

Gliconutrición: conocimientos del personal de salud sobre esta nueva ciencia.

Glyconutrition: knowledge of health personnel about this new science.

Sheila Ruiz Samayoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5979-3146>

Luis Alfredo García Guillen

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5748-4523>

Estudiantes de la Licenciatura en Nutrición, Centro de Formación Profesional de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Resumen

La glicobiología es un tema de reciente estudio en el campo de la bioquímica, medicina, farmacología y nutrición, y se ha descubierto la importancia de los glicanos y las glicoformas en procesos infecciosos neurológicos, en el cáncer y en la respuesta del cuerpo ante diversas enfermedades. De igual manera las farmacéuticas están utilizando la MANOSA como tratamiento para las infecciones urinarias. La industria de los suplementos alimenticios es la que está abriendo camino en estas investigaciones, las cuales van en aumento. La presente investigación es de corte cuantitativo y transversal lo cual contempla a 60 profesionales de diversas ciencias de la salud para conocer el nivel de conocimientos que poseen sobre la Gliconutrición y sus diversas bondades para la salud humana. Se obtuvo como resultados que el nivel de conocimientos es relativamente bajo, al ser una ciencia nueva y en reciente exploración, lo cual implica la capacitación del personal de salud para mejorar su practica profesional y abordar a los usuarios de los servicios de salud de manera holística. Se concluye que la Gliconutrición como ciencia en crecimiento requiere ser incluido en los planes y programas de estudio para expandir los conocimientos a los educandos y se generen nuevas investigaciones para concretar los elementos que aporta a la ciencia.

Palabras Clave

Gliconutrición, Glicano, Glicoformas, Glicobiología, Gliconutrientes.

Abstract

Glycobiology is a subject of recent study in the field of biochemistry, medicine, pharmacology and nutrition, and the importance of glycans and glycoforms in neurological infectious processes, cancer and the body's response to various diseases has been discovered. . In the same way, pharmaceutical companies are using MANNOSE as a treatment for urinary tract infections. The food supplement industry is leading the way in these investigations, which are increasing. This research is quantitative and cross-sectional, which contemplates 60 professionals from various health sciences to know the level of knowledge they have about Glyconutrition and its various benefits for human health. It was obtained as results that the level of knowledge is relatively low, as it is a new and recently explored science, which implies the training of health personnel to improve their professional practice and address users of health services in a holistic manner. . It is concluded that Glyconutrition as a growing science needs to be included in the study plans and programs to expand the knowledge of students and generate new research to specify the elements that it contributes to science.

Keywords

Glyconutrition, Glycan, Glycoforms, Glycobiology, Glyconutrients.

Introducción.

La Glicobiología es una ciencia disruptiva que ha comenzado a investigarse recién en 1996, comprende el estudio de la estructura molecular y función biológica de los polisacáridos libres o presentes en glicoproteínas, glicolípidos y proteoglicanos, así como de las proteínas que interactúan específicamente con los polisacáridos (incluyendo lectinas, glicosiltransferasas y glicosidas) y su implicación causal en el desarrollo de patologías, diagnosis y terapia (Beneitez M. , 2017). Siendo sus primeras apariciones en los libros “Harper Bioquímica Ilustrada” (Robert K. Murray, 2013) y “Biología Celular” (Gómez, 2002) donde se habla de las “glicoproteínas” y la “glicosilación celular. Investigaciones realizadas en las últimas décadas han puesto en evidencia las limitaciones específicamente, en el conocimiento de la función de los hidratos de carbono. Se acepta universalmente que juegan un papel mayoritario en la producción de energía, sin embargo, cada día se acepta que esta teoría es imprecisa, dado que los azúcares juegan un rol mucho más complejo que aquel que se pensaba tenían originalmente. En la dieta actual no se consumen los glicanos necesarios para el correcto funcionamiento y comunicación celular, se ha encontrado que existen 8 glicanos esenciales, los cuales son: Xilosa, Glucosa, Fucosa, Galactosa, Manosa, N - Acetil glucosamina, N – Acetil galactosamina y el Acido N – Acetil neuramínico. De los cuales, los que se consumen con frecuencia son la Glucosa (frutas) y la Galactosa (leche) dejando de lado 6 de estos glicanos, los cuales se encuentran en el bagazo de la caña de azúcar (**xilosa**) (Campos, 2021), el astrágalus, algunas algas, hojas del ciruelo, las semillas de lino, soja y canola. La goma de tragacanto, la papa, la mandioca, la corteza de la ceiba, el mucigel de la caliptra del maíz, en los huevos de erizo de mar y en la gelatina que protege los huevos de rana (**fucosa**) (Gelambi, Lifeder, 2021), arándanos agrios, aloe vera (**manosa**), leche materna humana (**N – Acetil glucosamina**) (FEDEMA, 2020), la **N – Acetil galactosamina** es derivada de la galactosa, carnes rojas, la leche humana es la principal fuente natural de Acido **N – Acetil neuramínico**, la leche de vaca también posee acido siálico, aunque significativamente menor que la humana, otras fuentes que pueden incluirse son las vísceras, especialmente el hígado.

