

## Estudio Comparativo de la microbiota aislada del Hongo Kombucha y su uso en la elaboración de alimentos fermentados para Síndrome metabólico

González-Téllez SV<sup>a</sup>, Vázquez Olivares DA<sup>a</sup>, Espinosa-Raya J<sup>b</sup>, Gómez-Pliego R<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias Biológicas, Sección de Ciencias Biológicas y de la Salud, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-Universidad Nacional Autónoma de México, Campo No. 1. Av. 1 de mayo S/N, Colonia, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México. C.P. 54740.

<sup>b</sup> Laboratorio de Farmacología Conductual, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, Plan de San Luis y Díaz Mirón s/n, C.P. 11340, Ciudad de México.

\*ragopli@yahoo.com.mx

### RESUMEN:

El hongo Kombucha esta formado por un consorcio de levaduras y bacterias y se utiliza para dar origen a una bebida fermentada a la cual se atribuyen propiedades hipoglucemiantes, antiinflamatorias, antihipertensivas, antioxidantes, etc., ésta bebida se obtiene de la fermentación de una infusión de té negro o verde con azúcar. Dicho consorcio ya ha sido caracterizado en diferentes países del mundo, sin embargo en México no existen reportes que indiquen que microorganismos lo conforman, se ha documentado que la composición del hongo Kombucha cambia dependiendo de las condiciones climatológicas donde se cultive. En esta investigación se aislaron 15 cepas del hongo Kombucha y mediante pruebas bioquímicas primarias y secundarias se identificó el género y especie, por las propiedades que poseen, no patógenas, formación de compuestos aromáticos y compuestos bioactivos, estas pudieran ser usadas en la elaboración de nuevos alimentos fermentados nutraceuticos con aplicaciones para Síndrome metabólico y Diabetes mellitus tipo 2. Finalmente, se realizó una revisión bibliográfica y se comparó la composición del hongo Kombucha cultivado en la FESC-UNAM, México con lo reportado en otros países..

### Palabras clave:

Hongo Kombucha, *Medusomyces gisevi*, probiótico, bebida fermentada, síndrome metabólico. Té Kombucha.

### ABSTRACT:

The tea fungus is formed by a consortium of yeasts and bacteria and is used to give rise to a fermented drink to which are attributed hypoglycemic, anti-inflammatory, antihypertensive, antioxidant, etc.. This beverage is obtained from the fermentation of an infusion of black or green tea with sugar. This consortium has already been characterized in different countries of the world, however in Mexico there are no reports that indicate which microorganisms make it. It has been documented that the composition of the fungus Kombucha changes depending on the weather conditions where it is grown. In this research, 15 strains of the Kombucha fungus were isolated and by means of primary and secondary biochemical tests the genus and species were identified, due to the properties they possess, non-pathogenic, formation of aromatic compounds and bioactive compounds, these could be used in the elaboration of new fermented nutraceuticals with applications for metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus. Finally, a bibliographic review was carried out and the composition of the Kombucha fungus cultivated in the FESC-UNAM, Mexico was compared with that reported in other countries..

Keywords:

Tea fungus, *Medusomyces gisevi*, probiotic, fermented drink, metabolic syndrome. Kombucha tea

**Área:** Microbiología y biotecnología.

### INTRODUCCIÓN

El té kombucha es una bebida producida de la fermentación de té negro o verde y azúcar, en conjunto con un consorcio de levaduras y bacterias inmersas en una matriz de celulosa llamado hongo Kombucha, cuyo nombre científico es *Medusomyces gisevi*. Se originó en China en el 220 a.C., donde el “Divino Che” lo utilizó por sus propiedades de desintoxicación y energización (Roche J, 1998). En el año 414 a.C. el Doctor Kombu trajo el hongo del té de Japón a Corea para tratar los problemas del Emperador. El té kombucha fue introducido a Rusia

por mercantes orientales, luego se propagó por Europa del este y después por el resto del continente en este mismo siglo (Mohammadshirazi A et al., 2016).

