et al., 2021)

El agua constituye el 86 % de su peso, y su mayor nutriente son los carbohidratos con un 13 % . (Hernández Ramírez et al., 2021) Contiene cantidades altas de potasio, calcio, magnesio, sobre todo un alto contenido de fibra dietética, vitamina C, tiamina y riboflavina.(Hernández Ramírez et al., 2021) Es baja en sodio y en grasas.(Hernández Ramírez et al., 2021) La sacarosa, fructosa y glucosa son los azúcares presentes en la fruta, el grado de azúcar es

muy importante para su sabor y su aceptabilidad, este nivel de azúcar depende del tiempo de cosecha.(Hernández Ramírez et al., 2021)

Piña

Composición en 100 gr.

Cantidad por porción					
Energía (Calorías)	33,0	Kcal.		138	KJ
Grasa total	0,2	g.			
Grasa saturada	0,00	g.			
Colesterol	0	mg.			
Carbohidratos totales	9,80	g.			
Fibra dietética	1,40	g.			
Azúcares totales	9,85	g.			
Proteínas Totales	0,40	g.			
Sodio	2,10	mg	Potasio	175,00	mg
Luteína	<u>0,02</u>	mg	Zeaxantina	<u>0,00</u>	mg

Figura 5. Composición nutricional de la piña en 100 gr. (Hernández Ramírez et al., 2021)

En 100 gr de Piña encontramos las siguientes cantidades de minerales:

- Calcio, (Ca) 13 mg .(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Hierro, (Fe) 0,29 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Magnesio, (Mg) 12 mg .(Hernández Ramírez et al., 2021)

- Fósforo, (P)8 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Potasio, (K) 109 mg .(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Sodio, (Na) 1 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Zinc, (Zn) 0,12 mg. (Hernández Ramírez et al., 2021)

De Vitaminas en 100 gr de la fruta:

- Vitamina C (Ácido ascórbico) 47,8 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina B1 (Tiamina) 0,079 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina B2 (Riboflavina) 0,032 mg. (Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina B3 (Niacina) 0,5 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina B6 0.112 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Ácido fólico 18 ug.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina A 3 IU.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina E 0,02 mg.(Hernández Ramírez et al., 2021)
- Vitamina K 0,7 ug. (Hernández Ramírez et al., 2021)

La piña presenta compuestos bioactivos relacionados con efectos favorables en la salud, especialmente en enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer.(Hernández Ramírez et al., 2021) Los principales compuestos bioactivos de la pulpa de piña son los compuestos antioxidantes tales como ácido ascórbico y carotenoides. (Hernández Ramírez et al., 2021)

Aparte que la fruta es rica en bromelina, enzima o fermento de acción proteolítica, capaz de romper moléculas de proteínas dejando libres los aminoácidos que las componen. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Con respecto a los componentes no nutritivos de la piña, están los ácidos orgánicos, cítrico y málico, responsables de su sabor ácido. (Teresa Valero Gaspar, 2018)

Algunos de los beneficios de la piña sobre la salud incluyen que es rica en antioxidantes, ya que tienen carotenoides, como el betacaroteno, la luteína y la zeaxantina, que, al igual que la vitamina C, son antioxidantes para combatir el estrés oxidativo asociado a la inflamación crónica, el envejecimiento prematuro y enfermedades como la cardíaca, el cáncer o la diabetes. (Revista Interès Mutu, 2021) También la bromelina de esta fruta favorece a la digestión, dado a que esta enzima actúa en el cuerpo como proteasas, que descomponen las proteínas en aminoácidos. (Revista Interès Mutu, 2021) Otro beneficio es la protección que ofrece a la salud visual dado a que el betacaroteno, luteína y zeaxantina presentes pueden mejorar e incluso prevenir la DMAE. (Revista Interès Mutu, 2021) A la vez fortalece el sistema inmune, porque investigaciones destacan que la bromelina tiene el poder de disminuir marcadores de inflamación en el cuerpo, mejorando el sistema inmunitario, y también la vitamina C aumenta la producción de los linfocitos y fagocitos, que actúan ambos como antiinflamatorios. (Revista Interès Mutu, 2021)

CAPITULO 4. EDUCACIÓN NUTRICIONAL Y SU PAPEL EN LA SALUD

4.1 Herramientas de educación nutricional y su importancia

La educación es un proceso de humanización que sienta las bases para la integración social, siendo así un proceso de comunicación constante. (Nora Patricia Chinchilla Barrantes, 2016)

La educación alimentaria otorga información, conocimientos y capacitación en nutrición, siendo de esta forma su objetivo es alcanzar cambios elocuentes en las conductas y prácticas alimentarias. (Acción contra el hambre, 2023) Es decir que son estrategias educativas con el

fin de instruir directamente en las conductas alimenticias que son favorables para la salud mental y física del ser humano. (Acción contra el hambre, 2023)

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Educación Nutricional no es sólo la propagación de información sobre alimentos y nutrientes, ya que se al mismo tiempo se encarga de otorgar las estrategias y herramientas para conocer qué hacer y cómo actuar para mejorar la nutrición. (FAO, 2023)

Las actividades que realiza la FAO en torno a la Educación Alimentaria y Nutricional son: fomentación de hábitos alimentarios saludables a largo plazo, educación alimentaria no solo en las escuelas sino también a las familias y la comunidad, implantación de huertos escolares pedagógico, creación de guías alimentarias para promover dietas sanas, desarrollo de ambientes positivos para una correcta nutrición y alternativas alimentarias saludables. (FAO, 2023)

Educación sobre la importancia de una buena alimentación implica: encontrar y eliminar las creencias, mitos y malas conductas, fomentando una mayor consciencia del papel que tiene la alimentación sobre la salud, las enseñanzas, la producción, distribución y adquisición de alimentos; enfocándose sobre todo en la educación en los más pequeños, al promover conceptos, actitudes y conductas que son bases esenciales en la alimentación. (Ernesto Elías De La Cruz Sánchez, 2015)

Dado el crecimiento global de las tasas de obesidad, diabetes y otras enfermedades vinculadas al estilo de vida, resulta esencial buscar enfoques educativos innovadores, didácticos y experimentales que contribuyan a capacitar a individuos, familias y comunidades. (MARIA TERESA SEMPERE RUIZ et al., 2021) El objetivo es aprender a cuidarse, dando prioridad a

la promoción de la salud y la prevención de enfermedades.(MARIA TERESA SEMPERE RUIZ et al., 2021)

La relevancia de la educación nutricional es muy grande, dado a que la malnutrición es un problema global y su causalidad principal son las dietas poco saludables, esto se puede observar en informes de la Organización Mundial de la Salud que detallan que en la Unión europea del 30 al 70% de los adultos tienen sobrepeso y el 10-30% presentan obesidad. (Acción contra el hambre, 2023) Sin embargo, lo más preocupante de esos datos es ya que dice que en el año 2030 más de la mitad de la población europea padecerá de obesidad, aparte que la mayor parte de las personas con obesidad o sobrepeso presentan carencias de micronutrientes. (Acción contra el hambre, 2023)

Aparte que la alimentación tanto en exceso como insuficiente influye potencialmente en el desarrollo de diversas patologías; como la desnutrición, la obesidad, el sobrepeso, las enfermedades cardiovasculares, los trastornos alimentarios, etc.(Ernesto Elías De La Cruz Sánchez, 2015) Por esto es que se trabaja de la mano de la educación, para que por medio de esta se modifiquen o fomenten hábitos alimentarios saludables que impliquen a todos los integrantes de la comunidad educativa, niños, padres, maestros y directivos. (Ernesto Elías De La Cruz Sánchez, 2015) De esta forma se busca crear una relación positiva con la comida y de esta manera se logre prevenir problemas de salud. (FAO, 2023)

Las herramientas de educación nutricional las podemos encontrar en las guías alimentarias, que contienen información para elegir la mejor opción de alimentos, con la ayuda de imágenes novedosas e ingeniosas como la pirámide alimenticia y el plato saludable. (Maria Manera, 2020)

- La pirámide alimenticia es una representación gráfica en forma de pirámide que cataloga a los alimentos de acuerdo con sus requerimientos nutricionales, con el fin de impulsar una nutrición sana junto con actividad física y descanso. (IDRO, 2022) Esta herramienta se creó en los 70 en Suecia, desde ahí ha tenido distintos cambios con respecto al número de niveles y el tipo de alimentos que tenía cada uno. (IDRO, 2022) En la actualidad la pirámide más aceptada es la que tiene cinco niveles que se leen desde abajo con los alimentos más recomendados y arriba en la punta están los que se consumen en cantidades inferiores. (IDRO, 2022) El primer nivel que es la base lo integran los carbohidratos, como los cereales, el pan, el arroz, las patatas, las harinas y las legumbres frescas, estos alimentos se recomiendan entre 4-6 raciones diarias. (IDRO, 2022) El segundo nivel lo conforman las frutas y verduras; se aconsejan de 3-4 frutas al día, y 2-3 porciones de verduras. (IDRO, 2022) En el tercer nivel están los alimentos proteicos de origen animal, aquí se distinguen el grupo de los lácteos y el de los huevos. (IDRO, 2022) El cuarto nivel es integrado por carnes y pescados, se deben consumir, entre 1-2 veces por semana. (IDRO, 2022) En el quinto nivel, en la punta están los alimentos de consumo ocasional y opcional; como dulces, bollería y snacks. (IDRO, 2022) Sin embargo, es importante mencionar que las necesidades nutricionales varían en cada persona de acuerdo con el metabolismo, la actividad física que realice y otros factores. (IDRO, 2022)



Figura 6. Pirámide alimenticia. (Significados.com, 2023)

- El plato del buen comer o plato saludable: es una guía para formar comidas saludables y balanceadas, servidas en un plato o empacadas. (Harvard T.H Chan, 2023) El objetivo de este es centrarse en la calidad de la dieta. (Harvard T.H Chan, 2023) El plato detalla $\frac{1}{2}$ sea de vegetales y frutas, los granos integrales son de $\frac{1}{4}$, la proteína $\frac{1}{4}$, los aceites de plantas deben ser consumidos en moderación, se debe tomar agua y evitar las bebidas azucaradas por último mantenerse activo. (Harvard T.H Chan, 2023)



Figura 7. El plato para comer saludable. (Harvard T.H Chan, 2023)

4.1.1 Funciones de una guía nutricional

Las Guías Alimentarias basadas en alimentos, tienen como objetivo sentar las bases para establecer políticas nacionales con respecto a la alimentación y nutrición, salud y agricultura, y también programas de educación nutricional para fortalecer estilos de vida saludables. (Universidad de Chile, 2021). El fundamento de las Guías Alimentarias es fomentar una alimentación adecuada, saludable, diversa y culturalmente aceptable en una sociedad que goce de buena salud. (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, 2012) El objetivo es disminuir los problemas de desnutrición en niños y prevenir enfermedades crónicas no transmisibles en jóvenes y adultos. (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, 2012) Esta estrategia educativa incluye conocimientos de los requerimientos nutricionales y la composición de los alimentos, así como los posibles efectos de su consumo sobre la salud con mensajes prácticos que influyan en la toma de decisiones informadas el momento del consumo de alimentos. (Jordi Salas Salvadó (ed. lit.), 2019) Cabe destacar que las guías alimentarias deben tener en cuenta aspectos como los modelos alimentarios sobre el medio ambiente, la sociedad, la productividad y la comercialización del entorno. (Bechthold A, 2018) Es decir que las guías alimentarias se deben adaptar a aspectos culturales, antropológicos, educativos, sociales y económicos; por lo que se recomienda que cada país o cultura tenga su propia guía alimentaria tomando en cuenta los aspectos culturales, antropológicos, educativos, sociales y económicos, así como la dieta habitual de la sociedad a la cual van dirigidas. (Bechthold A, 2018) Los mensajes de la guía deben ser sustentados con base científica, se caracterizan por ser breves y concisos que se pueden ayudar con representaciones gráficas o recursos visuales (dibujos, formas, clasificaciones, etc.). (Maria Manera, 2020) Las imágenes otorgan información cualitativa y cuantitativa que detalla la frecuencia, la porción o cantidad de alimentos o grupos de alimentos. (Maria Manera, 2020b)

Las imágenes más utilizadas en las últimas décadas han sido el círculo, con separaciones por grupos alimenticios en distintos tamaños según la cantidad que debe ser consumida y su importancia, por otro lado, en los noventa aparecieron los triángulos o pirámides. (María Manera, 2020b) También se utiliza un plato saludable el cual lo vemos en la guía del gobierno de los Estados Unidos del 2011, en donde se cambió a este en lugar de la pirámide, el plato representa la cantidad de los principales grupos de alimentos que se encuentran en las principales comidas. (María Manera, 2020b)

Se debe tener en cuenta que las guías alimentarias son cambiantes a medida que la ciencia evoluciona al igual que la población y sus características socioeconómicas, demográficas, culturales, etc.(Jordi Salas Salvadó (ed. lit.), 2019) Por lo que se requiere de actualizaciones regulares, para transmitir mensajes precisos y eficientes, que estén elaborados con estrategias metodológicas adecuadas, sistemáticas, transparentes y validadas. (Montserrat Rabassa, 2019) A la par es importante que estas guías vayan de la mano de intervenciones en el entorno y planificaciones que permitan que adquirirlas sencillamente. (Montserrat Rabassa, 2019)

4.2 Certificación de calidad de los alimentos

Los productos alimenticios en el Ecuador tienen un conjunto de certificaciones y normas que mejoran su desempeño global y promueven iniciativas de desarrollo sostenible, de esta manera se garantiza la calidad de los productos ofertados y a su vez se incrementa la eficiencia y la productividad de los productores. (MME, 2021)

Entre las normas encontramos la ISO, que tienen el fin de coordinar integralmente una empresa, para disminuir costes y aumentar su efectividad, estableciendo parámetros de calidad de una

empresa. Estas normas trabajan en varias áreas tanto de calidad, medio ambiente, responsabilidad social y gestión de riesgos y seguridad. (MME, 2021)

Por otro lado, están las Normas INEN que se encargan de evaluar la aceptabilidad del producto, en base a la normativa técnica ecuatoriana, que busca cumplir con las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional, buscando una mejora de las empresas y su competitividad, vigilando siempre la seguridad y salud del consumidor. (MME, 2021)

El INEN establece las normativas técnicas nacionales, para la ejecución de los procesos de un sistema de calidad en cuanto a la normalización, reglamentación técnica, evaluación de la conformidad y metrología de los productos ecuatorianos. (MME, 2021)

Al hablar de calidad, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un punto clave, ya que se encargan de establecer los requisitos que cercioran la inocuidad e higiene en la cadena productiva alimentaria. (MME, 2021) La certificación BPM permite disminuir el tiempo de búsqueda de posibles riesgos de inseguridad alimentaria, de esta manera se aumenta la satisfacción al cliente y existe un reconocimiento global que genera seguridad al consumidor. (MME, 2021) El organismo encargado de evaluar las BPM es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (MME, 2021)

También en el Ecuador se cuenta con La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario “AGROCALIDAD”, este regula y controla la sanidad del sector agropecuario y la inocuidad de los alimentos en la producción primaria, fortaleciendo el aumento sostenible de la productividad y competitividad del sector agropecuario, al igual que de la calidad de vida de los productores agropecuarios. (MME, 2021)

Cada una de estas certificaciones y normas tienen diferentes roles y beneficios que son imprescindibles para otorgar la calidad necesaria que debe llevar un alimento.(MME, 2021)

4.3 Características del etiquetado nutricional y su relevancia en la salud

El etiquetado nutricional es la información que se encuentra en los productos alimenticios y tiene el rol de otorgar datos al consumidor sobre los ingredientes, la calidad o el valor nutricional. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023)

Estos datos se presentan en cualquier encabezado, etiqueta, marca, imagen, ya sea de manera gráfica, escrita, impresa o superpuesta en el envase de un alimento o producto alimentario. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023)

La FAO incentiva la utilización de la etiqueta nutricional en los alimentos, para resguardar la salud de los consumidores al garantizar la seguridad alimentaria necesaria.(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023) El etiquetado de los alimentos aporta conocimiento sobre el origen contenido del producto, cómo utilizarlo, prepararlo y consumirlo inocuamente.(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023) El crecimiento del comercio internacional ha convertido en esencial la creación de etiquetas alimentarias confiables. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023) De esta manera se facilita la información nutricional al consumidor, para que él pueda elegir sabiamente lo que va a comer, revisando previamente de forma detenida sus alimentos en base a las cantidades de nutrientes que contiene un producto.

(Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)

Los requisitos para el rotulado de productos alimenticios según la Norma Técnica ecuatoriana voluntaria en su norma NTE-INEN 1334 - 1:2014, detalla las siguientes partes del etiquetado nutricional:

- 1.Nombre del Alimento (explícitamente el nombre específico del producto) (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
2. Descripción del producto (información verdadera del producto ofertado). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
3. Lista de Ingredientes (alimentos que contiene el producto). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
4. Aditivos Alimentarios (cualquier aditivo que conforme el alimento). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
5. Contenido o Peso neto (en Unidad del Sistema Internacional y se coloca en un área visible). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
6. Información del fabricante o distribuidor (nombre del fabricante o distribuidor): (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
- 7.Ciudad y país de origen: debe indicarse la ciudad o localidad (para zonas rurales) y el país de origen del alimento.(Comité Técnico: ROTULADO PRODUCTOS ALIMENTICIOS, 2008)
8. Identificación del lote (cada producto debe tener la letra "L" o "Lote" con el fin para de identificar la camada de producción). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017).
- 9.Fecha de elaboración y caducidad (debe estar de forma legible cuando fue elaborado el producto y la fecha máxima de su consumo). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)
- 10.Instrucciones de uso (detalla cómo debe ser consumido el producto, donde almacenarlo y dosis de ingesta diaria recomendada). (Daniela Andreina Cevallos Guamán, 2017)

Información nutricional	
Tamaño de la porción 1/4 de taza (113 g)	
Porciones por envase 8	
Cantidad por porción	
Calorías 100	Calorías de las grasas 20
% de valor diario*	
Grasa total 2g	3%
Grasas saturadas 1.5g	7%
Grasas <i>trans</i> 0g	
Colesterol 10mg	3%
Sodio 460mg	19%
Total de carbohidratos 4g	1%
Fibra 0g	0%
Azúcares 4g	
Proteína 16g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 0%
Calcio 8%	Hierro 0%

*Los porcentajes de valores diarios se basan en una dieta de 2.000 calorías.

Figure 8. Etiqueta nutricional. (Food and Drug Administration, n.d.)

- 1) Tamaño de la porción: muestra la cantidad de porciones del paquete y el tamaño de cada porción. (Food and Drug Administration, 2018) Toda la información nutricional en la etiqueta se basa en una porción del alimento. (Food and Drug Administration, 2018)
- 2) Cantidad de calorías: las calorías indicadas son en una porción del alimento. (Food and Drug Administration, 2018) Las “calorías de las grasas” dan el valor de calorías de grasa en una porción. (Food and Drug Administration, 2018)
- 3) Porcentaje de valor diario: Como los nutrientes en una porción de alimento aportan a ll total de la dieta. Los valores al día son de una dieta de 2.000 calorías. (Food and Drug Administration, 2018)
- 4) Se deben limitar esos nutrientes; grasas saturadas, grasas trans, colesterol o sodio. (Food and Drug Administration, n.d.)