En los últimos años se ha estudiado la función de estos glicanos, tanto en conjunto como por separado. Encontrándose que son importantes en la respuesta los procesos infecciosos tanto de virus como de bacterias y hongos (Hernández, 2021) de igual manera se han hecho investigaciones sobre los efectos neurológicos del

consumo de sacáridos (glicanos) en humanos, animales e in vitro (Nelson, 2012). De los estudios hechos a cada uno de los glicanos esenciales se destacan los siguientes:

Xilosa: La prueba de Xilosa se suele usar para diagnosticar síndromes de malabsorción, que afectan la capacidad del cuerpo de digerir y absorber los nutrientes. Esta prueba mide los niveles de Xilosa en sangre y orina, si estos niveles están debajo de lo normal, puede significar que el cuerpo no puede absorber bien los nutrientes.

Glucosa: Es la principal fuente de energía para el correcto desempeño de las tareas biológicas, como el latido cardíaco, la digestión, la respiración, la multiplicación de células y la reparación de tejidos, también incide en la temperatura corporal y los movimientos musculares (Angulo, 2022). Una cantidad excesiva o insuficiente de glucosa en la sangre podría ser un signo de un problema médico serio. (MedlinePlus, 2022)

Fucosa: Papel en el cáncer: Entre los síntomas de muchos tipos de tumor cancerígeno, se encuentran la presencia de proteínas unidas a glucanos que se distinguen por poseer una composición de oligosacáridos alterada. La presencia de estos glucanos anormales, entre los cuales destacan los fucanos, está vinculada a la malignidad y potencial metastásico de dichos tumores.

Como contrapartida, algunos fucanos sulfatados son sustancias prometedoras en el tratamiento del cáncer, tal como lo han determinado numerosos estudios in vitro con líneas de células cancerosas, incluyendo aquellas causantes de cáncer mamario, pulmonar, prostático, gástrico, de colon y recto. **Papel en otras enfermedades:** La expresión aumentada de fucanos en las inmunoglobulinas séricas ha sido relacionado con la artritis reumatoide juvenil y adulta.

La deficiencia en la adhesión de leucocitos II es una enfermedad congénita rara debida a mutaciones que alteran la actividad de un transportador de FPD-fucosa localizado en el aparato de Golgi. Los pacientes sufren de retardo mental y psicomotor y sufren infecciones bacterianas recurrentes. Esta enfermedad responde favorablemente a dosis orales de fucosa. **Potencial biomédico:** Los fucanos sulfatados obtenidos de las algas pardas son importantes reservorios de compuestos con potencial terapéutico. Tienen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Incrementan la respuesta inmune mediante la activación de los linfocitos y macrófagos. Tienen propiedades anticoagulantes. Tienen potencial antibiótico y antiparasitario e inhiben el crecimiento de la bacteria *Helicobacter pylori*. Tienen propiedades antivirales. (Gelambi M. , 2019)