Para que el hongo Kombucha pueda reproducirse, es necesario que el medio tenga la cantidad suficiente de azúcar y se recomienda usar hojas de té negro para que se reproduzca más rápido. Algunos autores reportan que la adición de teofilina y teobromina al medio estimula el crecimiento del hongo (Fontana et al., 1991). Los productos de fermentación identificados han sido distintos ácidos (láctico, acético, glucónico y glucurónico) etanol y glicerol. También se han detectado vitaminas, antibióticos y aminoácidos (Dufresne & Farnworth, 2000). La concentración de estos productos dependerá del tiempo y del lugar en el que se lleve a cabo la fermentación.

La composición microbiana del hongo kombucha ha sido estudiada anteriormente en diferentes países. Hasta ahora se ha reportado que dicho consorcio está conformado por bacterias acéticas, dentro de las que se encuentra *Acetobacter xylinum* (Balentine, 1997), *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum* (Reiss J., 1994), *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus* (Liu Q. et al., 1996) y *Gluconobacter* (También se han sido identificadas levaduras como *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii* (Balentine D., 1997; Liu Q. et al. 1996; Maysen P. et al. 1995), *Brettanomyces intermedius*, *Candida*, *Candida famata*, *Mycoderma*, *Mycotorula*, *Pichia membranaefaciens*, *Torula*. Cabe mencionar que estos son los géneros y las especies reportadas en los artículos citados, sin embargo, la composición del hongo kombucha difiere del lugar de origen del mismo.

El objetivo de esta investigación fue caracterizar al hongo Kombucha producido por Kombucha México y cultivado en FESC-UNAM. Al final de la investigación, se aislaron e identificaron 15 colonias diferentes de las cuáles se lograron identificar bacterias (*Acetobacter xylinum*, *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus* y levaduras (*Schizosaccharomyces pombe*, *Brettanomyces bruxellensis* y *Saccharomyces ludwigii*), tomando en cuenta que la composición del consorcio depende de las condiciones ambientales en las que se hagan crecer. en el que se lleve a cabo la fermentación, así como, reconocer cuáles son los beneficios que brinda cada microorganismo al té de Kombucha, tomando en cuenta los compuestos que producen. Consideremos que al té de Kombucha se le han atribuido múltiples beneficios, entre ellos el mejoramiento de la digestión, su actividad laxante, alivio de los dolores causados por la artritis, propiedades antimicrobianas, como tratamiento del estrés y el cáncer. Otros estudios y testimonios afirman que la Kombucha también puede prevenir enfermedades cardiovasculares, reforzar el sistema inmunológico y reducir los problemas de inflamación (Mohammadshirazi & Kalhor, 2016). Dichos beneficios podrían contribuir al tratamiento de enfermedades de gran impacto en la población mexicana, tales como Síndrome Metabólico y Diabetes Mellitus Tipo II.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Hongo Kombucha:** El hongo kombucha utilizado fue originado en el Estado de Hidalgo, México

**Crecimiento del Hongo Kombucha.** En un litro de agua, se inocularon 12 g de Scoby, 80 g de azúcar y 7.2 g de té negro o verde, se dejó fermentar durante 5 días.

**Aislamiento e identificación:** Para aislar las colonias, se tomaron 0.2 g del consorcio, se colocó en un tubo con caldo nutritivo y se incubó 24 horas a temperatura ambiente (Muestra A). Posteriormente, se realizó un sembrado masivo en cajas Petri de la muestra A empleando los siguientes medios de cultivo: Agar Soya Trypticase (AST), Agar Sales Manitol (ASM), Agar McConkey (AMC) y Agar Dextrosa Sabouraud (SDA). Estos sembrados se realizaron por triplicado y se incubó una caja de cada medio a 28°C y la otra a 35°C. Las colonias obtenidas en las cajas Petri fueron aisladas por el método de estría americana en los medios AST, ASM, AMC, SDA. Se comprobó que las colonias estaban aisladas mediante la morfología macroscópica y colonial. Se hicieron las pruebas primarias (catalasa, oxidasa y O/F) y secundarias (SIM, MR-VP, Nitratos y Gelatina) a las colonias puras obtenidas. Posteriormente, se hizo una investigación bibliográfica para identificar las especies de las colonias obtenidas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se pueden apreciar los resultados experimentales de las pruebas bioquímicas primarias y secundarias, así como la morfología colonial y bacteriana de cada cepa aislada.

**Tabla I.** Morfología colonial, morfología bacteriana y pruebas bioquímicas primarias y secundarias se las colonias aisladas del hongo Kombucha.

