

Ana Lucía Navarro Hinojosa.pdf

by Ana Lucía NAVARRO HINOJOSA

Submission date: 25-Jul-2025 02:02PM (UTC+0200)

Submission ID: 2720346573

File name: Ana_Luci_CC_81a_Navarro_Hinojosa.pdf (206.99K)

Word count: 6739

Character count: 37856

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID S.A.U.

Trabajo de Fin de Máster

**Consumo de compuestos bioactivos y su influencia en los biomarcadores de
envejecimiento y la longitud de los telómeros en adultos jóvenes**

Presenta la alumna

LN ANA LUCÍA NAVARRO HINOJOSA

Para la obtención del título de Máster Universitario en Nutrición Clínica

Investigador responsable del proyecto

DOCTOR PABLO DANIEL LAPUNZINA BADIA

Asesor metodológico

DOCTOR PABLO DANIEL LAPUNZINA BADIA

Madrid, España. septiembre de 2025.



Consumo de compuestos bioactivos y su influencia en los
biomarcadores de envejecimiento y la longitud de los
telómeros en adultos jóvenes.

2

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN – HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVOS.....	12
METODOLOGÍA.....	13
RESULTADOS ESPERADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIÓN.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

3

RESUMEN

Introducción: El envejecimiento celular es un proceso multifactorial afectado por factores genéticos, ambientales y el estilo de vida, como la alimentación. Dentro del campo en nutrición, los compuestos bioactivos presentes en alimentos de origen vegetal, como polifenoles, flavonoides, carotenoides y ácidos grasos omega-3, se han estudiado por su potencial antioxidante y antiinflamatorio que podría influir de manera positiva este proceso.

Objetivo: Este trabajo propone un estudio de tipo observacional, transversal y comparativo, con objetivo de evaluar la relación entre el consumo habitual de compuestos bioactivos y los biomarcadores de envejecimiento celular, exclusivamente la longitud de los telómeros, en adultos jóvenes de 25 a 45 años.

Metodología: Se especula una muestra de 90 participantes, divididos según su nivel de consumo de estos compuestos. Para esto, se utilizarían cuestionarios dietéticos y análisis de sangre para evaluar parámetros como el estrés oxidativo, niveles de PCR, IL-6, la actividad de la telomerasa y la longitud telomérica.⁴

Resultados esperados: Se espera que los individuos con una ingesta regular de compuestos bioactivos manifiesten una mayor longitud de telómeros, menos inflamación sistémica y mayor capacidad antioxidante.

Conclusión: Esta proyecto busca ayudar en la comprensión del papel preventivo que tiene la alimentación en el envejecimiento celular desde etapas tempranas de la vida, con posibles implicaciones para la salud pública y la práctica clínica nutricional.

Palabras clave: Envejecimiento celular; Telómeros; Compuestos bioactivos; Flavonoides; Polifenoles; Estrés oxidativo; Inflamación crónica; Telomerasa; Nutrición clínica; Prevención.

INTRODUCCIÓN

La evolución del ser humano a lo largo de la historia siempre se ha enfocado en la búsqueda de remedios y estrategias que prolonguen tanto la esperanza de vida como las condiciones en las que esta se desarrolla. De esta necesidad surge el descubrimiento de una amplia variedad de compuestos presentes en los alimentos que benefician y preservan la salud.(1)

Hoy en día sabemos que el índice de mortalidad ha aumentado, y muchas de las causas son atribuibles a enfermedades relacionadas con dietas deficientes, como aquellas altas en grasas, sodio, azúcar, carnes rojas, productos procesados, etc. Mientras que se descuidan nutrientes esenciales como la fibra, los ácidos grasos omega, las legumbres, entre otros. (1)

Se ha demostrado que las dietas que mejor se adaptan a los objetivos de una alimentación saludable son aquellas enfocadas especialmente en **alimentos de origen vegetal**, como **frutas, verduras, legumbres, cereales integrales y frutos secos**, optando por un consumo moderado de alimentos de origen animal. Actualmente, se sabe que los beneficios de una dieta adecuada no se condicionan solo al contenido de nutrientes, sino que es necesario incluir otros factores protectores frente al estrés oxidativo, la inflamación, la carcinogénesis, entre otros. Estos componentes, que se encuentran principalmente en los alimentos de origen vegetal, se denominan "compuestos bioactivos."(2)

El envejecimiento es un proceso multidimensional, que no solo refleja la edad cronológica, sino también en la perdida gradual de capacidades físicas, cognitivas y biológicas. Con los avances médicos, la población mundial está envejeciendo de manera acelerada, lo que trae consigo un aumento de enfermedades crónicas no transmisibles y condiciones asociadas con el deterioro fisiológico relacionado con la edad. Este proceso de envejecimiento se puede evaluar a través de biomarcadores de envejecimiento celular, tales como la longitud de telómeros, la actividad de la telomerasa y otros indicadores de daño celular. Este cambio demográfico y la identificación de estos biomarcadores hace urgente la necesidad de investigaciones que profundicen en la comprensión de los mecanismos biológicos del envejecimiento y como prevenir sus efectos.(3)

