

Growth Kinetics of *Saccharomyces Cerevisiae* in Tomato Dressing

López Rojas, Almendra ^{1*}, Lescano-Rodríguez, Cesar¹, Alvarez-Fernandez, Edson ¹, García-Peña, Danna ¹, López-Alayo, Keysy ¹, & Silva-Chuquipoma Diego¹

¹Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú.

*Corresponding author: N00239157@upn.pe (López A.),

N00245915@upn.pe (Lescano, C.), N00239874@upn.pe (Alvarez, E.), N00236517@upn.pe (García, D.), N00235577@upn.pe (López, K.), diego.silva@upn.pe (Silva, D.); Av. Del Ejercito 920, Trujillo, 13001.

Abstract– The research proposes that the Gompertz mathematical method can effectively determine the growth of Saccharomyces cerevisiae in tomato sauce, the microbial analysis is carried out according to health standards and specific formulations of the Gompertz method. Kinetic parameters such as growth rate and density can be successfully determined, highlighting the ability of the Gompertz model to characterize microbial growth in which samples were prepared, the first at 15 and the second at 20 degrees brix. However, no significant differences in growth rate were observed between samples, suggesting homogeneity in the effect of sugar concentration on yeast growth. It was found that the growth rate was

consistent with the expected parameters. It was observed that tomato sauce with a pH value less than 4.6 potentially compromises the quality and shelf life of the product, emphasizing the importance of this parameter in food safety. Overall, this study demonstrates the applicability of the Gompertz model to understand yeast growth in different tomato sauce conditions, highlighting the importance of controlling S. cerevisiae to ensure the food safety of these products.

Keywords: Food safety, S. cerevisiae yeast, tomato dressing, Gompertz model, pH, microbiology

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

Cinética de crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en aderezo de tomate

López Rojas, Almendra ^{1*}, Lescano-Rodríguez, Cesar¹, Alvarez-Fernandez, Edson ¹, García-Peña, Danna ¹, López-Alayo, Keysy ¹, & Silva-Chuquipoma Diego¹

¹Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú.

*Corresponding author: N00239157@upn.pe (López A.),

N00245915@upn.pe (Lescano, C.), N00239874@upn.pe (Alvarez, E.), N00236517@upn.pe (García, D.), N00235577@upn.pe (López, K.), diego.silva@upn.pe (Silva, D.); Av. Del Ejercito 920, Trujillo, 13001.

Resumen- La investigación propone que el método matemático de Gompertz puede determinar eficazmente el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en salsa de tomate, el análisis microbiano se realiza según estándares sanitarios y formulaciones específicas del método Gompertz. Se pueden determinar con éxito parámetros cinéticos como la tasa de crecimiento y la densidad, lo que destaca la capacidad del modelo de Gompertz para caracterizar el crecimiento microbiano en el cual se prepararon muestras, la primera a 15 y la segunda a 20 grados brix. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre las muestras, lo que sugirió una homogeneidad en el efecto de la concentración de azúcar en el crecimiento de la levadura. se encontró que la tasa de crecimiento fue consistente con los parámetros esperados. Se observó que la salsa de tomate con un valor de pH inferior a 4,6 compromete potencialmente la calidad y la vida útil del producto, lo que enfatiza la importancia de este parámetro en la seguridad alimentaria. En general, este estudio demuestra la aplicabilidad del modelo de Gompertz para comprender el crecimiento de la levadura en diferentes condiciones de salsa de tomate, destacando la importancia de controlar *S. cerevisiae* para garantizar la seguridad alimentaria de estos productos.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, levadura *S. cerevisiae*, aderezo de tomate, Modelo Gompertz, pH, microbiología

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria ha adquirido una creciente importancia en los últimos años, especialmente en la producción de diversos alimentos, incluyendo los aderezos. En estos productos, determinan la calidad microbiológica (levaduras) en base a la norma sanitaria para aderezos, sin embargo cuando no se aplican adecuadamente las medidas de higiene y control microbiológico en la producción de aderezos, existe un riesgo potencial para la salud de los consumidores [1].