Cepa y Medio de cultivo	Morfología colonial	Morfología bacteriana	Gram	Catalasa	Oxidasa	O/F	Gelatina	Nitratos	MR/VP	Sulfídrico	Indol	Motilidad
1 SM	Circular, pulvinada, entera, lisa y cremosa y blanca	Bacilos largos con bordes rectos en cadena	+	++	-	-/-	+	-	+/-	-	-	-
2 SM.	Irregular, convexa, entera, lisa, cremosa, amarilla	Bacilos largos con bordes rectos en cadena	+	+	-	-/-	+	-	+/-	-	-	-
3 AST	Irregular, umbonada, ondulado, rugosa, seca, blanca	Bacilos cortos en cadena	+	+	+	-/-	+	-	-/+	-	-	-
4 SM	Irregular, plana, entera, lisa, blanca y brillante	Bacilos largos con bordes rectos en cadena	+	++	-	-/-	+	-	+/-	-	-	-
5 SM	Irregular, plana, entera, lisa, blanca y brillante	Bacilos largos con bordes rectos en cadena	+	++	-	-/-	+	-	+/-	-	-	+
6 AST	Puntiforme, plana, entera, cremosa, blanca, lisa, traslucida	Bacilos pequeños con bordes redondos en racimo	+	+	+	-/-	+	-	+/-	-	-	-
7 SDA	Circulares, pulvinada, borde entero, lisa, cremosa, amarilla traslucida	Bacilos cortos empalizados y en cadena.	+	++	-	-/-	+	-	-/+	-	-	-

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

8 SDA	Irregular, plana, entera, cremosa, blanca, lisa, opaca	Bacilos cortos en cadena y diplobacilos.	+	++	-	-/-	-	+	+/-	-	-	+
9 AST	Umbonada con bordes irregulares y superficie membranosa y blanca	Bacilos cortos con bordes redondeados empalizados.	+	+	+	-/-	+	-	-/+	-	-	-
10 SM	Circular, pulvinada, entera, lisa, cremosa, beige y opaca.	Bacilos largos en cadena largas y cortas.	+	+	-	- /d	+	-	+/-	-	-	-
11 AST	Irregular, cereb roicerebroide, ondulado, plegado, membranosa y brillante	Bacilos largos, esporulados empaliados y en racimo	-	+	+	-/-	-	-	+/-	-	-	+
12 SM	Circular, pulvinada, entera, lisa, cremosa, beige (fermenta manitol)	Bacilos largos con bordes rectos en cadena	+	+	-	- /d	+	-	+/-	-	-	+
13 SM	Irregular, umbonada, ondulado, rugosa, cremosa, blanca. (fermenta manitol)	Bacilos cortos con bordes rectos en cadenas largas.	+	++	-	-/-	+	-	+/-	-	-	-
14 AST.	Borde circular, umbonada, entera, cremosa, blanca y rugosa	Bacilos largos bordes redondeados en cadena	+	+	+	-/-	+	-	+/-	-	-	+
15 SM	Irregular, umbonada, entero, membranosa, cremosa, blanca	Bacilos largos con bordes rectos en cadenas largas.	+	+	-	-/-	+	-	+/-	-	-	+

Por otro lado, se realizó una investigación biblio-hemerográfica, para conocer cuáles microorganismos han sido identificados en el hongo Kombucha en diferentes países. A continuación, se enlistan los países y los datos de origen para cada investigación, los cuales se recopilan en la **Tabla II**.

- **Australia.** Food Science and Technology, School of Chemical Sciences, University of New South Wales, Sydney NSW 2052, Australia.
- **Estados Unidos.** Department of Cell and Molecular Biology, Tulane University, New Orleans, LA 70118, USA.
- **Serbia.** University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia and Montenegro.
- **Suiza.** Institut fur Lebensmittelwissenschaft, Labor fur Lebensmittelmikrobiologie, ETH-Zurich, Schmelzbergstr. 9, CH-8092 Zurich, Switzerland.
- **Túnez.** Laboratoire d'Analyse, Traitement et Valorisation des Polluants de l'Environnement et des Produits, Faculté de Pharmacie, rue Avicenne, 5000 Monastir, Tunisia.