- 5) Aumentar la ingesta de estos nutrientes; fibra, vitamina A, vitamina C, calcio y potasio. 5% del valor diario o menos, es bajo en fibra y 20% del valor diario o más, es alto en fibra. (Food and Drug Administration, n.d.)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La visión es uno de los sentidos más esenciales del ser humano, pues el 50% de la información que recibimos del entorno es a través de ellos. (Eduardo González, 2015) La visión es el proceso por el cual el cerebro interpreta las imágenes captadas por el ojo, este tiene información gracias a la luz que reflejan los propios objetos y la transmite al cerebro a gran velocidad. (Eduardo González, 2015) Esto se produce a través del ojo ya que este tiene la función de traducir las vibraciones electromagnéticas de la luz.(NELSON AUGUSTO CARDENAS RONAL VIVEROS LIZARAZO, 2012)

En el instante en que la luz atraviesa la córnea, que adopta una forma cúpula y curva la luz para asistir al ojo en su enfoque, parte de esta luz ingresa al ojo mediante una abertura denominada pupila.(Rovasio Roberto, 2005) La cantidad de luz que la pupila permite ingresar es controlada por el iris, la porción coloreada del ojo.(National Eye Institute, 2022) Posteriormente, la luz atraviesa el cristalino, una lente transparente en el ojo.(National Eye Institute, 2022) El cristalino colabora con la córnea para lograr un enfoque preciso de la luz sobre la retina.(National Eye Institute, 2022) Una vez que la luz alcanza la retina, una capa de tejido sensible a la luz en la parte posterior del ojo, las células fotorreceptoras transforman la luz en señales eléctricas. (National Eye Institute, 2022) Estas señales viajan desde la retina a través del nervio óptico hasta el cerebro. (National Eye Institute, 2022) Finalmente, el cerebro

convierte estas señales en las imágenes que percibimos.(Rovasio Roberto, 2005) Es decir que este sentido es vital para llevar a cabo varias acciones básicas. (Eduardo González, 2015)

Las enfermedades oculares son de origen multifactorial, es decir que los enfoques para su tratamiento son varios uno de ellos el nutricional, para ciertas patologías.(BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007) También es importante evitar los factores de riesgo implicados como; el tabaco, la exposición solar y favorecer la ingesta de alimentos ricos en componentes beneficiosos como; luteína, zeaxantina, vitaminas C y E, zinc y AGP n-3 [EPA y DHA], entre otros). (BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO, 2007)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 314 millones de personas en el mundo tienen discapacidad visual, debido alguna enfermedad ocular o a errores de refracción no corregidos, estos son los más comunes y tienen que ver con la manera en que enfoca el ojo. (Brusi et al., 2015) De estas personas, 45 millones son ciegos y el 90% se encuentra en países de bajos y medianos recursos económicos, el 80% de estos casos se pueden prevenir o tratar fácilmente. (Brusi et al., 2015) Algunos factores de riesgo son; la edad en especial los mayores a 50 años y las personas que viven en sectores rurales. (Brusi et al., 2015) Entre las principales causas de deterioro visual y ceguera están; cataratas (39%), errores refractivos no corregidos (18%), glaucoma (10%), degeneración macular asociada a la edad (7%), opacidad corneal (4%), retinopatía diabética (4%), tracoma (3%), afecciones oculares infantiles (3%) y oncocercosis (0,7%). (Brusi et al., 2015)

Causas de pérdida de visión	Número de afectados hombres		Número de afectadas mujeres	
	Moderado-grave	Ceguera	Moderado-grave	Ceguera
Error de refracción	73 349 280	1 745 809	84 141 491	1 951 460
Catarata	34 585 485	6 781 021	48 89 698235	10 224 459
Degeneración macular	2 747 991	664 874	3 483 906	1 185 235
Glaucoma	2 004 335	1 891 832	2 140 438	1 716 580
Retinopatía diabética	1 434 564	462 927	1 843 470	611 103
Otras causas de pérdida de visión	18 002 995	7 854 236	22 468 255	8 190 458

Tabla 2. Afectados por pérdida de visión a nivel global en 2020 en hombres y mujeres de todas las edades. (Dra. María del Carmen Calle Dávila, 2022)

La imagen refleja los afectados por pérdida de visión a nivel global en el año 2020, dependiendo del sexo. (Dra. María del Carmen Calle Dávila, 2022)

En 2014 más de 3 millones de personas eran ciegas en las Américas, siendo la mayoría de ellos mayores de 50 años.(Organización Mundial de la Salud, 2019) Mientras que en el 2020 en América Latina y el Caribe, se aproximó que existían 78 millones de personas con pérdida de visión, de los cuales 3.7 millones de personas eran ciegas. (Organización Mundial de la Salud, 2019) Se cree que la demanda mundial de atención oftalmológica aumentará en los siguientes años debido al envejecimiento de la población y a los cambios en el estilo de vida por el

incremento del uso de la tecnología.(Organización Mundial de la Salud, 2019) Por lo tanto, es muy importante establecer acciones de promoción y prevención en la salud para que se generen estilos de vida adecuados que incluyan buenos hábitos alimenticios con los nutrientes necesarios y adecuados que permitan prevenir estas enfermedades.(Organización Mundial de la Salud, 2019) Al mismo tiempo se debe buscar fortalecer los servicios públicos de atención con el objetivo de llevar un adecuado monitoreo visual. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

La OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estiman que en Latinoamérica el 13% de la población en edad escolar tiene errores refractivos que pueden causar disminución de la agudeza visual.(Brusi et al., 2015) Según Global Visión Database, la prevalencia de pérdida de visión por todas las causas en los países andinos es mayor en Colombia (15%), sigue Perú (13,5%), luego continúa Venezuela (12.7%), Ecuador (11.1%) y Bolivia (10.9%). (Brusi et al., 2015)Chile muestra la prevalencia más baja de pérdida de la visión (6.0%).(Dra. María del Carmen Calle Dávila, 2022)

En el Ecuador aproximadamente, al menos una de cada tres personas tiene algún trastorno visual.(Fabrizio López Lupino, 2023) Los problemas de visión más comunes en el Ecuador son:

- 1.Pterigión
- 2.Degeneración macular relacionada con la edad
- 3.Queratocono
- 4.Desprendimiento de Retina

5.Ojo seco y Blefaritis

6.Miopía

7.Malposición de párpados relacionados con la edad. (Belén Quizhpe, 2020)

El pterigión es la primera enfermedad visual más común en ecuatorianos, esta se describe como el crecimiento de tejido anormal sobre la córnea, comúnmente conocido como carnaza. (Belén Quizhpe, 2020) Entre los factores que aumentan el riesgo de padecerla se encuentra; la ubicación geográfica (ya que Quito está ubicado en la Mitad del Mundo, provocando que los rayos de luz caigan de forma perpendicular), la edad avanzada, la altura, resequedad ocular, exposición a condiciones ambientales irritantes como el polvo, el aire seco, humo y exposición a la luz del sol.(Belén Quizhpe, 2020) Algunas profesiones son más propensas a presentar esta enfermedad: arquitectos, agricultores, ingenieros o cualquier persona que trabaje al aire libre. (Belén Quizhpe, 2020) Sin embargo, con el incremento de teletrabajo y el uso excesivo de dispositivos electrónicos la incidencia de esta enfermedad es una de las más comunes en la consulta diaria.(Belén Quizhpe, 2020) Según estimaciones, en Ecuador la prevalencia de esta enfermedad es del 10%. (Belén Quizhpe, 2020)

El segundo problema más común tanto a nivel mundial como nacional es la degeneración macular relacionada con la edad, esta es una enfermedad que altera la visión y se caracteriza por la degeneración de la mácula, una región específica de la retina. (Hernández-Zimbrón et al., 2018) Dentro de sus factores de riesgo de riesgo están la edad, la genética, el tabaquismo, el sexo femenino y la obesidad abdominal.(Tomany SC, 2004)

Su etiología está relacionada sobre todo con el factor de riesgo del envejecimiento, uno de los principales problemas que contribuyen a la DMAE es el daño oxidativo causado por radicales

libres, estas causan alteraciones sobre conos y bastones produciendo su degeneración. (Hernández-Zimbrón et al., 2018) Según la Organización mundial de la salud la DMAE tiene una prevalencia del 4 % a nivel mundial, afectando especialmente, en personas mayores de 50 años.(Katerine Leonor Avila Heras1, 2018)Clínicamente se manifiesta en dos formas, la atrófica seca y la exudativa o húmeda.(Hernández-Zimbrón et al., 2018) En el Ecuador las cifras indican que el 30% de las personas mayores a 65 años que viven en Ecuador tiene problemas de mácula, esto quiere decir tres veces más que en un país europeo. (Fabrizio López Lupino, 2023)

El siguiente problema sería el queratocono, este se da cuando la córnea, que es una ventana transparente en forma de cúpula en la parte delantera del ojo que enfoca la luz en el ojo adelgaza y sobresale como un cono. (Kierstan Boyd, 2022c) Ocasionando que los rayos de luz se desenfocan. (Kierstan Boyd, 2022c)Dando como resultado una visión borrosa y distorsionada, lo que dificulta las tareas cotidianas. (Kierstan Boyd, 2022c)

En cuanto al desprendimiento de la retina, se produce por una separación de la retina neurosensorial de su epitelio pigmentario, producto del líquido que pasa de la cavidad vítrea al espacio subretiniano, a causa de desgarro, agujero o de desinserción retiniana. (Kierstan Boyd, 2022b) Por lo tanto, es un proceso agudo, que se produce como consecuencia de alteraciones estructurales previas en el vítreo y en la retina de forma lenta y clínicamente silenciosa. (Ramos López M, 2010)De manera que se produce una visión borrosa. (Kierstan Boyd, 2022b)

Algunas causas que provocan esta patología son golpes fuertes en la cabeza en la región frontal, levantar pesos grandes, preeclampsia grave, glomerulonefritis, miopía avanzada, retinopatía diabética proliferativa, tumores malignos o benignos.(Arencibia González D., 2010)

Este problema es grave, por lo que se recomienda que un experto lo evalúe de inmediato o de lo contrario se puede llegar a perder la visión en ese ojo. (Kierstan Boyd, 2022b)

Con respecto al ojo seco este se da si no se producen la cantidad suficiente de lágrimas, también ocurre cuando las lágrimas no tienen la combinación adecuada de elementos o si la película lagrimal no es como debería ser. (Kierstan Boyd, 2022a) En cambio, la blefaritis es la inflamación de los párpados con enrojecimiento, inflamación, ardor y dolor; este es común en personas con piel grasosa, caspa o rosácea. (Kierstan Boyd, 2022a)

Sobre la miopía este es un problema de refracción, causando que los objetos lejanos se vean borrosos. (National Eye Institute, 2023) Se da si forma del ojo hace que la luz se enfoque en un área enfrente de la retina, en lugar de enfocarse en la propia retina. (National Eye Institute, 2023)

El ultimo problema más común en el Ecuador es la malposición de párpados relacionados con la edad, esto se produce por una inestabilidad del párpado, perdiendo así la tensión del tendón cantal lateral, que es el tendón que sujeta el párpado, de manera que el párpado se gira hacia dentro (entropión), o hacia fuera (ectropión). (Dr. Ignasi Jürgens, 2019)

OBJETIVOS:

Objetivo general: desarrollar un producto funcional a base de pimienta naranja, kale y piña (altos en luteína y zeaxantina), como alternativa saludable para beneficiar la salud de la población.

Objetivos específicos:

1. Realizar una revisión bibliografía, mediante un análisis de artículos en el periodo comprendido entre 2013-2023 sobre los beneficios que posee la luteína y la zeaxantina

en la salud y como estos compuestos pueden reducir el riesgo de contraer ciertas enfermedades.

2. Elaborar el producto funcional junto con su respectivo etiquetado nutricional.
3. Crear una guía para profesionales sobre los beneficios funcionales del producto.

METODOLOGÍA:

1.Localización geográfica

Universidad Internacional del Ecuador Matriz Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández.

2.Marco conceptual

Durante el periodo estudiantil septiembre-enero 2023.

3.Marco espacial

Universidad Internacional del Ecuador Matriz Quito.

4.Tipo de diseño de investigación

Estudio descriptivo experimental, con un método de investigación inductivo –deductivo.

5.Materiales y equipos:

Los materiales, equipos e insumos requeridos se presentan en la siguiente tabla:

Materiales comunes	Materiales de laboratorio	Material de envase	Equipos	Insumos
Cuchara	Vasos de precipitación	Frascos de vidrio esterilizados con tapa.	Balanza	Pimiento naranja
Cernidor	Varilla de vidrio.		pH-metro	Kale
Cuchillos	Bureta		Brixómetro	Piña
Tabla de picar	Pipeta volumétrica		Extractor de jugos	Semillas de chía
Jarra medidora			Licuada	Stevia
Pinzas de cocina				Coco rallado
Cucharita				Coco
2 ollas				Esencia de vainilla
Cuchara de palo				
Vaso de 12 onzas				

Tabla 3. Materiales y equipos empleados. Fuente: Autor,2023

Materiales:



Figura 9. Materiales comunes. Autor ,2023.



Figura 10. Balanza. Autor,2023.



Figura 11. Extractora de jugos. Autor,2023

6. Descripción de los insumos para la formulación de la bebida

- Pimiento de color amarillo, con características organolépticas adecuadas, sin defectos, la textura adecuada, buen sabor y aspecto externo, en tamaño, color y forma. Este fue adquirido en el supermercado.
- Kale orgánico, con características organolépticas adecuadas, sin defectos, la textura adecuada, buen sabor y aspecto externo, en tamaño, color y forma. Este fue adquirido en el supermercado.
- Piña con características organolépticas adecuadas, sin defectos, la textura adecuada, buen sabor y aspecto externo, en tamaño, color y forma. Este fue adquirido en el mercado.
- Agua de coco, de la marca “Coco freeze” de 355 ml adquirida en el supermercado, asegurando que este producto se encuentre en buena calidad y refrigerado.
- Coco rallado

- Semillas de chía del mercado de productos naturales “El Granel” ubicado al norte de la ciudad de Quito.
- Stevia en hojas; estas fueron adquiridas en un mercado de productos naturales llamado “El Granel” a Norte de la ciudad de Quito.
- Esencia de vainilla de la marca “la reposterita” de 100 cm³, asegurándonos que el producto esté en buena calidad adquirida en el supermercado.

7. Descripción de los procesos para la obtención de la bebida

- Se realizó la recepción de los productos necesarios (pimiento naranja, piña, kale, agua de coco y coco rallado, esencia de vainilla y Stevia)
- Luego se procedió a seleccionar los productos, con la elección de aquellos que se encuentran en las mejores condiciones, libre de microorganismo.
- Se lavó la extractora de jugos, la licuadora y todos los materiales necesarios con agua y jabón y se dejó secar la maquina en un ambiente libre de microorganismos.
- Se lavó la piña, el pimiento naranja y el kale correctamente con agua y jabón aplicando las buenas prácticas de manufactura.
- En una olla inocua se colocó agua y hojas de Stevia, y se esperó 15 minutos desde que comenzó a hervir y se apagó.
- Con ayuda de un cernidor limpio y desinfectado, se vertió el líquido de la olla que contenía el líquido de Stevia en una taza y se lo guardó para su posterior uso.
- Se siguió con la esterilización de los frascos de vidrio y sus respectivas tapas con agua caliente y jabón para luego enjuagar. Se colocaron estos frascos en una olla llena de agua, a fuego lento y se dejó hervir por 15 minutos, se lo tapó e hirvió por 15 minutos más para luego apagar la olla.

- Se sacó los frascos con pinzas esterilizadas y se los puso sobre una toalla para que el agua se escurra.
- Se peló la piña y se pesó un total de 300 g de estas utilizando herramientas estériles y el cuidado respectivo del manipulador, que evitaron la contaminación cruzada.
- Se licuó en la licuadora la piña y se extrajo su jugo para luego cernirlo en un recipiente estéril obteniendo así 250 ml
- En una tabla se cortó el pimiento retirando sus pepas y pesar 75 gramos del producto con ayuda de herramientas estériles y el cuidado respectivo del manipulador, que evitaron la contaminación cruzada.
- Se esterilizó el kale y se pesó 35 gr de este utilizando herramientas estériles y el cuidado respectivo del manipulador, que evitaron la contaminación cruzada.
- Se pesó 15 gr de coco rallado en una balanza libre de microorganismos.
- Se continuó con la extracción del contenido de los vegetales; utilizando herramientas estériles que evitaron la contaminación cruzada. Para esto se insertó el pimiento naranja el kale y se agregó el coco rallado previamente pesado en la extractora de jugos poco a poco.
- Se colocó el contenido de la extractora en el recipiente que contenía antes el jugo de piña para proceder a su mezcla.
- Se agregó 200 ml de jugo de coco sobre la misma anterior.
- Se agregó 1 gr Stevia líquida realizada anteriormente y 5 gr semillas de chía, priorizando el buen estado de estos productos y cumpliendo las BPM por parte del manipulador.

- Se removió estos ingredientes con una cuchara limpia y se añadió 3 gotas de esencia de vainilla y se siguió mezclando los productos.
- Y se envasó y selló este contenido de jugo en un frasco de vidrio, el cual antes fue esterilizado, asegurando que el manipulador cumplió las reglas de higiene y que verificó la inocuidad en frascos y tapas.
- Se procedió a envasar al vacío el producto, asegurándonos de cerrar correctamente el frasco de vidrio para luego ponerlo boca abajo por unos minutos.
- Se etiquetó y se colocó el logo del producto de manera correcta.
- Finalmente, el almacenamiento, fue en un ambiente fresco, sin riesgo de contaminación y tampoco excedió el periodo máximo de consumo.

Proceso:



Figura 12. Ingredientes cortados. Autor,2023.



Figura 13. Lavado del kale. Autor,2023.



Figura 14. Lavado del material de envase. Autor,2023.



Figura 15. Esterilización del material de envase. Autor,2023.

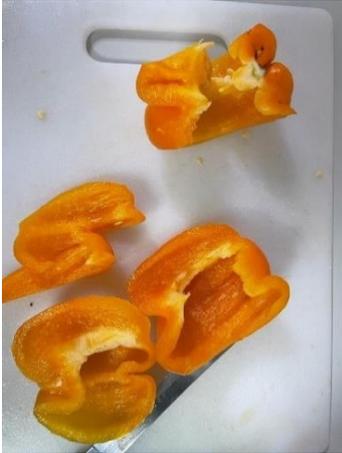


Figura 16. Pimiento cortado. Autor,2023.



Figura 17. Kale cortado. Autor,2023.



Figura 18. Pelado y cortado de la piña. Autor,2023.



Figura 19. Pesaje del pimiento. Autor,2023.



Figura 20. Pesaje del Kale. Autor,2023.



Figura 21. Pesaje de piña. Autor,2023.



Figura 22. Pesaje de coco. Autor,2023.



Figura 23. Medición de agua de coco. Autor,2023.



Figura 24. Proceso de obtención de la planta de Stevia. Autor, 2023.



Figura 25. Stevia líquida. Autor, 2023.



Figura 26. Medición de Stevia. Autor, 2023.



Figura 27. Medición de semillas de chía. Autor, 2023.

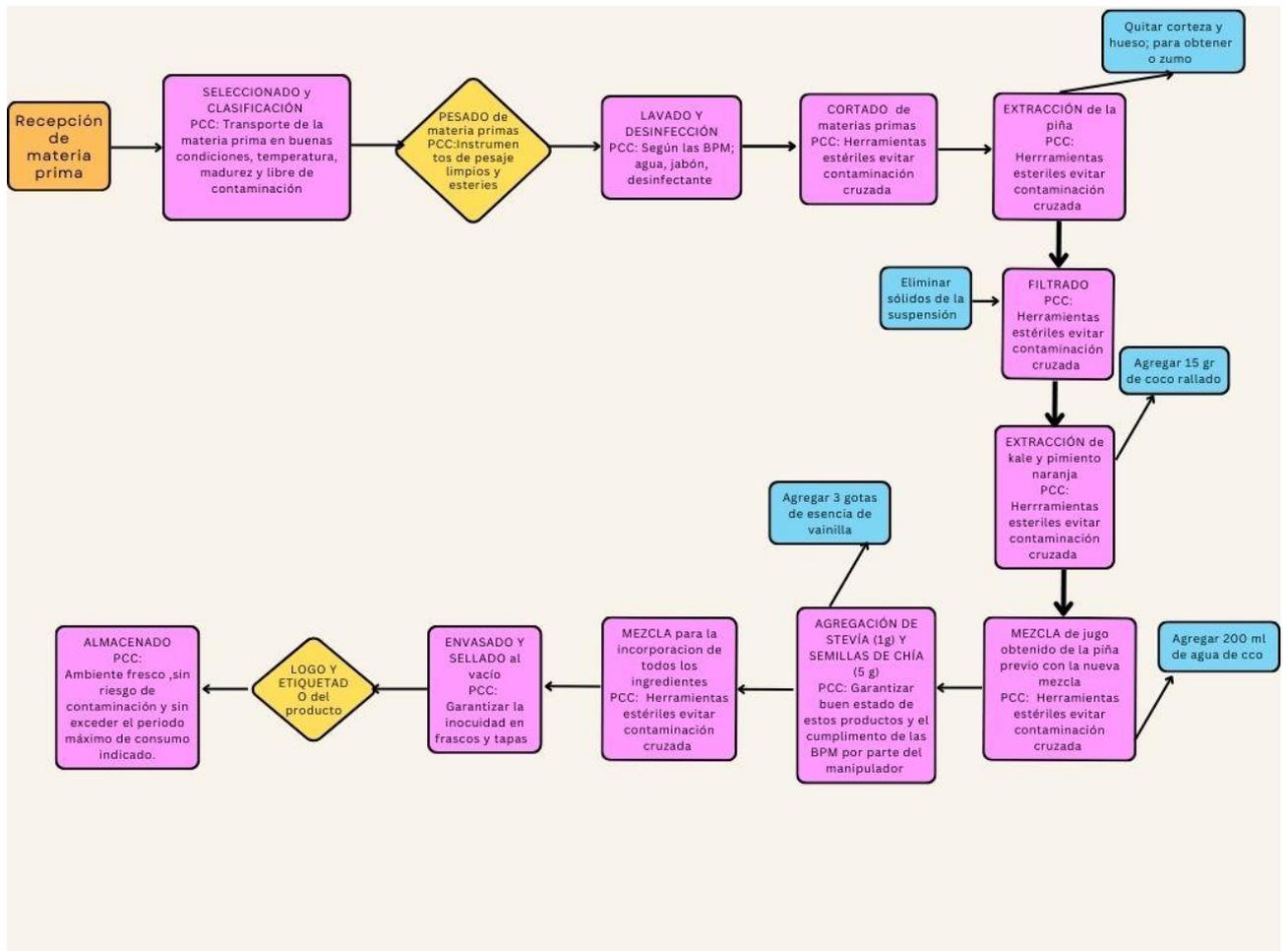


Figura 28. Diagrama de flujo. Autor,2023.

8. Analisis pH

Para realizar el análisis del pH se retiró una muestra del producto con ayuda de una pipeta y se conectó el pH-metro tomando una muestra de la bebida, se mantuvo e pH-metro sumergido en la muestra hasta que se visualicé la carita feliz, evaluando de esta manera si la solución era ácida, alcalina o neutra.

Anexos del análisis del pH:

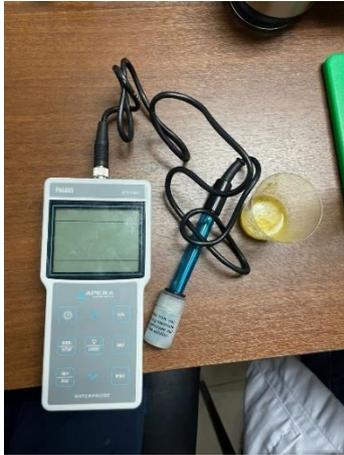


Figura 29. PH-metroAutor,2023.



Figura 30. Análisis del pH de la bebida. Autor,2023.

9.Análisis de grados Brix

Para conocer los grados Brix de la bebida se tomó con una pipeta una cantidad pequeña de esta en el brixómetro, así por medio del lente de equipo se evaluó la cantidad de azúcar del producto.



Figura 31. Brixómetro. Autor,2023.



Figura 32. Muestra de la bebida en el brixómetro Autor,2023.



Figura 33. Grados brix de a bebida funcional. Autor,2023.

