

**ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL
PROGRAMA DEL DIPLOMA**

MONOGRAFÍA EN BIOLOGÍA

Efecto del aumento de temperatura en el proceso de fermentación del té negro a base *Manchurian fungus*

¿En qué medida las diferentes temperaturas (20°C, 25°C y 30°C) influirán en el proceso de fermentación del té negro a base de *Manchurian fungus*, en un periodo de 7 días?

Número de palabras: 3999

Código personal: hzc949

Esta Monografía debe referenciarse de la siguiente manera:

Miranda, G. (2020). *¿En qué medida las diferentes temperaturas (20°C, 25°C y 30°C) influirán en el proceso de fermentación del té negro a base de Manchurian fungus, en un periodo de 7 días?* [Trabajo de investigación. Monografía, Centro Educativo Particular San Agustín] Perú.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	03
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1 Antecedentes del estudio	03
1.2 Bases teóricas	
1.2.1 Kombucha.....	03
1.2.1.1 Utensilios.....	04
1.2.1.1.1 Utensilios.....	04
1.2.1.1.2 Ingredientes.....	04
1.2.1.2 Preparación.....	04
1.2.1.3 Composición microbiota.....	04
1.2.1.4 Efectos saludables y nutrientes.....	05
1.2.1.5 Fermentación.....	05
1.2.1.5.1 Alcohólica.....	05
1.2.1.5.2 Láctica.....	05
1.2.1.5.3 Acética.....	05
1.2.1.5.4 Productos de la fermentación.....	05
1.2.1.6 Efecto de factores en sobre la concentración de microorganismos.....	05
1.2.1.6.1 Tiempo de fermentación.....	05
1.2.1.6.2 Temperatura.....	06
1.2.1.7 pH de la Kombucha.....	06
1.2.1.7.1 Efecto de factores en el pH.....	06
1.2.1.7.1.1 El tiempo.....	06
1.2.1.7.1.2 Concentración de microorganismos.....	06
1.2.1.7.1.3 Concentración de té negro.....	06
1.2.1.7.1.4 Concentración de sacarosa.....	06
1.3 Métodos de investigación	
1.3.1 Análisis organoléptico	07
1.3.2 Análisis fisicoquímico.....	07
1.3.3 Análisis biológico.....	07
1.3.4 Análisis estadístico.....	07
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE RESULTADOS	
2.1 Procedimiento experimental	07
2.1.1 Preguntas de investigación.....	07
2.1.2 Variables.....	07
2.1.3 Hipótesis.....	07
2.1.4 Materiales.....	08
2.1.5 Procedimiento.....	08
2.1.6 Resultados.....	08
2.2 Discusión de los resultados.....	12
2.2.1 Análisis.....	12
CONCLUSIONES	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14

Efecto del aumento de temperatura en el proceso de fermentación del té negro a base *Manchurian fungus*

INTRODUCCIÓN:

Me enteré de la existencia de la Kombucha cuando mi mamá me dio un vaso de esta bebida diciéndome que me ayudaría a fortalecer mi sistema inmune, el cual es necesario para el contexto actual (Covid-19). Al indagar más, había varias fuentes que afirmaban lo que decía mi mamá. Sin embargo, me di cuenta de que podía llegar a ser dañino, y de que el control del pH era muy necesario. Pero, no muchas familias tienen un control riguroso de este. Por eso es necesario establecer rangos de días útiles y de interés por los consumidores, esos rangos serían los días donde la Kombucha mantenga un pH inocuo y en el cual se pueda aprovechar al máximo sus nutrientes, en tres escenarios diferentes (temperaturas).

En este trabajo se desarrollará la pregunta ¿En qué medida las diferentes temperaturas (20°C, 25°C y 30°C) influirán en el proceso de fermentación del té negro a base de *Manchurian fungus*, en un periodo de 7 días?, es decir, que mediré la influencia de las tres temperaturas (variable independiente) en la variación del pH y de masa (variables dependientes), teniendo como hipótesis y tesis que a una mayor temperatura (30°C) habrá un impacto en mayor medida en el proceso de fermentación pues hay un mayor aumento de concentración de microorganismos a temperaturas altas, haciendo que haya más microorganismos que conviertan los monosacáridos en ácidos y alcohol que reducen más el pH de la solución. A parte de la temperatura hay otros factores que alterarían los resultados, por ello tengo como variables de control el tipo (negro) y cantidad (90g) de té, cantidad de azúcar (210g), tiempo de fermentación (7 días) y la cantidad inicial de inóculos (un gramo)

Principalmente, hice uso de investigaciones de Paludo, N (2017), Neffe-Skocińska, K. et al. (2017) y la de Morales, L (2014).

CÁPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del estudio:

1.1.1 Paludo (2017):

Se basa en la comparación de la composición de la Kombucha al usar un sustrato alternativo (mate) y el tradicional (té verde).

1.1.2 Neffe-Skocińska et al, (2017):

Es una investigación que se enfoca en medir el contenido de ácido y efectos de las condiciones de fermentación en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de bebidas de té de Kombucha.

1.2 Bases teóricas:

1.2.1 Kombucha:

La Kombucha es una bebida no alcohólica de té con azúcar fermentado con *Manchurian fungus*. La fermentación sucede en un frasco, su contenido está dividido en dos partes: La capa flotante de celulosa (SCOBY) y el líquido agrio (Kombucha) (Stevens, 2003).

1.2.1.1 Utensilios e ingredientes:

1.1.2.1 Utensilios:

- Recipiente de vidrio transparente: pues no contiene plomo (cerámica) y no tiene químicos dañinos (plástico).
- Lienzo fino: impide el paso de polvo, microbios y patógenos en general del aire. (Rubio, 2012).

1.1.2.2 Ingredientes:

- Azúcar: Al usar azúcar integral se adquiere un té con poca acidez. Tiene sustancias (impurezas naturales como fragmentos de caña) que interfieren en el desarrollo normal del SCOBY y su metabolismo. Gran parte de la sacarosa aumentada al té es convertida en alcohol (etanol), que al 5to o 6to día emprende a ser transformado en ácido acético. (Stevens, 2003)
- Té negro: Estudios ejecutados han manifestado que la Kombucha hecha con té negro causa altas concentraciones de ácidos acético, láctico y glucónico. (Rubio, 2012). Está compuesto por polifenoles, xantinas, cafeína (estimulan a las bacterias a la síntesis de celulosa), taninos (inhibidor que reduce la cantidad de alcohol), entre otros. (Rubio, 2012 y Stevens, 2003).

1.2.1.2 Preparación:

Primero, preparar la infusión del té; se hierve el agua y el té por diez minutos, apagar la hornilla y dejar reposar diez minutos, de esta manera se extraen los taninos presentes en el té.

Después, colar la infusión y agregar el azúcar. Luego, colocarlo en un recipiente de vidrio, dejar que enfrié (Rubio, 2012 y Stevens, 2003), para agregar un 10% de Kombucha de la cantidad total que se va a preparar.

Finalmente, colocar el *Manchurian fungus* y se cubre la apertura del recipiente con el lienzo, que permita el paso del aire, pero no del polvo (Rubio, 2012).

1.2.1.3 Composición microbiota:

Al *Manchurian fungus*, se le conoce también como SCOBY, que por sus siglas en inglés significa: colonia simbiótica de bacterias y levaduras.

Los principales microorganismos son:

- Bacterias ácido-acéticas: *Acetobacter xylinum* (sintetiza una red celulósica que mejora la asociación entre microorganismos), *A. aceti*, *Acetobacter ketogenum*, *A. pasteurianum*, *Gluconobacter bluconicum*.
- Levaduras: *Schizosaccharomyces pombe*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Kloeckera apiculata*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Candida stellata*. Furthermore.

Además, otras especies de *Candida* y *Pichia* como la *Pichia fermentans*, que fermenta la glucosa produciendo ácido láctico (Dufresne et. al, 2000).

Se va formando en la superficie y toma la forma del envase donde se encuentre. Principalmente, parece un gel transparente que luego se convierte en una estructura gomosa y fuerte.

Se reproducen replicándose en cada elaboración de Kombucha y por cada nueva elaboración se van formando nuevas capas. (Rubio, 2012 y Stevens, 2003). Las levaduras van a morir si la temperatura en la que se encuentren es superior a 30°C. (Vázquez, 2007)

1.2.1.4 Efectos saludables y nutrientes:

Reduce el pH del estómago para el crecimiento de organismos beneficiosos y tiene propiedades inmunomoduladoras. Reducen la frecuencia de diarreas, ayudan al sustento de la integridad de las mucosas; modulan la inmunidad al impedir la translocación bacteriana, generan vitaminas y biotina. (Ferrer et. al, 2001).

1.2.1.5 Fermentación

Es un proceso protagonizado por bacterias, levaduras, enzimas, o células animales. Suceden tres tipos de fermentación durante la elaboración de la Kombucha.

1.2.1.5.1 Alcohólica

Es comprendido como un proceso anaeróbico. Las levaduras transforman los carbohidratos (glucosa, fructosa, sacarosa, etc.) en etanol, dióxido de carbono y ATP.

Este tipo de fermentación es un proceso exotérmico, y si se sobrepasa los 25°C-30°C las levaduras morirán.