En cuanto a los mecanismos biológicos, los telómeros y la telomerasa son componentes clave en la biología del envejecimiento. Los telómeros, son estructuras en los extremos de los cromosomas, que se acortan con cada división celular, lo que se ha relacionado con el envejecimiento celular y muchas enfermedades asociadas con la edad. Se ha propuesto que

5

ciertos compuestos bioactivos podrían influir en la longitud de los telómeros, lo que podría tener implicaciones importantes para la salud y la longevidad. En este contexto, surge la pregunta de cómo el consumo de estos compuestos influye en la longitud de los telómeros y otros biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes, un grupo clave para la prevención de enfermedades relacionadas con el envejecimiento temprano. (3,4)

7 El presente estudio, tiene como propósito analizar como el consumo de compuestos bioactivos influye en la longitud de los telómeros y en los biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes de 25 a 45 años. Se busca comparar los efectos entre aquellos que consumen estos compuestos de manera regular y aquellos que no lo hacen, con el fin de proporcionar evidencia que respalde el potencial de la dieta y los compuestos bioactivos como intervenciones preventivas en el envejecimiento celular.

MARCO TEÓRICO

8 El envejecimiento celular es un proceso natural que ocurre en todas las células del cuerpo y afecta el funcionamiento de todos los sistemas corporales. Conforme las células van envejeciendo, sufriendo cambios en su estructura y afectando la capacidad de las células para funcionar correctamente (5),(6).

A medida que las células envejecen, experimentan ciertas alteraciones que dificultan su capacidad de renovarse, repararse y conservar la homeostasis. Algunos aspectos clave del envejecimiento a nivel celular son: la acumulación del daño celular que con el tiempo las células acumulan daño en sus componentes esenciales, como las proteínas, el ADN. Este daño puede causarse por factores, como la radiación, contaminantes ambientales, o incluso procesos metabólicos normales. Todo esto puede afectar a los mecanismos de reparación del ADN y en consecuencia resultar en acumulación de mutaciones y disfunción (7). Otro aspecto es la pérdida de capacidad de renovación celular, las células del organismo cuentan con una capacidad limitada para dividirse a lo largo de la vida, este proceso es muy importante para lograr la reparación de los tejidos y órganos, pero a medida que las células envejecen, su capacidad de división se ve comprometida y como consecuencia disminuye la capacidad de reparación y regeneración de los tejidos. Todo esto ocurre por la activación de mecanismos celulares como la

acortación de los telómeros o la activación de la senescencia celular (8). El estrés oxidativo es otro de los aspectos y es un fenómeno relacionado con la acumulación de especies reactivas de oxígeno (moléculas altamente reactivas que dañan la estructura de las células), estas pueden provocar daño en el ADN, las proteínas, las membranas celulares y esto contribuye al envejecimiento celular (9). La senescencia celular, mencionada anteriormente es un proceso donde las células dejan de dividirse pero siguen activas metabólicamente y secretan una serie de moléculas inflamatorias que pueden afectar a las células circundantes, fomentando el envejecimiento de los tejidos, inflamación crónica y enfermedades relacionadas con la edad (10).

Los telómeros del griego “telos” que significa “final” y “meros” que significa “parte” son estructuras de ADN que se ubican en los extremos de los cromosomas y protegen la información genética durante la división celular. Se componen por secuencias de ADN repetitivas y su función principal es evitar la pérdida de material genético que es importante para la replicación celular actuando como una barrera de protección para los cromosomas. Sin ellos, las células no se podrían dividir de forma correcta y se dañaría su material genético (11).

Con cada ciclo de división celular, los telómeros se van acortando y esto sucede porque la enzima que se encarga de la replicación de ADN (ADN polimerasa), no puede copiar por completo los extremos de los cromosomas por las características estructurales y esto provoca que los telómeros se vayan haciendo más cortos con el tiempo. Cuando el acortamiento es a un nivel crítico, las células ya no se dividen y se encuentran en estado de senescencia celular, o incluso es posible que mueran por apoptosis (7).

La telomerasa es una enzima capaz de añadir nuevas repeticiones de ADN en los telómeros con el fin de contrarrestar su acortamiento. Esta enzima tiene una secuencia de ARN que hace la función de una plantilla para alargar los telómeros. Sin embargo, su actividad es muy limitada en casi todas las células somáticas (células del organismo que no son células germinales), y en muchas células su actividad es casi inexistente (12).

El acortamiento de los telómeros está directamente relacionado con el proceso de envejecimiento celular. A medida que los telómeros se acortan, las células pierden su capacidad de división y regeneración y esto contribuye al envejecimiento de los tejidos y los órganos del cuerpo. Esto puede provocar disminución de la función celular y como consecuencia la aparición de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, como: enfermedades cardiovasculares,

cáncer, enfermedades neurodegenerativas, síndromes relacionados con envejecimiento prematuro (7).

