



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PROTOCOLO PARA EL REGISTRO DEL SERVICIO SOCIAL POR INVESTIGACIÓN

Estudio in vitro del efecto de diferentes antioxidantes del maíz en la riqueza bacteriana de diferentes muestras de fecales de un número de jóvenes sanos

QUE PRESENTA EL ALUMNO

HERNANDEZ MARTINEZ GUILLERMO

NO. MATRÍCULA: 2182032231

ASESORES

Dr. Lino Mayorga Reyes

8491

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento Sistemas Biológicos, Laboratorio de Biotecnología N-104

Dra. Raquel González Vázquez

No. Eco. 09165459

CONACYT-Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento Sistemas Biológicos, Laboratorio de Biotecnología N-104

Ciudad de México a 4 de noviembre 2024

Índice

Introducción	4
Planteamiento del problema y justificación	5
Objetivos generales y específicos	5
Antecedentes	5-7
Materiales y métodos	7-8
Resultados	8-10
Discusión	10-11
Conclusión	11
Bibliografía	12-14

Resumen:

El maíz es uno de los alimentos básicos en la dieta mexicana, es rico en antioxidantes naturales como los polifenoles, flavonoides y carotenoides, que han demostrado tener propiedades beneficiosas para la salud. Estos compuestos pueden ayudar a proteger contra la oxidación y la inflamación, lo que puede contribuir a mantener la homeostasis de la microbiota intestinal. Se ha comprobado que el consumo de una dieta rica en fitoquímicos se asocia con un menor riesgo de enfermedades crónicas como el cáncer o la diabetes, que son problemas comunes en las sociedades modernas, por lo que las variedades locales de maíz pueden beneficiar la salud humana de esta manera. La escasez de estudios sobre el impacto de los antioxidantes en la riqueza bacteriana intestinal representa una oportunidad para generar nuevos conocimientos y avances en este campo de investigación. Por lo anterior, el objetivo fue determinar si los diferentes extractos de antioxidantes del maíz favorecen el incremento de la riqueza bacteriana del microbiota intestinal *in vitro*; para ello se analizaron cuatro muestras de extractos de antioxidantes de maíz fueron donadas por la facultad de medicina de la Universidad Autónoma de Mexicali y muestras fecales donadas por seis jóvenes sanos con un rango de edad de 18 a 23 años, quienes no presentaron ninguna adicción, fueron lactantes, ningún tipo de padecimientos de salud, o estuvieron en tratamiento de algún medicamento o antibiótico. Los resultados muestran diferencias en el crecimiento microbiano a lo largo de 0,2,24 y 48h comparado con el grupo control. Este estudio demostró que los antioxidantes del maíz tienen un efecto significativo en el crecimiento de la microbiota intestinal. Las muestras M1 y M2 mostraron un crecimiento bacteriano acelerado en las primeras etapas, mientras que la muestra M3 presentó un crecimiento retardado. A las 24 y 48 horas, las muestras M1 y M2 entraron en fase estacionaria o de muerte celular, mientras que la muestra M3 y M4 continuaron creciendo.

Palabras clave: *Zea mays*, antioxidantes, microbiota

Abstract:

Corn is one of the staple foods in the Mexican diet, rich in natural antioxidants such as polyphenols, flavonoids and carotenoids, which have been shown to have beneficial health properties. These compounds can help protect against oxidation and inflammation, which may help maintain gut microbiota homeostasis. Consumption of a diet rich in phytochemicals has been found to be associated with a lower risk of chronic diseases such as cancer or diabetes, which are common problems in modern societies, so local maize varieties may benefit human health in this way. The scarcity of studies on the impact of antioxidants on intestinal bacterial richness represents an opportunity to generate new knowledge and advances in this field of research. Therefore, the objective was to determine if different corn antioxidant extracts favor the increase of the bacterial richness of the intestinal microbiota *in vitro*; for this purpose, four samples of corn antioxidant extracts were analyzed, donated by the medical school of the Universidad Autónoma de Mexicali and fecal samples donated by six healthy young people with an age range of 18 to 23 years, who did not present any addiction, were infants, had no health conditions, or were in treatment of any medication or antibiotic. The results show differences in microbial growth over 0,2,24 and 48h compared to the control group. This study showed that corn antioxidants have a significant effect on the growth of intestinal microbiota. Samples M1 and M2 showed accelerated bacterial growth in the early stages, while sample M3 showed delayed growth. At 24 and 48 hours, samples

M1 and M2 entered the stationary or cell death phase, while sample M3 and M4 continued to grow.