Otro producto de esta fermentación es el anhídrido carbónico, el cual es el responsable del aroma de un producto fermentado. (Vázquez, 2007)

1.2.1.5.2 Láctica

Algunas de las levaduras realizan este procedimiento. El ácido pirúvico es reducido a ácido láctico mediante el NADH + H⁺ y luego, el NAD⁺ se recupera y pueden ser degradadas otras moléculas de la glucosa. Sus productos son: ácido láctico, tartárico, málico y cítrico. Estos le proporcionan el sabor ácido a la Kombucha. (Jayabalan, 2007)

1.2.1.5.3 Acética

Se realiza mediante el *Acetobacter* (bacteria aeróbica), el cual tiene una enzima llamada acetaldehído deshidrogenasa que utiliza como sustrato el alcohol para crear ácido acético. (Jayabalan, 2007)

1.2.1.5.4 Productos de la fermentación

- Ácidos: acético, fólico, carbónico, glucorónico, glucónico, L-láctico, únsico
 - Vitaminas: C y complejo B
 - Otros: enzimas, Heparina, oligoelementos, alcohol (0.5%-1%) y azúcar sobrante.
- (Sarsotti, 2013)

1.2.1.6 Efecto de factores sobre la concentración de microorganismos

1.2.1.6.1 Tiempo de fermentación

Son directamente proporcional, pues la cafeína y las xantinas del té estimulan a las bacterias acéticas a la síntesis de ácido acético obteniendo

como producto secundario celulosa que se va acumulando en capas para formar el hongo (Morales, 2014)

1.2.1.6.2 Temperatura

Las condiciones óptimas para el crecimiento de bacterias de ácido acético, ácido láctico y levaduras se dan en un rango de temperatura de 24°C a 28°C. (Neffe-Skocińska, et al. 2017)

1.2.1.7 pH de la Kombucha

El comportamiento del pH durante el proceso de fermentación disminuye.

Para lograr aprovechar al máximo sus efectos saludables cuando llega a un rango entre 2.5 y 3.0. (Segura, 2019)

Y si es más bajo que 2.5 puede causar daño a la salud, provocando trastornos intestinales, a este punto deja de ser inocuo. (Greenwalt, Steinkraus y Ledford, 2000)

1.2.1.7.1 Efecto de factores en el pH

1.2.1.7.2 El tiempo

Inversamente proporcional, pues los microorganismos tendrán el tiempo necesario en transformar la sacarosa en glucosa y fructuosa, que paralelamente son transformadas en ácidos láctico, acético, glucurónico, carbónico, etc. Los cuales proporcionan mayor acidez a la Kombucha. (Morales, 2014)

1.2.1.7.3 Concentración de microorganismos

A mayor concentración de inóculo, menor el pH. Pues al existir mayor cantidad de microorganismos, la sacarosa es rápidamente desdoblada, produciendo los respectivos productos (ácidos acético, láctico, etc.). (Morales, 2014)

1.2.1.7.4 Concentración de té negro

A mayor concentración de té negro, habrá una mayor disminución en el pH. El té negro posee una gran cantidad de enzimas fenolasas, entonces la actividad enzimática es más alta y por ello el pH es más ácido. Estas enzimas catalizan la oxidación de polifenoles y así hay una mejora de la conversión de glucosa, a lo que se refiere es que, a mayor cantidad de té negro, mayor será la cantidad de fenolasas para catalizar polifenoles, por ello habrá una mayor cantidad de glucosa desdoblada creando los metabolitos secundarios: ácidos en general, los cuales son responsables de la acidez de la Kombucha. (Morales, 2014)

1.2.1.7.5 Concentración de sacarosa

La relación que hay es inversamente proporcional, es decir, a mayor concentración de sacarosa, disminuirá el pH (más ácido). Se debe a que bacterias y levaduras del género *Sacharomyces*, las cuales realizan 3 tipos de fermentación: láctica, alcohólica y acética. Y sus productos son: ácidos acético, láctico, glucónico, entre otros, los cuales son los responsables de reducir el pH y del olor característico de la bebida. (Morales, 2014)

1.3 Métodos de investigación:

1.3.1 Análisis organoléptico:

Se hará uso del olfato para detectar si hay diferencias en la intensidad de olor de las muestras. Se realizaría una prueba de degustación, sin embargo, si están por debajo 2.5 de pH, no se llevará a cabo pues no es saludable.

1.3.2 Análisis fisicoquímico:

Cada 24 horas se realizará la medición del pH.

1.3.3 Análisis biológico:

Para poder evidenciar el aumento y variación de población de levaduras y hongos, al final de la experimentación, se masará el SCOBY nuevo junto a la madre la cual lo origino, es decir el SCOBY que masaba un gramo.