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Observación directa	Fichas de observación	Cantidad de pimiento, naranja, kale, piña
Recolección de información	Libros y formatos impresos	Propiedades fisicoquímicas nutricionales del pimiento, naranja, kale, piña
Análisis del producto	Equipos de laboratorio	pH, acidez, grados brix.

Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Fuente: Autor ,2023.

10. Etiquetado de la bebida

El etiquetado nutricional se basó en las normas NTE INEN 1334-1 en sus partes 1, 2, 3; vigentes, y el Artículo 14 de la Ley Orgánica de Defensa al Consumidor.

Los requisitos claves a considerar fueron:

- Nombre del alimento

- Lista de ingredientes
- Contenido neto y masa escurrida (peso escurrido)
- Identificación del fabricante, envasador, importador o distribuidor
- Ciudad y país de origen
- Identificación del lote
- Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación
- Instrucciones para el uso
- Alimentos irradiados
- Alimentos modificados genéticamente o transgénicos
- Registro sanitario. (Fe & Erratas, 2010)

Se utilizo la siguiente tabla de las normas INEN, para llevar a cabo los cálculos del VDR de cada nutriente:

Nutrientes a declararse	Unidad	Niños mayores de 4 años y adultos
Valor energético , energía (calorías)	kJ	8380
	Kcal	2000
Grasa Total	g	65
Ácidos grasos saturados	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2400
Carbohidratos totales	g	300
Proteínas	g	50

Tabla 5. Nutrientes por declararse y valor diario recomendado (VDR).(Fe & Erratas, 2010)

El calculo de energía se realizó con los siguientes factores:

Carbohidratos	17 kJ	4 kcal/g
Proteínas	17 kJ	4 kcal/g
Grasas	37 kJ	9 kcal/g

Tabla 6. Factores de conversión de nutrientes. (Fe & Erratas, 2010)

A la vez que se revisó el reglamento RTE INEN 022 de rotulado de productos alimenticios, en donde se comparó las referencias bromatológicas con los rangos establecidos por dicho reglamento. (Subcomite técnico: rotulado de alimentos, 2010)

Componente	Concentración BAJA	Concentración MEDIA	Concentración ALTA
Grasa	Menor o igual a 3 gr en 100 gr	Mayor a 3 y menor a 20 gr en 100 gr	Igual o mayor a 20 gr en 100 gr
	Menor o igual a 1,5 gr en 100 ml	Mayor a 1,5 y menor a 10 gr en 100 ml	Igual o mayor a 10 gr en 100 ml
Azúcares	Menor o igual a 5 gr en 100 gr	Mayor a 5 y menor a 15 gr en 100 gr	Igual o mayor a 15 gr en 100 gr
	Menor o igual a 2,5 gr en 100ml	Mayor a 2,5 y menor 7,5 gr en 100 ml	Igual o mayor a 7,5 gr en 100 ml
Sal	Menor o igual a 120 mg en 100 gr	Mayor a 120 y menor a 600 mg en 100 gr	Igual o mayor a 600 mg en 100 gr
	Menor o igual a 120 mg en 100 ml	Mayor a 120 y menor a 600 mg en 100 ml	Igual o mayor a 600 mg en 100 ml

Tabla 7. Contenido de componentes y concentraciones permitidas.(Subcomite técnico: rotulado de alimentos, 2010)

Esta tabla fue base para la clasificación del producto en cuanto a su nivel de componentes de grasa total, azúcar y sal.

El etiquetado se realizó en base a la tabla de composición peruana de alimentos, ya que esta es más completa que la ecuatoriana. Para la elaboración se utilizó Excel, ya que de esta manera se facilitó el establecer la composición alimenticia de cada ingrediente, para luego obtener el etiquetado nutricional del producto, posteriormente este se lo imprimió para colocarlo en los envases de la bebida.

11. Guía de beneficios funcionales de la bebida

La Guía de los beneficios funcionales del producto se elaboró digitalmente en la plataforma Canva, con la información nutricional y los respectivos beneficios de cada uno de los ingredientes que lleva el producto. Se otorgó esta información con estrategias claves para poder crear una guía interactiva bien diseñada que dio conocer los beneficios funcionales del producto al consumidor.

12. Revisión Bibliográfica

Para la revisión bibliográfica trabajaremos en las siguientes etapas;

- Pregunta pico
- Protocolo
- Búsqueda
- Selección
- Actuación
- Síntesis
- Redacción

10.1 Pregunta pico

P: problemas de salud de la población por dietas insuficientes en nutrientes.

I: alimentos ricos en luteína y zeaxantina

C: dietas suficientes en nutrientes y dietas insuficientes.

O: disminución del riesgo de contraer ciertas enfermedades

Pregunta pico: ¿Como las dietas suficientes en nutrientes como luteína y zeaxantina en comparación con dietas insuficientes en estos nutrientes, pueden disminuir el riesgo de contraer ciertas enfermedades?

10.2 Estrategia de búsqueda

Uno de los objetivos del presente estudio es la revisión bibliográfica en el cual se usaron las bases de datos PubMed, Clinical Key, Scielo, ScienceDirect para recopilar información actualizada y de relevante sobre el tema de “los beneficios de la luteína y la zeaxantina en la salud y como estos compuestos pueden reducir el riesgo de contraer ciertas enfermedades”.

En PubMed la estrategia de búsqueda con términos MESH, (lutein[MeSH Terms]) AND (zexanthin[MeSH Terms]), 1019 artículos.

En Science Direct se buscó (lutein) AND (zeaxanthin), con 35 artículos.

En Clinical Key, con (lutein) AND (zeaxanthin), se encontraron 673 resultados.

En Scielo se realizó la búsqueda de (luteina) AND (zeaxantina), con 17 resultados.

10.3 Criterios de inclusión

- Se seleccionaron artículos tomados de las bases de datos con fecha de publicación en los últimos 10 años (2013-2023)
- Los idiomas utilizados fueron inglés y español.
- Se utilizaron artículos basados en cualquier rango de población
- Revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos controlados aleatorios y ensayos clínicos como aporte a la revisión bibliográfica

10.4 Criterios de exclusión

- Aquellos que experimentaban en animales
- Tenían una publicación mayor a los 10 años (del 2013 hacia atrás)
- Otro idioma diferente a inglés y español

En base a los artículos encontrados se va a realizar el diagrama prisma, en los que primero identificaremos los artículos encontrados, luego se procederá al cribado de acuerdo con los parámetros de inclusión y su nivel de relevancia, luego se elegirán los mejores de estos para seguir con la inclusión de aquellos que van a pasar a la revisión.

Para esta selección utilizaremos las herramientas consort (Consolidated Standards of Reporting Trials), estos son guías o listas de puntos clave a considerar críticos, que debe llevar un informe o ensayo clínico, y un diagrama para ilustrar el flujo de individuos participantes durante el ensayo. (Albert Cobos-Carbó, 2005) Así CONSORT facilita la lectura crítica y la interpretación de los ensayos clínicos aleatorizados.(Albert Cobos-Carbó, 2005)

Herramientas consort:

1. Título y resumen

2. Antecedentes
3. Participantes
4. Intervenciones
5. Objetivos
6. Resultados
7. Tamaño muestral
8. Generación secuenciación aleatoria
9. Asignación oculta
10. Implementación
11. Cegado
12. Métodos estadísticos
13. Flujo de participantes
14. Reclutamiento
15. Datos basales
16. Números analizados
17. Resultados y estimación
18. Análisis auxiliares
19. Eventos adversos
20. Interpretación
21. Generalización
22. Evidencia global.(Albert Cobos-Carbóa, 2005)

Ejemplo del diagrama prisma que se va a realizar:

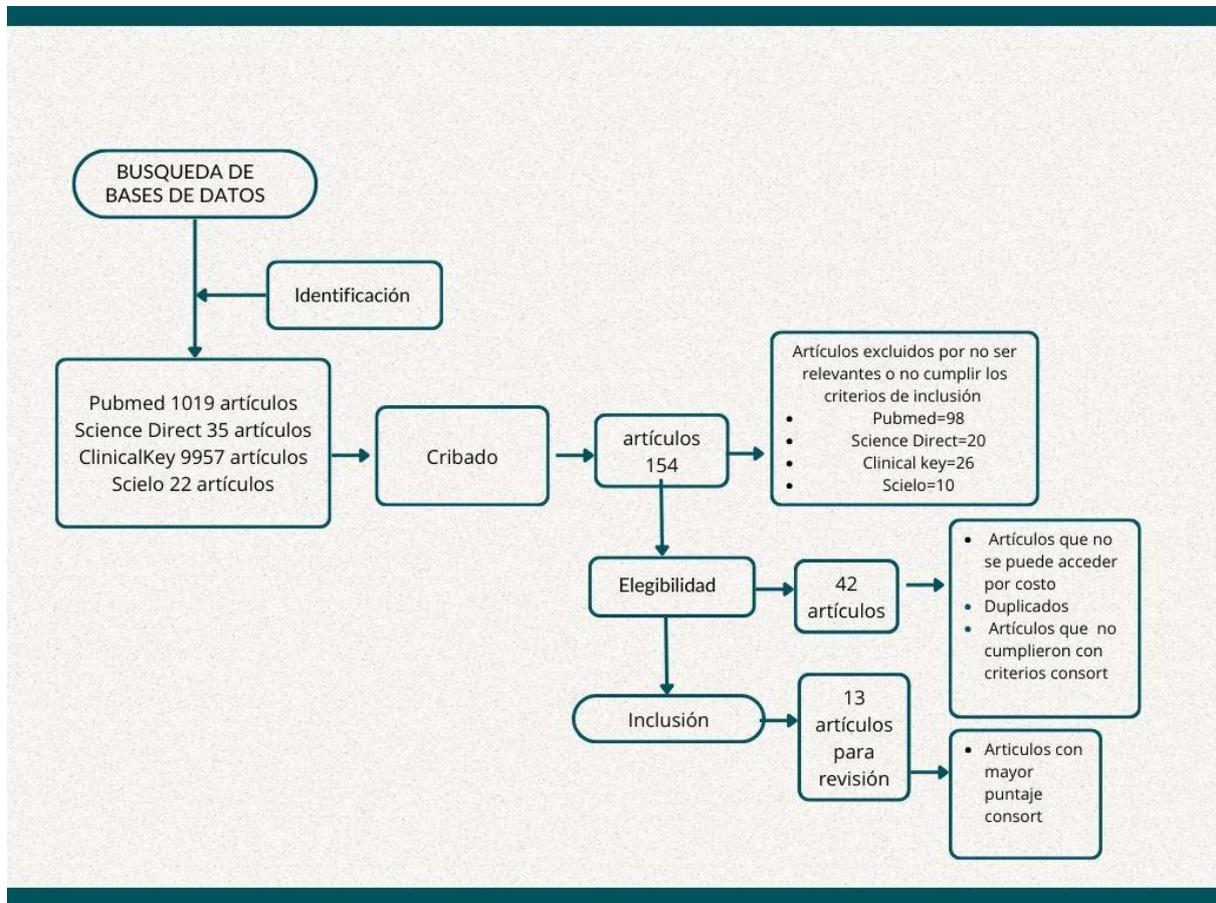


Figura 34. Ejemplo de diagrama prisma. Fuente: Autor,2023

RESULTADOS:

Resultado de elaboración del producto:

Característica:	Resultado:
Color	Verde oscuro

Olor	Agradable, se huele el pimiento un poco
Sabor	Dulce -ácido
Textura	Líquida de néctar y heterogénea

Tabla 8. Resultado características organolépticas del producto. Autor, 2023

Producto: Bebida funcional		
Equipo:	Resultado/Valor	Observaciones:
Medidor de pH/pH metro	5,29pH	El producto tuvo un pH de 5,29 es decir es ligeramente ácido
Refractómetro	9%	El producto tiene 9 gramos de sacarosa por cada 100 gramos de producto. Esto indica un adecuado límite de sacarosa.

Tabla 9. Resultados del análisis del producto. Autor, 2023.

Resultados revisión bibliográfica

Autor y año:	Población (muestra)			Rango de edad:	Sujetos de estudio:	Intervención:	Dosis:	Resultados:
	Hombres:	Mujeres:	Total:					
1.Keisuke Yoshida, et al .2023 “Efectos de la astaxantina, la luteína y la zeaxantina sobre la coordinación ojo-mano y el movimiento ocular de persecución suave después de la operación de la terminal de visualización visual en sujetos sanos”	29	29	58	20-60 años	Sujetos con una visión bilateral a distancia de 0,6 o superior; sujetos que habitualmente jugaban videojuegos, usaban computadoras o realizaban actividades de VDT.	Las personas saludables que utilizaban regularmente terminales de visualización de datos (VDT) fueron asignadas al azar a los grupos activo y placebo. Cada día, durante un período de ocho semanas, los participantes tomaban una cápsula blanda de prueba en el grupo activo o una cápsula de placebo en el grupo placebo.	Las cápsulas blandas de prueba incluían 6 mg de astaxantina, 10 mg de luteína y 2 mg de zeaxantina. El placebo fue una cápsula blanda de aceite de arroz.	Después de ocho semanas, el grupo que recibió el suplemento mostró una mejora significativa en la coordinación ojo-mano después del uso de la terminal de visualización de datos (VDT). Sin embargo, no se observó una mejora evidente en los movimientos oculares suaves. El consumo de un suplemento que incluye astaxantina, luteína y zeaxantina ayuda a mitigar la disminución en la coordinación ojo-mano tras el uso de terminales de visualización de datos.

<p>2. Emily, et al. 2014. “Análisis secundarios de los efectos de la luteína/zeaxantina en la progresión de la degeneración macular asociada a la edad: informe AREDS2 n° 3”</p>			<p>4.203</p>	<p>media de edad :73,1 años. (50-85 años)</p>	<p>Los sujetos fueron 82 centros clínicos de Estados Unidos</p>	<p>Además de tomar el suplemento AREDS original o una variación, los participantes fueron aleatoriamente asignados a un diseño factorial a uno de los siguientes cuatro grupos. Se llevo un desarrollo documentado de DMAE tardía mediante clasificación central enmascarada de fotografías anuales de retina o por historial de tratamiento.</p>	<p>luteína/zeaxantina (10 mg/2 mg), grasas poliinsaturadas de cadena larga omega-3 ácidos (1,0 g), o la combinación.</p>	<p>En el análisis exploratorio de luteína/zeaxantina versus no luteína/zeaxantina, el HR para el desarrollo de DMAE tardía fue de 0,90. La totalidad de la evidencia sobre los efectos beneficiosos y adversos de AREDS2 y otros estudios sugiere que la luteína/zeaxantina podría ser más apropiada que el betacaroteno en los suplementos tipo AREDS.</p>
--	--	--	--------------	---	---	---	--	---

<p>3. Yang-Mung, et al. 2015. “Efecto de los suplementos de luteína y zeaxantina sobre el suero, la pigmentación macular y el rendimiento visual en pacientes con degeneración macular temprana relacionada con la edad”</p>			<p>112 personas</p>	<p>50 años</p>	<p>Sujetos con DMAE mayores de 50 años de Beijing, China ,junto con diagnóstico clínico de DMAE temprana (es decir con la presencia de drusas blandas, presencia de anomalías pigmentarias de la retina sin signos de DMAE tardía, o ambas)</p>	<p>En este ensayo aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo de 2 años de duración. Las concentraciones séricas de luteína/zeaxantina, MPOD y los índices de rendimiento visual, incluida la mejor agudeza visual corregida con gafas (BCVA), la sensibilidad al contraste (CS) y el tiempo de recuperación del destello (FRT), se midieron al inicio del estudio, a las 24 semanas, 48 semanas y 2 años.</p>	<p>10 mg de luteína, 20 mg de luteína, luteína (10 mg) y zeaxantina (10 mg) o unplacebo cada día.</p>	<p>La administración de suplementos de luteína/zeaxantina resultó en un aumento de las concentraciones séricas de luteína/zeaxantina, la densidad óptica macular (MPOD) y el rendimiento visual en pacientes con degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) en etapa temprana, sin presentar efectos adversos detectables. Las concentraciones corporales de luteína/zeaxantina y el rendimiento visual experimentaron mayores incrementos al recibir 20 mg de luteína en las primeras 48 semanas. Sin embargo, los aumentos en la MPOD y las funciones visuales (BCVA y CS) fueron similares entre aquellos que recibieron 10 mg y 20 mg de luteína después de 2 años. Además, se sugiere que una dosis combinada igual de luteína y zeaxantina podría ser más efectiva para mejorar la sensibilidad al contraste (CS) y el rendimiento visual.</p>
---	--	--	---------------------	----------------	---	---	---	---

<p>4.Lisa M Renzi Hammond , et al .2017 “Efectos de una intervención con luteína y zeaxantina sobre la función cognitiva: un ensayo aleatorizado, doble enmascarado y controlado con placebo en adultos jóvenes sanos”</p>	<p>29</p>	<p>22</p>	<p>51 sujetos saludables.</p>	<p>18 y 30 años.</p>	<p>76 participantes potenciales (estudiantes universitarios del área del condado de Atenas-Clarke, GA) entre agosto de 2012 y diciembre de 2013, y el seguimiento duró hasta diciembre de 2014.</p>	<p>La MPOD se cuantificó psicofísicamente mediante fotometría de parpadeo heterocromática personalizada. La función cognitiva se midió utilizando la plataforma de prueba CNS Vital Signs. La MPOD y la función cognitiva se midieron cada cuatro meses durante un año completo de suplementación</p>	<p>El suplemento contenía 10 mg L + 2 mg Z (DSM Nutritional Products; Kaiseraugst, Suiza) y el placebo era visualmente idéntico al suplemento activo. 14 participantes en el grupo de placebo y n = 37 participantes que recibieron la intervención</p>	<p>El complemento con L + Z y los aumentos en MPOD dieron como resultado mejoras significativas en la memoria espacial, la capacidad de razonamiento y la atención compleja, más allá de las mejoras debidas a los efectos de la práctica. La suplementación con L + Z mejora los niveles de xantofila del SNC y la función cognitiva en adultos jóvenes y sanos. Las magnitudes de los efectos son similares a trabajos anteriores que informan correlaciones entre MPOD y la cognición en otras poblaciones.</p>
---	-----------	-----------	-------------------------------	----------------------	---	---	---	--

<p>5. Stuart Richer ,et al .2021 “Visión nocturna y carotenoides (NVC): ensayo clínico aleatorizado controlado con placebo sobre los efectos de la suplementación con carotenoides en la visión nocturna en adultos mayores”</p>	<p>26</p>	<p>7</p>	<p>33</p>	<p>62,7 años,</p>	<p>La población del estudio eran veteranos estadounidenses en el Centro Federal de Atención Médica Captain James A Lovell (FHCC)</p>	<p>Se midió la refracción, es decir la mejora de la agudeza visual corregida con un sistema refractor Nidek RT-5100 emparejado con un sistema de proyección digital MS&S Smart System. Se realizó la prueba de letras de agudeza visual Snellen. La MOPD se midió en el grado central de la fovea y se determinó mediante el método psicofísico de fotometría de parpadeo heterocromática.</p>	<p>Una vez al día con alimentos de 14 mg de zeaxantina/7 mg de luteína y vitaminas/minerales no carotenoides adicionales.</p>	<p>MPOD en el grupo activo aumentó en el ojo derecho de 0,35 unidades de densidad (du). El grupo suplementado mostró mejoras significativas en la sensibilidad al contraste con deslumbramiento en ambos ojos con mejoras en las puntuaciones LogMAR , el tiempo de recuperación del deslumbramiento mejoró , se notó una disminución de la luminancia preferida requerida para completar tareas visuales . Se visualizaron mejoras en las puntuaciones UFOV de atención dividida y en la puntuación compuesta de riesgo de accidente en el grupo suplementado. El estudio demuestra que aumentar el MPOD en personas con dificultad en la visión nocturna tiene beneficios mensurables en ellos.</p>
---	-----------	----------	-----------	-------------------	--	--	---	---

<p>6.Emily Bovier , et al .2014 “Un estudio doble ciego controlado con placebo sobre los efectos de la luteína y la zeaxantina en la velocidad y eficiencia del procesamiento neuronal.”</p>	<p>36</p>	<p>56</p>	<p>92</p>	<p>18-32 años (edad promedio:21,7 años)</p>	<p>Participaron adultos jóvenes, reclutados en la Universidad de Georgia y la comunidad circundante de Atenas.</p>	<p>Se cuantificó la MPOD, función visual temporal y dos pruebas adicionales de capacidad sensoriomotora en dos momentos. En la segunda visita inicial,se indicó a los participantes que tomaran los suplementos con una comida y Se les indicó que no realizaran modificaciones significativas en su dieta durante el periodo de suplementación. Al concluir dicho periodo, los participantes llevaron a cabo las pruebas de densidad óptica macular (MPOD), funciones visuales temporales y habilidades sensoriomotoras por última vez.</p>	<p>Tres intervenciones: 20 mg de Z/día (EyePromise Zeaxanthin, ZeaVision, LLC; Chesterfield, MO), un suplemento que contenía 26 mg Z, 8 mg L, 190 mg de ácidos grasos n-3 mixtos/día o un placebo. Todas las intervenciones duraron un período de cuatro meses.</p>	<p>Se encontraron correlaciones significativas entre la luteína retiniana y la zeaxantina (pigmento macular) y los umbrales de CFF (p <0,01) y el rendimiento visomotor (p <0,01 general). La suplementación con zeaxantina y la formulación mixta (consideradas juntas) produjo aumentos significativos (p <0,01) en los umbrales del CFF aumentaron aproximadamente un 12%, y el tiempo de reacción visomotora mejoró alrededor de un 10% en comparación con el grupo que recibió placebo. En términos generales, el incremento en la densidad del pigmento macular a través de la suplementación condujo a mejoras significativas en la velocidad de procesamiento visual, incluso al evaluar a individuos jóvenes y saludables que suelen mostrar máxima eficiencia.</p>
---	-----------	-----------	-----------	--	--	--	---	--