Esto se debe a que el aderezo puede encontrarse en condiciones insalubres, lo que favorece el crecimiento no deseado de levaduras y otros microorganismos. Como resultado, el tiempo de vida útil del producto se reduce significativamente, lo que conlleva a la posible presencia de contaminantes microbiológicos que pueden representar un peligro para la salud pública [2].

Se considera que los aderezos con un pH inferior a 4.6 representan un riesgo potencial para la seguridad alimentaria,

especialmente aquellos que son de emulsión en frío y no requieren procesamiento térmico durante su fabricación. Por otro lado, los aderezos procesados someten todos sus ingredientes a tratamientos destinados a reducir la carga microbiana [3], En este contexto, la levadura *S. cerevisiae* se comporta como un microorganismo oportunista que puede causar alteraciones graves en los alimentos cuando se producen errores durante la fabricación. Por esta razón, se han desarrollado diversos métodos para su detección, como el análisis de restricción de amplificadores de la región ribosómica 5.8S-ITS, utilizando enzimas de restricción como CfoI, HaeIII o Hinf [4].

Por otro lado, el tomate, al ser una fruta con capacidad de fermentación debido a su pH bajo (3.76), se convierte en un sustrato ideal para el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* debido a su acidez [5], La temperatura también desempeña un papel crucial en la conservación de los productos. Es importante destacar que *Saccharomyces cerevisiae* muestra una buena tolerancia a los conservantes, pero no soporta temperaturas por encima de los 40°C [6]. Además, es esencial mantener altos estándares de higiene en todas las etapas del procesamiento, ya que el crecimiento de la levadura *S. cerevisiae* puede manifestarse en forma de gas o el desarrollo de colonias de color café claro en la superficie del producto. Estos indicadores visuales son señales de la proliferación de esta levadura y deben ser controlados de cerca para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos [7].

Según [8], determinó que en un aderezo se pueden presentar algunos riesgos que afecten la inocuidad del producto, por ejemplo, la actividad del agua (*aw*) que varía entre 0.97 y 0.92. El estudio en el que se analizó el aderezo de cohayuyo contiene ácidos orgánicos débiles, tales como ácido acético o ácido cítrico, donde la concentración de este varía entre un 0,9 y un 1.2% del producto total, causando que el pH final se encuentre entre 3.2 y 3.9. En la formulación de un aderezo considerando un pH ácido existe un posible crecimiento de *Lactobacillus* y levaduras que sean resistentes a condiciones ácidas (3.55 y 3.60 respectivamente). Además, estos microorganismos son capaces de crecer en valores de *aw* entre 0.92 y 0.89, siendo los responsables del deterioro del producto.