Key words: *Zea mays*, antioxidants, microbiota

Introducción:

Los alimentos aportan macro y micronutrientes nutrientes que poseen diferentes actividades biológicas dependiendo de su naturaleza química. Uno de los grupos de nutrientes indispensables que se encuentran en ciertos alimentos son los antioxidantes, estos actúan protegiendo al organismo contra sustancias oxidantes como los radicales libres o las especies reactivas de oxígeno que desencadenan procesos patológicos y de envejecimiento prematuro (Muñiz Rodríguez, 2009). Recientemente, se ha considerado que los pigmentos de los granos de maíz (*Zea mays* L.) además de su uso como colorantes naturales poseen actividad antioxidante por ello su interés nutricional por su contribución al mantenimiento de la salud humana debido a las propiedades benéficas de sus metabolitos secundarios. Los carotenoides y las antocianinas están presentes en cantidades apreciables en las variedades pigmentadas de maíz confiriéndoles actividad antioxidante y convierte al maíz como un producto potencial para el suministro de colorantes y antioxidantes naturales (Arroyo et al., 2007; Hu y Xu, 2011; Zilic et al., 2012).

Hoy en día, el maíz y sus derivados son alimentos básicos para muchas poblaciones humanas, ya que constituyen una parte importante de la provisión calórica y de nutrientes de 4500 millones de personas en el mundo, particularmente en las zonas rurales de América Latina y África (Palacios-Rojas et al., 2020). El maíz es uno de los alimentos básicos en la dieta mexicana, es rico en antioxidantes naturales como los polifenoles, flavonoides y carotenoides, que han demostrado tener propiedades beneficiosas para la salud. Estos compuestos pueden ayudar a proteger contra la oxidación y la inflamación, lo que puede contribuir a mantener la homeostasis de la microbiota intestinal (Zilic et al; 2012)

La diversidad de maíz es relevante para la seguridad alimentaria, no solo en términos nutricionales, sino también por el contenido de fitoquímicos o metabolitos secundarios como carotenoides y compuestos fenólicos (Guzzon et al., 2021; Palacios-Rojas et al., 2020). Se ha comprobado que el consumo de una dieta rica en fitoquímicos se asocia con un menor riesgo de enfermedades crónicas como el cáncer o la diabetes, que son problemas comunes en las sociedades modernas, por lo que las variedades locales de maíz pueden beneficiar la salud humana de esta manera (Siyuan et al., 2018). Debido a esto, en las últimas décadas ha existido un creciente interés por caracterizar y estudiar la diversidad de perfiles fitoquímicos de las razas criollas de maíz existentes, así como los beneficios de su consumo, particularmente en lo que se refiere a las variedades pigmentadas (Elisa et al;2022; Esparza et al; 2024).

La microbiota intestinal es un factor clave en la salud y enfermedad, y su alteración se ha relacionado con diversas enfermedades crónicas (Ojeda et al;2016). (Guzzon et al;2011;Hu y Xu, 2011; Zilic et al., 2012) Es por ello, que el objetivo de este estudio es investigar el efecto de diferentes antioxidantes del maíz en la riqueza bacteriana de muestras de fecales de jóvenes sanos. Se busca evaluar cómo estos antioxidantes pueden influir en la diversidad y composición de la microbiota intestinal, y si pueden ser utilizados como una herramienta para promover la salud intestinal.

Planteamiento del problema y justificación:

Actualmente el maíz, se cultiva en todos los continentes del mundo con una producción global que excede los 844 millones de toneladas. Las variedades criollas del maíz contienen genes que le imparten una variabilidad genética de suma importancia. Dentro de estas razas criollas existen accesiones con modificaciones en el color del grano y sus pigmentos, que le confieren propiedades fitoquímicas únicas (Serna-Saldívar et al;2013). Además, se ha consolidado como un alimento que aporta a la seguridad alimentaria mundial, y a su vez es considerado una de las tres gramíneas con mayor producción a nivel mundial, en conjunto con el trigo y el arroz (Silva et al., 2022).