Según los datos reportados en la literatura, los microorganismos que más recurrentes en las investigaciones consultadas son: *Zygosaccharomyces bailli*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Acetobacter xylium*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ludwigii* y *Brettanomyces bruxellensis*

<b>Tabla II.</b> Microorganismos de hongo Kombucha reportados en diferentes países.				
Suiza.	Túnez.	Estados Unidos.	Australia	Serbia.
<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	<i>Acetobacter xylium</i> (Balentine, 1997)	<i>Acetobacter xylium</i>	<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Acetobacter xylium</i>	<i>Acetobacter aceti</i>	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	<i>Saccharomyces ludwigii</i>
<i>Acetobacter aceti</i>	<i>Acetobacter pasteurianus</i> s (Liu, Hsu, Lee, & Liao, 1996)	<i>Bacterium gluconicum</i>	<i>Candida stellata</i>	<i>Acetobacter</i>
<i>Acetobacter pasteurianus</i> (Steiger and Steinegger 1957)	<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	<i>Saccharomyces ludwigii</i>	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	<i>Saccharomyces bisporus</i> (Markov et al. 2001)
	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	<i>Pichia fermentans</i> (Stamets, 1995)	<i>Torulospora delbruecki</i> (Jankovic and Stojanovic, 1994; Frank, 1995; Mayser et al., 1995; Liu et al., 1996).	
	<i>Bacterium gluconicum</i> (Reiss, 1994)			
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			
	<i>Saccharomyces ludwigii</i>			
	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>			
	<i>Brettanomyces lambicus</i>			
	<i>Brettanomyces</i>			

	<i>custersil</i>			
--	------------------	--	--	--

En las **Tabla III y IV**, se reportan las pruebas bioquímicas primarias y secundarias usadas para la identificación (género y especie) de los microorganismos mencionados.

<b>Tabla III.</b> Pruebas bioquímicas primarias para los diferentes microorganismos reportados en la literatura de los países.							
Microorganismo	Morfología colonial	Morfología microscópica	Gram	Catalasa	Oxidasa	O	F
<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	X	Esféricas a elipsoidal solos o en pares	+	X	X	X	X
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Circulares, enteras, amarillas y palidas	Elipsoide/esporulada	NA	X	X	X	X
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Circulares, blancas, cremosas y enteras	Ovoide	NA	X	X	X	X
<i>Saccharomycodes ludwigii</i>	Cremoso, casi liso, semi brillante convexo con borde irregular	Cilindricas	NA	X	X	X	X
<i>Acetobacter xylium</i>	Colonias grandes, viscosas y pálidas	Bacilos en pares, cadena o pequeños grupos	+	+	-	X	X
<i>Acetobacter aceti</i>	Colonias grandes, viscosas y pálidas	Bacilos cortos, en cadena o solos	+	+	-	X	X
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	Colonias grandes, viscosas y pálidas	Bacilos en pares, cadena o pequeños grupos	+	+	-	X	X
<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	Puntiformes, cremosas y blancas	Ovoide	NA	X	X	X	X

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

<i>Pichia fermentan</i>	Color crema o amarillento	Forma ovoide o elipsoidal en parejas o cadenas cortas	X	X	X	X	X
-------------------------	---------------------------	---	---	---	---	---	---

**X: No reportado**

**NA: No aplica**

**Tabla IV.** Pruebas bioquímicas secundarias para los diferentes microorganismos reportados en la literatura de los países.

Microorganismo	Gelatina	Nitratos	MR	VP	Sulfhídrico	Indol	Motilidad
<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	-	-	-	+	X	X	X
<i>Schizosaccharomices pombe</i>	X	-	-	+	-	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	-	+	-	X	X
<i>Saccharomycodes ludwigii</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Candida stellata</i>	-	-	-	+	-	-	X
<i>Torulospora delbrueckii</i>	-	-	X	X	-	-	X
<i>Bacterium gluconicum</i>	-	-	X	X	-	-	X
<i>Acetobacter xylium</i>	+	-	+	-	-	-	+
<i>Acetobacter aceti</i>	X	-	+	-	-	-	+
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	-	+	+	-	-	-	+
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	X	-	+	-	-	-	X
<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	X	+	-	+	-	-	X
<i>Brettanomyces lambicus</i>	X	+	-	+	-	-	+
<i>Pichia fermentans</i>	-	-	-	+	X	X	X

**X: No reportado**

Gracias a lo reportado en la literatura y a las pruebas que realizamos, se determinaron las bacterias y levaduras presentes en el hongo Kombucha empleado en esta investigación.