Galactosa: Forma parte de los glucolípidos y glucoproteínas de las membranas celulares, sobretodo de las neuronas. (Puntos, 2021) Es denominado “azúcar funcional” para los seres vivos, puesto que integra nutrientes que favorecerán la dinámica digestiva del hígado. Está presente en un grupo específico de glucolípidos llamados cerebrósidos que se denominan galactocerebrósidos o galactolípidos. Estas moléculas son componentes indispensables de las membranas lipídicas, específicamente de células nerviosas en el cerebro. (Gelambi, Lifeder, 2021)

Manosa: Ha demostrado tener éxito en el tratamiento de infecciones urinarias, es capaz de estimular la insulina, impulsa las funciones del sistema inmunológico, regula el síndrome metabólico, regula el equilibrio entre bacterias dañinas y benéficas. Es antimicótico, antibiótico, antiviral, antibacterial, antimicrobiano. (Curesdecoded, 2022)

N Acetil glucosamina: Se usa para reducir los síntomas de la osteoartritis y la enfermedad de Crohn. También puede encontrarse en varios productos comerciales como cremas de noche, lociones y cremas antiarrugas. Ayuda a estimular el metabolismo de los condrocitos, que ayudan a formar el cartílago. Juega un papel importante en el líquido sinovial, puede ayudar a aumentar el rango de movimiento en las articulaciones y

reducir el dolor y la inflamación (Spigeato, 2022). Ha sido propuesta para el tratamiento de enfermedades autoinmunes.

N- Acetil galactosamina: Es el carbohidrato terminal que forma el antígeno del grupo sanguíneo A. Es necesaria para la comunicación intercelular y se concentra en las estructuras nerviosas sensoriales.

Ácido N-acetil neuramínico: Originalmente solo se hablaba del ácido siálico como un compuesto único; sin embargo, en la medida en que se dispuso de mejores métodos de análisis, se pudo determinar que no es un compuesto único sino una familia de compuestos. El ácido n-acetilneuramínico (Neu5Ac) y el ácido glicolilneuramínico (Neu5Gc) son los ácidos siálicos más abundantes en la naturaleza.

Metodología.

El presente estudio es de corte cualitativo y transversal que consiste en desarrollar un sistema de información para conocer el grado de conocimiento del personal de salud acerca de la gliconutrición y su repercusión en la comunicación y funcionamiento celular en México, teniendo un grupo de estudio de 60 profesionales de la salud.

Se utiliza un instrumento de medición que consiste en una encuesta de 28 preguntas, adaptadas conforme a las necesidades de la investigación, ya que el instrumento original fue diseñado en el Centro de Investigación de Cáncer Fred Hutchinson, para un contexto regional distinto, el cual se distribuye de la siguiente manera:

Bloque 1 Información general, que consiste en preguntar la edad, sexo, escolaridad y profesión de los encuestados. Con un total de 4 ítems de los cuales 3 tienen opciones de respuesta mediante la escala de Likert y 1 con opción de respuesta abierta. Bloque 2 para obtener el grado de conocimiento de los encuestados sobre gliconutrición, que consiste en preguntar el grado de conocimiento sobre los términos glicano, gliconutriente, glicosilación, gliconutrición y los ocho glicanos esenciales. Con un total de 6 ítems con opciones de respuestas mediante la escala de Likert. Bloque 3 para conocer que enfermedades están relacionadas con los hábitos alimenticios, según los encuestados. Que consiste en un ítem con opción de respuesta mediante la escala de Likert. Bloque 4 para conocer la frecuencia de consumo de gliconutrientes de los encuestados, que consiste en 2 ítems con opciones de respuesta mediante la escala de Likert.

Se aplicó el instrumento de medición del 3 al 21 de octubre de 2022, mediante un formulario plasmado en la plataforma de Google Classroom, para facilitar la aplicación y recopilación de datos, en donde se obtienen respuestas en tiempo real, al final se procesa e interpreta la información mediante graficas de barras y gráficas de pastel.

Resultados.