Hoy en día, el maíz sigue siendo indispensable para la gastronomía Latinoamericana, manteniendo su identidad, engrandeciendo sus costumbres y tradiciones; este alimento es la base nutricional de familias en todo América (Silva et al., 2022).

Se ha considerado que los pigmentos de los granos de maíz (*Zea mays L.*) además de su uso como colorantes naturales poseen actividad antioxidante por ello su interés nutricional por su contribución al mantenimiento de la salud humana debido a las propiedades benéficas de sus metabolitos secundarios; además de los carotenoides, las antocianinas están presentes en cantidades apreciables en las variedades pigmentadas de maíz confiriéndoles actividad antioxidante y convierte al maíz como un producto potencial para el suministro de colorantes y antioxidantes naturales (Arroyo et al., 2007; Hu y Xu, 2011; Zilic et al., 2012).

La escasez de estudios sobre el impacto de los antioxidantes en la riqueza bacteriana intestinal representa una oportunidad para generar nuevos conocimientos y avances en este campo de investigación. Por lo anterior, se pretende demostrar si los diferentes extractos de antioxidantes procedentes del maíz favorecen el incremento de la riqueza bacteriana del microbiota intestinal in vitro de diferentes muestras fecales de seis jóvenes sanos.

Objetivo general:

Determinar si los diferentes extractos de antioxidantes del maíz favorecen el incremento de la riqueza bacteriana del microbiota intestinal in vitro.

Objetivos particulares:

- Determinar el efecto de diferentes medios de cultivos en el crecimiento de bacterias de una muestra de materia fecal.
- Determinar el efecto del medio de disolución 30 % Etanol-H₂O de los diferentes extractos antioxidantes en el crecimiento de bacterias de una muestra fecal.

Hipótesis: Sí los extractos antioxidantes tienen efectos beneficiosos en los diferentes medios de cultivos, entonces tendremos un crecimiento significativo en la riqueza bacteriana.

Antecedentes:

Composición y valor nutricional de maíz

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su

composición química, así como la influencia de los factores ambientales, y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas (Méndez-Montealvo et al; 2005). La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 %, la que a su vez está formada por hemicelulosa (67 %), celulosa (23 %) y lignina (0.1 %) (Burge y Duensing, 1989). El endospermo en cambio contiene un nivel elevado de almidón (87%), aproximadamente 8% de proteínas y un contenido de grasa cruda relativamente bajo. Por último, el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasa, el 33% por término medio, y contiene un nivel relativamente elevado de proteínas (próximo al 20 %) y minerales (Chan-chan et al; 2021).

Antioxidantes de maíz

Los antioxidantes son un grupo de nutrientes que se encuentran en determinados alimentos y actúan protegiendo al organismo de sustancias oxidantes como los radicales libres o las especies reactivas de oxígeno que desencadenan procesos patológicos y de envejecimiento prematuro (Mex-Álvarez et al., 2013).

El consumo de frutos y vegetales reducen el riesgo de padecer enfermedades crónicas degenerativas o minimizan sus efectos; debido a que se asocian a los compuestos polifenólicos, flavonoides, taninos y antocianinas que exhiben una fuerte actividad antioxidante y en algunos casos presentan una capacidad de quelación con iones metálicos (Mex-Álvarez et al., 2013).

Los pigmentos de los granos del maíz poseen actividad antioxidante la cual se atribuye principalmente a las antocianinas de los granos rojos y azul/morados. También participan los ácidos fenólicos y otros flavonoides sin color, como la quercetina, que se extraen junto con las antocianinas. La actividad antioxidante tiene relevancia por su relación con efectos anticarcinogénicos (Salinas-Moreno et al., 2012). Las antocianinas también tienen actividad antimicrobiana y antiproliferativa (Zhao et al., 2009).

En el maíz, las antocianinas se encuentran en el tallo, vaina, hojas e inflorescencias, mientras que en la mazorca se encuentran en la cáscara y el grano, principalmente en el pericarpio (Salinas et al., 2013).