Los biomarcadores de envejecimiento son indicadores biológicos útiles para medir el proceso de envejecimiento a nivel celular y su relación con enfermedades asociadas a la senectud. Estos biomarcadores son fundamentales para entender los cambios que experimentan las células y los tejidos con el tiempo ² y como estos cambios pueden contribuir a enfermedades crónicas y degenerativas. Entre los biomarcadores más relevantes relacionados al envejecimiento celular, se encuentran: la longitud de telómeros, la actividad de la telomerasa, la inflamación crónica de bajo grado, el daño al ADN, la disfunción mitocondrial, etc. (13)

Los compuestos bioactivos ⁵ son sustancias en los alimentos, que cuando se consumen, tienen efectos beneficiosos en la salud más allá de su valor nutricional. Estos compuestos **no** son nutrientes esenciales, pero tienen la capacidad de influir de manera positiva en diversos procesos fisiológicos del organismo, mejorando la salud y previniendo futuras enfermedades. Comúnmente se encuentran en alimentos de origen vegetal, aunque también pueden estar en algunos productos de origen animal, hierbas o especias (1).

Existen muchos compuestos bioactivos contenidos en los alimentos, pero existen algunos más relevantes, como, por ejemplo: los antioxidantes, que protegen a las células del daño que causan los radicales libres y esto reduce el estrés oxidativo y previene el envejecimiento prematuro. Los más conocidos son la vitamina C, vitamina E y el selenio, encontrándose en alimentos como las naranjas, fresas, kiwi, brócoli y espinacas. Los polifenoles, que son compuestos con efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antitumorales y se encuentran por ejemplo en las uvas, el té verde, manzanas, arándanos, cacao, cerezas, vino tinto, nueces. Los flavonoides, son un grupo dentro de los polifenoles con función antiinflamatoria y antioxidante. Por otro lado, los carotenoides que son pigmentos vegetales antioxidantes y los más conocidos son el betacaroteno, la luteína y la zeaxantina, se pueden encontrar en alimentos como zanahoria, espinacas, calabaza, pimientos, tomates. Los ácidos grasos omega-3 son grasas antinflamatorias y se encuentran en pescados grasos como el salmón, sardinas, atún, frutos secos (14).

Los compuestos bioactivos ofrecen una serie de beneficios fundamentales para la salud, ayudando a prevenir enfermedades y promover el bienestar integral: reducción del estrés

oxidativo, propiedades antiinflamatorias, protección contra enfermedades crónicas, mejora de la salud cerebral y mental, protección ocular (14).

Varios estudios han investigado el impacto de los compuestos bioactivos sobre la longitud de los telómeros, buscando una relación entre ciertos nutrientes, compuestos naturales y la preservación de los telómeros como parte del proceso de envejecimiento. Compuestos como el resveratrol, los polifenoles, la vitamina D, el omega-3, se ha visto que contribuyen a mecanismos que influyen sobre los telómeros, como su efecto antioxidante, su actividad antiinflamatoria, la estabilización del metabolismo celular, la modulación de la telomerasa, como efectos positivos para el cuidado de los telómeros, reduciendo el daño celular y, por ende, retrasar el envejecimiento celular (15).

Algunos polifenoles, como el resveratrol y la quercetina, han demostrado su acción como moduladores epigenéticos, activando rutas de longevidad y regulando genes que influyen en el envejecimiento y la infamación. Estos efectos explican su función protectora con respecto a los telómeros además de su efecto antioxidante. Los polifenoles, además de disminuir el estrés oxidativo, contribuyen en la resiliencia celular, que es la capacidad que tienen las células para adaptarse y resistir amenazas externas, un factor fundamental en la desaceleración del envejecimiento celular (16).

El betacaroteno, además de ser un antioxidante, también ha sido propuesto como un posible biomarcador en la dieta para estimar la edad biológica, ya que se ha visto una asociación con la disminución en la velocidad de acortamiento de los telómeros en adultos. Los altos niveles séricos de este compuesto reflejan un patrón alimentario rico en frutas y verduras, que puede ser un buen indicador. Algunos estudios han visto que el betacaroteno podría tener un efecto protector más marcado en personas con sobrepeso u obesidad, que tienen mayor susceptibilidad al acortamiento de telómeros en consecuencia de la inflamación crónica de bajo grado. Este hallazgo podría ser preventivo incluso en individuos con contextos metabólicos desfavorables (17).

Por último, investigaciones recientes han resaltado lo importante que es el considerar el estilo de vida como un conjunto de factores que se encuentran relacionados y que influirán en la longitud de los telómeros, en lugar de solo analizar componentes de forma aislada. Un estudio del 2024 utilizó modelos gráficos avanzados (Copula Graphical Models) para evaluar cómo la dieta, ejercicio, el estrés y otros hábitos actúan de forma sinérgica sobre el envejecimiento celular. Esta

1
9

forma de enfocar todos estos aspectos, además de incluir a adultos jóvenes, brinda una base para justificar la prevención desde etapas tempranas de la vida, resaltando que los telómeros no solo son el reflejo del paso del tiempo, sino también de la calidad de hábitos persistentes a lo largo de la vida (18).

JUSTIFICACIÓN

El envejecimiento acelerado (EA) es un fenómeno biológico que implica el contraste entre la edad cronológica y la edad biológica de una persona, lo que se traduce en una acumulación más rápida de daño celular, disfunción tisular y aparición prematura de enfermedades crónicas. Este proceso se ha convertido en un foco de creciente interés en salud pública debido a sus implicaciones clínicas, sociales y económicas.⁶

Estudios recientes han demostrado que adultos jóvenes pueden mostrar signos de envejecimiento biológico temprano, incluso en ausencia de enfermedades manifiestas, debido a factores como el estrés oxidativo, inflamación sistémica de bajo grado, hábitos alimentarios inadecuados, sedentarismo y estrés psicosocial persistente. En un estudio de cohorte en el UK Biobank (2024), las personas con mayor puntuación de EA medida mediante biomarcadores epigenéticos y metabólicos (como PhenoAge y KDM-BA) presentaron un riesgo significativamente más alto de multimorbilidad cardio metabólica (74.95%), demencia (21-24%) y mortalidad prematura (hasta 105%) en comparación con aquellos con un envejecimiento biológico normal (19).