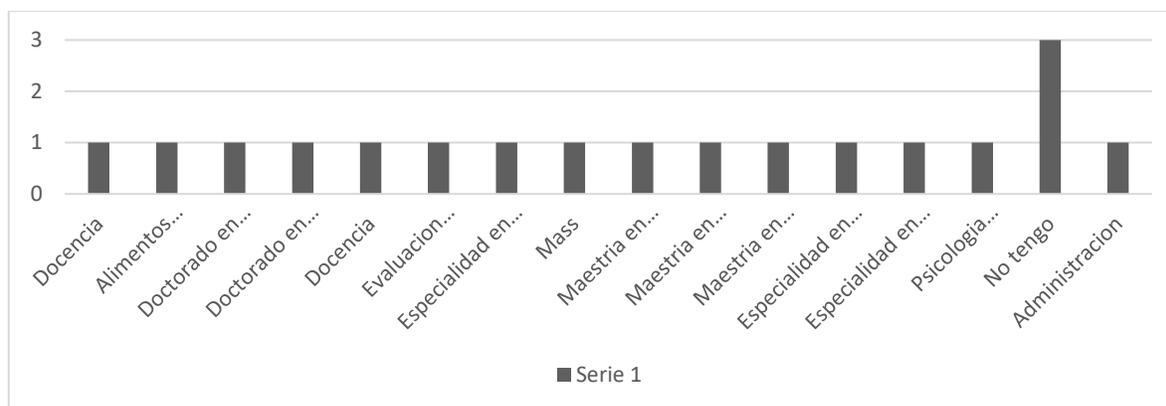
Se realizó la aplicación del instrumento de medición, en el cual se obtuvieron los resultados que a continuación se expone.

De los 60 encuestados que conforman el 100% de nuestro universo, se obtuvo que: el 43.3% tienen de 36-40 años. El 28.3% tienen más de 40 años, el 15% tienen de 31- 35 años, el 8.3% tienen de 26 a 30 años y el 5 % tiene de 20- 25 años. De los cuales el 75% son mujeres y el 25% hombres. En cuanto a la escolaridad el 66.7% cuenta solo con licenciatura, el 23.3 cuenta con maestría, el 6.7% cuenta con especialidad y el 3.3% cuenta con doctorado.

En cuanto al postgrado se obtuvo no todos los encuestados con postgrado hicieron mención de ello, como se muestra en la siguiente gráfica de barras.

Figura 1.

Nivel académico.



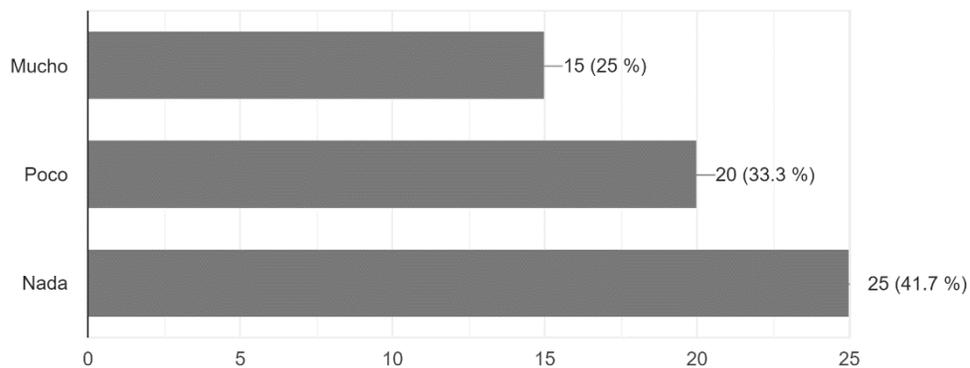
Nota: Lo anterior nos muestra que del 33.3% de encuestados (20 personas) que cuentan con postgrado, solo 15 de ellas lo mencionaron.

Del 100% de los encuestados se encontró que; el 28.3% son médicos, el 10% enfermeros, el 13.3% nutriólogos, el 25% Psicólogos, el 16.7% trabajadores sociales y el 6.7% odontólogos.

Referente al conocimiento específico sobre el tema: según la IUPAC Glicano se refiere a un polisacárido compuesto formado por una gran cantidad de monosacáridos unidos. Al respecto se encontró que: del 100% de los encuestados, el 25% conoce mucho el término Glicano, el 33.3% lo conoce poco y el 41.7% no lo conoce nada, lo anterior se encuentra representado en la siguiente gráfica de barras.