1.3.4 Análisis estadístico:

La gráfica del comportamiento del pH de la Kombucha al transcurrir los días ha sido realizada por el programa Microsoft Excel.

CÁPITULO II: ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Procedimiento experimental:

2.1.1 Pregunta de investigación:

¿En qué medida las diferentes temperaturas (20°C, 25°C y 30°C) influirán en el proceso de fermentación del té negro en un periodo de 7 días?

2.1.2 Variables:

- Variable Independiente: La temperatura (20°C, 25°C y 30°C)
- Variable Dependiente: Proceso de fermentación del té negro (la variación de pH del té negro fermentado, la variación de la masa del SCOBY, duración de inocuidad y duración de días donde contenga mayor concentración de nutrientes)
- Variables de Control: masa inicial del SCOBY (1g), clase y concentración (90g) del té, volumen de agua (2.1L), inhibición de la entrada de patógenos del exterior, cantidad de azúcar (210g), el recipiente y tiempo de fermentación (7 días)
- Variables Intervinientes: Pérdida de calor dentro de las incubadoras

Variable	Método de control de las variables
Masa inicial del SCOBY	Se cortará 21 pedazos de un gramo.
tiempo	7 días.
Té	Se usará 90g en total del mismo té (negro).
Volumen de agua	100ml por muestra
Cantidad de azúcar	Cada muestra tendrá 10g de azúcar integral.
Inhibición de la entrada de patógenos	Todas serán tapadas con algodón que podrá permitir la salida del CO ₂ , pero no permitirá el ingreso de patógenos ni insectos.

2.1.3 Hipotesis:

- **H1:** Cada temperatura influirá en diferente medida, haciendo que a más alta sea la temperatura, más impacto habrá en el proceso de fermentación. Pues a una alta temperatura habrá un mayor aumento de población de microorganismos, haciendo que se convierta más rápido los monosacáridos

en alcoholes y ácidos que reduzcan el pH y consecuentemente, la duración de inocuidad y duración donde la Kombucha contenga mayor concentración de nutrientes. Por ello, los 30°C afectará en mayor medida, seguida de los 25°C y finalmente de los 20°C, en el proceso de fermentación.

- **H0:** No habrá alguna influencia de la temperatura en el proceso de fermentación

2.1.4 Materiales:

- ✓ SCOBY
- ✓ 21 recipientes de plástico
- ✓ Algodón
- ✓ Hilo
- ✓ Agua recién hervida
- ✓ Balanza ($\pm 0.01g$)
- ✓ Azúcar integral
- ✓ Kombucha ya preparada
- ✓ Té negro
- ✓ Beacker de 100ml ($\pm 10ml$)
- ✓ pHmetro digital Hanna (± 0.1)
- ✓ 3 incubadoras de poliestireno
- ✓ Recipiente medidor de 500ml ($\pm 50ml$)
- ✓ Colador
- ✓ Termometro ($\pm 2.5^{\circ}C$)

2.1.5 Procedimiento:

- A. Preparación de los ingredientes:
 1. Cortar y masar 21 trozos de SCOBY (1 gramo cada uno).
 2. Pesar 90 gramos de Té negro.
 3. Pesar 210 gramos de azúcar integral.
 4. Medir 2.1L de agua hervida.
- B. Preparación de la Kombucha:
 1. Echar el té negro (90g) en 2.1L de agua hervida, calentar por 10 minutos.
 2. Agregar 210 gramos de azúcar.
 3. Colar la solución.
 4. Cuando la solución llegue a 30°C, agregar 210ml de Kombucha.
 5. A los 30°C, colocar 100ml en cada uno de los 7 recipiente de plástico
 6. Hacer lo mismo cuando llegue a 25°C y a 20°C.
 7. A cada recipiente agregarle un gramo de SCOBY.
- C. Adquisición de datos:
 1. Tomar el pH inicial (Día0) de cada uno (primera toma a las 4:30pm).
 2. Taparlo con el algodón y ajustarlo con el hilo.
 3. Colocar cada grupo de 7 recipientes en una incubadora con su respectiva temperatura (20°C, 25°, 30°C).
 4. Tomar el pH cada 24 horas (a las 4:30 pm de cada día) hasta el sétimo día.
 5. El sétimo día, pesar el SCOBY de cada muestra (masa final).

2.1.6 Resultados:

A. Datos Brutos:

a. Cuantitativos:

Tabla 1: El pH de las muestras durante 7 días.