Por otra parte, investigaciones han identificado que factores modificables como la obesidad, diabetes tipo 2, el consumo de alcohol y los trastornos del estado de ánimo están estrechamente vinculados al aumento de la edad biológica de acuerdo a mediciones metabólicas y epigenéticas (20). De hecho, un estudio longitudinal en jóvenes demostró que condiciones tratables durante la adolescencia, como la obesidad y la depresión, predicen EA a mediana edad, reforzando la importancia de las intervenciones preventivas tempranas (21).

Desde un enfoque molecular, el EA se asocia con una activación persistente del sistema inmunitario, elevación de biomarcadores inflamatorios como IL-6 y proteína C reactiva ultrasensible (PCR - us), y signos de disfunción mitocondrial y daño al ADN (22). Estos cambios

10

no solo aceleran el deterioro fisiológico, sino que incrementan la carga asistencial y el gasto sanitario en edades cada vez más tempranas (23).

En base a lo anterior, estudiar el impacto de factores dietéticos sobre los biomarcadores de envejecimiento en adultos jóvenes adquiere una relevancia crítica. En particular, la investigación sobre compuestos bioactivos en la dieta como polifenoles, carotenoides, flavonoides y ácidos grasos omega 3 ofrece un enfoque prometedor para modular el envejecimiento celular y prevenir enfermedades crónicas desde edades tempranas. Este enfoque podría contribuir a reducir la incidencia de EA, mejorar la calidad de vida y disminuir la presión sobre los sistemas de salud pública.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

² El envejecimiento celular es un proceso natural y complejo que se relaciona con factores internos y externos ² como, por ejemplo: los hábitos de alimentación y el consumo de compuestos bioactivos. Los telómeros, que son estructuras en los extremos de los cromosomas, tienen una función fundamental para proteger el ADN ante el daño y la degradación y su longitud sirve como un biomarcador del envejecimiento celular. El acortamiento de los telómeros además del envejecimiento se asocia con el incremento de riesgo a enfermedades crónicas y es por eso por lo que el mantener una buena longitud, se traduce a la preservación de salud.

⁷ Por otro lado, los compuestos bioactivos presentes en diferentes alimentos, como los polifenoles, flavonoides, antioxidantes, vitaminas, se han ido investigando cada vez más por sus efectos potencialmente favorables en la salud, incluyendo el envejecimiento celular. Estudios previos sugieren que el incluir este tipo de alimentos regularmente, se podría relacionar con el mantenimiento de la longitud de los telómeros y la mejora en biomarcadores de envejecimiento como los son la inflamación, estrés oxidativo, entre otros.

Sin embargo, muchos de los estudios que hay hoy en día están más enfocados en poblaciones mayores y esto deja un vacío sobre cómo estos compuestos influían en la salud celular de los adultos jóvenes.

Por lo antes mencionado, es importante investigar como los compuestos bioactivos podría influir en la longitud de los telómeros y los biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes de 25 a 45 años, ya que este rango de edad es una pieza clave para realizar intervenciones que prevengan y favorezcan un envejecimiento de forma saludable y disminuyan el riesgo a distintas enfermedades en un futuro. (24)

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN – HIPÓTESIS

El consumo de compuestos bioactivos influye positivamente en la longitud de los telómeros y en la mejora de los biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes de 25 a 45 años.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluuar el impacto del consumo de compuestos bioactivos presentes en distintos alimentos sobre la longitud de los telómeros y los biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes de 25 a 45 años.

Objetivos específicos

1. Evaluar las diferencias en la longitud de los telómeros entre adultos jóvenes que consumen compuestos bioactivos y aquellos que no.
2. Comparar algunos biomarcadores como la inflamación o el estrés oxidativo, los patrones de envejecimiento celular entre adultos jóvenes que consumen compuestos bioactivos y los que no.
3. Analizar la relación entre el consumo de compuestos bioactivos, hábitos y estilo de vida en adultos jóvenes y la posible influencia en la longitud de los telómeros y el envejecimiento celular.

- Explorar las diferencias en los hábitos de alimentación de los adultos jóvenes en función del consumo de compuestos bioactivos y la posible relación con los biomarcadores de envejecimiento celular.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio: descriptivo transversal.

Justificación: estudio observacional transversal de tipo descriptivo y analítico comparativo, sin intervención, que analiza la asociación entre el consumo habitual de compuestos bioactivos y los biomarcadores de envejecimiento celular en adultos jóvenes.

Población de estudio: Adultos jóvenes de 25 a 45 años que residen en Madrid, España.