Figura 2.

“Conoce el término Glicano”

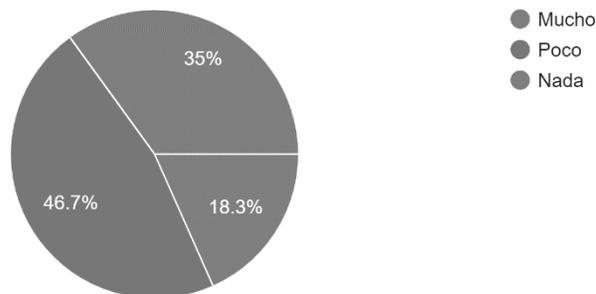


Nota: Se muestra en la gráfica de barras, que la mayor parte de los encuestados no conocen el término Glicano.

En cuanto a conocer el término glicosilación, se encontró que el 40% de los encuestados no lo conoce nada, el 36.7% lo conoce poco y el 23.3% lo conoce mucho. Referente a conocer el término Gliconutriente, el cual se refiere a los carbohidratos monosacáridos (Food News Latam, 2016), se obtuvo que el 46.7% lo conoce poco, el 35% no lo conoce nada y el 18.3% lo conoce mucho. Lo anterior se encuentra representado en la siguiente gráfica de pastel.

Figura 3.

Conocimiento del término Gliconutrientes.

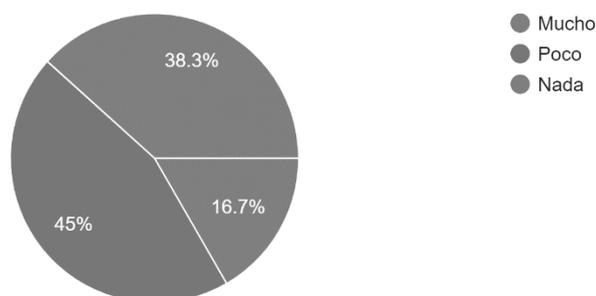


Nota: Se muestra en la gráfica de pastel, que la mayoría de los encuestados conocen poco lo que es un gliconutriente.

Sandoval (2012) menciona que la Glicobiología surge como una disciplina que estudia la estructura y función de los carbohidratos como entidades vinculadas a la comunicación celular. Debido a su número, estas interacciones van a constituir una compleja red de uniones entre los componentes del exterior celular, las cuales desempeñan efectos fundamentales en la regulación de las células y tejidos. Respecto a este término, se obtuvo lo siguiente: el 45% de los encuestados la conoce poco, el 38.3% no lo conoce nada y el 16.7% lo conoce mucho. Lo anterior se encuentra representado en la siguiente gráfica de pastel.

Figura 4.

Gliconutrición, nivel de conocimiento del personal de salud.



Nota: Se muestra, que la mayoría del personal de salud encuestado tiene poco conocimiento sobre la Gliconutrición.

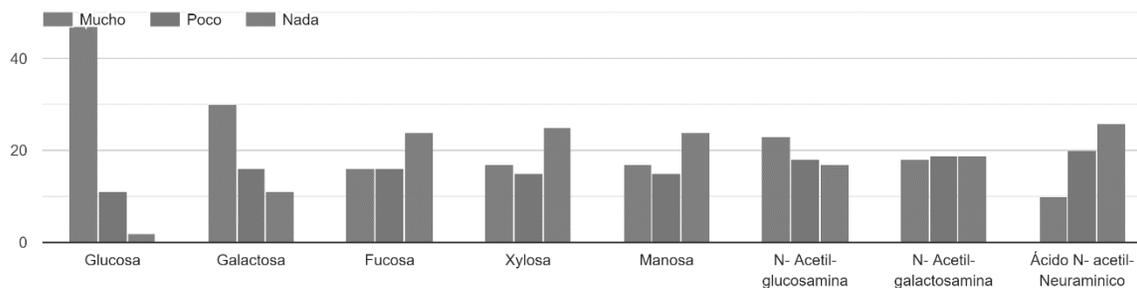
En cuanto al conocimiento de cada uno de los 8 gliconutrientes esenciales se obtuvieron las siguientes respuestas: 47 personas conocen mucho sobre la Glucosa, 11 conocen poco y 2 no conocen nada. 30 personas conocen mucho sobre la Galactosa, 16 conocen poco, 11 no conocen nada sobre ella y 3 no respondieron la pregunta. En cuanto a la Fucosa; 16 personas conocen mucho, 16 conocen poco, 24 no conocen nada y 4 no respondieron la pregunta.