<p>7. Akira Obana, et al. 2020. "Efecto de un suplemento antioxidante que contiene altas dosis de luteína y zeaxantina sobre el pigmento macular y los niveles de carotenoides de la piel."</p>	<p>2</p>	<p>14</p>	<p>16</p>	<p>26-57 años</p>	<p>Los estudiados eran japoneses de 20 a 60 años. Agudeza visual de 0,8* o superior en el momento de la medición MPO.</p>	<p>Los rangos de MPOD se midieron mediante una técnica de imágenes de autofluorescencia de dos longitudes de onda. Los niveles de SC se midieron mediante espectroscopia de reflexión.</p>	<p>Suplemento de 20 mg/día de luteína, 4 mg/día de zeaxantina y otros antioxidantes (vitamina C, vitamina E, zinc, cobre) durante 16 semanas.</p>	<p>El volumen total de MPOD dentro de 9° de excentricidad aumentó significativamente en la semana 8 y continuó aumentando hasta la semana 16 (p <0,0001). La tasa de aumento de MPOD fue significativamente eficaz en el suplemento de luteína/zeaxantina en dosis elevadas, se evidenció con un aumento mayor en los participantes con un índice de masa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m² (n=13) en comparación con aquellos con un IMC de 25 kg/m² o más (n=3). Los niveles de densidad óptica macular (MPOD) aumentaron significativamente en la semana 4 y continuaron su incremento hasta la semana 16. Además, se constató que este suplemento logró aumentar los niveles de pigmento macular a la vez que se mantuvo bien tolerado, sin eventos adversos graves.</p>
---	----------	-----------	-----------	-------------------	---	--	---	--

<p>8. Billy Hammond, et al. 2014 “Un estudio doble ciego controlado con placebo sobre los efectos de la luteína y la zeaxantina en la recuperación del fotoestrés, la discapacidad del deslumbramiento y el contraste cromático”</p>	<p>Placebo:22, Tratamiento:22</p>	<p>Placebo:34, Tratamiento:31</p>	<p>109</p>	<p>edad media 22,7-23,7 años</p>	<p>Se busco los participantes y se aleatorizaron para el estudio 115 sujetos jóvenes y sanos</p>	<p>Se realizaron mediciones al inicio y posteriormente cada tres meses para determinar los niveles de luteína (L) y zeaxantina (Z) en el suero mediante cromatografía HPLC. La densidad óptica macular (MPOD) se evaluó a través de la fotometría de parpadeo heterocromática personalizada. La recuperación del fotoestrés se evaluó midiendo el tiempo necesario para recuperar la capacidad visual de un objetivo de rejilla después de 30 segundos de exposición intensa al flash. La discapacidad por deslumbramiento se determinó calculando la energía en un anillo circundante necesaria para un objetivo de rejilla central. Además, se evaluó el contraste cromático mediante umbrales para un objetivo de rejilla amarilla superpuesto.</p>	<p>1 año de suplementación con Luteína (10 mg/d) y Zeaxantina (2 mg/d).</p>	<p>La densidad óptica del pigmento macular aumentó significativamente frente al placebo en todas las excentricidades. Los niveles séricos de L y Z también aumentaron significativamente en la primera visita de seguimiento (a los 3 meses) y permanecieron elevados durante el periodo de intervención de 1 año. El contraste cromático y el tiempo de recuperación del fotoestrés mejoraron significativamente en comparación con el placebo. La discapacidad ante el deslumbramiento se correlacionó con la densidad del pigmento macular durante todo el período de estudio, pero no aumentó significativamente en el grupo tratado.</p>
---	--	--	------------	----------------------------------	--	--	---	---

<p>9.Akira Obana ,et al .2015 “Cambios en la densidad óptica del pigmento macular y la concentración de luteína sérica en sujetos japoneses que toman dos suplementos de luteína diferentes”</p>	<p>18</p>	<p>18</p>	<p>36</p>	<p>20-50 años</p>	<p>Voluntarios sanos desde diciembre de 2010 hasta diciembre de 2011. Con una aleatorización entre : grupos de edad: el grupo 1 :20 y 34 año; grupo 2: 35 y 49 años y grupo 3 tenía 50 años y más alto. Cada grupo de edad tenía 12 sujetos (6 hombres y 6 mujeres)</p>	<p>Los niveles de MPOD se midieron mediante espectrometría de resonancia Raman al inicio del estudio y una vez al mes hasta el final del estudio. La concentración de luteína sérica se midió al inicio, al mes 3 y al mes 6. A los sujetos también se les realizaron pruebas de sensibilidad al contraste, sensibilidad al deslumbramiento, agudeza visual y, además, se les midió un electrorretinograma focal.</p>	<p>Cada sujeto tomó una cápsula de FloraGLO(10,5 mg de luteína y 0,96 mg de zeaxantina) o XanMax(10,4 mg de luteína y 1,29 mg de zeaxantina) oralmente cada día durante 6 meses</p>	<p>Las concentraciones en suero de luteína experimentaron un aumento significativo después de los primeros tres meses. Aquellos participantes con niveles iniciales bajos de densidad óptica macular (MPOD) aparentemente presentaron niveles más altos de MPOD al alcanzar los seis meses de suplementación con luteína. La mejora en la sensibilidad al deslumbramiento se observó en los pacientes con respuesta retiniana en ambos grupos de suplementos, mientras que no se registraron cambios notables en la sensibilidad al contraste.</p>
---	-----------	-----------	-----------	-------------------	---	---	--	--

<p>10. James Stringham , Nicole T Stringham . 2016 “Respuestas séricas y retinianas a tres dosis diferentes de carotenoides maculares durante 12 semanas de suplementación”</p>			<p>28</p>	<p>18-25 años</p>	<p>Participaron sujetos sanos, asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos de suplementación diaria</p>	<p>Al inicio del estudio y posteriormente cada dos semanas durante el período de estudio de 12 semanas, se procedió a una extracción de sangre en ayunas y, mediante fotometría de parpadeo heterocromática, se evidenciaron los perfiles espaciales de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD).</p>	<p>Se suplemento durante 12 semanas con placebo (aceite de cártamo; n = 5), 7,44 mg de carotenoides maculares totales (n = 7), 13,13 mg de carotenoides maculares totales (n = 8) y 27,03 mg (n = 8).) mg de carotenoide macular total. Las proporciones de los tres carotenoides fueron similares para los tres niveles de suplemento (83% L, 10% Z, 7% MZ).</p>	<p>Se encontró que las concentraciones séricas tanto de L como de Z total, para cada uno de los niveles del suplemento, aumentaron significativamente desde el inicio después de dos semanas de ingestión diaria. Asimismo, la MPOD aumentó fuertemente en todos los grupos de tratamiento en comparación con el placebo. Las respuestas séricas (L, Z y L + Z) se relacionaron linealmente con la dosis, pero no con la respuesta retiniana. Se encontró que la relación entre el cambio de MPOD y la respuesta sérica total fue mayor para el nivel de suplemento de 13,13 mg (p = 0,021), seguido de las dosis de 27,03 y 7,44 mg. El MPOD aumentó de manera proporcional con la cantidad de dosis.</p>
---	--	--	-----------	-------------------	---	---	--	--

<p>11.Nicole T Stringham , et al 2019. “Un estudio doble ciego controlado con placebo sobre los efectos de la luteína y la zeaxantina en la recuperación del fotoestrés, la discapacidad del deslumbramiento y el contraste cromático”</p>	27	32	59	18-25 años	Sujetos sanos, de edad universitaria no fumadores con un IMC entre 18,5 y 27.	Se realizó una extracción de sangre en ayunas y la concentración de MXan en la retina (MPOD) se midió con fotometría de parpadeo heterocromática.El BDNF sérico y las citocinas se evaluaron con ELISA. La capacidad antioxidante sérica (AOC) y las concentraciones séricas de MXan se cuantificaron mediante ensayo colorimétrico y cromatografía líquida de alta resolución. El rendimiento cognitivo se midió con la herramienta de evaluación informática (CNS Vital Signs).	Los sujetos eran aleatoriamente colocados a uno de tres grupos: placebo, 13 mg o 27 mg/día de MXans.Durante 6 meses	Se redujo significativamente la IL-1 β sérica y se aumento los BDNF, MPOD y AOC séricos ,mejorando varios parámetros del rendimiento cognitivo. La relación significativa entre el cambio en BDNF e IL-1 β a lo largo del estudio demuestra que el consumo diario de MXans interrumpe la cascada inflamatoria que lleva a la reducción de BDNF. Los cambios en MPOD y BDNF explican la mejora en los parámetros cognitivos que involucran la velocidad de procesamiento y el procesamiento complejo, respectivamente.
<p>12.Damián Jaggi , et al .2023 “Oftalmoscopia por imágenes de fluorescencia de por vida y la influencia de Suplementos orales de luteína/zeaxantina sobre el pigmento macular (FLOS) e Un estudio piloto”</p>	10	18	28	mayor a 50 años	Se incluyeron paciente de al menos 50 años de edad con diagnóstico clínico de DMAE no exudativa, temprana o intermedia. El diagnóstico se basó en la presencia de drusas blandas y/o reticulares, cumpliendo	Este estudio de cohorte abierto, prospectivo, unicéntrico.En donde los pacientes con DMAE temprana e intermedia se suplementaron con L y Z durante tres meses y fueron observados durante otros tres meses después de finalizar el tratamiento. Todas las visitas incluyeron mediciones de parámetros clínicos, concentración sérica de L y Z, mediciones de MPOD mediante fotometría de parpadeo heterocromática,	Suplemento de : 10 mg L y 2 mg Z, 1 vez al día. Durante 6 meses	Las concentraciones séricas de L y Z aumentaron significativamente durante la suplementación. Las unidades MPOD medias aumentaron significativamente después de tres meses de suplementación con xantofilas maculares, que incluían L y Z. La mediana de la vida FLIO en el centro foveal disminuyó significativamente de 277,3 ps a 261,0 ps. Todos los parámetros volvieron a valores aparentemente normales después de finalizar la suplementación nutricional.Por lo tanto, FLIO puede detectar cambios sutiles en MPOD después de la

					DMAE nivel 2 o 3.	imágenes de autofluorescencia de longitud de onda dual y FLIO. Se analizo de correlación entre FLIO y MPOD.		suplementación con L y Z en pacientes con DMAE temprana e intermedia, de forma que las xantofilas maculares parecen contribuir a una vida foveal corta
13.Caitlyn Edwards ,et al .2020 “Efectos del consumo de aguacate durante 12 semanas sobre la función cognitiva en adultos con sobrepeso y obesidad”	31	53	84	25-45	Se reclutaron adultos de entre 25 y 45 años de edad con un IMC \geq 25,0 kg/m ² (N = 163) de la región centro-este de Illinois.	Se utilizaron luteína sérica y densidad óptica del pigmento macular (MPOD) para evaluar el estado de las xantofilas. La atención y la inhibición se evaluaron mediante las tareas Flanker, Oddball y Nogo acompañadas de un registro electroencefalográfico (EEG).	Colocada al azar a un grupo de tratamiento (N = 47) recibió una comida diaria durante 12 semanas con aguacate Hass fresco o un grupo de control (N = 37) que recibió una dieta isocalórica. Mujeres: 561, hombres: 701 mg de luteína y zeaxantina	EL grupo de tratamiento alcanzo mejoras en la luteína sérica y en la precisión en la tarea Flanker. No se observaron cambios significativos en MPOD. Los participantes del grupo de tratamiento mostraron mejoras en la luteína sérica y en la precisión en la tarea Flanker

Tabla 10. Resultados revisión bibliográfica

Análisis resultados de revisión bibliográfica:

El primer estudio, llevado a cabo entre el 28 de marzo y el 2 de julio de 2022 en la Japan Sports Vision Association (Tokio, Japón), fue un ensayo clínico doble ciego y controlado con placebo.(Yoshida et al., 2023) Participaron individuos japoneses saludables de ambos sexos, con edades entre los 20 y 60 años, que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos.(Yoshida et al., 2023) Las cápsulas blandas de prueba consistieron en 6 mg de astaxantina, 10 mg de luteína y 2 mg de zeaxantina (66 mg/cápsula, pigmento derivado de *Hematococcus pluvialis*, y 55 mg/cápsula de caléndula. (Yoshida et al., 2023) Por otro lado, las cápsulas de placebo eran blandas y contenían aceite de arroz en lugar de estos componentes. (Yoshida et al., 2023)A lo largo de ocho semanas, los participantes tomaron diariamente una cápsula blanda de prueba (grupo activo) o una cápsula de placebo (grupo placebo).(Yoshida et al., 2023) La actividad de operación de pantallas de visualización de terminales (VDT) consistió en jugar a un videojuego con un teléfono inteligente durante 30 minutos.(Yoshida et al., 2023) En la pantalla del teléfono, se presentaron 41 caracteres kanji idénticos y un carácter kanji similar pero diferente. (Yoshida et al., 2023) Los participantes realizaron toques en los caracteres diferentes tan pronto como los identificaron correctamente. (Yoshida et al., 2023) Si la acción era correcta, se presentaba otra tarea, otros 42 caracteres kanji, repitiendo el proceso. (Yoshida et al., 2023) Además, los sujetos utilizaron un cable de 30 cm conectado al teléfono inteligente y lo llevaron alrededor del cuello para mantener una distancia constante entre sus ojos y el dispositivo durante la operación VDT.(Yoshida et al., 2023) El hallazgo principal fue que la astaxantina, la luteína y la zeaxantina mejoraron la coordinación ojo-mano deteriorada por la operación VDT, y al mismo tiempo, se observó que el cambio en los niveles de MPOD entre el inicio y las ocho semanas en el grupo activo fue significativamente mayor en comparación con el grupo placebo.(Yoshida et al., 2023)

El siguiente estudio, conocido como AREDS2, fue un ensayo clínico aleatorio y multicéntrico con 4203 participantes de edades comprendidas entre los 50 y 85 años, todos en riesgo de desarrollar degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) tardía. (Chew et al., 2014) El 66 % de los participantes presentaba drusas grandes en ambos ojos, mientras que el 34 % tenía drusas grandes y DMAE tardía en al menos un ojo. (Chew et al., 2014) Además de recibir el suplemento original AREDS o una variante del mismo, los participantes fueron asignados aleatoriamente en un diseño factorial a uno de los cuatro grupos siguientes: placebo, luteína/zeaxantina (10 mg/2 mg), ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3 (1,0 g), o la combinación de estos elementos.(Chew et al., 2014) La DMAE tardía se evaluó mediante la clasificación central enmascarada de fotografías anuales de la retina o mediante el historial de tratamiento.(Chew et al., 2014) En el análisis exploratorio que comparaba luteína/zeaxantina con la ausencia de estos, la tasa de riesgo (HR) para el desarrollo de DMAE tardía fue de 0,90 (IC del 95 %: 0,82–0,99), $p=0,04$. (Chew et al., 2014) Los análisis adicionales comparando directamente luteína/zeaxantina con betacaroteno mostraron HR: 0,82 (IC 95%: 0,69–0,96), $p=0,02$ para el desarrollo de DMAE tardía, 0,78 (IC 95%: 0,64–0,94), $p=0,01$ para el desarrollo de DMAE neovascular, y 0,94 (IC 95%: 0,70–1,26), $p=0,67$ para el desarrollo de atrofia geográfica central. (Chew et al., 2014) En análisis limitados a ojos con drusas grandes bilaterales al inicio del estudio, la comparación directa entre luteína/zeaxantina y betacarotenos mostró HR: 0,76 (IC 95%: 0,61–0,96), $p=0,02$ para la progresión a DMAE tardía; 0,65 (IC 95%: 0,49–0,85), $p=0,002$ para DMAE neovascular; y 0,98 (IC 95%: 0,69–1,39), $p=0,91$ para atrofia geográfica central. (Chew et al., 2014)La evidencia global sugiere que la inclusión de luteína/zeaxantina podría ser más adecuada que el betacaroteno en suplementos tipo AREDS.(Chew et al., 2014)

El tercer ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo tuvo una duración de 2 años y contó con la participación de 112 pacientes mayores de 50 años con degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) en estadio temprano, procedentes de Beijing, China. (Huang et al., 2015) Los participantes fueron asignados al azar a uno de los siguientes grupos: 10 mg de luteína, 20 mg de luteína, una combinación de 10 mg de luteína y 10 mg de zeaxantina, o placebo diario. (Huang et al., 2015) Se evaluaron parámetros como la concentración sérica de luteína/zeaxantina, la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) y funciones visuales, incluyendo la agudeza visual corregida con las mejores gafas (BCVA), la sensibilidad al contraste (CS), el tiempo de recuperación del destello (FRT) y la calidad de vida relacionada con la visión (VFQ25) al inicio del estudio, a las 24 semanas, 48 semanas y al final de los 2 años. (Huang et al., 2015) A lo largo del estudio, se pidió a los participantes que mantuvieran sus hábitos dietéticos y de vida normales, visitando la oficina mensualmente para recoger las cápsulas y devolver las cápsulas con una lista de verificación diaria. (Huang et al., 2015) Las concentraciones séricas de luteína y zeaxantina se extrajeron y analizaron mediante cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), mientras que la MPOD se determinó utilizando un oftalmoscopio láser de escaneo confocal. (Huang et al., 2015) Después de la corrección de dioptrías, la BCVA se midió según el protocolo del Estudio de Tratamiento Temprano de la Retinopatía Diabética (ETDRS), y los resultados se convirtieron al logaritmo del ángulo mínimo de resolución (logMAR). (Huang et al., 2015) La CS se evaluó con el sistema de prueba CSV-1000 en 4 frecuencias espaciales, y la FRT se registró utilizando un adaptómetro macular. (Huang et al., 2015) La concentración sérica de luteína y la MPOD aumentaron significativamente en todos los grupos de tratamiento activo. (Huang et al., 2015) La suplementación con 20 mg de luteína fue la más efectiva para aumentar la MPOD y la CS

a 3 ciclos/grado durante las primeras 48 semanas. (Huang et al., 2015) Sin embargo, ambos parámetros aumentaron significativamente hasta alcanzar el mismo valor máximo después de la suplementación con 10 mg o 20 mg de luteína durante la intervención. (Huang et al., 2015) No se observaron cambios estadísticamente significativos en BCVA ni en FRT a lo largo del ensayo. (Huang et al., 2015)

El cuarto artículo identificado formó parte de un ensayo clínico más extenso sobre la suplementación con xantofilas y su impacto en la función cognitiva. (Renzi-Hammond et al., 2017) En este estudio, se reclutaron cincuenta y un sujetos jóvenes y saludables, quienes fueron asignados aleatoriamente a grupos de suplemento activo (n = 37) y placebo (n = 14). (Renzi-Hammond et al., 2017) La densidad óptica del pigmento macular (MPOD) se evaluó psicofísicamente mediante fotometría de parpadeo heterocromática personalizada. (Renzi-Hammond et al., 2017) La función cognitiva se evaluó utilizando la plataforma de prueba CNS Vital Signs al inicio del estudio, y posteriormente a los 4, 8 y 12 meses. (Renzi-Hammond et al., 2017) La MPOD y la función cognitiva se midieron cada cuatro meses durante todo un año de suplementación. (Renzi-Hammond et al., 2017) Los resultados indicaron un aumento significativo en la MPOD a lo largo del año en el grupo de suplemento en comparación con el grupo placebo ($p < 0,001$). (Renzi-Hammond et al., 2017) La suplementación diaria con luteína y zeaxantina (L + Z) y los incrementos en la MPOD se asociaron con mejoras significativas en la memoria espacial ($p < 0,04$), la capacidad de razonamiento ($p < 0,05$) y la atención compleja ($p < 0,04$). (Renzi-Hammond et al., 2017) El efecto más pronunciado observado con el tratamiento fue en la memoria visual. (Renzi-Hammond et al., 2017)

El siguiente ensayo prospectivo fue un estudio aleatorizado y doble ciego con una duración de seis meses, que evaluó un suplemento que contenía 14 mg de zeaxantina y 7 mg de

luteína.(Richer et al., 2021) La población del estudio consistió en veteranos estadounidenses del Centro Federal de Atención Médica Captain James A Lovell (FHCC) desde el 1 de agosto de 2017 hasta el 1 de agosto de 2019.(Richer et al., 2021) Para ser incluidos en el estudio, los participantes debían tener una agudeza LogMAR de 0,01 o mejor en ambos ojos y fueron asignados al azar al grupo activo o al grupo placebo en una proporción aproximada de 2:1. (Richer et al., 2021)En total, 33 participantes (26 hombres y 7 mujeres) formaron parte del estudio, con un cumplimiento del 93% en la ingesta de cápsulas tanto en el grupo suplementado (n = 24) como en el grupo placebo (n = 9). (Richer et al., 2021) Se utilizó un sistema refractor Nidek RT-5100 emparejado con un sistema de proyección digital MS&S Smart System para determinar la mejor agudeza visual corregida, y se analizaron letras de agudeza visual Snellen de bajo contraste. (Richer et al., 2021) La MPOD se midió en el grado central de la fovea, entre otras medidas.(Richer et al., 2021) En el grupo activo, la MPOD aumentó en 0,35 unidades de densidad en el ojo derecho y 0,35 unidades en el ojo izquierdo. (Richer et al., 2021) Además, se observaron mejoras significativas en la sensibilidad al contraste con deslumbramiento en ambos ojos, con mejoras en las puntuaciones LogMAR de 0,147 y 0,149 y p de 0,02 y 0,01. (Richer et al., 2021) El tiempo de recuperación del deslumbramiento probado monocularmente también mejoró en 2,76 y 2,54 segundos, respectivamente (p = 0,008 y p = 0,02), y se registró una disminución en la luminancia preferida requerida para completar tareas visuales (p = 0,02 y 0,03).(Richer et al., 2021) Además, se observaron mejoras en las puntuaciones UFOV de atención dividida (p <0,001) y en la puntuación compuesta de riesgo de accidente (p = 0,004) en el grupo suplementado, mientras que el grupo de placebo se mantuvo sin cambios.(Richer et al., 2021)