Temperaturas	Muestras	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		Medidas de pH (± 0.1)							
T ₁ : 30°C	1	4.40	3.30	3.10	2.80	2.40	2.20	1.80	1.60
	2	4.40	3.20	3.00	2.80	2.40	2.30	1.90	1.50
	3	4.40	3.30	3.10	2.80	2.40	2.30	1.90	1.60
	4	4.40	3.40	3.00	2.80	2.40	2.30	1.90	1.60
	5	4.40	3.30	3.10	2.80	2.40	2.30	1.80	1.60
	6	4.40	3.40	3.00	2.90	2.40	2.30	1.90	1.50
	7	4.40	3.40	3.10	2.80	2.40	2.20	1.80	1.50
T ₂ : 25°C	1	4.40	3.60	3.20	3.10	2.60	2.40	2.30	1.80
	2	4.40	3.60	3.20	3.00	2.60	2.40	2.3	1.90
	3	4.40	3.60	3.20	3.00	2.60	2.40	2.30	1.80
	4	4.40	3.60	3.10	3.00	2.60	2.50	2.20	1.90
	5	4.40	3.60	3.20	3.10	2.60	2.50	2.20	1.90
	6	4.40	3.60	3.20	3.00	2.60	2.40	2.20	1.80
	7	4.40	3.50	3.20	3.10	2.60	2.40	2.30	1.80
T ₃ : 20°C	1	4.40	3.90	3.70	3.50	2.80	2.60	2.50	2.30
	2	4.40	3.90	3.70	3.40	2.90	2.60	2.50	2.30
	3	4.40	4.10	3.70	3.40	2.80	2.60	2.50	2.30
	4	4.40	3.90	3.80	3.50	2.80	2.60	2.50	2.40
	5	4.40	4.00	3.80	3.50	2.80	2.60	2.50	2.30
	6	4.40	4.20	3.80	3.50	2.80	2.60	2.50	2.40
	7	4.40	3.90	3.80	3.40	2.80	2.60	2.50	2.30

Tabla 2: Masa inicial y final del SCOBY de cada muestra a diferentes temperaturas

Temperaturas	Muestras	Masa inicial (g) (± 0.01)	Masa final (g) (± 0.01)
T ₁ : 30°C	1	1.00	13.45
	2	0.99	14.50
	3	1.01	13.36

	4	1.01	14.58
	5	0.99	13.44
	6	1.00	13.39
	7	1.01	14.56
T ₂ : 25°C	1	0.99	11.35
	2	1.01	10.53
	3	1.00	11.47
	4	0.99	11.26
	5	1.00	11.50
	6	0.99	10.55
	7	1.00	11.52
T ₃ : 20°C	1	1.01	8.02
	2	1.00	7.77
	3	0.99	7.69
	4	0.99	7.53
	5	1.00	7.74
	6	1.00	8.05
	7	1.00	7.60

b. Cualitativos:

Tabla 3: Intensidad de olor de las muestras según cada temperatura.

Temperatura	T ₁ : 30°C	T ₂ : 25°C	T ₃ : 20°C
Intensidad de olor	Muy fuerte	Tolerable	Mínimo

B. Datos Procesados:

Tabla 4: Promedio del pH adquirido por día según cada temperatura

Temperaturas	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
	Mediciones de pH							
T ₁ : 30°C	4.40	3.33	3.06	2.81	2.40	2.27	1.86	1.56
T ₂ : 25°C	4.40	3.59	3.19	3.04	2.60	2.43	2.26	1.84
T ₃ : 20°C	4.40	3.99	3.76	3.46	2.81	2.60	2.50	2.33

Tabla 5: Disminución de pH acumulativo (usando datos de la tabla 3)

Temperaturas \ Días	T ₁ : 30°C	T ₂ : 25°C	T ₃ : 20°C
0 (inicial)	4.40	4.40	4.40
1	-1.07	-0.81	-0.41
2	-1.34	-1.21	-0.64
3	-1.59	-1.36	-0.94
4	-2.00	-1.80	-1.59
5	-2.13	-1.97	-1.80
6	-2.54	-2.14	-1.90
7 (total de pH disminuido)	-2.84	-2.56	-2.07

Tabla 6: Días donde contenga mayor concentración de nutrientes.