**Tabla V.** Identificación de los microorganismos en el hongo Kombucha.

Cepa	Medio	Especie identificada
1, 2, 4, 5, 10, 13, 15, 12	SM	<i>Acetobacter xylium</i>
3, 9	AST	<i>Saccharomycodes ludwigii</i>
6	AST	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>

7	SDA	<i>Schizosacaromices pombe</i>
8	SDA	<i>Acetobacter aceti</i>
11	AST	<i>Acetobacter pasteurianus</i>

*Acetobacter aceti* se trata de una bacteria que presenta movimiento gracias a sus flagelos (motilidad: +), no tiene la capacidad de producir enzimas de tipo proteolíticas (gelatinasas) que hidrolizan la gelatina (gelatina: +). Su proceso metabólico es bien conocido por producir ácido acético en grandes cantidades. *Acetobacter xylium* es una bacteria con la capacidad de producir celulosa a partir de glucosa y a esta se le atribuye la formación de la matriz celulósica característica del hongo kombucha. Presenta gelatinaza (gelatina: +) y no tiene la capacidad para separar indol a partir de L-triptofano. Al igual que *Acetobacter aceti* es aerobio por lo que no tiene la capacidad de reducir los nitratos (nitratos: -). *Acetobacter pasteurianus* presenta una respiración anaerobia por lo que utiliza nitrato como aceptor final de electrones (Nitratos: +). Las bacterias acéticas tienen un metabolismo estrictamente aerobio, es decir que para su desarrollo necesitan disponer de oxígeno molecular, que actúa como aceptor final de electrones. La fuente de carbono es también un factor importante para el crecimiento bacteriano y dependiendo de ésta utilizan diferentes rutas metabólicas, con intermediarios y productos finales distintos.

El producto mayoritario de la fermentación es el ácido acético, utilizando glucosa como fuente de carbono. Otros productos de la fermentación son los ácidos glucónico, glicérico, glicólico y succínico (Ribéreau Gayón et al. 2003). Los géneros *Acetobacter* pueden llevar a cabo la oxidación completa, aunque la presencia de glucosa/fructosa o etanol reprimen el funcionamiento de esta ruta metabólica y por tanto, ésta se dará sólo cuando se hayan consumido completamente las fuentes de carbono presentes en el medio (Saeki et al. 1997), lo que justifica que en la literatura se reporte la presencia de ácidos orgánicos presentes en el té de Kombucha.

*Acetobacter xylinium* es productor de celulosa bacteriana. La celulosa bacteriana tiene ventajas sobre la celulosa vegetal debido a que se caracteriza por ser químicamente pura, libre de lignina y hemicelulosa, como también por sus fibras ultra finas, alta fuerza mecánica, biodegradabilidad, capacidad para absorber agua y altamente cristalina (Chawla et al. 2009). La celulosa bacteriana tiene ventajas sobre la celulosa vegetal debido a que se caracteriza por ser químicamente pura, libre de lignina y hemicelulosa, como también por sus fibras ultra finas, alta fuerza mecánica, biodegradabilidad, capacidad para absorber agua y altamente cristalina (Chawla et al. 2009).

*Schizosacaromices pombe* se trata de una levadura con la capacidad de producir etanol (MR: +) y presenta una respiración aerobia (Nitratos: -).

La cepa 7D1 se identificó como la levadura *Saccharomyces ludwigii*. La morfología colonial coincide con la reportada en la literatura, que son colonias convexas con borde irregular, lisas, cremosas y semibrillantes. Posee la enzima gelatinasa y durante la fermentación produce alcoholes superiores (isobutanol, isoamil alcohol, etil acetato) por lo que los resultados de la prueba MR/VP fueron (-/+). Esta especie de levadura no-*Saccharomyces* convierte los azúcares en etanol, dióxido de carbono y en un sin número de compuestos volátiles y no volátiles que contribuyen a la composición química y sensorial de las bebidas que fermentan como isobutanol, isoamil alcohol, etil acetato y ácido acético (Jolly et al. 2006; Fleet et al. 1992; Lambrechts et al. 2000; Swiegers et al. 2005). Por lo tanto *Saccharomyces ludwigii* confiere propiedades organolépticas al té Kombucha.