Por otro lado, se analizó un estudio doble ciego controlado con placebos que observaba la densidad del pigmento macular como un biomarcador de los niveles de luteína y zeaxantina en el cerebro, así como los umbrales críticos de fusión de parpadeo (CFF) y el tiempo de reacción visomotora en adultos jóvenes saludables de entre 18 y 32 años, reclutados de la Universidad de Georgia y la comunidad circundante de Atenas. (Bovier et al., 2014) El total de participantes fue de 92, con una edad promedio de 21,7 años, compuesto por 36 hombres y 56 mujeres. (Bovier et al., 2014) Los participantes fueron asignados a una de tres intervenciones diferentes durante un período de cuatro meses: 29 recibieron un suplemento con 20 mg de zeaxantina al día (EyePromise Zeaxanthin, ZeaVision, LLC; Chesterfield, MO); 25 recibieron un suplemento con 26 mg de zeaxantina, 8 mg de luteína y 190 mg de ácidos grasos n-3 mixtos al día (EyePromise visual EDGE, ZeaVision, LLC; Chesterfield, MO), conocido como "condición múltiple". (Bovier et al., 2014) Otros 10 participantes recibieron un placebo. (Bovier et al., 2014) Aquellos que no completaron el estudio voluntariamente o fueron excluidos por incumplimiento fueron ocho. (Bovier et al., 2014) Al finalizar el período de suplementación de cuatro meses, los participantes realizaron las pruebas de densidad del pigmento macular, así como evaluaciones visuales temporales y sensoriomotoras. (Bovier et al., 2014) La densidad del pigmento macular se evaluó psicofísicamente mediante fotometría de parpadeo heterocromática personalizada. (cHFP) (Bovier et al., 2014) Para evaluar la capacidad sensoriomotora, se midieron el tiempo de reacción y el tiempo de anticipación de coincidencias utilizando un conjunto de luces lineales con 120 LED. (Bovier et al., 2014) Se encontraron correlaciones significativas entre la luteína retiniana y la zeaxantina (pigmento macular) y los umbrales de CFF ($p < 0,01$) y el rendimiento visomotor ($p < 0,01$ en general). (Bovier et al., 2014) La suplementación con zeaxantina y la formulación mixta produjo aumentos

significativos ($p < 0,01$) en los umbrales de CFF (~12%) y el tiempo de reacción visomotora (~10%) en comparación con el placebo.(Bovier et al., 2014) En resumen, el aumento de la densidad del pigmento macular mediante la suplementación resultó en mejoras significativas en la velocidad de procesamiento visual, incluso en individuos jóvenes y saludables que suelen tener la máxima eficiencia.(Bovier et al., 2014)

En el séptimo artículo se llevó a cabo un ensayo aleatorio controlado que examinó los efectos de un suplemento de luteína/zeaxantina en dosis elevadas sobre la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) y los niveles de carotenoides en la piel (SC) en individuos saludables. (Obana et al., 2020c) Este estudio incluyó a 16 participantes japoneses, con edades comprendidas entre 26 y 57 años, que fueron evaluados en el Hospital General Seirei Hamamatsu entre junio de 2018 y mayo de 2019. (Obana et al., 2020c) Durante 16 semanas, los participantes tomaron un suplemento que contenía 20 mg/día de luteína, 4 mg/día de zeaxantina, así como otros antioxidantes como vitamina C, vitamina E, zinc y cobre. (Obana et al., 2020c) La medición de los niveles de MPOD se realizó mediante una técnica de imágenes de autofluorescencia de dos longitudes de onda, mientras que los niveles de SC se evaluaron utilizando espectroscopia de reflexión. (Obana et al., 2020c) Se observó un aumento significativo en el volumen total de MPOD a partir de la semana 8, continuando hasta la semana 16 ($p < 0,0001$). (Obana et al., 2020c) Además, la tasa de aumento de MPOD fue considerablemente mayor en sujetos con un índice de masa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m² en comparación con aquellos con un IMC de 25 kg/m² o más. (Obana et al., 2020c) Los niveles promedio de SC también experimentaron un aumento similar a partir de la semana 4 y continuaron elevándose hasta la semana 16 ($p < 0,0001$). (Obana et al., 2020c) Es importante destacar que la población estudiada no presentó ningún evento adverso grave, lo que respalda la eficacia del suplemento de luteína/zeaxantina

en dosis altas para aumentar el volumen de MPOD y los niveles de SC sin ocasionar efectos adversos significativos.(Obana et al., 2020c)

En el siguiente estudio prospectivo aleatorizado y doble ciego, se empleó un diseño paralelo. (Hammond et al., 2014) Los participantes fueron asignados aleatoriamente a recibir un suplemento o un placebo. (Hammond et al., 2014) El suplemento, una tableta recubierta de color rojo, contenía 10 mg de luteína y 2 mg de zeaxantina como ingredientes activos. (Hammond et al., 2014) Se reclutaron 115 sujetos saludables de la Universidad de Georgia, de los cuales 58 recibieron el placebo y 57 el suplemento L+Z. (Hammond et al., 2014) Durante un año, los participantes tomaron una tableta diaria con el desayuno. (Hammond et al., 2014) Sin embargo, las visitas programadas a los sujetos experimentaron un retraso promedio del 10%, con fechas y lapsos entre visitas que no siempre coincidían con el cronograma original, extendiendo así la duración total del estudio hasta 400 días. (Hammond et al., 2014) Se recolectaron diversas medidas al inicio del estudio y posteriormente cada 3 meses. (Hammond et al., 2014) Estas medidas incluyeron los niveles séricos de L y Z mediante cromatografía HPLC, la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) mediante fotometría de parpadeo heterocromática personalizada, la recuperación del fotoestrés evaluada por el tiempo necesario para recuperar la adquisición visual después de una intensa exposición al flash blanco de xenón, la discapacidad por deslumbramiento medida como la energía necesaria para velar un objetivo de rejilla central, y el contraste cromático con umbrales para un objetivo de rejilla amarilla superpuesto en un fondo de 460 nm. (Hammond et al., 2014)La suplementación diaria con L+Z demostró un aumento significativo en los niveles séricos y MPOD, así como mejoras en el contraste cromático y la recuperación del fotoestrés. (Hammond et al., 2014)Estos hallazgos

son coherentes con investigaciones previas que sugieren que el aumento de MPOD se correlaciona con un mejor rendimiento visual.(Hammond et al., 2014)

El noveno artículo examinado investigó la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) y los cambios en la concentración sérica de luteína en voluntarios sanos reclutados desde diciembre de 2010 hasta diciembre de 2011. (Obana et al., 2015) Se llevó a cabo una aleatorización estratificada, dividiendo a los participantes en tres grupos de edad: grupo 1 (20-34 años), grupo 2 (35-49 años) y grupo 3 (50 años en adelante). (Obana et al., 2015) Cada grupo de edad constaba de 12 sujetos (6 hombres y 6 mujeres), asignados aleatoriamente a uno de dos grupos: FloraGLO o Xanmax, mediante una tabla de números generada por computadora. (Obana et al., 2015) Cada grupo incluía 3 hombres y 3 mujeres que tomaban FloraGLO y 3 hombres y 3 mujeres que tomaban XanMax. (Obana et al., 2015) Todos los participantes eran japoneses saludables sin patologías oculares o sistémicas y sin historial de consumo previo de luteína, zeaxantina o suplementos vitamínicos. (Obana et al., 2015) Ambas formulaciones de suplemento de luteína y zeaxantina, FloraGLO y XanMax, contenían luteína obtenida de oleorresina de caléndula, pero diferían en el método de extracción de oleorresina de flores de caléndula, así como en el tamaño de las partículas de luteína y las concentraciones de zeaxantina.(Obana et al., 2015) Los participantes consumieron uno de los suplementos durante un máximo de 6 meses. (Obana et al., 2015) Se realizaron mediciones mensuales de los niveles de MPOD mediante espectrometría de resonancia Raman y de la concentración de luteína sérica al inicio, al tercer mes y al sexto mes. (Obana et al., 2015) Además, se llevaron a cabo pruebas de sensibilidad al contraste, sensibilidad al deslumbramiento, agudeza visual y electroretinograma focal. (Obana et al., 2015) Se observó un aumento significativo en las concentraciones séricas medias de luteína después de los primeros tres meses, pero los niveles

medios de MPOD en ninguno de los grupos de suplementos mostraron un aumento estadísticamente significativo. (Obana et al., 2015) Sin embargo, un análisis detallado reveló tres patrones de respuesta en ambos grupos: "respondedores retinianos" con aumento tanto en los niveles de MPOD como en las concentraciones séricas de luteína (n = 13), "no respondedores retinianos" con concentraciones séricas elevadas, pero sin cambios en los niveles de MPOD (n = 20), y "no respondedores retinianos y séricos" sin aumentos en los niveles de MPOD ni en las concentraciones plasmáticas (n = 3). (Obana et al., 2015) Aquellos con bajos niveles iniciales de MPOD mostraron niveles elevados después de 6 meses de suplementación con luteína ($r = -0.4090$, $p = 0.0133$). (Obana et al., 2015) La sensibilidad al deslumbramiento mejoró en los "respondedores retinianos" en ambos grupos de suplementos, mientras que no se observaron cambios notables en la sensibilidad al contraste. (Obana et al., 2015)

El artículo subsecuente consistió en un ensayo controlado con placebo de 12 semanas, de diseño doble ciego, que tuvo como objetivo analizar la cinética de absorción, la eficiencia del depósito retiniano y los efectos sobre el perfil espacial del pigmento macular para tres niveles de suplemento de Luteína (L), Zeaxantina (Z) y Mesozeaxantina (MZ). (J. M. Stringham & Stringham, 2016) La muestra incluyó veintiocho sujetos saludables de la Universidad de Georgia, con edades entre 18 y 25 años, asignados aleatoriamente a cuatro grupos de suplementación diaria: placebo (aceite de cártamo; n = 5), 7,44 mg de carotenoides maculares totales (n = 7), 13,13 mg de carotenoides maculares totales (n = 8) y 27,03 mg d(J. M. Stringham & Stringham, 2016) = 8). (J. M. Stringham & Stringham, 2016) Las proporciones de los tres carotenoides fueron prácticamente idénticas para los tres niveles de suplemento (83% L, 10% Z, 7% MZ). (J. M. Stringham & Stringham, 2016) Durante el estudio de 12 semanas, se

realizaron extracciones de sangre en ayunas y se determinaron los perfiles espaciales de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) mediante fotometría de parpadeo heterocromática, tanto al inicio como quincenalmente.(J. M. Stringham & Stringham, 2016) En comparación con el placebo, se observó un aumento significativo en las concentraciones séricas de L y Z total para cada nivel de suplemento, dos semanas después del inicio del consumo diario ($p < 0,001$). (J. M. Stringham & Stringham, 2016) Además, la MPOD aumentó significativamente en todos los grupos de tratamiento ($p < 0,001$) en comparación con el placebo.(J. M. Stringham & Stringham, 2016) Las respuestas séricas (L, Z y L + Z) se relacionaron linealmente con la dosis ($p < 0,001$), pero no con la respuesta retiniana.(J. M. Stringham & Stringham, 2016) Los índices de respuesta sérica L:Z disminuyeron exponencialmente con el aumento de la dosis ($p = 0,008$). (J. M. Stringham & Stringham, 2016) Se encontró que la relación entre el cambio en MPOD y la respuesta sérica total fue mayor para el nivel de suplemento de 13,13 mg ($p = 0,021$), seguido por las dosis de 27,03 y 7,44 mg.(J. M. Stringham & Stringham, 2016) El centro del perfil espacial de MPOD aumentó proporcionalmente con el nivel de dosis. (J. M. Stringham & Stringham, 2016) Aunque las respuestas séricas de L aumentaron con la dosis, el aumento de Z fue menor, dados los niveles más altos de L en los suplementos. (J. M. Stringham & Stringham, 2016) A pesar de que las tres dosis aumentaron significativamente la MPOD, el nivel de suplemento de 13,13 mg/día L + Z fue el más eficaz.(J. M. Stringham & Stringham, 2016)

El posterior ensayo de seis meses de duración y diseñado como un estudio doble ciego controlado con placebo, tuvo como objetivo determinar la capacidad antioxidante y antiinflamatoria de los carotenoides dietéticos luteína, zeaxantina y el isómero mesozeaxantina.(N. T. Stringham et al., 2019b) La investigación se centró en el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), la capacidad antioxidante (AOC) y las citocinas

proinflamatorias TNF- α , IL-6 e IL-1 β . (N. T. Stringham et al., 2019b) Se evaluó el rendimiento cognitivo de 59 individuos jóvenes y saludables, estudiantes universitarios con edades comprendidas entre 18 y 25 años. (N. T. Stringham et al., 2019b) La suplementación con MXan se utilizó en tres grupos: placebo, 13 mg o 27 mg/día de MXans en total. (N. T. Stringham et al., 2019b) Las mediciones se realizaron al inicio y a los seis meses, incluyendo extracciones de sangre en ayunas, la concentración de MXan en la retina (MPOD) mediante fotometría de parpadeo heterocromática personalizada, y la evaluación del rendimiento cognitivo con CNS Vital Signs. (N. T. Stringham et al., 2019b) Los resultados indican que después de seis meses de suplementación con al menos 13 mg/día, se observó un aumento significativo en BDNF, MPOD, MXans en suero y AOC en comparación con el placebo en ambos grupos de tratamiento ($p < 0,05$ para todos). (N. T. Stringham et al., 2019b) La IL-1 β disminuyó significativamente frente al placebo en ambos grupos de tratamiento ($p = 0,0036$ y $p = 0,006$, respectivamente). (N. T. Stringham et al., 2019) En cuanto a las medidas cognitivas, las puntuaciones de memoria compuesta, memoria verbal, atención sostenida, velocidad psicomotora y velocidad de procesamiento mejoraron significativamente en los grupos de tratamiento ($p < 0,05$ para todos) y permanecieron sin cambios en el grupo de placebo. (N. T. Stringham et al., 2019) Se encontraron asociaciones significativas entre varios parámetros a lo largo del estudio. (N. T. Stringham et al., 2019b) Por ejemplo, el cambio en BDNF se relacionó con el cambio en IL-1 β y MPOD. (N. T. Stringham et al., 2019) Además, los cambios en los MXans séricos estuvieron fuertemente relacionados con la AOC, y el cambio en la luteína sérica se correlacionó con mejoras en la memoria verbal, la memoria compuesta y la atención sostenida. (N. T. Stringham et al., 2019b) Por lo que la suplementación diaria con al menos 13 mg de MXans durante seis meses resultó en beneficios significativos, incluyendo la reducción

de IL-1 β sérica, el aumento de BDNF, MPOD y AOC séricos, y mejoras en varios parámetros del rendimiento cognitivo.(N. T. Stringham et al., 2019b)

El objetivo del duodécimo ensayo fue evidenciar el impacto positivo de la suplementación oral de luteína (L) y zeaxantina (Z) en la señal FLIO en pacientes con degeneración macular relacionada con la edad (AMD). (Jaggi et al., 2023) La FLIO es un innovador método de imagen retiniana in vivo que muestra correlación con las mediciones convencionales de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) y podría contribuir a la cartografía metabólica de la retina en el futuro.(Jaggi et al., 2023) El estudio, de tipo cohorte prospectivo, se llevó a cabo en el Hospital Universitario de Berna, Suiza.(Jaggi et al., 2023) La inclusión abarcó a pacientes de al menos 50 años con diagnóstico clínico de AMD no exudativa, en estadios tempranos o intermedios, según los criterios de la clasificación AREDS.(Jaggi et al., 2023) Los pacientes con AMD temprana e intermedia recibieron un suplemento nutricional que contenía 10 mg de L y 2 mg de Z .(Jaggi et al., 2023) Este suplemento se tomó oralmente una vez al día durante 3 meses, y se realizó un seguimiento adicional de 3 meses después de la interrupción de la terapia.(Jaggi et al., 2023) Cada visita contempló mediciones de parámetros clínicos, concentración sérica de L y Z, MPOD mediante fotometría de parpadeo heterocromático, imágenes de autofluorescencia de doble longitud de onda y FLIO. (Jaggi et al., 2023) Se realizaron análisis de correlación entre FLIO y MPOD. (Jaggi et al., 2023) Se concluyó que las concentraciones séricas de L y Z aumentaron significativamente durante la suplementación. (Jaggi et al., 2023) Las unidades medias de MPOD aumentaron significativamente después de tres meses de suplementación con xantofilas maculares, que incluían L y Z. (Jaggi et al., 2023) Las medianas de los tiempos de vida útil de FLIO en el centro de la fovea disminuyeron significativamente de 277.3 ps a 261.0 ps. (Jaggi et al., 2023) Todos los parámetros volvieron

a valores cercanos a la normalidad después de la terminación de la suplementación nutricional. (Jaggi et al., 2023) En consecuencia, se consideraron MPOD y los parámetros de FLIO como los resultados principales del estudio, mientras que la concentración sérica de L y Z, la AVMC y la sensibilidad al contraste se catalogaron como resultados secundarios. (Jaggi et al., 2023) Las xantofilas maculares parecen contribuir a tiempos de vida útil cortos en la fovea. (Jaggi et al., 2023)

El último ensayo de control aleatorio analizado estaba denominado "Persea American for Total Health (PATH)", es el único en su tipo que aborda la suplementación dietética, centrándose en evaluar el impacto del consumo de aguacate en la función cognitiva y el nivel de luteína en adultos con sobrepeso y obesidad mediante un ensayo controlado aleatorio. (Edwards et al., 2020) El aguacate se eligió debido a que es una fuente altamente biodisponible de la xantofila luteína. (Edwards et al., 2020) Este estudio tuvo una duración de 12 semanas y se llevó a cabo en el centro de Illinois entre 2016 y 2018. (Edwards et al., 2020) En total, participaron 84 adultos de 25 a 45 años con un índice de masa corporal (IMC) igual o menor a 25 kg/m². (Edwards et al., 2020) Durante el estudio, se proporcionó a los participantes una comida diaria que incluía aguacate Hass fresco, mientras que el grupo de control recibió una dieta isocalórica. (Edwards et al., 2020) Las mediciones de altura y peso se realizaron para calcular el IMC. (Edwards et al., 2020) Se utilizaron los niveles de luteína sérica y la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) para evaluar el estado de las xantofilas. (Edwards et al., 2020) La atención y la inhibición se evaluaron mediante tareas como Flanker, Oddball y Nogo, con el respaldo de un registro electroencefalográfico (EEG). (Edwards et al., 2020) Los participantes que recibieron aguacate mostraron mejoras en los niveles de luteína sérica y en la precisión de la tarea Flanker. (Edwards et al., 2020) Sin embargo, no se encontraron relaciones entre el

rendimiento y los cambios en el estado de la luteína, ni tampoco en variables neuroeléctrica. (Edwards et al., 2020) Estableciendo así que la ingesta diaria de aguacate durante 12 semanas resultó en mejoras en la inhibición de la atención y un aumento en las concentraciones séricas de luteína entre adultos con sobrepeso y obesidad.(Edwards et al., 2020)

Resultado de la etiqueta nutricional del producto:

Información nutricional		
Tamaño por porción	355 ml	
Porciones por envase	1 Aprox	
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	265 Kcal	1109 KJ
Energía de grasas	108 Kcal	451 KJ
	%VDR*	
Grasa total	12 g	19,1 %
Grasa saturada	9 g	43,28 %
Colesterol	0 mg	0 %
Carbohidratos totales	39 g	13 %
Fibra dietética	8 g	
Azúcares totales	35 g	
Proteína	5 g	9,08 %
Potasio	929 mg	26,54 %
Sodio	47 mg	2 %
Los porcentajes de Valor Diario Recomendado (%VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 Calorías).		

Imagen 27. Etiqueta bebida funcional “Ojitos verdes”. Autor,2023.

*Nota: 1 porción / frasco aporta; Luteína: 13,7 mg y Zeaxantina: 2,5 mg



Imagen 28. Semáforo alimenticio de la bebida funcional “Ojitos verdes”. Autor,2023.

Resultado de la guía de los beneficios del producto:

OJITOS VERDES
BEBIDA FUNCIONAL REFRESCANTE

SE PARTE DE UNA ALIMENTACIÓN CONSCIENTE

ALIADO PARA UNA NUTRICIÓN SANA Y EQUILIBRADA

ES UNA BEBIDA FUNCIONAL REFRESCANTE RICA EN LUTEINA Y ZEAXANTINA, QUE OTORGARÁ SALUD A TU VIDA

POR QUE LEVAR UNA ALIMENTACIÓN SANA ?

- Una alimentación saludable, es una estrategia clave para protegernos de la malnutrición , así como de enfermedades no transmisibles(diabetes, cardiopatías, accidentes cerebrovasculares y cáncer). (OPS,2023)



La
alimentación
es una
estrategia de
salud
preventiva

COMO ES UNA DIETA SANA ?