Determinación del tamaño de muestral estimado: para determinar el tamaño de muestra utilice la fórmula de tamaño de muestra para la prueba t de dos muestras independientes. En este caso se estima un tamaño de muestra total de 90 participantes, distribuidos entre los grupos de los jóvenes que consumen o no compuestos bioactivos.

Tiempo de seguimiento: al tratarse de un estudio de corte transversal, los datos se recogerían en un único momento temporal, por lo tanto, no se incluye un periodo de seguimiento.

Factibilidad

Este proyecto es factible debido a varias razones relacionadas con los recursos disponibles, el acceso a la población de enfoque y la metodología definida.

Acceso a la población objetivo:

Los adultos jóvenes en el rango de edad de 25 a 45 años pueden encontrarse en espacios como la universidad, ya que es un lugar donde hay varios estudiantes que seguramente cumplen con los criterios de inclusión y esto permitirá conseguir el tamaño de muestra necesario, por otro lado, adultos jóvenes, pero en un rango de edad de 30 a 45 años se podrán conseguir en espacios como gimnasios, consultorios médicos, etc.

Riesgos, debilidades y amenazas:

- *Riesgos*: uno de ellos es la variabilidad individual, ya que los biomarcadores de envejecimiento y la longitud de los telómeros pueden estar influenciados por el estilo de vida, factores genéticos, condiciones de salud previas y esto puede provocar variabilidad en los resultados y hacer más difícil aislar el impacto de los compuestos bioactivos sobre los biomarcadores. Por otro lado, el costo y el tiempo de los análisis puede ser otro riesgo.
El análisis de la longitud de los telómeros y biomarcadores pueden llegar a tener un costo elevado y llevar tiempo, esto podría alargar el plazo de la investigación e incluso limitar el tamaño de muestra.
- *Debilidades*: pueden presentarse dificultades para tener control de las variables externas como el estrés, la dieta habitual, la actividad física, etc. Estas variables podrían influir en los biomarcadores de envejecimiento y en la longitud de los telómeros siendo difícil identificar el impacto de los compuestos bioactivos en particular.
- *Amenazas*: las condiciones de salud preexistentes que tengan algunos de los participantes y que estos influyan en los biomarcadores de envejecimiento y sesgar los resultados, a pesar de que se excluirán los participantes con enfermedades crónicas, existe la posibilidad de que algunas personas dentro de los criterios de inclusión puedan tener condiciones no diagnosticadas que afecten los resultados. Por su parte existe otra amenaza que es el cumplimiento de los criterios de consumo, a pesar de que los participantes deben de consumir compuestos bioactivos de forma regular, los pacientes podrían tener dificultades para adherirse de forma estricta a este consumo durante el estudio.

Tipo de muestreo: No aleatorizado, de casos consecutivos.

Criterios de selección de los participantes

Criterios de inclusión:

- 25 a 45 años
- Ambos sexos
- Participantes que hayan dado su consentimiento informado para participar en el estudio

14

- Adultos que se encuentren en un estado de salud general saludable, sin enfermedades graves
- Participantes que consumen de forma regular alimentos con compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides, antioxidantes, etc. O que no los consuman, según el grupo de estudio

Criterios de exclusión:

- Edad fuera del rango de 25 a 45 años
- Participantes con enfermedades crónicas graves que puedan alterar los biomarcadores de envejecimiento celular o la longitud de los telómeros
- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia
- Pacientes con tratamientos específicos o suplementos
- Trastornos mentales graves o incapacidad cognitiva
- Consumo de alimentos con compuestos bioactivos de manera irregular
- Desnutrición o trastornos de la conducta alimentaria
- Consumo de alcohol, tabaco o drogas por la aceleración del envejecimiento celular y la reducción en la longitud de los telómeros.

Herramientas de recogida de datos:

- *Cuestionario de hábitos alimenticios* como: recordatorio de 24 horas, dieta habitual, etc.
- *Análisis biológicos*: medir el nivel de envejecimiento celular mediante biomarcadores como el estrés oxidativo o inflamación a través de analíticas de sangre e igualmente para medir la longitud de los telómeros.

Definición de las variables de estudio:

- *Variables independientes*
Se van a clasificar los participantes en dos grupos
 - Grupo 1: Jóvenes que consumen regularmente alimentos con compuesto bioactivos
 - Grupo 2: Jóvenes que no consumen alimentos con compuestos bioactivos

15

- *Variables dependientes*
 - Longitud de los telómeros (se medirá a través de muestras de sangre)
 - Biomarcadores de envejecimiento celular (en muestras de sangre se medirá el estrés oxidativo, inflamación y algún otro biomarcador relevante para la investigación)

Análisis de datos:

- *Análisis descriptivo:* para caracterizar las dos variables dependientes se va a calcular promedio, desviación estándar, frecuencias.
- *Análisis comparativo:* para estudiar si existen diferencias significativas entre los dos grupos.
- *Herramientas para realizar análisis de datos:* programa estadístico como SPSS.

Consideraciones éticas:

- *Consentimiento informado:* todos los participantes deberán firmar el consentimiento informado antes de participar en el estudio, este documento va a explicar los objetivos de la investigación, los métodos para recolectar los datos, posibles riesgos y el derecho de los participantes de retirarse del estudio sin ninguna penalización si así lo desean.
- *Confidencialidad:* la información que se obtenga se mantendrá privada, los datos personales van a ser anónimos y solo se utilizaran para la investigación.