Asimismo, en la investigación de [9] se realizó un estudio donde se analizaron muestras de aderezos, el de semilla de zapallo sabor “clásico”, sabor a “tomatillo” y sabor a “maracuyá” pasando a una evaluación sensorial de calidad. Se determinó que dos muestras tuvieron un alto grado de calidad siendo el de sabor “clásico” y de sabor a “tomatillo”, y se realizaron las formulaciones finales. Otro estudio realizado por [10], evaluó el crecimiento de mohos y levaduras en las bolsas de ensaladas en refrigeradores domésticos durante 11 días, se utilizó el medio Rosa de Bengala (RBA) y las placas se incubaron a 25°C durante 4 días. En el día 0, la carga microbiana de mohos y levaduras fue de 4.27 ± 0.24 log UFC/g, el día 4 fue de 4.31 ± 0.27 , el día 7 fue de 4.40 ± 0.56 y el día 11 de almacenamiento la carga fue de 5.38 ± 0.33 , obteniendo este último día de análisis una carga de 1.0 log UFC/g más que los otros días, aunque no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). En el día 6 de análisis, expiró la fecha de caducidad de la ensalada, aunque los valores este día no eran muy elevados comparados con el inicio. Sin embargo, el día 11 de análisis si se vio un aumento. Del mismo modo en el estudio de [11], se procesó una salsa de tomate a partir de pulpa concentrada a 28°Bx que se diluyó hasta 5°Brix. El factor estudiado en este caso fue la adición de 0.4% de paredes de levaduras vínicas autóctonas auto lisadas como prebiótico, donde se realizó por medio del recuento en YGC Agar, en el que se determinó que las paredes de levaduras autolisadas dan mayor cuerpo (consistencia) al producto, además al adicionar paredes de levaduras, se observa un leve aumento del pH de los alimentos diseñados. El pH inicial fue 4.2-4.0., mientras que las paredes de levaduras autolisadas fue 5. Determinando así que el pH siendo de 4.5 es cercano al alimento diseñado, por lo que es necesario actuar proactivamente para disminuirlo, ya que alimentos cuyo pH sea superior a 4.5 pueden permitir el desarrollo potencial de *Clostridium botulinum* y producir botulismo alimentario (intoxicación neuroparalítica grave, con elevado riesgo de letalidad). En base a ello se planteó el siguiente problema: ¿Cuál sería la cinética de crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en aderezo de tomate?

El modelo de Gompertz siendo este reconocido como una herramienta esencial en el ámbito de la microbiología predictiva, desempeñando un papel significativo en la seguridad alimentaria. Se apoya en ecuaciones matemáticas para estimar el crecimiento y la supervivencia de microorganismos en los alimentos, lo cual es fundamental para comprender su comportamiento bajo diversas condiciones ambientales. Se fundamenta en la identificación de fases específicas del crecimiento bacteriano la velocidad de crecimiento (μ m), fase de adaptación (λ) y máxima densidad de población (A); Esta modelización permite anticipar la proliferación de microorganismos basándose en variables críticas como la temperatura y el tiempo de exposición.

Asimismo, se puede determinar el crecimiento de estos microorganismos que llegan a causar enfermedades si no se

identifican correctamente, tanto en alimentos procesados como frescos, lo que muestra la relevancia de este estudio para la seguridad alimentaria.

El objetivo general fue determinar el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* presente en el aderezo de tomate, empleando el método de Gompertz.

Los objetivos específicos fueron: Elaborar las muestras de aderezo de 15 y 20 ° brix, determinar la curva de crecimiento aplicando modelo de Gompertz y, determinar los parámetros cinéticos para cada muestra.

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación usada en este estudio fue de enfoque cuantitativo, la cual permitió recopilar datos cuantificables para un previo análisis de la información obtenida la investigación usando datos estadísticos y gráfica de dispersión trabajando con Brix de 15° y 20° y pH (4.6 – 5) del aderezo de tomate. Asimismo, se consideró de forma aplicada, con un nivel de alcance explicativo; en el diseño de investigación experimental se aplicaron las fórmulas del método Gompertz, para determinar los parámetros de la cinética de crecimiento del cultivo microbiano.

Así mismo, los análisis microbiológicos se realizaron según la Norma Técnica Sanitaria N° 071. MINSA/DIGESAV.01.(MINSA, 2021) sobre requisitos microbiológicos en un aderezo, los que fueron los siguientes: Levadura 10^2 ufc/ g. o ml de pH 4.5.

Para el proceso de cinética de crecimiento del aderezo de tomate, primero se realizó un previo análisis de control de calidad a las materias primas seleccionando los tomates rojos (*Solanum lycopersicum*) en un buen estado, para luego ser procesada considerando parámetros establecidos descrita por el autor [12], mostrada en la Tabla 1.