Microbiota intestinal

La microbiota intestinal es la comunidad de microorganismos vivos residentes en el tubo digestivo. La microbiota presente en el intestino humano es una de las comunidades más densamente pobladas, incluso más que el suelo, el subsuelo y los océanos. Incluye muchas especies nativas que colonizan permanentemente el tracto gastrointestinal, y una serie variable de microorganismos que solo lo hacen de manera transitoria. El microbioma es el conjunto de microorganismos, sus genes y sus metabolitos que colonizan el cuerpo humano, desde el tracto gastrointestinal, el genitourinario, la cavidad oral, la nasofaringe, el tracto respiratorio y la piel (Icaza-Chávez, 2013).

En humanos adultos el 90% de las bacterias intestinales pertenecen a dos filos: *Bacteroidetes* y *Firmicutes*. Las Proteobacterias, Actinobacterias, Fusobacterias y Verrucomicrobia completan el 10% restante junto con pocas especies del dominio Arquea (Arumugam et al., 2011). También incluye también levaduras, fagos y protistas. El componente viral está dominado por bacteriófagos (Álvarez et al., 2021).

Cada individuo alberga una composición microbiana única, la estructura global conforma unos patrones que se repiten en distintos individuos y se definieron como enterotipos. La dieta es uno de los principales condicionantes de los enterotipos (Arumugam et al., 2011).

Materiales y métodos:

Obtención de los antioxidantes del maíz. Cuatro muestras de extractos de antioxidantes de maíz fueron donadas por la facultad de medicina de la Universidad Autónoma de Mexicali, para la realización de este proyecto, su método de obtención y origen es confidencial por lo que no se incluirán esos datos en este proyecto.

Obtención de la materia fecal.

La materia fecal fue donada por seis jóvenes sanos con un rango de edad de 18 a 23 años, quienes no presentaron ninguna adicción, fueron lactantes, ningún tipo de padecimientos de salud, o estuvieron en tratamiento de algún medicamento o antibiótico.

Este estudio se realizó siguiendo las recomendaciones del Comité de Ética de la Universidad Autónoma Metropolitana campus Xochimilco, documento número DCBS CD 206.16. Todos los sujetos dieron su consentimiento informado por escrito según la Declaración de Helsinki de 1964 y sus enmiendas posteriores o estándares éticos comparables.

Determinación de UFC por cuenta en placa.

Se tomó una alícuota de 100 μ L del medio de cultivo para realizar diluciones seriadas del mismo, posteriormente se sembró en agar MRS adicionado con cisteína al 5 %, una alícuota de 5 μ L por triplicado de cada dilución. Las cajas de agar se fueron incubadas a 37 °C en anaerobiosis durante 24 h posteriormente se contó el número de colonias en la dilución que contendrán entre 30 a 100 UFC. Los resultados se expresaron en UFC/mL (Mayorga et al; 2016)

Preparación del amortiguador de sales minerales

Para preparar el amortiguador de sales se previamente se preparó una solución de elementos mayores (g/L) y otra de los elementos traza (g/L), posteriormente se mezclaron, se ajustó el pH a 7 y se le burbujeó CO₂ por 3 min. Finalmente, la solución se esterilizó a 120 libras por 15 min.

Tabla 1. Composición del amortiguador de sales utilizado.

Elementos mayores	g/L	Elementos traza	mg/L
NaHOC ₃	9.240	FeSO ₄ +7H ₂ O	36.80
Na ₂ HPO ₄ +12H ₂ O	7.125	MnSO ₄ +H ₂ O	19.00
NaCl	0.470	ZnSO ₄ +7H ₂ O	4.40
KCl	0.450	CoCl ₂ +6H ₂ O	1.20
KCl ₂	0.045	CuSO ₄ +5H ₂ O	0.98

MgCl ₂	0.047	Mo ₇ (NH ₄) ₆ O ₂₄ +4H ₂ O	0.17
-------------------	-------	--	------

Preparación de una solución de materia fecal

Se preparó una mezcla con las 6 muestras de materia fecal, tomando 2.5 g de cada una y se diluyeron en 60 mL de amortiguador de sales minerales pH 7 adicionado con cisteína al 0.05%.