RESULTADOS ESPERADOS

El estudio tiene una muestra total de 90 participantes. Se espera que los adultos jóvenes que consumen de forma habitual compuestos bioactivos presenten una longitud de sus telómeros mayor y un nivel más bajo en los biomarcadores relacionados con el envejecimiento celular, como la inflamación sistémica, en comparación con los participantes que no los consumen.

En resumen, se espera que el grupo 1 (aquellos que consumen de forma regular compuestos bioactivos) muestre:

- Mayor longitud en sus telómeros

16

- Menor concentración de marcadores inflamatorios
- Posible correlación positiva entre frecuencia de consumo de alimentos ricos en flavonoides, carotenoides, polifenoles, etc.

Varios estudios demuestran que el consumo frecuente de alimentos que contienen compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides, omega 3, se encuentran asociados a una mayor longitud telomérica, menos inflamación de bajo grado, menor estrés oxidativo, etc. Y esto está relacionado con un envejecimiento celular saludable.

En cuanto a la longitud de los telómeros, se espera que el grupo 1 (consumo de forma habitual compuestos bioactivos) presente telómeros significativamente más largos, ya que se ha demostrado que este tipo de alimentos tienen capacidad de reducir el daño oxidativo en el ADN. Un estudio en adultos tailandeses mostró que un suplemento derivado de las plantas con contenido de polifenoles logró mantener la longitud de los telómeros de forma significativa en comparación al grupo control. (15)

Respecto a la actividad de la enzima telomerasa, se ha visto que, compuestos como el resveratrol, vitamina D, flavonoides podrían ayudar a estimularla, ayudando en el mantenimiento de los telómeros, mejorando la replicación celular. (24) (13)

Además, se espera que el grupo 1 (aquellos que si consumen de forma habitual compuestos bioactivos) obtengan niveles más bajos de marcadores inflamatorios como la PCR, la IL-6 y una mayor capacidad antioxidante total, tal como se muestra en la tabla 2. Esto tiene evidencia en estudios que han argumentado los efectos antiinflamatorios y antioxidantes de dietas que incluyen alimentos ricos en compuestos bioactivos, alimentos como las frutas, verduras, cúrcuma, frutos secos, ácidos grasos omega 3. (7) (3)

Estos hallazgos permitirán reafirmar que una alimentación rica en compuestos bioactivos tiene un impacto positivo en el aplazamiento del envejecimiento celular, inclusive en adultos jóvenes, lo que refuerza la necesidad de realizar estrategias de prevención desde edades tempranas.

Tabla 1. Características generales según el grupo de estudio (n= 90)

Características	Grupo 1 (consumo habitual compuestos bioactivos) n=45	Grupo 2 (consumo compuestos bioactivos no habitual) n=45	Valor p esperado
Edad (años)	34.2 ± 5.1	33.8 ± 5.3	>0.05
IMC (kg/m²)	23.7 ± 2.1	24 ± 2.5	>0.05
Sexo (M/H)	22/23	21/24	>0.05
Consumo de frutas/verduras (porciones al día)	4.8 ± 1.2	2.1 ± 0.9	<0.01
Actividad física (min/semana)	185 ± 35	145 ± 40	<0.05

Tabla 2. Comparación de biomarcadores de envejecimiento entre grupo 1 y 2

Biomarcador	Grupo 1 (consumo habitual compuestos bioactivos) n=45	Grupo 2 (consumo compuestos bioactivos no habitual) n=45	Valor p esperado
Longitud telomérica (kb)	7.2 ± 0.5	6.1 ± 0.6	<0.01
PCR (mg/L)	1.2 ± 0.4	2.5 ± 0.5	<0.01
Capacidad antioxidante total (μmol/L)	950 ± 120	730 ± 105	<0.01
Actividad telomerasa (U/L)	3.8 ± 0.7	2.9 ± 0.6	<0.05
IL-6 (pg/ml)	1.7 ± 0.3	2.9 ± 0.4	<0.01

Los valores que se muestran en las tablas son supuestos en base a rangos documentados en la literatura científica. Estudios citados en este proyecto como: Praengam et al. (2023), Martí et al. (2017), Rossiello et al. (2022), con el propósito de mostrar los probables resultados esperados si el estudio se realizara. (7,15,24)

DISCUSIÓN

En referencia a los resultados esperados de este trabajo se proyecta que el consumo de compuesto bioactivos de forma habitual, como flavonoides, polifenoles, carotenoides y omega 3, podrían estar asociados de una manera positiva a una mayor longitud de telómeros y una reducción importante en los biomarcadores de inflamación y estrés oxidativo. Esta hipótesis es coherente con lo que aparece en la literatura actualmente.

Estudios como el de Praengam et al. (2023) y Martí et al. (2017) demuestran una asociación representativa entre el consumo habitual de compuestos bioactivos y una conservación de la longitud de los telómeros mayor. De igual forma, se ha comprobado que estos compuestos, por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, pueden modificar de forma benéfica la actividad de la telomerasa y disminuir el daño oxidativo en el ADN, lo cual influye directamente en el envejecimiento celular.