TABLA I
Parámetros de la materia prima

Materia Prima	T°C	Brix	pH
<i>Solanum lycopersicum</i>	18	4	4,5

Para obtener el porcentaje adecuado de combinación de “tomate”, “azúcar”, “levadura”, “agua”, se realizaron pruebas experimentales. Dichas pruebas consistieron en elaborar un aderezo de tomate, obteniendo un aderezo de tomate a 15 y 20° brix.

TABLA II
Resumen de porcentaje de cada muestra de aderezo

Tratamientos de aderezo de tomate	Porcentaje de brix	pH
T1	15%	4.6
T2	20%	5

Se tomaron muestras de cada tratamiento para luego ser llevados a la centrifuga a 4 000 RPM por un tiempo de 10 minutos, posteriormente se pesó cada una de para obtener el peso de la levadura. Por último, las muestras obtenidas fueron colocadas en la estufa durante 2 horas con una temperatura de 105°C.

TABLA III
Soluciones de muestras en (g) de la materia prima

Tratamientos	Peso (g)	Levadura (g)	Brix
T1 (15° brix)	35	3.5	15°
T2 (20° brix)	40	3.5	20°

Para efectuar el análisis fisicoquímico, primero se evaluó el pH tomando como referencia ala cita de [13], a una temperatura de 20° C, tomando en cuenta que el punto clave del pH es de 4.6 a 5.

Para el crecimiento de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en las muestras de aderezo de tomate obtenidas en el Matraz Erlenmeyer de 250 mL; lo cual se dejó reposar nuestras muestras en condiciones ambientales durante 48 horas. Por otro lado, en el transcurso de los días se pesó las muestras determinándose para ser aplicado en el modelamiento de cinética de crecimiento de levadura[14].

Los datos obtenidos fueron recolectados en una hoja de cálculo Excel, los cuales fueron analizados mediante el modelo de Gompertz modificado descrita por [15], con el fin de incluir tres parámetros cinéticos, asimismo identificar cada una de sus fases del modelo logístico, la cual nos permite encontrar la velocidad de crecimiento (μm), fase de adaptación (λ) y máxima densidad de población (A); posteriormente se aplicó el modelo estadístico correspondientemente al método logístico usando el solver para el análisis de los datos; mediante las siguientes formulas [16]. El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y = A \exp \left\{ -\exp \left[\frac{\mu m * e}{A} (\lambda - t) + 1 \right] \right\} \quad (1)$$

Donde:

- μm = Velocidad de crecimiento
- λ = Fase de adaptación
- A = Máxima densidad de población
- t= Tiempo inicial
- e = Constante de Euler