Preparación del extracto de maíz

Se prepararon cuatro extractos de maíz mezclando 3mL de etanol, 18.5 g de cada una de las muestras de maíz M1, M2, M3 y M4 de manera independiente y el volumen necesario de H₂O para completar 10 mL.

Determinación del efecto del medio de cultivo en el crecimiento de bacterias de la microbiota intestinal.

Se tomó 1 mL de la solución de materia fecal y se mezcló con 1mL del extracto de maíz correspondiente, se incubó durante 48 h y se determinó por cuenta en placa el crecimiento microbiano al inicio del experimento y a las 2, 24 y 48 h de incubación utilizando agar MRS adicionado con cisteína al 0.05 %. Como control se utilizó una mezcla de 1mL de solución de materia fecal y 1 mL de amortiguador de sales adicionado con cisteína al 0.05%.

Resultados

Los resultados de crecimiento microbiano del inicio del experimento y los diferentes tiempos de incubación se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Cuenta viable en los diferentes extractos a lo largo del tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Crecimiento (UFC/mL)	In UFC
Control	0	1 x 10 ⁶	13.8
Control	2	1 x 10 ⁶	13.8
M1	2	2 x 10 ⁹	21.4
M2	2	2 x 10 ⁸	19.1
M3	2	1 x 10 ⁶	13.8
M4	2	2 x 10 ⁸	19.1
Control	24	3 x 10 ⁶	14.9

M1	24	6×10^6	15.6
M2	24	2×10^6	13.9
M3	24	1×10^8	16.6
M4	24	5×10^8	15.5
Control	48	5×10^6	15.04
M1	48	6×10^6	15.6
M2	48	6×10^6	15.6
M3	48	6×10^6	15.6
M4	48	6×10^6	15.6

En la curva de crecimiento de la muestra 1, evaluada en cuatro momentos (0, 2, 24 y 48 horas), reveló un patrón exponencial en las primeras 2 horas, luego una disminución a las 24 horas y finalmente una estabilización a las 48 horas. Cabe destacar que, en todo momento, el crecimiento de la muestra 1 se mantuvo por encima del control. Por otro lado, la muestra 2 presentó un patrón de crecimiento diferente. Se observó un aumento significativo a las 2 horas, seguido de una disminución a las 24 horas, que incluso se situó por debajo del control. Sin embargo, a las 48 horas, la muestra 2 experimentó un ligero aumento, alcanzando un valor equivalente al de la muestra 1 en el mismo período de tiempo. Es destacable que el pico de crecimiento máximo se registró a las 2 horas. La muestra 3 por otra parte, se mantuvo siempre por encima del control, alcanzando su pico de crecimiento a las 24 h. En cambio, la muestra 4 tuvo su pico de crecimiento a las 2 horas para posteriormente bajar a las 24 y 48 horas, con valores cercanos a los del control (Fig.1).