Referente a la Xylosa; 17 personas conocen mucho, 15 conocen poco, 25 no conocen nada y 3 no respondieron la pregunta. Al respecto de la Manosa; 17 personas conocen mucho, 15 conocen poco, 24 no conocen nada y 4 no contestaron la pregunta. Sobre la N- Acetil-Glucosamina, 23 personas conocen mucho, 18 conocen poco, 17 no conocen nada y 2 no contestaron la pregunta. En cuanto a la N-Acetil-Galactosamina, 18 personas conocen mucho, 19 conocen poco, 19 no conocen nada y 4 no contestaron la pregunta.

Al respecto del Ácido N-Acetil-Neuraminico, 10 personas conocen mucho, 20 conocen poco, 26 no conocen nada y 4 no contestaron la pregunta. Lo anterior se encuentra representado en la siguiente gráfica de barras.

Figura 5.

Conocimiento de los "Gliconutrientes específicos"



Nota: Se muestra en la gráfica de barras, el grado de conocimiento de los encuestados que respondieron las preguntas.

El 73.3% de los encuestados, dijo no conocer lo que es la prueba de Xilosa, la cual se suele usar para diagnosticar síndromes de malabsorción, mientras que el 26.7% si la conoce.

En cuanto a si los encuestados incluyen en su dieta gliconutrientes, se obtuvieron las siguientes respuestas: el 50% dice si consumirlos, el 40% no sabe y el 10% no los consume.

Respecto de qué enfermedades opinan que están más relacionadas a lo que las personas comen y beben, se obtuvo que: 28 personas opinan que el cáncer está relacionado a lo que se consume. 32 opinan que las enfermedades del corazón están relacionadas a lo que se consume. 55 opinan que la obesidad está relacionada a lo que se consume. 53 opinan que la diabetes está relacionada a lo que se consume. 46 opinan que la hipertensión está relacionada a lo que se consume. 33 opinan que las úlceras/otros problemas digestivos (no cáncer) están relacionados a lo que se consume. 18 opinan que hay otras enfermedades relacionadas a lo que se consume.

Sobre la frecuencia de consumo de las fuentes primarias de los 8 glicanos esenciales se obtuvo lo siguiente:
Frutas: 16 personas dijeron consumirlas de 1-3 veces al mes. 36 personas afirman consumirlas 1-2 veces por semana. 6 personas dicen consumirlas 3-4 veces por semana. 2 dicen consumirlas 5-6 veces por semana.
Algas: 33 personas mencionan nunca haberlas consumido. 18 personas afirman haberlas consumido 1-3 veces al mes. 6 personas mencionan consumirlas 1-2 veces por semana. 1 persona menciona consumirlas 3-4 veces por semana. 1 persona menciona consumirla 5-6 veces por semana y 1 persona no respondió la pregunta.

Leche: 3 personas mencionan no consumirla nunca. 22 personas mencionan consumirla 1-3 veces al mes. 22 personas mencionan consumirla 1-2 veces por semana. 6 personas mencionan consumirla 3-4 veces por semana. 7 personas mencionan consumirla 5-6 veces por semana.

Arándanos agrios: 23 personas mencionan no consumirlos nunca. 30 personas mencionan consumirlos 1-3 veces al mes. 6 personas mencionan consumirlos 1-2 veces por semana. 1 persona afirma consumirlos 3-4 veces por semana.

Aloe vera: 38 personas mencionan nunca consumirla. 17 personas mencionan consumirla 1-3 veces al mes. 3 personas mencionan consumirla 1-3 veces por semana. 1 persona afirma consumirla 5-6 veces por semana. 1 persona no contestó la pregunta.