Temperaturas	pH promedio alcanzado	Días que demoró en llegar a 3.00 (menos o igual)	pH promedio alcanzado	Días que demoró en llegar a 2.50 (más o igual)	Días en total
T ₁ : 30°C	2.81	Día 3	2.40	Día 4	1
T ₂ : 25°C	2.60	Día 4	2.43	Día 5	1
T ₃ : 20°C	2.81	Día 4	2.50	Día 6	2

Tabla 7: Duración de inocuidad

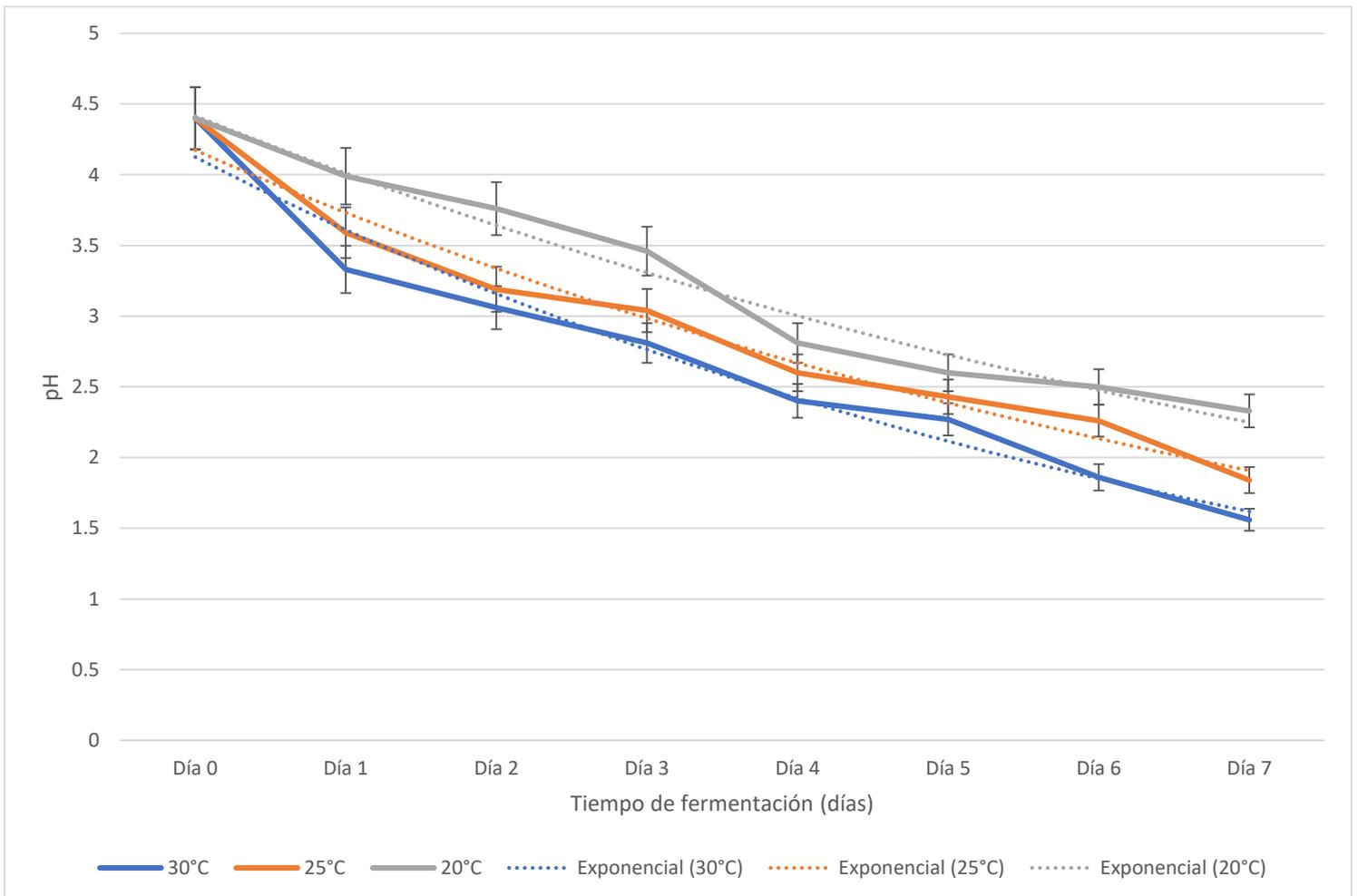
Temperaturas	pH promedio alcanzado	Días que demoró en llegar a un pH menor que 2.50	Días en total
T ₁ : 30°C	2.40	Día 4	4
T ₂ : 25°C	2.43	Día 5	5
T ₃ : 20°C	2.33	Día 7	7

Tabla 8: Promedio y diferencia de masa inicial y final.

Temperaturas	Masa inicial	Masa final	Diferencia
T ₁ : 30°C	1.00	13.90	12.90
T ₂ : 25°C	1.00	11.17	10.17
T ₃ : 20°C	1.00	7.77	6.77

C. Datos Presentados:

Gráfico 1: Comportamiento del pH a lo largo de los días, según cada temperatura.