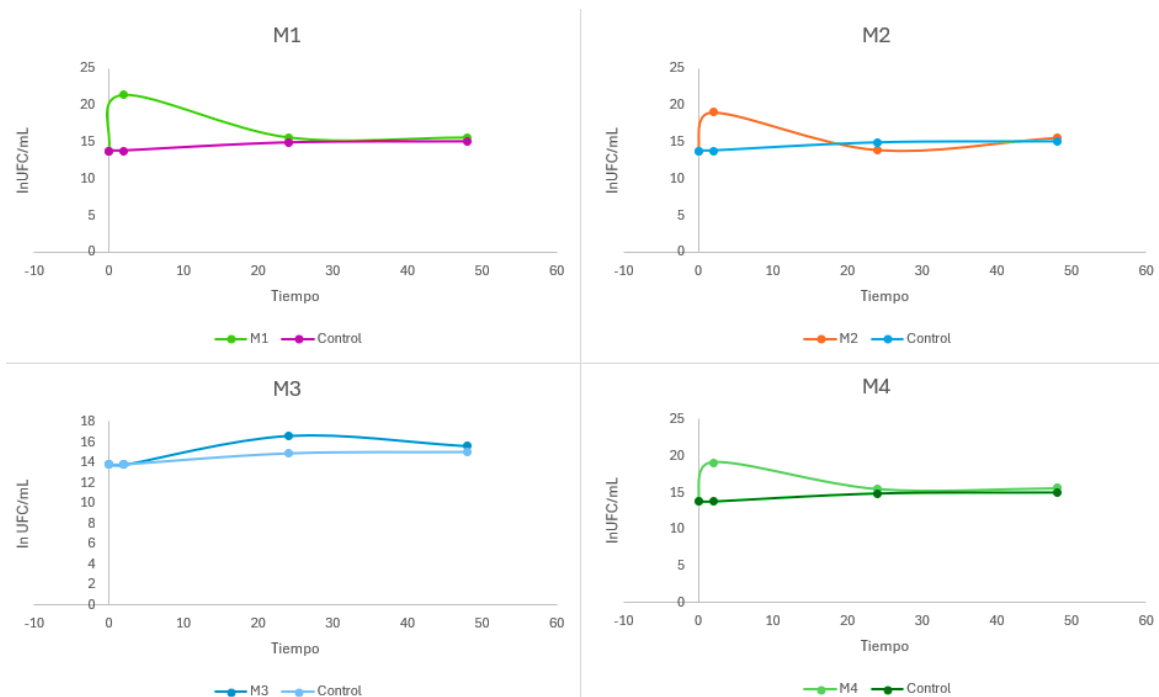


Figura.1 Curvas de crecimiento de las 4 muestras comparado con el grupo control a las 0,2,24 y 48 h.

Discusión

Cuando se determinó la cuenta inicial y pasadas las dos horas de incubación en el ensayo que no contenía antioxidantes del maíz se puede observar que no hubo cambio en las UFC es decir la presencia de sales minerales y los sustratos de la materia fecal permitieron que se mantuviera la viabilidad de los microorganismos presentes. Podemos decir que se encuentra en fase de latencia ya que en esta fase en las bacterias se adaptan al medio de cultivo y comienzan a crecer lentamente. Por el contrario, a las 2 horas, se observaron diferencias en la muestras M1, M2 y M3, aumentando tres dos y dos ciclos logarítmicos el crecimiento microbiano respectivamente, esto probablemente debido a la presencia de los antioxidantes del maíz. La muestra tres se comportó igual que el control al tiempo cero.

A las 24 horas de incubación, el crecimiento bacteriano permaneció constante para el control. Sin embargo, las muestras M1 y M2 disminuyeron tres y dos ciclos logarítmicos respectivamente lo que puede indicar que se encuentran en fase estacionaria o de muerte celular ya que este comportamiento permanece hasta las 48 h de incubación. Por el contrario, la muestra M3 incremento su crecimiento lo que puede indicar que las células se encuentran en fase logarítmica. La muestra M4 permaneció constante indicando que posiblemente las

células aún se encuentran en fase logarítmica ya que a las 48 h se observa una disminución del crecimiento por lo que ahora se podría considerar que las células se encuentran en fase estacionaria o de muerte celular. Este mismo comportamiento es mostrado por las células de la muestra M3. Por lo tanto, se puede decir que las muestras de antioxidantes de diferentes maíces favorecen el crecimiento de la microbiota intestinal. Las muestras M1 y M2 son las que parece favorecen la velocidad de crecimiento de los microorganismos de la microbiota intestinal, lo que claramente debe estar asociado con el tipo de maíz del cual proviene los antioxidantes estudiados en este trabajo.

Los resultados del ANOVA mostraron diferencias significativas (<0.001) en el crecimiento bacteriano entre los grupos, lo que sugiere que los antioxidantes del maíz y la cisteína tienen un efecto significativo en el crecimiento bacteriano en condiciones de anaerobiosis y a 37 °C.