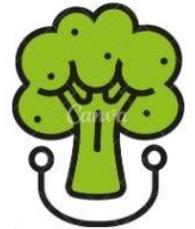
- Adecuada :personalizada a cada persona
- Completa : aporta las cantidades adecuadas de nutrientes y fibra para nuestro organismo y todos los grupos alimenticios
- Variada : consumir diferentes alimentos de cada grupo
- Inocua : higiénica sin producir daños a la salud
- Equilibrada : adecuada proporción de todos los grupos de alimentos
- Suficiente :que cubra los requerimientos nutricionales de cada persona. (Dietista-nutricionista, Barcelona, 2021)

(Organización Panamericana de la Salud, 2023)(Ana Amengual, 2021)

ALIMENTOS PARA LA VISION

Ciertos nutrientes mantienen los ojos sanos e incluso son capaces de reducir el riesgo de enfermedades oculares. (Celia Vimont, 2023)

Una dieta baja en grasas saturadas y trans , alta en frutas, vegetales y granos enteros ayudan a los ojos.(Celia Vimont, 2023)



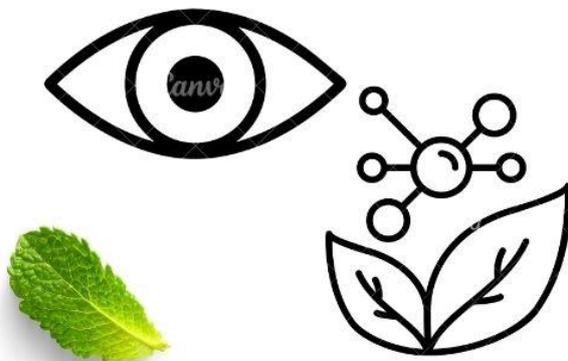
- Vitamina A: La retina necesita de esta para convertir los rayos de luz
- Vitamina C: es un antioxidante que protege al organismo contra el daño de los radicales libres a las células
- Vitamina E: papel antioxidante
- Omega-3: favorables en la función lagrimal, para el ojo seco
- Luteína y zeaxantina: antioxidantes vitales para proteger la mácula del ojo
- Zinc: favorece a una retina sana y protege a los ojos de los efectos nocivos de la luz.(Celia Vimont, 2023)

(Celia Vimont, 2023)

LUTEINA Y ZEAXANTINA

BENEFICIOS:

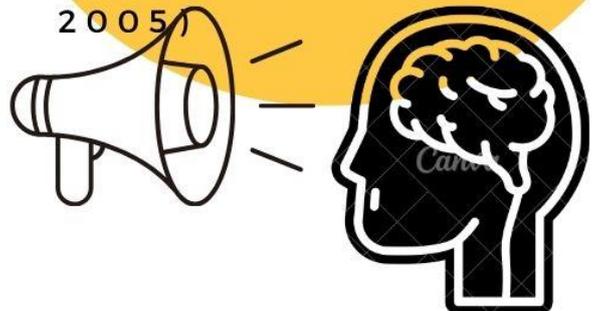
El papel fundamental de la luteína y la zeaxantina es evitar la formación de radicales libres y de moléculas oxidativas, que son las causantes de los daños en las membranas de las células de los tejidos oculares. (Obana et al., 2020) De esta manera se protegen ciertas partes del ojo como la macula y el cristalino de la acción oxidante de la luz azul y de reacciones fotoquímicas. (Obana et al., 2020) Estos compuestos junto con ácidos grasos omega -3 son esenciales para el desarrollo y/o mantenimiento de una distribución normal de las células epiteliales pigmentarias de la retina, favoreciendo al desarrollo visual. (Johnson, 2014)



(Johnson, 2014) (Johnson et al., 2013)

QUE SON?

Son pigmentos de color amarillo, xantofilas solubles en grasa, que se localizan en la macula, que es la parte central de la retina, la que nos permite tener visión aguda.. (Reardon, 2005)



También tienen un rol en la función cognitiva, ya que la luteína y la zeaxantina se encuentran en altas concentraciones en el sistema nervioso central, representando aproximadamente del 66% al 77% .(Johnson et al., 2013) Así pueden prevenir el deterioro cognitivo relacionado con la edad, principalmente en las áreas de memoria espacial, razonamiento, atención compleja. (Johnson et al., 2013)

INGREDIENTES:



- Alto contenido en hierro: más elevado que la carne
- Alto contenido en calcio, vitamina K y fósforo : recomendado para los huesos en buen estado, y para funcionamiento de la actividad celular
- Rico en fibra :la cual ayuda a reducir los niveles de glucosa en sangre, primogénita la digestión
- Alto contenido de potasio
- Vitamina C , Betacaroteno y selenio que son excelentes antioxidantes
- Vitamina A : que ayuda al crecimiento y mantenimiento de todos los tejidos del cuerpo, incluyendo la piel y el cabello
- Luteína zeaxantina, ayudan a reducir el riesgo de degeneración macular relacionada con la edad , al igual que la vitamina C, E, el betacaroteno y el zinc también desempeñan un papel en la salud ocular. (Katherine Marengo LDN, 2021)

K A L E

Piña

- Regula el tránsito intestinal y mejora la digestión : aporta fibra y agua a nuestro organismo
- Es antiinflamatoria y antimicrobiana : una fruta rica en bromelina , la cual actúa en procesos inflamatorios
- Mejora la circulación sanguínea : la bromelina, es una enzima con acción anticoagulante, y se ha demostrado que juega un papel importante en aumentar la fluidez de la sangre, mejorando así la circulación sanguínea
- Es antioxidante y favorece al sistema inmunitario: es fuente de vitamina C que contribuye a proteger las células frente al daño oxidativo de los radicales libres
- Vitaminas A y E
- Minerales: contiene magnesio, el fósforo y el hierro, pero sobre todo el yodo que tiene el poder para que las células transformen los alimentos en energía y la producción normal de hormonas tiroideas.
- Beneficios en la piel : hidrata
- Fuente de vitamina C, contribuye a la formación normal de colágeno para el funcionamiento normal de la piel.(CONSUMIDORA,2022)



(Katherine Marengo LDN, 2021)(CONSUMIDORA, 2022)

- Rico en Vitamina C
- Aporta betacaroteno, importante para la vista , el sistema óseo e inmunológico.
- Rico en fibra , proteínas, vitamina A y C
- Buena fuente de calcio, potasio
- Bajo en calorías
- Aporta una buena cantidad de antioxidantes que ayudan a combatir el daño de los radicales libres y protegen las células
- Contribuye a la buena absorción del hierro
- Es una de las fuentes mas altas de zeaxantina , lo cual también es beneficioso para la vista. (Food and Wine,2021)
- Un pimiento (450 gramos) tiene aproximadamente una cantidad de zeaxantina igual a 30 comprimidos de suplementos, siendo dos miligramos de zeaxantina la dosis diaria recomendada.. (Universidad de Queensland/, 2020)

Pimiento naranja



Coco



- Es antioxidante e hidratante , por lo que favorece la salud de la piel
- Refuerza el sistema inmunitario debido a su aporte de minerales como el potasio, cobre, hierro, magnesio, ácido fólico y vitaminas
- Regula el nivel de azúcar en la sangre
- Regula los triglicéridos y colesterol, favoreciendo la salud cardiovascular.
- Es digestivo y desintoxicante, favorece al buen funcionamiento de los riñones
- Tiene un buen aporte de fibra
- Es energizante e hidratante para el organismo, funciona como suero natural ; al tener incluso más electrolitos que las bebidas deportivas
- Es un diurético natural, ayudando a eliminar el exceso de líquido en el cuerpo, eliminando la hinchazón abdominal y el exceso de líquido en el cuerpo.(Javier Zaragoza Villanueva, 2023)

(Universidad de Queensland/, 2020) (Javier Zaragoza Villanueva, 2023)

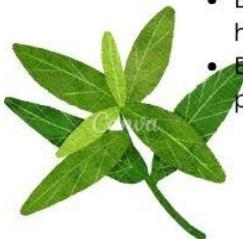
Chía



- Destaca por su alto contenido de calcio, incluso más que la leche entera
- Buena fuente de potasio y hierro.
- Alto en antioxidantes, de manera que fortalece el sistema inmunológico, al eliminar las toxinas
- Contiene boro (necesario para estimular la absorción de calcio en los huesos) y otros minerales como el cobre, manganeso, niacina, zinc, etc.
- Rica en ácidos grasos esenciales , omega 3 , que es una grasa saludable que favorece al sistema cardiovascular y circulatorio, ayudando a mantener los límites de colesterol en la sangre
- Tiene proteínas de rápida digestión, proporcionando los 9 aminoácidos esenciales
- Alto contenido en fibra soluble, acelera y prolonga la saciedad
- Es de bajo índice glucémico permite controlar los niveles de azúcar. (upaep, 2018)

Stevia

- Es un edulcorante que no presenta carbohidratos (no calórico), es decir que su consumo no incrementa las calorías consumidas
- Sirve para endulzar bebidas y comidas, convirtiéndose en una alternativa para las personas con problemas de sobrepeso
- Ayuda en problemas de acidez de estómago, al igual que evita la proliferación de patógenos en nuestro organismo
- Es considerado un remedio natural que ayuda a reducir la hipertensión arterial
- Es una planta con antioxidantes , que combate el riesgo de padecer cáncer de páncreas.(J.L. ESCALANTE, 2019)



(upaep, 2018) (J.L. ESCALANTE, 2019)

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Información nutricional		
Tamaño por porción	355 ml	
Porciones por envase	1 Aprox	
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	265 Kcal	1109 KJ
Energía de grasas	108 Kcal	451 KJ
	%VDR*	
Grasa total	12 g	19,1 %
Grasa saturada	9 g	43,28 %
Colesterol	0 mg	0 %
Carbohidratos totales	39 g	13 %
Fibra dietética	8 g	
Azúcares totales	35 g	
Proteína	5 g	9,08 %
Potasio	929 mg	26,54 %
Sodio	47 mg	2 %
Los porcentajes de Valor Diario Recomendado (%VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 Calorías).		



1 frasco aporta
Luteína: 13,7 mg
Zeaxantina: 2,5 mg



La cantidad recomendada es 1 frasco de 355 ml al día para alcanzar efectos beneficiosos.



MEDIO en GRASA

no contiene **AZÚCAR**

no contiene **SAL**

CONSUMO DE "OJITOS VERDES"- LZ

A QUIEN VA DIRIGIDO?



A toda la población sin restricciones , sin embargo se enfoca en personas se les dificulte cumplir con el consumo de frutas y verduras , ya que de esta manera se facilita su consumo, cubriendo una parte de las recomendaciones diarias . También sería parte fundamental de la dieta de personas que padezcan o tengan riesgo de presentar alguna deficiencia visual , como la degeneración macular. A la vez que la bebida contribuye con la función cognitiva , por lo que también está destinada a personas que sufran de esto.

CUANDO ?

La bebida puede ser consumida 1 vez al día a cualquier hora del día , como una alternativa saludable. Puede ser consumida como un snack o media mañana o como parte de tus comidas principales en el desayuno ,almuerzo o cena.

A yellow speech bubble with a grid pattern containing the text '¿CUÁNDO?' and 'Canva' below it. To the right of the speech bubble is a faint palm leaf graphic and below it is an orange clock icon.

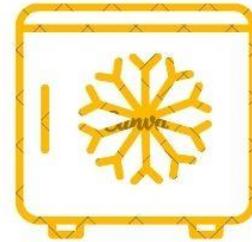
¿CUÁNDO?

CÓMO?

Se debe tomar en cuenta la fecha de elaboración del producto, debe ser consumida máximo 4 días posterior a su fabricación, y una vez destapado se lo debe consumir en el menor tiempo posible; percatando su modo de almacenamiento el cual debe ser en refrigeración y sellado.

¿CÓMO?

Canva





SABOR PIÑA COLADA

SIN COLORANTES
CONSERVANTES
SABORIZANTES
AZÚCAR AÑADIDA

100% FRUTA Y
VERDURA

100% NATURAL



SE PARTE DE UNA
ALIMENTACIÓN
CONSCIENTE

PIÑA
PIMIENTO
KALE
COCO
CHÍA



FUENTE
NATURAL DE
LUTEÍNA Y
ZEAXANTINA



ENDULZADO CON STEVIA

CONTENIDO NETO
355 ML

Información nutricional		
Tamaño por porción	355 ml	
Porciones por envase	1 Aprox	
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	265 Kcal	1109 KJ
Energía de grasas	108 Kcal	451 KJ
		%VDR*
Grasa total	12 g	19,1 %
Grasa saturada	9 g	43,28 %
Colesterol	0 mg	0 %
Carbohidratos totales	39 g	13 %
Fibra dietética	8 g	
Azúcares totales	35 g	
Proteína	5 g	9,08 %
Potasio	929 mg	26,54 %
Sodio	47 mg	2 %
Los porcentajes de Valor Diario Recomendado (%VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 Calorías).		



INGREDIENTES: PIÑA (250 ML), AGUA DE COCO(200 ML), PIMIENTO NARANJA (75 G), KALE (35G), COCO RALLADO (15G), CHÍA(5G), STEVIA (1G), ESENCIA DE VAINILLA(0,1G).

FABRICADO POR: DOMÉNICA PONTÓN
FABRICADO EN: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, QUITO-AVENIDA JORGE FERNÁNDEZ.
LOTE:1



DISCUSIONES:

La presente revisión bibliográfica involucró datos sobre la evaluación de los efectos de la luteína y la zeaxantina en la prevención y mejora de distintas enfermedades desde el 2013 hasta noviembre del 2023, con un total de 13 artículos analizados, los cuales se centraron en ensayos

clínicos aleatorios, ya que se buscó observar los sujetos, el rango de edad y la dosis utilizada, con el fin de establecer un rango de luteína y zeaxantina que sea favorable para la salud de la población.

Los resultados de la tabla de la revisión bibliográfica muestran que en general una suplementación con luteína (10-20 mg) y zeaxantina (1-2 mg) al día trae consigo múltiples beneficios, en especial en lo que respecta a la función visual. Los niveles séricos de L y Z con la suplementación de estos aumentan significativamente desde los 3 meses. Sin embargo, en un promedio de 2 años de suplementación con luteína/zeaxantina las concentraciones séricas de luteína/zeaxantina siguen aumentando, incrementando a su vez la MPOD y el rendimiento visual en pacientes con DMAE temprana; por lo que también existen ventajas en cuanto al contraste cromático, en la recuperación del foto estrés, en la sensibilidad al deslumbramiento y al contraste. Otro punto favorable fue en el mejoramiento de la memoria visual, las velocidades de procesamiento visual por beneficios en la relación señal-ruido en todo el sistema de visión.

También se obtuvo que al incrementar el MPOD con L y Z en personas con dificultad en la visión nocturna existen beneficios mensurables en numerosas funciones visuales que son importantes para la conducción con visión nocturna. Aparte de mejoras en las puntuaciones de las pruebas de atención dividida UFOV y una disminución de las puntuaciones de riesgo compuesto. A la vez se vio que la zeaxantina y la formulación mixta (L y Z) produjo aumentos significativos ($p < 0,01$) en los umbrales de CFF (12%) y el tiempo de reacción visomotora (10%), demostrando así que estos compuestos producen mejoras significativas en la velocidad de procesamiento visual, incluso en individuos jóvenes y sanos que tienden a tener la máxima eficiencia. Cabe señalar que la tasa de aumento de MPOD fue significativamente mayor en

sujetos con índice de masa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m² en comparación con aquellos de 25 kg/m² y más.

Se vio que el incremento en MPOD dieron como resultado mejoras significativas en la función cognitiva en adultos jóvenes y sanos, tanto en la memoria espacial ($p < 0,04$), la capacidad de razonamiento ($p < 0,05$), la atención compleja ($p < 0,04$) y flexibilidad cognitiva ($p < 0,04$). Se vio que el grupo de tratamiento mostraron mejoras en la luteína sérica y en la precisión en la tarea Flanker. Existieron mejoras estadísticamente significativas en la memoria en los grupos activos en conjunto con una reducción en el número de errores cometidos en la tarea PAL.

Otros beneficios se observan, ya que la L y Z disminuyen significativamente la IL-1 β sérica, aumentan significativamente los BDNF, y AOC séricos, mejoran varios parámetros del rendimiento cognitivo. Ya que se supone que estas xantofilas aumentan de la capacidad antioxidante/antiinflamatoria sistémica, al interrumpir la cascada inflamatoria que puede conducir a la reducción de BDNF.

A la par se examinó que la luteína/zeaxantina podría ser más apropiada que el betacaroteno en los suplementos de tipo AREDS. También se observaron beneficios con la suplementación con otros carotenoides en conjunto como la astaxantina, mejorando la coordinación ojo-mano en personas que habitualmente jugaban videojuegos, usaban computadoras o realizaban actividades de VDT después de ocho semanas de suplementación. La mesozeaxantina en dosis de 10-17 mg/d es otra xantofila que se recomienda en conjunto con la L y Z para el incremento del MPOD. Se debe destacar que en los estudios que a la par suministraron por vía oral en forma líquida ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA 905 mg) al día, tuvieron mejor respuesta. Esta suplementación en los estudios revisados no provocó algún tipo efecto adverso detectable.

Entre las revisiones bibliográficas encontradas similares al tema se encontraron las siguientes:

- Una revisión acerca de la suplementación de luteína, zeaxantina y mesozeaxantina asociada con la densidad óptica del pigmento macular, evidenció beneficios con la suplementación de xantofilas ante incremento significativo de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD); en pacientes con DMAE se observó; DMP, 0,07; IC del 95 %, 0,03 a 0,11 mientras que en sujetos sanos se obtuvo los siguientes datos; DMP, 0,09; IC del 95 %, 0,05 a 0,14 . (Ma et al., 2016) Tanto este estudio como el presente observaron una relación dosis-respuesta y una asociación positiva entre esta mejora y el aumento de los niveles de carotenoides xantofila en la sangre. (Ma et al., 2016) Sin embargo, esta revisión presentó una limitación, dado a que los evaluados tenían un seguimiento de menos de 12 meses, lo que restringe la evaluación del efecto prolongado de estos carotenoides, mientras que la realizado tuvo evaluaciones un poco más largas, algunas de dos años.(Ma et al., 2016)

- Otro metaanálisis de suplementos de luteína y zeaxantina y su asociación con la función visual en la degeneración macular relacionada con la edad, demostró que los dos estudios concuerdan que la ingesta adicional de carotenoides xantofila mejora significativamente la agudeza visual (AV) y la sensibilidad al contraste (CS) de manera directamente proporcional a la cantidad de suplemento ingerido. Estos datos se pueden verificar puesto que en ese metaanálisis hubo una reducción significativa en los niveles de logMAR en comparación con el grupo que recibió un placebo (DMP, -0,04; IC del 95 %, -0,06 a -0,03), y durante la intervención, se estableció una relación en la cual cada aumento de 1 mg/día en la suplementación de estos carotenoides se asoció con una disminución de 0,003 en el nivel logMAR de la agudeza visual. (Liu et al., 2015) Asimismo, en ese se notó un beneficio notable en las cuatro frecuencias espaciales de la sensibilidad al contraste (DMP entre 0,08 y 0,18;

todas $P < 0,05$) en comparación con el grupo que recibió placebo. (Liu et al., 2015) Además, se observó una conexión entre el aumento en la densidad óptica del pigmento macular después de la intervención y mejoras en la agudeza visual ($r = -0,58$; $P = 0,02$), así como en la sensibilidad al contraste a 12 ciclos por grado ($r = 0,94$; $P < 0,001$). (Liu et al., 2015) Por lo tanto en ambos estudios se observó una relación lineal entre el aumento de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD) y la mejora de la agudeza visual y la sensibilidad al contraste en frecuencias intermedias.(Liu et al., 2015) .

- La siguiente revisión acerca del efecto de la ingesta de luteína/zeaxantina sobre la densidad óptica del pigmento macular humano, concuerda con los hallazgos encontrados sobre la absorción de luteína/zeaxantina y el aumento de la densidad óptica del pigmento macular (MPOD), igualmente con una dosis superior a 10 mg/día; ya que específicamente se encontró que dosis diarias de luteína/zeaxantina entre 5 y <20 mg aumentaron la MPOD en 0,04 unidades (IC del 95 %: 0,02 a 0,07). (Wilson et al., 2021) De manera similar ambos establecieron que los efectos de fuentes provenientes de alimentos son menos evidentes. (Wilson et al., 2021)

- Otra revisión sobre los suplementos antioxidantes de vitaminas y minerales para retardar la progresión de la degeneración macular relacionada con la edad, se diferenció de la nuestra, ya que utilizó a la vez vitaminas antioxidantes y zinc para buscar disminuir la progresión hacia la degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) en etapas avanzadas y la pérdida de visión.(Evans & Lawrenson, 2017) Ese estudio halló estadísticamente que la ingesta de los antioxidantes mencionados conducen una menor probabilidad de desarrollar DMAE tardía con odds ratio (OR) de 0,72; intervalo de confianza (IC)del 95%: 0,58 a 0,90.(Evans & Lawrenson, 2017)

- En la revisión sistemática subsiguiente, que examinó el papel de los carotenoides en el tratamiento de la degeneración macular relacionada con la edad, se obtuvo un resultado similar. (Lem et al., 2021) La conclusión fue que hay una base sólida que respalda la utilización de terapia con vitaminas carotenoides; ya que de 21 ensayos acerca del tema, 18 de ellos mostraron beneficios significativos en todas las etapas de la DMAE, ya que demuestra una mayor protección neuronal y beneficios clínicos en la función visual. (Lem et al., 2021) Esto la posiciona como una estrategia nutracéutica complementaria recomendada para pacientes con degeneración macular relacionada con la edad (DMAE). (Lem et al., 2021)
- Un último artículo acerca del efecto de los suplementos dietéticos para retrasar la progresión de la degeneración macular relacionada con la edad, concluyó con la similitud del presente estudio acerca de la administración conjunta de carotenoides, especialmente luteína y zeaxantina, junto con omega 3, dado a que este tipo de suplementación, condujo a que el volumen de MPOD incrementó significativamente ($p < 0,001$), mientras que en el grupo de control disminuyó significativamente ($p = 0,04$). (Csader et al., 2022) Cabe destacar que ambos analizaron el impacto positivo de estos ácidos grasos en la mejora de la agudeza visual corregida (BCVA) en pacientes con DMAE en etapas tempranas o intermedias. (Csader et al., 2022) Una diferencia encontrada es que el presente estudio destaca que una suplementación efectiva de estos es de 905 mg de EPA y DHA. (Csader et al., 2022)

Por lo tanto, podemos decir que los resultados encontrados luego de contrastar con otros artículos fueron básicamente en torno a la función visual, ya que la suplementación de L y Z aumenta la concentración sérica de luteína y zeaxantina significativamente, al igual que la MPOD y la sensibilidad visual o al contraste de los pacientes con DMAE temprana. 10 mg de luteína al día podrían ser una dosis aconsejable a largo plazo para el tratamiento temprano de

la DMAE. Por lo que se puede decir que al incrementar la MPOD con L y Z se da una mejora al contraste y una recuperación más rápida de la foto estrés. Pero en nuestra bibliografía encontramos que la tasa de aumento de MPOD es mayor en sujetos con índice de masa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m². Otra diferencia es que en nuestro ensayo se evaluó solo un ensayo clínico centrado en la suplementación con ingesta de alimentos ricos en estos carotenoides, el resto utilizó suplementos específicos de diferentes farmacéuticas que variaban de 10-20 gr de luteína y de 1-2 gr de zeaxantina. Otras revisiones utilizaron fuentes dietéticas de L y Z para la suplementación, sin embargo, se observó que esta tuvo menor eficacia frente al otro tipo.