2.2 Discusión de los resultados

2.2.1 Análisis:

En la primera como cuarta tabla, podemos evidenciar que, a mayor tiempo de fermentación, disminuye el pH tal como señala Paludo, N. (2017) y Morales, L. (2014). Sin embargo, el grupo de la T₁ (30°C) disminuye en mayor cantidad que otros, luego sigue el de la T₂ (25°C) y finalmente la T₃ (20°C). Pues, por ejemplo, todos empezaron con un pH de 4.4 y al pasar un día el grupo T₁ disminuyó 1.07, alcanzando 3.33 de pH. El día 2, el grupo T₂ disminuye en total 1.21 y llega a un valor de pH parecido (3.19) que el de la T₁ en el día 1 y en el día tres el grupo T₃ llega en promedio a 3.46, también cercano. Entonces se puede decir que el grupo T₃ impacta en mayor medida en la variación de pH pues para que la T₂ y T₃ llegue a su valor del día 1, necesitan 1 y 2 días respectivamente. Y esta relación perdura a lo largo de los 7 días. El pH disminuye pues después de que la sacarosa se haya convertido en glucosa y fructuosa, estas dos últimas son usadas por el SCOBY el cual realiza tres tipos de fermentación (alcohólica, acética y láctica) y dan como producto alcoholes y ácidos (láctico, glucurónico, carbónico, Anhídrido carbónico, etc.) que acidifican y le dan un aroma característico a la Kombucha. La concentración de ácidos y alcoholes se ve reflejado en la intensidad del olor, por ello en la tabla 3 se determinó como una intensidad muy fuerte el de la T₁, reflejando que hubo un mayor consumo de sustrato parte del SCOBY y por lo tanto una mayor concentración de ácidos y alcoholes. Le sigue el T₂ con un olor tolerable y el T₃ con una intensidad mínima.

La tabla 5 reafirma que la T1 tuvo un mayor efecto en el proceso de fermentación pues tuvo una mayor disminución acumulativa en su pH de 2.84. Mientras que la T2 tuvo 2.56 y la de T3 una de 2.07.

Esta relación directamente proporcional de la temperatura y acidez tiene un efecto en la duración de días donde contiene mayor concentración de nutrientes y en la duración de inocuidad. Haciendo la duración de ambas sea menor en la T1 ya que la disminución de su pH es más rápida que el de la T2 y T3, ya que tan solo se mantiene en el rango de 3.00-2.50 por un día (del día 3 al 4), lo que significa un día de duración en el cual se puede aprovechar al máximo sus nutrientes y tan solo 4 días de inocuidad (hasta el día 4).

Este comportamiento del pH de las muestras de los tres grupos a través de los días se observa en la gráfica 1, la línea gris (T3:20°C) está encima de las demás pues tiene un pH más alto, luego sigue el anaranjado (25°C) y finalmente el de 30°C, el que su pH varió en mayor medida.

Con respecto a la variación de masa, todos comenzaron aproximadamente con un gramo y aumentaron en todos los casos pues al tener un mayor tiempo de fermentación las bacterias acéticas estimuladas por la cafeína y las xantinas del té sintetizaron mayor cantidad de ácido acético y como producto secundario celulosa que se va acumulando en capas de SCOBY. Sin embargo, también se evidencia una mayor variación por la T1, alcanzando una masa final de 13.90 gramos, la segunda temperatura que afectó más es la T2 con 11.17 gramos y finalmente la T3 con 7.77 gramos. Dichos resultados van conforme lo que menciona Neffe- Skocińska et al, (2017) pues en su investigación se indica que las circunstancias óptimas para el crecimiento de microorganismo es en una temperatura entre 24°C-28°C, eso explica la razón por la cual hubo un menor aumento poblacional en la T3, haciendo que al haber menor cantidad de microorganismos que conviertan a los monosacáridos en ácidos y alcoholes, haya una menor variación en el pH de la solución.

CONCLUSIONES:

En conclusión, mi hipótesis es correcta pues cada temperatura influyó en distinta medida, siendo que la T1:30°C influenciará en mayor medida en el proceso de fermentación pues impactó más en el aumento de población, haciendo que haya una mayor reducción de pH y, por lo tanto, una menor duración de inocuidad y de mayor concentración de nutrientes. Mientras que la T2:25°C influyó en cierta medida y la T3:20°C en menor medida que las otras temperaturas.

Y se alcanzaron los objetivos, pues se logró determinar los rangos de inocuidad y de mayor concentración de nutrientes según cada temperatura. Siendo que a 30°C la Kombucha se mantendrá inocua hasta el cuarto día, a 25°C durará 5 días y 7 días si es 20°C.