El enfoque en adultos jóvenes es uno de los aspectos más relevantes de este proyecto, ya que este grupo ha sido poco estudiado en investigaciones relacionadas. Gran parte de los estudios anteriores le han dado un mayor enfoque a los adultos en edad avanzada, cuando el daño celular ya existe, por lo que este estudio busca darle una perspectiva preventiva. El hecho de intervenir tempranamente en este grupo y proteger la longitud adecuada en los telómeros desde la juventud es una visión innovadora y estratégica para la salud pública.

Algunos de los beneficios que personalmente observo, es la posibilidad de confirmar que una alimentación rica en compuestos bioactivos puede tener un impacto favorecedor en biomarcadores que son clave en el envejecimiento celular, lo cual tendría implicaciones en el desarrollo de estrategias y políticas en materia de prevención desde la etapa de la juventud.

A pesar de, se deben identificar algunas de las posibles limitaciones. Por ser un estudio descriptivo transversal, no se puede establecer una relación causal directa entre el consumo de compuestos bioactivos y los biomarcadores estudiados, únicamente asociaciones. Igualmente, existe una alta variabilidad interindividual en la longitud de los telómeros y la actividad de la telomerasa, que puede estar afectada por factores genéticos, ambientales, emocionales, del estilo de vida, que no se pueden controlar completamente.

Además, aunque la longitud telomérica es uno de los biomarcadores más estudiados del envejecimiento celular, su uso tiene limitaciones que se deben considerar. La longitud de los telómeros está influida por una alta variabilidad interindividual que se relaciona con factores genéticos, ambientales, estilo de vida, estrés crónico e incluso eventos tempranos en la vida, lo cual puede dificultar su interpretación como marcador único de envejecimiento (13). Además, técnicas como la PCR, comúnmente utilizadas para su medición, pueden verse afectadas por la heterogeneidad celular en las muestras, lo que da sesgos significativos (22). También se ha señalado que este biomarcador refleja más un historial acumulativo de daño que un estado dinámico, lo cual limita su utilidad para evaluar cambios a corto plazo o respuestas a intervenciones nutricionales (16). Por ello, su interpretación de forma aislada podría ser insuficiente, y se ha propuesto complementarla con otros biomarcadores epigenéticos o metabólicos para lograr una visión más integradora del envejecimiento (18).

Otra limitación importante es que los datos se basan en hábitos de alimentación reportados por cada uno de los participantes, lo cual puede verse influido por sesgos de memoria, entre otros. Además, el costo y la dificultad de medir de forma precisa la longitud de los telómeros y otros biomarcadores limitan la ampliabilidad del estudio.

Futuras investigaciones podrían realizar estudios de tipo longitudinal o intervenciones más controladas donde sea posible evaluar los efectos a largo plazo de una dieta rica en compuestos bioactivos y su impacto en el envejecimiento celular. Otra idea podría ser que se ampliara la muestra a distintos contextos geográficos y socioeconómicos y así comprobar si los resultados son los mismos en otros grupos poblacionales.

Desde mi propia opinión, considero que es fundamental replantear el papel de la nutrición no solo como un medio para tratar enfermedades, sino como una herramienta para prevenir el envejecimiento celular desde etapas tempranas de la vida. Es sorprendente la fuerte relación que existe entre los compuestos bioactivos contenidos en algunos alimentos y la biología del

1
20

envejecimiento y considero que es un tema bastante nuevo y que no suele abordarse lo suficiente en la práctica clínica, particularmente en adultos jóvenes, que muchas veces no se perciben en riesgo.

Este proyecto, me hizo entender lo importante que es la educación nutricional, por ejemplo, promoviendo el consumo regular de alimentos que contengan compuestos bioactivos como estrategia clave a manera de prevención.

CONCLUSIÓN

El consumo habitual de compuestos bioactivos podría tener una influencia positiva en **la longitud de los telómeros y los biomarcadores de envejecimiento celular en** adultos jóvenes. A pesar de que los resultados aún son esperados, la literatura respalda la hipótesis de que una dieta rica en los distintos compuestos antes mencionados puede ayudar a reducir el estrés oxidativo, controlar la inflamación y proteger la salud de nuestras células.³

El enfoque preventivo, centrado en la juventud, una etapa de la vida en la que intervenciones nutricionales como esta pueden lograr un impacto importante en la salud en un futuro abre un campo de acción fundamental en la nutrición clínica. Resaltando también la importancia de seguir investigando este tipo de estrategias que habitualmente son postergadas en estudios sobre el envejecimiento.