La prueba de Tukey determina que los grupos M1 y M4 son significativamente diferentes que el grupo control ($p<0.05$) La prueba de Tukey mostró que los grupos M1 y M4, que contenían antioxidantes del maíz y cisteína, respectivamente, tuvieron un crecimiento bacteriano significativamente mayor que el grupo control. Esto sugiere que los antioxidantes del maíz y la cisteína pueden ser utilizados como promotores del crecimiento bacteriano en condiciones de anaerobiosis y a 37 °C. Los resultados sugieren que M1 y M4 tienen un efecto significativo en el crecimiento bacteriano, especialmente en las primeras etapas. Sin embargo, es importante considerar que M3 no mostró un crecimiento significativo en ningún momento.

Conclusión

Este estudio demostró que los antioxidantes del maíz tienen un efecto significativo en el crecimiento de la microbiota intestinal. Las muestras M1 y M2 mostraron un crecimiento bacteriano acelerado en las primeras etapas, mientras que la muestra M3 presentó un crecimiento retardado. A las 24 y 48 horas, las muestras M1 y M2 entraron en fase estacionaria o de muerte celular, mientras que la muestra M3 y M4 continuaron creciendo. Los resultados del ANOVA y la prueba de Tukey confirmaron diferencias significativas entre los grupos, destacando el papel promotor del crecimiento bacteriano de los antioxidantes del maíz y la cisteína en condiciones de anaerobiosis y a 37°C. Estos hallazgos sugieren que los antioxidantes del maíz podrían ser utilizados para mejorar la salud intestinal y promover el crecimiento de microorganismos beneficiosos.

Bibliografía:

Álvarez, J., Real, J. M. F., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., de Pipaón, M. S., & Sanz, Y. (2021). Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, 44(7), 519-535.

Arroyo, J., Raez, E., Rodríguez, M., Chumpitaz, V., Burga, J., De la Cruz, W., & Valencia, J. (2007). Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays* L.) en ratas hipercolesterolémicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 24(2), 157-162.

Arumugam, M., Raes, J., Pelletier, E., Le Paslier, D., Yamada, T., Mende, D. R., ... & Bork, P. (2011). Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature*, 473(7346), 174-180. doi: 10.1038/nature09944

Burge, R. M., & Duensing, W. J. (1989). Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. *Cereal foods world (USA)*.

Chan-Chan, M., Moguel-Ordóñez, Y., Gallegos-Tintoré, S., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2021). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína (QPM) desarrolladas en Yucatán, México. *Biotechnia*, 23(2), 11-21.

Elisa, D. H., Marcela, G. M., Alejandra, G. U. J., & Elena, D. H. M. (2022). The nutraceutical value of maize (*Zea mays* L.) landraces and the determinants of its variability: A review. *Journal of Cereal Science*, 103, 103399.

Esparza, L. M. A., Gómez-Rodríguez, V. M., Vega, H. R., Estrada, S. H., Hernández-Villaseñor, L. A., & de la Mora, B. Z. V. (2024). Propiedades nutricionales, fisicoquímicas, funcionales, compuestos fenólicos y actividad antioxidante de harinas de tres accesiones de maíz azul nativo de México. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(1), 23-39.

Guzzon, F., Arandía Rios, L. W., Caviedes Cepeda, G. M., Céspedes Polo, M., Chavez Cabrera, A., Muriel Figueroa, J., ... & Pixley, K. V. (2021). Conservation and use of Latin American maize diversity: Pillar of nutrition security and cultural heritage of humanity. *Agronomy*, 11(1), 172.

Hu, Q. P., & Xu, J. G. (2011). Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(4), 2026–2033. doi: 10.1021/jf103939x

Icaza-Chávez, M. E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de Gastroenterología de México*, 78(4), 240-248.

Mayorga Reyes, L., Gonzalez Vazquez, R., Cruz Arroyo, S. M., Melendez Avalos, A., Reyes Castillo, P. A., Chavaro Perez, D. A., ... & Azaola Espinosa, A. (2016). Correlation between diet and gut bacteria in a population of young adults. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(4), 470-478.

Méndez-Montealvo, G., Solorza-Feria, J., del Valle, M. V., Gómez-Montiel, N., Paredes-López, O., & Bello-Pérez, L. A. (2005). Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México. *Agrociencia*, 39(3), 267-274.

Méx-Alvarez, R., Bolívar-Fernández, N., Garma-Quen, P., Tut-Heredia, J., & Romero-Guillén, K. (2013). Actividad antioxidante de cinco variedades de maíz cultivadas en Campeche, México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(6), 558-571.