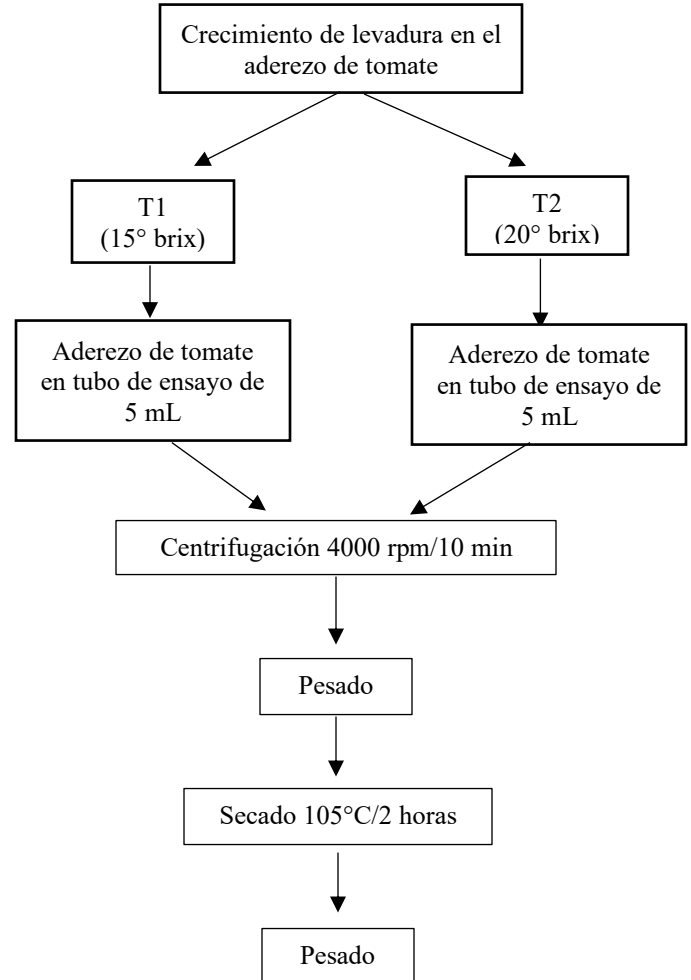


Fig 1. Diseño experimental del crecimiento *Saccharomyces cerevisiae*

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la tabla 4 se muestran los valores de u_{max} (velocidad de crecimiento de la biomasa de la levadura, así mismo el valor de λ (fase de adaptación) y el valor de A que es la densidad de población que se encuentra en la muestra de 20 brix y 15 brix.

TABLA IV
Parámetros cinéticos

Tratamiento	A (g/L)	U_{max}	λ
T1 (15 brix)	5.71733905	0.1897531	0.14023588
T2 (20° brix)	5.71731679	0.18975542	0.14033319

Figura 2 y 3 se representa el crecimiento de la levadura con la ecuación de Gompertz.

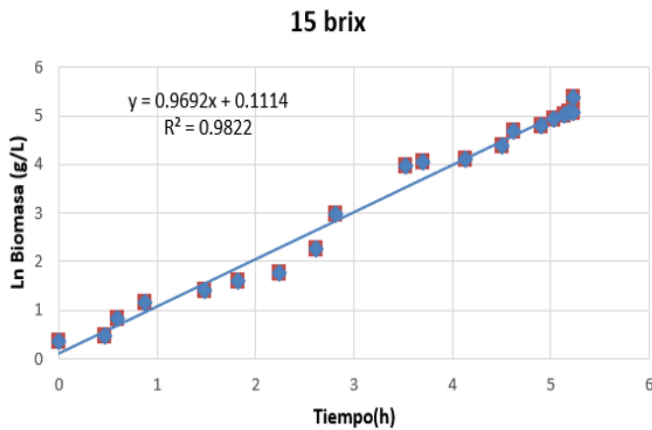


Fig 2. Curva de la biomasa de la levadura aplicando el modelo de Gompertz de 15° brix

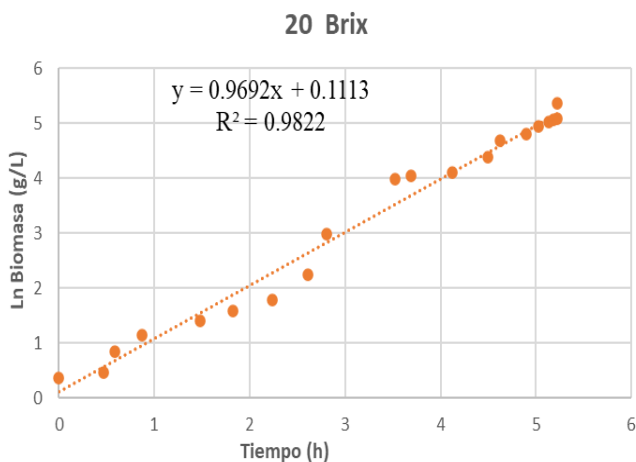


Fig 3. Curva de biomasa de la levadura aplicando el modelo de Gompertz de 20° brix