Desde mi propia visión como nutricionista en formación, este trabajo desperta un interés en seguir explorando esta relación entre los compuestos bioactivos y el envejecimiento celular. Me encantaría que, en el futuro, podamos contar con herramientas más accesibles para poder evaluar estos biomarcadores de forma más regular, integrando los estudios y la ciencia del envejecimiento en la consulta cotidiana de forma más personalizada y basada en evidencia y dándole un enfoque de prevención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Urrialde R, Gómez-Cifuentes A, Pintos B, et al. Compuestos bioactivos de origen vegetal: desarrollo de nuevos alimentos. *Nutr Hosp.* 2022;39(SPE3):8–11.
2. Roldán CM, Azcona ÁC. 2.2. Componentes bioactivos de los alimentos.
3. Espíndola-Fernández DA, Posada-Cano AM, Aristizábal-Ocampo D, et al. Medición de la edad biológica con biomarcadores: una revisión de alcance. *Medicina (Mex).* el 19 de abril de 2024;46(1):178–203.
4. Rivero-Gutiérrez V, Fernández-Mateos J, Juan-Marcos L de, et al. Acortamiento de la longitud telomérica en adultos jóvenes con catarata. *Rev Mex Oftalmol.* febrero de 2021;95(1):1–7.
5. Ávila NR. Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad.
6. Ramírez GER. La Biología Molecular del envejecimiento. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip.* el 4 de mayo de 2023;7(2):4790–807.
7. Rossiello F, Jurk D, Passos JF, et al. Telomere dysfunction in ageing and age-related diseases. *Nat Cell Biol.* febrero de 2022;24(2):135–47.
8. Rodrigues LP, Teixeira VR, Alencar-Silva T, et al. Hallmarks of aging and immunosenescence: Connecting the dots. *Cytokine Growth Factor Rev.* el 1 de junio de 2021;59:9–21.
9. Ebert T, Tran N, Schurgers L, et al. Ageing – Oxidative stress, PTMs and disease. *Mol Aspects Med.* el 1 de agosto de 2022;86:101099.
10. Di Micco R, Krizhanovsky V, Baker D, et al. Cellular senescence in ageing: from mechanisms to therapeutic opportunities. *Nat Rev Mol Cell Biol.* febrero de 2021;22(2):75–95.
11. Soriano-Amador C, Sánchez-Muniz FJ, Soriano-Amador C, et al. Telómeros, telomerasa y envejecimiento. Una visita al Premio Nobel de Fisiología y Medicina de 2009. *J Negat No Posit Results.* 2021;6(8):1079–100.
12. Feigon J. Telomerase structural biology comes of age. *Curr Opin Struct Biol.* octubre de 2022;76:102446.
13. Moqri M, Herzog C, Paganik JR, et al. Biomarkers of Aging for the Identification and Evaluation of Longevity Interventions. *Cell.* el 31 de agosto de 2023;186(18):3758–75.
14. Valdés MFM. Compuestos bioactivos en descartes agroindustriales: Revisión bibliográfica del potencial uso para alimentos funcionales.

22

15. Praengam K, Tuntipopipat S, Muangnoi C, et al. Efficacy of a dietary supplement derived from five edible plants on telomere length in Thai adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Food Sci Nutr.* el 20 de noviembre de 2023;12(3):1592–604.
16. D'Angelo S. Diet and Aging: The Role of Polyphenol-Rich Diets in Slow Down the Shortening of Telomeres: A Review. *Antioxidants.* el 7 de diciembre de 2023;12(12):2086.
17. Daniells S. Higher beta-carotene levels linked to younger biological age: Study [Internet]. NutraIngredients.com. 2025 [citado el 15 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.nutraingredients.com/Article/2025/04/17/beta-carotene-linked-to-longer-telomeres-and-younger-biological-age/>
18. Tedaldi AM, Behrouzi P, Grootswagers P. Diet, lifestyle and telomere length: using Copula Graphical Models on NHANES data. *Aging.* el 29 de enero de 2025;17(2):329–56.
19. He Y, Jia Y, Li Y, et al. Accelerated biological aging: unveiling the path to cardiometabolic multimorbidity, dementia, and mortality. *Front Public Health.* el 30 de octubre de 2024;12:1423016.
20. Robinson O, Chadeau Hyam M, Karaman I, et al. Determinants of accelerated metabolomic and epigenetic aging in a UK cohort. *Aging Cell.* junio de 2020;19(6):e13149.
21. Bourassa KJ, Moffitt TE, Ambler A, et al. Association of Treatable Health Conditions During Adolescence With Accelerated Aging at Midlife. *JAMA Pediatr.* el 1 de abril de 2022;176(4):392–9.
22. Sánchez-Cabo F, Fuster V, Silla-Castro JC, et al. Subclinical atherosclerosis and accelerated epigenetic age mediated by inflammation: a multi-omics study. *Eur Heart J.* el 20 de junio de 2023;44(29):2698–709.
23. Cinat D, Coppes RP, Barazzuol L. DNA Damage-Induced Inflammatory Microenvironment and Adult Stem Cell Response. *Front Cell Dev Biol [Internet].* el 8 de octubre de 2021 [citado el 22 de junio de 2025];9. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/cell-and-developmental-biology/articles/10.3389/fcell.2021.729136/full>
24. Martí A, Echeverría R, Morell-Azanza L, et al. Telómeros y calidad de la dieta. *Nutr Hosp.* octubre de 2017;34(5):1226–45.



PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Europea de Madrid Student Paper	4%
2	ciencialatina.org Internet Source	1 %
3	portalcientifico.sergas.gal Internet Source	1 %
4	lookformedical.com Internet Source	1 %
5	es.slideshare.net Internet Source	<1 %
6	Higelin Ponce De Leon, Ricardo. "Bioarchaeology of Oaxaca: A View from Underrepresented Skeletons from the Classic – Postclassic Period", Indiana University Publication	<1 %
7	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Biotechnology, 2024 Publication	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 21 words

Exclude bibliography On