Sin embargo, la presente revisión también identificó beneficios en la función cognitiva los cuales no fueron detallados en los otros estudios. Estos beneficios se centraron en mejoras significativas en la memoria espacial, la capacidad de razonamiento y la atención compleja.; producto de que la suplementación reduce significativamente la IL-1 β sérica y aumenta el, BDNF, MPOD y AOC séricos que mejoran varios parámetros del rendimiento cognitivo que involucran la velocidad de procesamiento y el procesamiento complejo, respectivamente, de manera que se aumenta de la capacidad antioxidante/antiinflamatoria sistémica deteniendo la cascada inflamatoria que puede conducir a la reducción de BDNF.

También a diferencia de otras, esta revisión analizó de qué manera la luteína, zeaxantina y astaxantina mejoraron la coordinación ojo-mano deteriorada por la operación de VDT.

Con respecto a las limitaciones de este análisis encontramos que la estrategia de búsqueda analizada fue solo una y se utilizaron criterios de inclusión anteriormente detallados, como restringir el idioma a solo inglés y español y la fecha con un límite de 10 años; mientras que en otros estudios estos tenían varias estrategias de búsqueda y menos o ningún criterio de

inclusión. A la vez encontramos que otras revisiones utilizaron distintas bases de búsquedas que en este estudio no fueron seleccionadas. Otra limitación que se analizó fue que en esta revisión la mayoría de los ensayos fueron estudios a corto plazo con muestras pequeñas.

Por el contrario, una fortaleza se debe a que el enmascaramiento de la intervención fue factible en muchos de los estudios, particularmente porque la mayoría de estos estudios usaron suplementos dietéticos con dosis específicas tan solo uno evaluó intervención dietética. En cuanto al lugar esta revisión no tuvo limitaciones, ya que se utilizaron estudios tanto de Estados Unidos, Japón, entre otros.

Con respecto a la elaboración del producto, este uso ingredientes como: piña, pimiento naranja, kale, coco y chía; por lo que fue una bebida funcional natural sin conservantes, colorantes, saborizantes ni azúcares añadidos; es decir que era 100% natural y fruta y verdura fresca que solo se endulzó con Stevia y esencia de vainilla. En el mercado mundial podemos encontrar bebidas similares como las siguientes:

- De la marca “Frutos de vida de origen mexicano”, encontramos con el sabor “tropical”, que contiene piña, apio y nopal en 100 ml tiene 36 kcal, 8,8 g de carbohidratos, 0 g de grasa y 0,3 g de proteínas, no tiene azúcar añadida y tampoco conservantes, su color es verde. (Frutos de vida, 2023b) De la misma marca también está la presentación “siempre verde”, que lleva: kale, espinaca, apio, pepino y nopal, tampoco contiene azúcar ni conservantes añadidos y aporta en 100 ml 16 kcal; 3,8 g de carbohidratos, 0 g de grasa y proteína 0,3; en cuanto a color es verde claro. (Frutos de vida, 2023a)
- De los productos “Suja Organic “de origen estadounidense “über greens” que tiene pepino, apio, toronja, apio, acelga y lechuga; en 354 ml de producto hay 50 kcal, 0 g

grasa ,9 g carbohidrato y 2 g proteína, su color es verde oscuro . (Suja Organic, 2023b) También está la presentación “mighty dozen”, que lleva; manzana, perejil, cúrcuma, kale y acelga verde; en 354 ml contiene 80 kcal, 0 g grasa , 17 g carbohidratos , 2 g proteína ; su apariencia es de un verde con mezcla café. (Suja Organic, 2023a)

- De la empresa “Field + Farmer”, existe el sabor: manzana, kale, limón y pasto de trigo; que en 355 ml tiene 110 kcal, 0 g grasa, 8 g carbohidratos, 1 g proteína; físicamente es de color marrón.(Field & Farmer, 2023)
- De la marca “Evolution fresh “, está la bebida “super fruit green “, que lleva naranja, mango, piña, cúrcuma, espinaca, kale y lechuga romana; este tiene en 450 ml con 240 kcal, 0 g grasa, 57 g carbohidratos, 4 g de proteína; y su color es verde claro. (Evolution Fresh, 2023)
- De la empresa “Simple truth organic”, está la alternativa “Citrus Greens”, que contiene cúrcuma, piña, espinaca, lechuga romana, kale, manzana, naranja ,mango , jengibre y limón ; esta mezcla otorga en 325 ml 80 kcal , 0 g grasa, 18 g carbohidrato, 3 g proteína ; y su color es verde intenso. (Simple Truth Organic®, 2023)
- De la marca “Frutoso”, la única muestra ecuatoriana con características similares al producto, se encontró una bebida de naranja y aguacate que era 100 % natural y 100% fruta. (Profrutas, 2023)En 100 ml contiene 109 kcal; 9,5 g de carbohidrato; 7,4 g grasa total ; 1 g de proteína, su color es verde claro pastel.(Profrutas, 2023)
- De la marca “Pom bel” hay una versión de batidos detox que se llama “Huerta “, que lleva espinaca, manzana, piña y pepino junto con espirulina; En 100 ml hay 51 kcal, 11 g carbohidrato, 0 g grasa, 0,7 g proteína, y tiene un color verde oscuro. (Pom bel, 2023)

Como podemos observar estos productos son similares en color ya que la mayoría lleva varias frutas y verduras verdes que otorgan el color característico, pero en cuanto al sabor, olor y textura existieron limitaciones ya que la mayoría de los productos analizados no se encuentran en nuestro país, por lo que no se pueden adquirir para evaluar ese aspecto. Sin embargo, se pueden establecer semejanzas entre las bebidas analizadas por ser alternativas 100 % naturales y la mayoría de ellas sin azúcares añadidas. Entre las diferencias, podemos encontrar una diferencia en cuanto a la consistencia ya que las bebidas eran homogéneas, pero el producto desarrollado es una mezcla heterogénea porque llevaba chía, lo cual hace que nuestro producto tenga un valor agregado, dado a los múltiples beneficios que otorga esta semilla a nuestra salud. También se debe destacar que la mayoría de estos productos mencionaban que fueron pasteurizados en frío lo cual aumenta el tiempo de consumo de estos, a diferencia de “ojitos verdes” que no contó con ese proceso, dado que no se pudo contar con la tecnología necesaria para llevar a cabo esto, por lo que su tiempo de consumo es mucho más corto. Cabe resaltar que ninguno de las bebidas analizadas mencionó la cantidad de luteína y zeaxantina que contienen, lo cual el presente producto si contiene, otorgado al consumidor de esta manera información más detallada con el fin de garantizar un producto funcional que proteja la salud del consumidor mediante fuentes dietéticas ricas en estas xantofilas.

En cuanto a la etiqueta nutricional del producto, el resultante es el más calórico, ya que en 355ml contiene 265 kcal, luego estaría el de la marca de “Evolution fresh” , que en 450 ml tiene 240 kcal .”Ojitos verdes” tiene un incremento en sus calorías , debido a que a diferencia de las demás bebidas analizadas contiene chía que es un producto alto en grasa y es una rica fuente de Omega 3 , también las calorías aumentan a raíz del coco rallado que es una fruta que es alta en grasa, 90% de ella es saturada , pero debemos tener en cuenta que esta grasa es

diferente al resto , ya que contiene triglicéridos de cadena media, que son buenos para la salud. El azúcar del producto también se ve alterado, sobre todo por la piña la cual contiene como azúcar a la fructosa y sacarosa, pero se debe resaltar que este producto no contiene azúcar añadida, por lo que la cantidad que refleja la etiqueta nutricional de este apartado es solo proveniente de la fruta natural. En cuanto a carbohidratos el producto está en un rango similar al resto de bebidas con 39 gr en 355 ml, la proteína al igual es un poco más alta que el resto con 5 gr en 355 ml. Con respecto a la grasa, ojitos verdes es mayor con 12 gr, el coco junto con la chía es la fuente principal de este macro nutriente, por lo tanto se debe resaltar que la grasa de estos ingredientes son rescatables por sus beneficios porque llevan triglicéridos de cadena media y fuentes de omega 3, la cual también incrementa la absorción de las xantofilas , como lo son la luteína y zeaxantina.

Con relación al semáforo alimenticio , la mayoría de los productos analizados similares no lo contenían , ya que son de origen natural sin añadidos o porque su país no lo solicita, sin embargo el presente producto “ojito verdes”, decidió implementar este semáforo ya que el Estado ecuatoriano lo solicita para productos que se añada sal , azúcar o grasa ; a pesar de que no se añadió sal ni azúcar , se tomó en cuenta como si se hubiera añadido grasa , debió a que se utilizó semillas de chía y coco que son fuentes de grasa, por lo que la bebida creada contiene en su semáforo; medio en grasa, no contiene azúcar y no contiene sal.

CONCLUSIONES:

El objetivo de este trabajo fue elaborar un producto funcional con alimentos ricos en luteína y zeaxantina como una alternativa saludable para la población. Para llevar a cabo el producto “ojitos verdes” se evaluaron los alimentos que tenían cantidades notables de estos compuestos,

de esta manera se eligió hacer una bebida funcional con kale por ser rico en luteína y con pimienta específicamente el naranja por ser buena fuente de zeaxantina. Se alcanzó una gran cantidad de luteína y zeaxantina; ya que 1 frasco de 355 ml o 12 onzas contiene 13,7 mg de L y 2,5 mg de Z; convirtiéndose en una bebida saludable y de sabor agradable que puede ser consumida a cualquier momento día y por cualquier persona desde pequeños grandes.

Con el fin de analizar los beneficios de este producto y su impacto en la salud; se llevó a cabo la respectiva revisión bibliografía, con un total de 13 artículos en los cuales encontramos que estos dos carotenoides prominentes en diversos alimentos o suplementos han revelado efectos favorables especialmente en la salud ocular y la función cognitiva. Por lo que estos carotenoides presentan un enfoque prometedor y accesible para mejorar la calidad de vida y prevenir distintas condiciones de salud, pero se debe resaltar aun la necesidad de realizar mayores investigaciones para comprender completamente los mecanismos subyacentes y las implicaciones de la luteína y la zeaxantina en la salud humana.

Con respecto al etiquetado nutricional del producto este fue realizado correctamente de acuerdo con las normas INEN con el fin de que este sea una herramienta informativa para los consumidores y a la vez concientice y eduque para que se tomen decisiones informadas al elegir un alimento y se promuevan hábitos más saludables. El etiquetado dio como resultado 265 kcal, 12 g de grasa total, 39 g de carbohidratos totales y 5 g de proteína.

La guía realizada sobre los beneficios funcionales del producto se llevó a cabo para que el consumidor conozca detalladamente la bebida “ojitos verdes”; para esto se indicó cada ingrediente y sus aspectos positivos en la salud ,enfaticando el rol de la luteína y la zeaxantina sobre nuestro cuerpo y la cantidad existente de estos carotenoides en el producto, a la par

que se colocó el etiquetado nutricional y todos los elementos debe contener un producto según las leyes y normas ecuatorianas, como ; lote, fabricante , fecha de caducidad y elaboración ,etc.. Otro parámetro que abarco la guía fue demostrar a quien va dirigido producto, cuando puede ser bebido esto y como debe ser almacenado para poder disfrutar y aprovechar los beneficios que otorga “ojitos verdes”.

RECOMENDACIONES:

En cuanto a la bebida “ojitos verdes” se recomienda implantar está en el mercado y hacer un seguimiento a largo plazo en sus consumidores para evaluar sus efectos realizando las pruebas respectivas para conocer si los beneficios de la L y Z detallados previamente en la revisión bibliográfica realizada se producen con el consumo de este producto funcional.

Se sugiere implementar nuevas alternativas, preparaciones y presentaciones de verduras y frutas en el mercado ecuatoriano para fomentar y facilitar su consumo en toda población con objetivo de que se garantice la adquisición de las vitaminas, minerales y distintos compuestos presentes en este grupo de alimentos, que favorecen a la salud de todas las personas.

Se propone realizar investigaciones adicionales enfocadas en los pimientos de tonalidad naranja. Esto se debe a que los pimientos de color anaranjado han sido reconocidos por su perfil de carotenoides, demostrando ser una fuente abundante de zeaxantina. Sin embargo, es crucial llevar a cabo más estudios para profundizar en la comprensión de posibles variaciones en las concentraciones de zeaxantina que podrían manifestarse entre distintas variedades de pimientos.

A la vez se debe incentivar el desarrollo de nuevos estudios a mayor escala y duración para generar nuevos conocimientos para entender el mecanismo de absorción y metabolismo de la luteína y zeaxantina en la mácula así como también sus efectos en la función visual con relación a la preservación de la integridad morfológica de la retina y en la prevención de la progresión de la DMAE. Además de profundizar el rol de estas xantofilas en la función visual.

BIBLIOGRAFÍA:

Abdel-Aal, E.-S., Akhtar, H., Zaheer, K., & Ali, R. (2013a). Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. *Nutrients*, 5(4), 1169–1185.

<https://doi.org/10.3390/nu5041169>

Abdel-Aal, E.-S., Akhtar, H., Zaheer, K., & Ali, R. (2013b). Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. *Nutrients*, 5(4), 1169–1185.

<https://doi.org/10.3390/nu5041169>

Abdel-Aal, E.-S., Akhtar, H., Zaheer, K., & Ali, R. (2013c). Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. *Nutrients*, 5(4), 1169–1185.

<https://doi.org/10.3390/nu5041169>

Acción contra el hambre. (2023). *¿Qué es la educación nutricional y por qué es tan importante?*

Agarwal, R., Hong, H. T., Hayward, A., Harper, S., Mitter, N., & O'Hare, T. J. (2020a). Carotenoid Profiling of Orange-Coloured Capsicums: In Search of High-Zeaxanthin Varieties for Eye Health. *The 1st International Electronic Conference on Food Science and Functional Foods*, 84.

https://doi.org/10.3390/foods_2020-07717

Agarwal, R., Hong, H. T., Hayward, A., Harper, S., Mitter, N., & O'Hare, T. J. (2020b). Carotenoid Profiling of Orange-Coloured Capsicums: In Search of High-Zeaxanthin Varieties for Eye Health. *The 1st International Electronic Conference on Food Science and Functional Foods*, 84.

https://doi.org/10.3390/foods_2020-07717

Albert Cobos-Carbó. (2005). Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). *Unidad de Bioestadística. Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina.*

Alcon Inc. (2021). *Vitalux™ PLUS.*

Alfredo Gutiérrez Maydata, A. L. E. M. E. R. A. y E. M. N. (2007). Estrés oxidativo, alimentación y suplementación antioxidante en patología ocular: historia breve y visión futura. *Rev Cubana Oftalmol*, 20.

American Macular Degeneration Foundation. (1998). *Lutein & Zeaxanthin Concentration in Fruits & Vegetables.* www.macular.org

Ana Amengual. (2021). *Dieta equilibrada.* Dietista-Nutricionista Barcelona .

- Arencibia González D. (2010). Tumor vasoproliferativo de retina. Reporte de dos casos. *Rev.Cubana Oftalmol.*
- Armando Rafael Milanés Armengol, K. M. C. A. G. D. M. M. M. Á. M. O. L. (2017). Conocimientos sobre factores de riesgo y prevención de enfermedades oculares en pacientes atendidos en la provincia de Cienfuegos. *Universidad de Ciencias Médicas, Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.*
- Bechthold A, B. H. T. I. S. L. N. U. (2018). Perspective: Food-Based Dietary Guidelines in Europe- Scientific Concepts, Current Status, and Perspectives. *Adv Nutr .*
- BEGOÑA OLMEDILLA ALONSO. (2007). Nutrición y salud ocular. In *MANUAL PRÁCTICO DE NUTRICIÓN Y SALUD.*
- Belén Quizhpe. (2020, November 5). Los principales problemas de visión que tiene el país. *El Telégrafo.*
- Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, Weigel-DiFranco C, Gaudio AR, Willett WC, & Schaefer EJ. (2010). Clinical Trial of Lutein in Patients With Retinitis Pigmentosa Receiving Vitamin A. *Archives of Ophthalmology, 128(4)*, 403. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.32>
- Bovier, E. R., Renzi, L. M., & Hammond, B. R. (2014). A Double-Blind, Placebo-Controlled Study on the Effects of Lutein and Zeaxanthin on Neural Processing Speed and Efficiency. *PLoS ONE, 9(9)*, e108178. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108178>
- Bronwyn Eisenhauer¹, S. N. G. L. and V. M. F. 4. (2017). Ingesta de luteína y zeaxantina y protección contra la degeneración macular relacionada con la edad. *The Global Fruit and Veg Newsletter.*
- Brusi, L., Argüello, Lady, Alberdi, A., Bergamini, J., Toledo, F., Mayorga-Corredor, M. T., Rodríguez, M. F., Figueroa, L. F., López, Y., Medrano, S., Díaz, A., Chavarría, A., Chacón Voloshena, R., Alfonso, C., Rodríguez, S., Chacón, J. P., Chacón, C., Mojica, A., Gené Sampedro, A., ... Muñoz, J. M. (2015). Informe de la salud visual y ocular de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular (REISVO), 2009 y 2010. *Ciencia & Tecnología Para La Salud Visual y Ocular, 13(1)*, 11. <https://doi.org/10.19052/sv.2961>
- Celia Vimont. (2023, April 7). *36 alimentos fabulosos para sus ojos.* American Academy of Ophthalmology.
- Ceravolo, S. A., Hammond, B. R., Oliver, W., Clementz, B., Miller, L. S., & Renzi-Hammond, L. M. (2019). Dietary Carotenoids Lutein and Zeaxanthin Change Brain Activation in Older Adult Participants: A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Trial. *Molecular Nutrition & Food Research, 63(15)*. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801051>
- Chew, E. Y., Clemons, T. E., SanGiovanni, J. P., Danis, R. P., Ferris, F. L., Elman, M. J., Antoszyk, A. N., Ruby, A. J., Orth, D., Bressler, S. B., Fish, G. E., Hubbard, G. B., Klein, M. L., Chandra, S. R., Blodi, B. A., Domalpally, A., Friberg, T., Wong, W. T., Rosenfeld, P. J., ... Sperduto, R. D. (2014). Secondary Analyses of the Effects of Lutein/Zeaxanthin on Age-Related Macular Degeneration Progression. *JAMA Ophthalmology, 132(2)*, 142. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2013.7376>

- Cobo Jaramillo, R. M. (2012). *EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO (CAPSICUM ANNUM L) HÍBRIDO QUETZAL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO*. Universidad San Francisco de Quito.
- Colegio oficial de ópticos-optometristas de andalucía. (2017). *ALIMENTACIÓN Y SALUD VISUAL*.
- Comité Técnico: ROTULADO PRODUCTOS ALIMENTICIOS. (2008). *NTE INEN 1334-1: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*.
- CONSUMIDORA. (2022, April 1). 7 beneficios de la piña, una fruta olvidada en los hogares españoles. *CONSUMIDORA*.
- Csader, S., Korhonen, S., Kaarniranta, K., & Schwab, U. (2022). The Effect of Dietary Supplementations on Delaying the Progression of Age-Related Macular Degeneration: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *14*(20), 4273. <https://doi.org/10.3390/nu14204273>
- Daniela Andreina Cevallos Guamán. (2017). *Creación de una línea de productos alimenticios artesanales a base de moringa y especies tradicionales del Ecuator*. Universidad de las Américas.
- Dr. Ignasi Jürgens. (2019, June 7). *Malposiciones palpebrales*. Centro Oftalmológico de Barcelona.
- Dr. Manfred Eggersdorfer, P. for H. A. S. V. P. of N. S. & A. D. N. P. (2023). *Los suplementos de luteína y zeaxantina pueden retrasar la progresión de la degeneración macular asociada a la edad*. DSM.
- Dra. María del Carmen Calle Dávila. (2022). *LA SALUD OCULAR EN LA REGIÓN ANDINA*. <http://www.orasconhu.org/>
- Eduardo González. (2015, February 25). *Salud ocular*. Cinfa.
- Edwards, C. G., Walk, A. M., Thompson, S. V., Reeser, G. E., Erdman, J. W., Burd, N. A., Holscher, H. D., & Khan, N. A. (2020). Effects of 12-week avocado consumption on cognitive function among adults with overweight and obesity. *International Journal of Psychophysiology*, *148*, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.12.006>
- Eisenhauer, B., Natoli, S., Liew, G., & Flood, V. (2017). Lutein and Zeaxanthin—Food Sources, Bioavailability and Dietary Variety in Age-Related Macular Degeneration Protection. *Nutrients*, *9*(2), 120. <https://doi.org/10.3390/nu9020120>
- Elena Rodríguez Burgos. (2018). PAPEL PROTECTOR DE LOS ANTIOXIDANTES LUTEÍNA Y ZEAXANTINA EN LA RETINOPATÍA DIABÉTICA. *Universidad de Sevilla Facultad de Farmacia*.
- Ernesto Elías De La Cruz Sánchez. (2015). La educación alimentaria y nutricional en el contexto de la educación inicial. *Paradigma*, *6*(1).
- Evans, J. R., & Lawrenson, J. G. (2017). Antioxidant vitamin and mineral supplements for slowing the progression of age-related macular degeneration. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2017*(9). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000254.pub4>

- Evolution Fresh. (2023). *Evolution Fresh Orgánico Super Fruit Greens, Orgánico, Batido de jugo de frutas y verduras 100% prensado en frío, excelente fuente de vitamina C antioxidante, 15.2 onzas líquidas.*
- EyePromise. (2023). *VIZUAL EDGE™ PRO.*
- Fabrizio López Lupino. (2023, May 29). Estas son las alteraciones visuales más frecuentes en Ecuador. *Vistazo.*
- FAO. (2023). *Educación Alimentaria y Nutricional.*
- Fe, Q.-E., & Erratas, D. E. (2010). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. ROTULADO NUTRICIONAL. REQUISITOS. Primera Edición FOOD PRODUCTS LABELLING FOR HUMAN CONSUMPTION. PART 2. NUTRITIONAL LABELLING. SPECIFICATIONS. First Edition.*
- Field & Farmer. (2023). *Field & Farmer - Juice, 12oz .*
- Food and Drug Administration. (2018). *Cómo usar la etiqueta de información nutricional.*
- Frutos de vida. (2023a). *KALE ESPINACA APIO PEPINO Y NOPAL.* Kuamexfoods.
- Frutos de vida. (2023b). *PIÑA APIO Y NOPAL.* Kuamexfoods.
- García-Romera, M.-C., Silva-Viguera, M.-C., López-Izquierdo, I., López-Muñoz, A., Capote-Puente, R., & Gargallo-Martínez, B. (2022). Effect of macular pigment carotenoids on cognitive functions: A systematic review. *Physiology & Behavior, 254*, 113891. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113891>
- Gutiérrez A., A. B. V. C. J. (2017). *Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (Capsicum annum. L) VAR. Verde, bajo las condiciones climáticas del cantón general Antonio Elizalde (Bucay) provincia del Guayas.* Universidad Tecnica de Ambato.
- Guzman, I., Hamby, S., Romero, J., Bosland, P. W., & O'Connell, M. A. (2010). Variability of carotenoid biosynthesis in orange colored Capsicum spp. *Plant Science, 179*(1–2), 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.04.014>
- Hammond, B. R., Fletcher, L. M., Roos, F., Wittwer, J., & Schalch, W. (2014). A Double-Blind, Placebo-Controlled Study on the Effects of Lutein and Zeaxanthin on Photostress Recovery, Glare Disability, and Chromatic Contrast. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 55*(12), 8583–8589. <https://doi.org/10.1167/iovs.14-15573>
- Hammond, B. R., Miller, L. S., Bello, M. O., Lindbergh, C. A., Mewborn, C., & Renzi-Hammond, L. M. (2017). Effects of Lutein/Zeaxanthin Supplementation on the Cognitive Function of Community Dwelling Older Adults: A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience, 9*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00254>
- Harvard T.H Chan. (2023). *El Plato para Comer Saludable.* Harvard Health.