Los resultados obtenidos demostraron que la cepa MO6 se trataba de *Brettanomyces bruxellensis*, su respiración es anaerobia (Nitratos: +) y produce etanol como producto de su metabolismo (VP: +) y su morfología microscópica es semi-esférica. Esta levadura estimula la producción de etanol y ácido acético en condiciones aeróbicas (Scheffers y Wiken, 1969), lo que es vital para el aumento de la biomasa celular en la fermentación con Hongo Kombucha.

### Propiedades benéficas de los productos del metabolismo de los microorganismos identificados.

El **ácido acético** producido *Acetobacter xylium*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* tiene diferentes beneficios para la salud, entre los cuales se encuentran:

*Propiedades Antimicrobianas:* cuando se añade a los alimentos, el ácido acético pasa a las membranas celulares para matar las bacterias. Un estudio encontró que el ácido acético es letal para la bacteria *E. coli*.

*Efectos Anti-Diabéticos:* Se cree que el ácido acético puede reducir el azúcar en la sangre al prevenir la completa digestión de carbohidratos complejos, que se lleva a cabo ya sea mediante la aceleración del vaciado gástrico o por el aumento de la captación de glucosa por los tejidos corporales. El vinagre puede inactivar algunas de las enzimas digestivas que descomponen los carbohidratos en el azúcar, lo cual ralentiza la conversión de carbohidratos complejos en azúcares de un alimento en su torrente sanguíneo. Esto le da a su cuerpo más tiempo para sacar el azúcar de su sangre, evitando que sus niveles de azúcar se eleven.

*Pérdida de Peso:* El ácido acético puede ayudar a perder peso, ya que parece tener un efecto anti-obesidad al aumentar la saciedad y reducir la cantidad total de alimentos consumidos. También parece ayudar a bajar la presión arterial. Un estudio mostró que el ácido acético podría reducir el colesterol en ratas de laboratorio, mientras que otro estudio en ratas encontró que la presión arterial podría disminuirse.

*Acidez y el Reflujo Ácido:* El reflujo ácido por lo general resulta por tener MUY POCO ácido en el estómago. Ingerir ácido acético paulatinamente podría mejorar fácilmente el contenido ácido en el estómago.

*Lesiones:* El consumo de bacterias de ácido acético también puede ayudar a reducir el daño muscular causado por la inflamación después del ejercicio.

*Salud Cerebral:* Se ha sugerido que el consumo de ácido acético podría mejorar la función cognitiva en los seres humanos, y las investigaciones muestran que las bacterias del ácido acético, de hecho, producen precursores importantes de bloques de construcción en tejidos cerebrales llamados esfingolípidos.

*Aumenta la Absorción de Nutrientes:* Al igual que otros ácidos, el ácido acético puede aumentar la absorción de minerales importantes de los alimentos que consume. Por lo tanto, es posible que su consumo mejore la capacidad del cuerpo para absorber los minerales esenciales que se encuentran bloqueados en los alimentos.

El **glicerol** producido por *Saccharomyces ludwigii* una vez ingerido, es absorbido e incrementa la concentración (osmolaridad o tonicidad) del fluido en la sangre y en los tejidos. El glicerol ha sido utilizado para tratar la inflamación del cerebro (edema cerebral) o de los ojos (glaucoma) (Frank, Nahata y Hilty 1981). Debido a que el glicerol no penetra fácilmente en el cerebro y los ojos, el incremento en la concentración de glicerol en la sangre ayuda a remover el exceso de fluidos desde estos órganos por un proceso conocido como osmosis. Estas aplicaciones clínicas de la ingesta de glicerol explican dos de los principales efectos secundarios para los atletas: los dolores de cabeza y la visión borrosa, como resultado de la reducción de fluidos en el cerebro y los ojos (Freund y cols 1995).

Cuando se consume de forma oral (glicerina) se metaboliza lentamente en el hígado y en los riñones, y combinado con fluidos, aumenta la presión osmótica mejorando así la retención de fluidos. El glicerol, como polialcohol que es, no produce una respuesta de insulina elevada (índice glucémico bajo), sin embargo si puede transformarse en glucógeno, proporcionando al organismo una fuente de energía muy valiosa. Se le atribuye una densidad calórica similar a la de cualquier carbohidrato (4 Kcal./g), sin embargo, los estudios con polialcoholes, han demostrado que esta densidad calórica podría ser mucho menor (2 – 3.5 Kcal./g) dependiendo de los distintos polialcoholes y situaciones.