De acuerdo con los resultados obtenidos las condiciones iniciales del crecimiento de levadura se determinaron variando el tiempo hasta 42 horas de la muestra en temperatura ambiente, por lo cual la fase exponencial se realizó a partir de 8.5 a 35 horas. En el modelo de Gompertz la determinación R^2 de los 15 y 20 brix es la misma, teniendo el valor de 0.9822, ya que no existe una diferencia significativa. Por otro lado, al tener un pH ácido de 4.6 la muestra tiene un impacto significativo en la tasa de crecimiento de la levadura. Según [17], menciona que las levaduras crecen bien en condiciones ácidas, con un pH de 4.0 a 4.5. Pueden crecer a un pH más bajo que la mayoría de las bacterias, pero no crecen bien en condiciones alcalinas. Las levaduras están ampliamente distribuidas en la naturaleza y comúnmente ocurren en uvas y otras frutas. Por lo que el pH de la muestra de aderezo de tomate fue 4.49 determinando así que el crecimiento de la levadura fue rápido por la condición de pH de la muestra generando una biomasa por la fermentación. Por lo tanto [18], resalta que la producción de biomasa fue de mayor concentración y mayor velocidad de crecimiento en la solución de sacarosa a concentración de 260 g/L, al cabo de 75 minutos, alcanzó una concentración de biomasa de 14.8 g/L, igual concentración los experimentos donde se utilizó jugo de caña a concentración de 160 g/L y jugo de uva a concentración de 180 g/L, en estos dos últimos experimentos el tiempo de fermentación fue de 135 minutos, casi el doble de tiempo que el experimento con sacarosa.

De acuerdo con [19], para la cuantificación del bioetanol durante la experimentación, se centrifugaron las muestras durante 15 minutos a 4000 rpm y se extrajo 1 mL de sobrenadante, mismo que se aforó a 100 mL con agua destilada. La ecuación logística integrada se utilizó para modelar en el proceso de fermentación, la tasa de crecimiento específico máximo (μ_{max}). La ecuación de Gompertz modificado se utilizó para modelar el proceso de fermentación, y determinar la velocidad máxima de producción de bioetanol a 4000 rpm. Si se comparan con las muestras de aderezo de tomate de 20 y 15° brix, estas también fueron sometidas al proceso de centrifugación a 4000 rpm por 10 minutos, determinando así la velocidad de crecimiento de la biomasa de la levadura, así mismo el valor de λ (fase de adaptación) y el valor de A que es la densidad de población que se encuentra en la muestra de las muestras, asignando por el modelo de Gompertz que la de 15° brix es la que más se acerca a 1 con un coeficiente de determinación R^2 de 0.9822, por lo que se acepta el comportamiento de cada una de las curvas, ya que permiten aprovechar cada una de sus características tales como la tasa máxima de crecimiento y la velocidad, coincidiendo con lo reportado por [20].

Por otro lado, según [21], indicó que la curva de crecimiento de un microorganismo representa el comportamiento de su crecimiento a través del tiempo, determinando así que se produce a mayor cantidad de biomasa. Mediante el modelo matemático de Gompertz se logró evaluar las curvas de

crecimiento microbiano de acuerdo con las muestras de 15 y 20° brix, entre las dos curvas, presentan una diferencia mínima, observando que va en crecimiento constante debido al medio con sustrato (azúcar) y a la temperatura ambiente en el cual se fue adaptándose, presentando a la fase logarítmica de mayor importancia. De la misma manera, evaluó las curvas de crecimiento de *Saccharomyces boulardii*, para determinar cuales se adecuan a la elaboración de cinética microbiana, en su estudio del crecimiento de *Pseudomonas* aplicando el modelo de Gompertz, Logístico y Baranyi, describiendo que el modelo de Gompertz es óptimo en la construcción de las curvas de crecimiento microbiano de modo que los resultados obtenidos corroboran lo demostrado en su presente trabajo.

IV. CONCLUSIONES

El uso del modelo matemático de Gompertz para evaluar el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en aderezos de tomate reveló una herramienta eficiente y confiable para caracterizar el crecimiento microbiano.