Carnes Rojas: 3 personas mencionan no consumir las nunca. 14 personas mencionan consumir las 1-3 veces al mes. 36 personas mencionan consumir las 1-2 veces por semana. 5 personas mencionan consumir las 3-4 veces por semana. 2 personas mencionan consumir las 5-6 veces por semana.

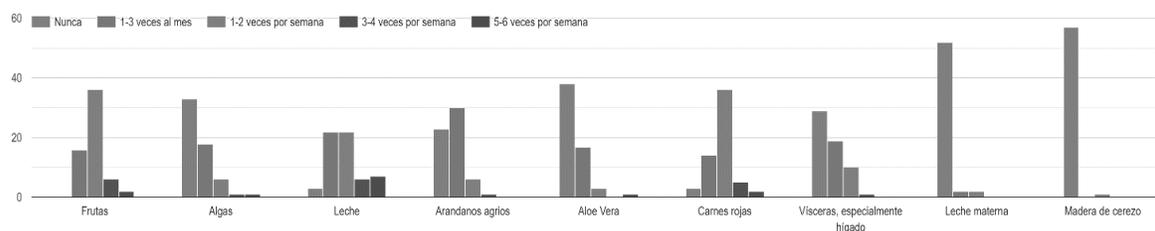
Vísceras, especialmente Hígado: 29 personas mencionan no consumir las nunca. 19 personas mencionan consumir las 1-3 veces al mes. 10 personas mencionan consumir las 1-2 veces por semana. 1 persona menciona consumir las 3-4 veces por semana. 1 persona no contestó la pregunta.

Leche Materna: en esta pregunta se encontró que hubo 4 personas que se confundieron al leerla, tomándola solo como leche, por lo cual manifestaron consumirla. 52 personas mencionaron no consumirla nunca y 4 personas no contestaron la pregunta.

Madera de cerezo: 57 personas mencionaron no consumirla nunca. 1 persona menciona consumirla 1-2 veces por semana, misma que manifestó haberse confundido y leer solo cerezo. 2 personas no contestaron la pregunta. Lo anterior se encuentra representado en la siguiente gráfica de barras.

Figura 6.

Respuestas dadas al consumo de distintos tipos de alimentos



Nota: Se muestra la frecuencia de consumo de diferentes tipos de alimentos manifestada por los encuestados.

Conclusión:

El estudio de los glicanos, la glicobiología y la gliconutrición es un tema de reciente interés para los investigadores de las áreas médicas, bioquímicas y nutricionales. Debido a esto la difusión de los resultados de dichas investigaciones no ha alcanzado al grueso de la población de trabajadores del área de salud. De acuerdo a los resultados de la presente investigación, podemos observar que el conocimiento del personal de salud de las distintas áreas y especialidades, sobre los glicanos acerca de su función y fuentes de consumo es bajo o nulo. Esto nos muestra la necesidad de actualizar sus conocimientos al respecto con el fin de proporcionar información actualizada que ayudará al mejor estado de salud de la población en general. Al ser el personal de salud los encargados de enseñar a la población a cuidar y mantener un óptimo estado de salud así como el conocimiento sobre este tema ayudará también a mejorar la respuesta de los pacientes a los distintos tratamientos que las diversas patologías requieren, puesto que la correcta función y comunicación celular que proveen los glicanos permite a los pacientes asimilar de mejor manera los tratamientos a sus patologías, tener una mejor respuesta ante las infecciones e incluso a sobrellevar mejor tratamientos agresivos como las quimioterapias. Podemos ver que también la respuesta de pacientes frente al cáncer es mejor, pues colabora a limitar el crecimiento de algunos tumores. Todo esto nos demuestra la importancia de seguir estudiando sobre los glicanos y promover la difusión de estas investigaciones al personal de salud y al público en general.

Referencias bibliográficas.