Muñiz Rodríguez, P. (2009). Contribución a la salud de los alimentos con compuestos antioxidantes. *Revista Electrónica de Biomedicina*, 1, 6-9.

Ojeda, P., Bobe, A., Dolan, K., Leone, V., & Martinez, K. (2016). Nutritional modulation of gut microbiota—The impact on metabolic disease pathophysiology. *The Journal of nutritional biochemistry*, 28, 191-200.

Salinas, Y., García, C., Coutiño, B., Vidal, V. (2013). Variabilidad en contenido y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones mexicanas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3), 285-294.

Salinas-Moreno, Y., Pérez-Alonso, J. J., Vázquez-Carrillo, G., Aragón-Cuevas, F., & Velázquez-Cardelas, G. A. (2012). Antocianinas y actividad antioxidante en maíces (*Zea mays* L.) de las razas Chalqueño, Elotes Cónicos y Bolita. *Agrociencia*, 46(7), 693-706.

Serna-Saldívar, S. O., Gutiérrez-Uribe, J. A., Mora-Rochin, S., & García-Lara, S. (2013). Potencial nutracéutico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. *Revista fitotecnia mexicana*, 36, 295-304.

Silva Barrera, C. L., Cote Daza, S. P., & Barón Chivara, J. A. (2022). Importancia del maíz en el turismo gastronómico en cuatro municipios de Cundinamarca, Colombia. *Equidad & Desarrollo*, 40, 169-190.

Siyuan, S., Tong, L., & Liu, R. (2018). Corn phytochemicals and their health benefits. *Food Science and Human Wellness*, 7(3), 185-195.

Palacios-Rojas, N., McCulley, L., Kaeppler, M., Titcomb, T. J., Gunaratna, N. S., Lopez Ridaura, S., & Tanumihardjo, S. A. (2020). Extracción de la diversidad del maíz y mejora de sus aspectos nutricionales en los sistemas agroalimentarios. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(3), 1809–1834.

Zhao, X., Zhang, C., Guigas, Y., Ma, Y., Corrales, M., Tauscher, B., & Hu, X. (2009). Composition, antimicrobial activity, and antiproliferative capacity of anthocyanin extracts of purple corn (*Zea mays* L.) from China. *European Food Research and Technology*, 228(5), 759–765.

of purple corn (*Zea mays* L.) from China. *European Food Research and Technology*, 228(5), 759–765.

Zilic, S., Serpen, A., Akillioglu, G., Gökmen, V., & Vancetovic, J. (2012). Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(3), 1224–1231

Aprobado por:



Asesor: Dr. LINO MAYORGA REYEZ

8491

**Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento
Sistemas Biológicos, Laboratorio de Biotecnología N-104**



Asesor: Dra. RAQUEL GONZALEZ VAZQUEZ

No. Eco. 09165459

**CONACYT-Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco,
Departamento Sistemas Biológicos, Laboratorio de Biotecnología N-104**



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
Actividades de Servicio Social
Calendario

Objetivo	Actividades a realizar	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE
Realizar el protocolo	Investigación del protocolo	X					
Preparar la determinación de	Montaje de técnica para la		X				
	determinación de UFC						
Conseguir el consentimiento informado	Elaboración de un consentimiento informado						
	para la solicitud de muestras para investigación.			X			
Obtener muestras fecales	Obtención de materia fecal			X			
Determinar el efecto del medio de cultivo del crecimiento de bacterias de la microbiota	Determinación del efecto del medio de cultivo en el crecimiento de bacterias de la microbiota intestinal			X	X		
	Determinación del efecto del medio de disolución de extractos antioxidantes en el crecimiento de bacterias de la microbiota			X	X		
Determinar el efecto de extractos de antioxidantes del maíz en el crecimiento de bacterias de la microbiota intestinal	Determinación del efecto de extractos de antioxidantes del maíz en el crecimiento de bacterias de la microbiota intestinal				X		
	Redactar resultados y conclusiones					X	
Entregar el informe final	Resultados y conclusiones Elaboración y entrega de informe final					X	X