- Hernández Ramírez, G., Ortega Ibarra, E., & Haide Ortega Ibarra, I. (2021). *Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (Ananas comosus) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales*.
- Hernández-Zimbrón, L. F., Zamora-Alvarado, R., Ochoa-De la Paz, L., Velez-Montoya, R., Zenteno, E., Gulias-Cañizo, R., Quiroz-Mercado, H., & Gonzalez-Salinas, R. (2018). Age-Related Macular Degeneration: New Paradigms for Treatment and Management of AMD. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2018/8374647>
- Huang, Y.-M., Dou, H.-L., Huang, F.-F., Xu, X.-R., Zou, Z.-Y., & Lin, X.-M. (2015). Effect of Supplemental Lutein and Zeaxanthin on Serum, Macular Pigmentation, and Visual Performance in Patients with Early Age-Related Macular Degeneration. *BioMed Research International*, 2015, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2015/564738>
- IDRO. (2022, July 12). *La piramide de alimentos*. IDRO.
- Jaggi, D., Solberg, Y., Dysli, C., Lincke, J., Habra, O., Wyss, A., Wolf, S., & Zinkernagel, M. (2023). Fluorescence lifetime imaging ophthalmoscopy and the influence of oral lutein/zeaxanthin supplementation on macular pigment (FLOS) – A pilot study. *Clinical Nutrition ESPEN*, 56, 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.05.009>
- Janett Maritza Lucero Flores, & Carolina Sánchez Verdugo. (2012). *Inteligencia de mercado de pimienta morrón verde*. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Javier Zaragoza Villanueva. (2023, February 28). *¿Qué es el Coco? Beneficios para la salud y propiedades*. Farmazara.Es.
- J.L. ESCALANTE. (2019, February 6). Stevia: propiedades, beneficios y valor nutricional. *LAVANGUARDIA*.
- John Paul SanGiovanni, E. Y. C. T. E. C. F. L. F. 3rd, G. G. A. S. L. R. C. M. J. M. S. R. D. S. (2007). The Relationship of Dietary Carotenoid and Vitamin A, E, and C Intake With Age-Related Macular Degeneration in a Case-Control Study. *Archives of Ophthalmology*, 125(9), 1225. <https://doi.org/10.1001/archophth.125.9.1225>
- Johnson, E. J. (2012a). A possible role for lutein and zeaxanthin in cognitive function in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(5), 1161S-1165S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.034611>
- Johnson, E. J. (2012b). A possible role for lutein and zeaxanthin in cognitive function in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(5), 1161S-1165S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.034611>
- Johnson, E. J. (2014a). Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function throughout the lifespan. *Nutrition Reviews*, 72(9), 605–612. <https://doi.org/10.1111/nure.12133>
- Johnson, E. J. (2014b). Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function throughout the lifespan. *Nutrition Reviews*, 72(9), 605–612. <https://doi.org/10.1111/nure.12133>

- Johnson, E. J., Vishwanathan, R., Johnson, M. A., Hausman, D. B., Davey, A., Scott, T. M., Green, R. C., Miller, L. S., Gearing, M., Woodard, J., Nelson, P. T., Chung, H.-Y., Schalch, W., Wittwer, J., & Poon, L. W. (2013a). Relationship between Serum and Brain Carotenoids, α -Tocopherol, and Retinol Concentrations and Cognitive Performance in the Oldest Old from the Georgia Centenarian Study. *Journal of Aging Research*, 2013, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2013/951786>
- Johnson, E. J., Vishwanathan, R., Johnson, M. A., Hausman, D. B., Davey, A., Scott, T. M., Green, R. C., Miller, L. S., Gearing, M., Woodard, J., Nelson, P. T., Chung, H.-Y., Schalch, W., Wittwer, J., & Poon, L. W. (2013b). Relationship between Serum and Brain Carotenoids, α -Tocopherol, and Retinol Concentrations and Cognitive Performance in the Oldest Old from the Georgia Centenarian Study. *Journal of Aging Research*, 2013, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2013/951786>
- Jonathan Machado. (2022, November 5). *Mala alimentación le cuesta USD 1.700 millones anuales al Estado*.
- Jordi Salas Salvadó (ed. lit.), A. B. i S. (ed. lit.), R. T. C. (ed. lit.), M. E. S. i S. (ed. lit.), R. B. P. (ed. lit.). (2019). *Nutrición y dietética clínica* (4th ed.).
- JOSÉ MANUEL BENÍTEZ DEL CASTILLO SÁNCHEZ. (2022). *15 alimentos que te ayudarán en la salud de tus ojos*. Ocumed Clinica Oftalmológica.
- Joseph, J. A., Shukitt-Hale, B., Denisova, N. A., Bielinski, D., Martin, A., McEwen, J. J., & Bickford, P. C. (1999). Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 19(18), 8114–8121. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-18-08114.1999>
- Katerine Leonor Avila Heras¹, Y. K. C. M. S. N. C. J. M. Arcos. (2018). Revisión Bibliográfica: Degeneración Macular Relacionada con la Edad. Prevención y Tratamiento Temprano. *REVISTA MÉDICA HJCA*.
- Katherine Marengo LDN, R. D. . (2021, September 19). *Col rizada: Beneficios para la salud, nutrición, dieta y riesgos*. Medical News Today.
- Kemin. (2019). *Luteína FloraGLO*.
- Kierstan Boyd. (2022a, July 25). *¿Qué es el ojo seco?* . American Academy of Ophthalmology.
- Kierstan Boyd. (2022b, October 13). *¿Qué es un desprendimiento de retina?*
- Kierstan Boyd. (2022c, November 8). *¿Qué es un queratocono?*
- Kierstan Boyd. (2023a, November 15). *¿Qué son las cataratas?* American Academy of Ophthalmology.
- Kierstan Boyd. (2023b, November 27). *Retinopatía diabética: causas, síntomas, diagnóstico, tratamiento*. American Academy of Ophthalmology.

- Kierstan Boyd. (2023c, December 5). *¿Qué es el glaucoma? Causas, síntomas, diagnóstico, tratamiento*. American Academy of Ophthalmology.
- La Red, N. (2023, February 24). *La hortaliza del mes: Kale*. Diario de Madrid.
- Lem, D. W., Davey, P. G., Gierhart, D. L., & Rosen, R. B. (2021). A Systematic Review of Carotenoids in the Management of Age-Related Macular Degeneration. *Antioxidants*, 10(8), 1255. <https://doi.org/10.3390/antiox10081255>
- Li, B., Ahmed, F., & Bernstein, P. S. (2010a). Studies on the singlet oxygen scavenging mechanism of human macular pigment. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 504(1), 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2010.07.024>
- Li, B., Ahmed, F., & Bernstein, P. S. (2010b). Studies on the singlet oxygen scavenging mechanism of human macular pigment. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 504(1), 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2010.07.024>
- Li, L. H., Lee, J. C.-Y., Leung, H. H., Lam, W. C., Fu, Z., & Lo, A. C. Y. (2020). Lutein Supplementation for Eye Diseases. *Nutrients*, 12(6), 1721. <https://doi.org/10.3390/nu12061721>
- Lisa Gutknecht. (2020). *Kale: orígenes, valores nutricionales, propiedades y recetas*. Foodspring.
- Liu, R., Wang, T., Zhang, B., Qin, L., Wu, C., Li, Q., & Ma, L. (2015). Lutein and Zeaxanthin Supplementation and Association With Visual Function in Age-Related Macular Degeneration. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56(1), 252–258. <https://doi.org/10.1167/iovs.14-15553>
- López Blanco M, L.-J. M. S. Y. (2014). La doble carga de desnutrición y obesidad en Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1).
- Ma, L., Liu, R., Du, J., Liu, T., Wu, S., & Liu, X. (2016). Lutein, Zeaxanthin and Meso-zeaxanthin Supplementation Associated with Macular Pigment Optical Density. *Nutrients*, 8(7), 426. <https://doi.org/10.3390/nu8070426>
- Manuela Belén Silveira Rodríguez, S. M. M. y B. M. B. (2003). ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRICIÓN ÓPTIMA. ¿CERCA O LEJOS? *Scielo*, 77(3).
- María Elena Carranco Jáuregui, Ma. de la C. C. C. F. P.-G. R. (2011). Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- Maria Manera, G. S. (2020a). Herramientas educativas para comer mejor. *Métode*, 3.
- Maria Manera, G. S. (2020b). Herramientas educativas para comer mejor. *Metode*.
- María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrient. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10).
- María Rosario Beltrán de Heredia. (2016). Alimentos funcionales. *Farmacia Profesional*, 30(3), 12–14.

- MARIA TERESA SEMPERE RUIZ, MARIA DEL ROCIO ORTÍZ MONCADA, & DIEGO ABELARDO ORTÍZ. (2021). *Herramientas educativas de nutrición útiles para promoción de la salud en atención primaria a través de páginas web españolas*. Universidad de Alicante.
- Martínez Martínez, A. (2003). *UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CAROTENOIDES*.
- Merle, B. M. J., Buaud, B., Korobelnik, J., Bron, A., Delyfer, M., Rougier, M., Savel, H., Vaysse, C., Creuzot-Garcher, C., & Delcourt, C. (2017). Plasma long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids and macular pigment in subjects with family history of age-related macular degeneration: the Limpia Study. *Acta Ophthalmologica*, 95(8). <https://doi.org/10.1111/aos.13408>
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. (2012). *Guías Alimentarias para Guatemala*.
- MME. (2021, June 25). *Normas INEN*. Los Certificados de Calidad Ecuatorianos.
- Montserrat Rabassa. (2019). *Guías de alimentación y nutrición: ¿qué sabemos sobre su calidad?* (Vol. 23). Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética.
- National Eye Institute. (2021, June 22). *Suplementos AREDS 2 para la degeneración macular relacionada con la edad (AMD)*. NIH.
- National Eye Institute. (2022, April 20). *Cómo funcionan los ojos*. National Eye Institute.
- National Eye Institute. (2023, November 15). *¿Qué es la miopía?* National Eye Institute.
- NELSON AUGUSTO CARDENAS RONAL VIVEROS LIZARAZO. (2012). *MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE PERCEPCIÓN Y RESPUESTA DE IMÁGENES POR EL OJO HUMANO*.
- Nolan, J. M., Power, R., Stringham, J., Dennison, J., Stack, J., Kelly, D., Moran, R., Akuffo, K. O., Corcoran, L., & Beatty, S. (2016). Enrichment of Macular Pigment Enhances Contrast Sensitivity in Subjects Free of Retinal Disease: Central Retinal Enrichment Supplementation Trials – Report 1. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 57(7), 3429. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19520>
- Nora Patricia Chinchilla Barrantes, P. M. S. C. G. V. V. V. (2016). Educación nutricional y ambiental en el manejo de grasas residuales. *Revista Costarricense de Salud Pública*.
- Obana, A., Gohto, Y., Nakazawa, R., Moriyama, T., Gellermann, W., & Bernstein, P. S. (2020a). Effect of an antioxidant supplement containing high dose lutein and zeaxanthin on macular pigment and skin carotenoid levels. *Scientific Reports*, 10(1), 10262. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66962-2>
- Obana, A., Gohto, Y., Nakazawa, R., Moriyama, T., Gellermann, W., & Bernstein, P. S. (2020b). Effect of an antioxidant supplement containing high dose lutein and zeaxanthin on macular pigment and skin carotenoid levels. *Scientific Reports*, 10(1), 10262. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66962-2>
- Obana, A., Gohto, Y., Nakazawa, R., Moriyama, T., Gellermann, W., & Bernstein, P. S. (2020c). Effect of an antioxidant supplement containing high dose lutein and zeaxanthin on macular pigment

- and skin carotenoid levels. *Scientific Reports*, 10(1), 10262. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66962-2>
- Obana, A., Tanito, M., Gohto, Y., Okazaki, S., Gellermann, W., & Bernstein, P. S. (2015). Changes in Macular Pigment Optical Density and Serum Lutein Concentration in Japanese Subjects Taking Two Different Lutein Supplements. *PLOS ONE*, 10(10), e0139257. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139257>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Etiquetado de alimentos*.
- Organización Mundial de la Salud. (2019, October 8). *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. Organización Mundial de La Salud.
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Nutrición*. OPS.
- Perrone, S., Longini, M., Marzocchi, B., Picardi, A., Bellieni, C. V., Proietti, F., Rodriguez, A., Turrisi, G., & Buonocore, G. (2010). Effects of Lutein on Oxidative Stress in the Term Newborn: A Pilot Study. *Neonatology*, 97(1), 36–40. <https://doi.org/10.1159/000227291>
- Pom bel. (2023). *Huerta*.
- Profrutas. (2023). *Jugo de naranja con aguacate Frutoso 1000ml*.
- Ramos López M, O. M. I. H. S. J. A. O. B. V. A. Y. R. T. M. (2010). Evaluación de la arquitectura macular por tomografía de coherencia óptica en pacientes operados de desprendimiento de retina regmatógeno con mácula desprendida. *Biblioteca Virtual En Salud*.
- Raquel Bernácer. (2006). *Desarrollo de nuevos productos funcionales*.
- Reardon, J. W. (2005). *Steve Troxler Commissioner North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division An Equal Opportunity Affirmative Action Employer*.
- Renzi-Hammond, L., Bovier, E., Fletcher, L., Miller, L., Mewborn, C., Lindbergh, C., Baxter, J., & Hammond, B. (2017). Effects of a Lutein and Zeaxanthin Intervention on Cognitive Function: A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Trial of Younger Healthy Adults. *Nutrients*, 9(11), 1246. <https://doi.org/10.3390/nu9111246>
- Revista Interès Mutu. (2021, February 10). 11 beneficios de la piña. *MGC Mutua*.
- Richer, S., Novil, S., Gullett, T., Dervishi, A., Nassiri, S., Duong, C., Davis, R., & Davey, P. G. (2021). Night Vision and Carotenoids (NVC): A Randomized Placebo Controlled Clinical Trial on Effects of Carotenoid Supplementation on Night Vision in Older Adults. *Nutrients*, 13(9), 3191. <https://doi.org/10.3390/nu13093191>
- Rovasio Roberto. (2005). *Sistemas sensoriales: recepción de señales y elaboración de respuesta: fisiología humana* (4th ed.). McGraw Hill.

- Seddon, J. M., Ajani, U. A., Sperduto, R. D., Hiller, R., Blair, N., Burton, T. C., Farber, M. D., Gragoudas, E. S., Haller, J., & Miller, D. T. (1994). Dietary carotenoids, vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. Eye Disease Case-Control Study Group. *JAMA*, *272*(18), 1413–1420.
- Significados.com. (2023, April 5). *Pirámide Alimenticia y sus partes*. Significados.Com.
- Simple Truth Organic®. (2023). *Mezcla de jugo prensado en frío de hojas cítricas y verdes*.
- Sommerburg, O., Keunen, J. E. E., Bird, A. C., & van Kuijk, F. J. G. M. (1998). Fruits and vegetables that are sources for lutein and zeaxanthin: the macular pigment in human eyes. *British Journal of Ophthalmology*, *82*(8), 907–910. <https://doi.org/10.1136/bjo.82.8.907>
- STALIN IVÁN ARMIJOS ENCALADA. (2014). *RESPUESTA DEL PIMIENTO (Capsicum annum L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN PASAJE*. Universidad Técnica de Machala.
- Stringham, J. M., Bovier, E. R., Wong, J. C., & Hammond, J. B. R. (2010). The Influence of Dietary Lutein and Zeaxanthin on Visual Performance. *Journal of Food Science*, *75*(1). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01447.x>
- Stringham, J. M., Johnson, E. J., & Hammond, B. R. (2019). Lutein across the Lifespan: From Childhood Cognitive Performance to the Aging Eye and Brain. *Current Developments in Nutrition*, *3*(7), nzz066. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzz066>
- Stringham, J. M., & Stringham, N. T. (2016). Serum and retinal responses to three different doses of macular carotenoids over 12 weeks of supplementation. *Experimental Eye Research*, *151*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2016.07.005>
- Stringham, N. T., Holmes, P. V., & Stringham, J. M. (2019a). Effects of macular xanthophyll supplementation on brain-derived neurotrophic factor, pro-inflammatory cytokines, and cognitive performance. *Physiology & Behavior*, *211*, 112650. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112650>
- Stringham, N. T., Holmes, P. V., & Stringham, J. M. (2019b). Effects of macular xanthophyll supplementation on brain-derived neurotrophic factor, pro-inflammatory cytokines, and cognitive performance. *Physiology & Behavior*, *211*, 112650. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112650>
- Subcomite técnico : rotulado de alimentos. (2010). *RTE-022-2R*. www.normalizacion.gob.ec
- Suja Organic. (2023a). *Mighty Dozen™*. Suja Life, LLC.
- Suja Organic. (2023b). *Uber Greens™*. Suja Life, LLC. .
- Teresa Valero Gaspar. (2018). *LA ALIMENTACIÓN ESPAÑOLA* (P. y A. Ministerio de Agricultura, Secretaría General Técnica, & Centro de Publicaciones, Eds.; 2nd ed.).
- The vitamin shoppe. (2023). *The vitamin shoppe*.

Tomany SC, C. K. et al. (2004). *Sunlight and the 10-year incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study*. .

Trevijano. (2023). *Kale*. Trevijano.

Universidad de Chile. (2021, May 21). *La importancia de las Guías Alimentarias en el Día Mundial de la Nutrición*. Universidad de Chile INTA.

Universidad de Queensland/. (2020, November 30). *Chilealimentos*. INVESTIGACIÓN SEÑALA QUE LOS PIMIENTOS NARANJAS SON LA MEJOR FUENTE DE PIGMENTO VITAL PARA LA VISIÓN.

upaep. (2018, August 2). *Semilla de chía: Qué son, beneficios, desventajas y cómo se comen*. Upaep.

visionenhancers. (2023). *Macushield - Suplementos vitamínicos para los ojos*.

Wilson, L. M., Tharmarajah, S., Jia, Y., Semba, R. D., Schaumberg, D. A., & Robinson, K. A. (2021). The Effect of Lutein/Zeaxanthin Intake on Human Macular Pigment Optical Density: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, *12*(6), 2244–2254.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmab071>

Yoshida, K., Sakai, O., Honda, T., Kikuya, T., Takeda, R., Sawabe, A., Inaba, M., & Koike, C. (2023). Effects of Astaxanthin, Lutein, and Zeaxanthin on Eye–Hand Coordination and Smooth-Pursuit Eye Movement after Visual Display Terminal Operation in Healthy Subjects: A Randomized, Double-Blind Placebo-Controlled Intergroup Trial. *Nutrients*, *15*(6), 1459.
<https://doi.org/10.3390/nu15061459>

ZeaVision LLC. (2023). *EyePromise*.

ANEXOS:

Logo:



Imagen 29. Logo de la bebida funcional