El **ácido glucurónico** *Brettanomyces bruxellensis* y *Schizosaccharomices pombe* producido por es el ácido del azúcar que se encuentra en la orina. Este ácido reúne toxinas, como las drogas y las hormonas que se encuentran en el hígado y ayuda a eliminarlas del cuerpo; es usualmente utilizado como desintoxicante. El ácido glucurónico junta a las toxinas y las hace más hidrosolubles para que se eliminen más fácilmente por la orina. También se une a las hormonas y las libera en todo el cuerpo. Además, colabora en la producción de ácido ascórbico.

## CONCLUSIÓN

Al final de la experimentación, logramos aislar e identificar seis especies de bacterias (*Acetobacter aceti*, *Acetobacter xylinum* y *Acetobacter pasteurianus*) y tres especies de levaduras (*Schizosaccharomyces pombe*, *Brettanomyces bruxellensis* y *Saccharomycodes ludwigii*), comparando los resultados experimentales (**Tabla VII**) con los reportados en la literatura, de esta manera caracterizamos el consorcio que se hizo crecer en FES-UNAM. Por lo tanto, comparando nuestros resultados con los reportados en la literatura, podemos concluir que las condiciones ambientales si influyen en la composición de *Medusomyces gisevi*. Así mismo, considerando el género y especie de los microorganismos identificados, como se mencionó anteriormente estos pueden ser utilizados para la producción de nuevos alimentos fermentados con propiedades nutracéuticas para el control de enfermedades relacionadas con Síndrome Metabólico y Obesidad.

### BIBLIOGRAFÍA

- Balentine, D. A., Wiseman, S. A., & Bouwens, L. C. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37, 693±704.
- Fontana, J.D., C.F. Valeria, S.J. De Souza, Lyra, N. & De Souza, A.M. (1991). Nature of plants stimulators in the production of *Acetobacter xylinum* ("tea fungus") biofilm used in skin therapy. *Applied Biochemistry Biotechnology*. 28/29: 341-351.
- Liu, Q., Wang, Y., Crist, K. A., Wang, Z. Y., Lou, Y. R., Huang, M. T., Conney, A. H., & You, M. (1998). Molecular epidemiology and cancer prevention. Effect of green tea on p53 mutation distribution in ultraviolet B radiation-induced mouse skin tumors. *Carcinogenesis*, 19, 1257±1262.
- Mayser, P., Fromme, S., Leitzmann, C., & Grunder, K. (1995). The yeast spectrum of the tea fungus kombucha. *Mycoses*, 38, 289±295.
- Mohammadshirazi, A. & BagheriKalhor, E. (2016). Energy and cost analyses of kombucha beverage production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55, 668–673.
- Reiss, J. (1994). Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 198, 258±261.
- Roche, J. The history and spread of kombucha (1998) ([http://www.trib.com\\_kombu/roche.html](http://www.trib.com_kombu/roche.html)).
- Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., & Teuber, M. 1995. Microbiology and fermentation balance in kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. *Systematic and Applied Microbiology*, 18, 590±594.
- Balentine, D. A. (1997). Special issue: tea and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8, 691e692.
- Reiss, J. (1994). Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 198, 258e261.
- Steiger, K. E., Stein egger, E.: Ober den Teepilz. *Pharm. Acta Helv.* 32, 133-154 (1957).
- Stamets, P. (1994-95) my adventures with the blob. *The Mushroom Journal*. Winter Issue: 5-9.
- Jankovic, I., Stojanovic, M., 1994. Microbial and chemical composition, growth, therapeutical and antimicrobial characteristics of tea fungus. *Mikrobiologija* 33, 25 – 34.
- Frank, G.W., 1995. *Kombucha: Healthy Beverage and Natural Remedy from the Far East*. Wilhelm Ennsthaler, Austria.
- Markov, S.L., Malbas̃a, R.V., Hauk, M.J. and Cvetkovic´, D.D., 2001, Investigation of tea fungus microbe associations. I. The yeasts, faculty of technology, Novi Sad, *Acta Periodica Tecnológica*, 32: 133–138.