Y los resultados del otro rango son: tanto la temperatura de 30°C y 25°C tienen un día donde se puede aprovechar al máximo sus nutrientes, pero para el 30°C será del día 3 al 4, mientras que para el de 25°C será del día 4 al 5 y para el de 20°C serán dos días, del día 4 al 6.

Durante la elaboración, Tuve la limitación de haber usado recipientes de plástico, este pudo influir en el desarrollo del SCOBY, no tener los equipos necesarios y más precisos para experimentar el efecto de las temperaturas en proceso de fermentación, pues si se hubiese medido el CO2 liberado o la producción de alcohol hubiese presenciado el

efecto de una forma más directa, pero tengo como fortaleza buscar soluciones efectivas y por ello use el pH y masa del SCOBY para determinar la influencia. Pues este último es reducido por la concentración de alcoholes, por eso mencioné que hubiese sido muy útil tener la variación del porcentaje de alcohol de las muestras como variable, pero por condiciones externas no tuve ese alcance. Una recomendación sería hacer uso de equipos que me permita hacer un recuento las bacterias y levaduras para poder evidenciar de una manera más detallada el aumento de población, un equipo de destilación para obtener la concentración de alcohol, realizar una cromatografía para poder hallar la concentración de los distintos ácidos que son productos de la fermentación también, un sensor de CO₂, el cual me daría información de cuál de las temperaturas provoca una mayor rapidez en el proceso de fermentación y la adquisición de incubadoras que puedan mantener una misma temperatura por un periodo largo de tiempo, en lugar de esto último, hice uso de mi creatividad y construí incubadoras caseras de material aislante para preservar la temperatura, sin embargo, no es tan precisa como las electrónicas.

BIBLIOGRAFÍA:

- Dufresne, C. F. (Julio de 2000). Tea, Kombucha, and health: a review. En C. F. Dufresne, *Tea, Kombucha, and health: a review* (págs. 409-411, 145-417). Cánada: Elsevier. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900000673>
- Ferrer, L. J. (2001). *Aspectos preventivos y terapéuticos de los probióticos y prebióticos*. Valencia, España: Ediciones Mayo.
- Greenwalt, C. S. (1 de julio de 2000). Obtenido de Kombucha, the ferment tea: Microbiology, composition and claimed health effects: https://watermark.silverchair.com/0362-028x-63_7_976.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAArgwggK0BgkqhkiG9w0BBwagggKIMIICoQIBADCCApGCSqGS1b3DQEHATAeBg1ghkgBZQMEAS4wEQQMXjHkzouGq4BNRBHMAgEQgIIca54E_LiNi7yx5Q2e05tG6m4Cpvf6dQEItQno
- Illana, C. (2007). El hongo Kombucha. En C. Illana, *El hongo Kombucha* (págs. 269-272). Madrid: Bol. Soc. Micol. . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/286452817_El_hongo_Kombucha
- Jayabalan, R. M. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. En R. M. Jayabalan, *Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation* (págs. 391-393). Tamil Nadu, India: Elsevier.
- Morales, L. (7 de julio de 2014). *Desarrollo, elaboración y optimización bromatológica de una bebida de té negro fermentada a base de Manchurian Fungus (kombucha) y evaluación de su actividad como potencial alimento funcional*. Obtenido de Desarrollo, elaboración y optimización bromatológica de una bebida de té negro fermentada a base de Manchurian Fungus (kombucha) y evaluación de su actividad como potencial alimento funcional.: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/3422>
- Neffe-Skocińska, K. et al. (18 de julio de 2017). *Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties*. Obtenido de Acid contents and the

effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2017.1321588>

Paludo, N. (2017). *Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate : processo artesanal e escala laboratorial*. Obtenido de Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate : processo artesanal e escala laboratorial:
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/174899>

Rubio, A. (2012). *Te de Kombucha y sus beneficios para el sistema digestivo*. Obtenido de Te de Kombucha y sus beneficios para el sistema digestivo:
<https://docplayer.es/3192552-Te-de-kombucha-y-sus-beneficios-para-el-sistema-digestivo.html>

Segura, A. (22 de mayo de 2019). *Los peligros de tomar Kombucha casera*. Obtenido de Los peligros de tomar Kombucha casera:
<https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20190522/462386564266/kombucha-preparar-riesgos-beneficios-probiotico-te-bebida.html>

Stevens, N. (2003). Kombucha: los secretos de esta bebida fermentada probiótica. En N. Stevens, *Kombucha: los secretos de esta bebida fermentada probiótica* (págs. 18-57). Barcelona: Editorial Sirio.

Vásquez, C. (2005). Alimentación Nutricional. En C. Vásquez, *Alimentación Nutricional* (págs. 154-155). Madrid: Editorial Díaz de Santos.