- Angulo, A. C. (27 de Enero de 2022). *Farmacia Angulo*. Obtenido de ¿Qué es la Glucosa y cuál es su función?: <https://nutricionyfarmacia.com/blog/nutricion/glucosa-funcion/>
- Beneitez, M. A. (2017). REVISIÓN EN GLICOBIOLOGIA (EL LENGUAJE DE LA VIDA)*. *Revista de Educación Bioquímica*, 73-81.
- Beneitez, M. A. (2017). Revisión en Glicobiología (El lenguaje de la vida)*. *Revista de Educación en Bioquímica*, 73-81.
- Campos-Felix1, U., Llontop-Bernabé2, K., Armando Efraín Gil-Rivero2, *, & Villena-Zapata3, L. (2021). *Manglar*. Obtenido de Influencia del medio fermentativo en el consumo de: <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.036>
- Curesdecoded. (2022). *Cures Decoded. com*. Obtenido de D-Manosa para que sirve y propiedades curativas: <https://www.curesdecoded.com/es/productos/d-manosa/4934>
- Erika D. Nelson, J. E. (2012). Neurologic effects of exogenous saccharides. *Nutritional Neuroscience*, 149-162.
- FEDEMA. (13 de Octubre de 2020). *Federación de Asociaciones para la Esclerosis Múltiple de Andalucía*. Obtenido de ¿N-Acetilglucosamina para EM?: <https://fedema.es/2020/10/13/n-acetilglucosamina-para-em/>
- Food News Latam. (10 de Enero de 2016). *Food News Latam*. Obtenido de ¿Qué es la Glicobiología y los Gliconutrientes?: <https://www.foodnewslatam.com/biotecnolog%C3%ADa/59-ingredientes/3233-%C2%BFqu%C3%A9-es-la-glicobiolog%C3%ADa-y-los-gliconutrientes.html>
- Gelambi, M. (25 de Agosto de 2019). *Lifeder*. Obtenido de Fucosa: características, estructura, funciones: <https://www.lifeder.com/fucosa/>
- Gelambi, M. (29 de Abril de 2021). *Lifeder*. Obtenido de Galactosa: <https://www.lifeder.com/galactosa/>
- Gómez-Álvarez, R. P. (2002). *Biología celular*. México, D.F: Mc Graw Hill.
- Hernández, J. L. (2021). IMPORTANCIA DE LOS GLICANOS . *Serie La glicobiología. Avances en temas de salud prioritarios*, 32.
- Importancia.cc. (s.f.). *Importancia*. Obtenido de Importancia de la galactosa: <https://www.importancia.cc/galactosa/>
- Laboratoriumdiscounter. (2022). *Laboratoriumdiscounter.nl*. Obtenido de N-acetil-D-galactosamina: <https://www.laboratoriumdiscounter.nl/es/quimicos/a-z/a/n-acetil-d-galactosamina/>
- Marisol Sandoval Ríos, J. L. (Enero - Marzo de 2012). Como los carbohidratos participan en el desarrollo de la artritis reumatoide. *Hypatia. Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del Estado de Morelos*. Obtenido de Como los carbohidratos participan en el desarrollo de la artritis reumatoide: <https://revistahypatia.org/glicobiologia.html>
- MedlinePlus. (7 de Julio de 2022). *MedlinePlus*. Obtenido de Prueba de glucosa en la sangre: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-glucosa-en-la-sangre/#:~:text=La%20glucosa%20es%20un%20tipo,de%20un%20problema%20m%C3%A9dico%20serio.>

Puntos, G. (28 de marzo de 2021). *Aleph*. Obtenido de ¿Qué es la galactosa y para qué sirve?:
<https://aleph.org.mx/que-es-la-galactosa-y-para-que-sirve>

quimica.es. (1997-2022). *Química.Es*. Obtenido de N-acetilglucosamina:
<https://www.quimica.es/enciclopedia/N-acetilglucosamina.html>

Robert K. Murray, D. A. (2013). *Harper Bioquímica Ilustrada*. China: Mc Graw Hill.

Spigato. (2022). *Spigato.com*. Obtenido de ¿Qué es la N-acetil-D-glucosamina?:
<https://spigato.com/es/que-es-la-n-acetil-d-glucosamina>