Los análisis que utiliza el modelo de Gompertz representó con precisión la fase exponencial del crecimiento de la levadura en distintas condiciones de aderezo de tomate. Así mismo, se obtuvieron los parámetros de cinética, los cuales fueron A: 5.71733 y 5.71731679, U_{max} : 0.1897531 y 0.18975542, λ : 0.14023588 y 0.14033319; para 15 y 20° brix respectivamente. En estas condiciones, la presencia de *Saccharomyces cerevisiae* puede afectar negativamente la calidad del aderezo, lo que resalta la importancia de controlar este microorganismo para mantener la seguridad alimentaria.

Por otro lado, se recomienda investigar métodos automatizados para la alimentación del sustrato para la optimización del cultivo; así como evaluar el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en diferentes sustratos orgánicos o provenientes de residuos agroindustriales.

V. REFERENCIAS

[1] Aguirre R., Muñoz N., Fernández V., & Cea B. (2023). Seguimiento de la dinámica de crecimiento de *Chlorellasp.* en un fotobiorreactor tubular mediante un sistema DAQ y técnicas microbiológicas. *Verano De La Ciencia*, 21, 1–11.

[2] Cabeza, M. S., Flores, C. A., Morant Mónica Alejandra, Evangelista, S. M., Herrera, C.

[3] A., Sangorrín, P. M., & Ordóñez, A. L. (2019). Alimentos Funcionales de diseño con incorporación de paredes de levaduras vínicas como prebióticos (Universidad Tecnológica Nacional, Ed.). Libro de Actas X EnIDI: X EnIDI Proceedings.

[4] Caicedo-Eraso, J. C., Díaz-Arango, F. O., & Osorio-Alturo, A. (2019). Espectroscopia de impedancia

eléctrica aplicada al control de la calidad en la industria alimentaria.

[5] Ciancaglini, Victoria Isabel, Trama, A., & Libonatti, C. (2022). Estudio microbiológico en diferentes etapas del procesamiento de un aderezo a base de miel y tomate. *Facultad de Ciencias Veterinarias*.

[6] Chambi Rodríguez, A. D., & Torres Jiménez, A. M. (2021). Sigmoidal kinetic models applied to the growth of *Saccharomyces boulardii*. *High Andean Research Journal*, 23(1), 47-54.

[7] Gálvez Anatibia, P. (2022). Evaluación Del Efecto De La Implementación De Las Buenas Prácticas De Manufactura (Bpm) Sobre Los Parámetros De Calidad En Una Línea De Salsas Y Aderezos [Magíster]. Universidad De Chile.

[8] Garre Pérez, A., Egea Larrosa, J. A., & Fernández Escámez, P. S. (2016). Mathematical models for the description of the growth of pathogenic microorganisms in foods.

[9] Hernandez C. (2021). Nuevas metodologías de análisis basadas en E-Nose para detectar el deterioro microbiológico en emulsiones de alimentos conservados naturalment.

[10] León, J., Ortiz, J., Astudillo, D., Astudillo, G., & Donoso, S. (2023). Control microbiológico de alimentos en la vía pública en Cuenca, Ecuador. *Revista Chilena de Nutrición*,

[11] Lino Cortez, A. (2022). Caracterización Fisicoquímica Y Perfil Proteico De Un Aderezo Vegano. Elaborado A Partir De Lino (*Linum Usitatissimum*), Soya (*Glycine Max*) Y 15Chocho (*Lupinusmutabilis*) [Ingeniero Agrícola]. Universidad Agraria del Ecuador .

[12] Lopez L., & Vega H. (2020). Diseño conceptual de un biorreactor para la producción de biomasa de *Azotobacter chroococcum* a escala banco.

[13] Manzanera Martínez, C. (2019). Evolution of the microbiological and organoleptic quality of the fresh-cut “Gourmet” salad (Lamb's lettuce, Endive and Radicchio) in domestic refrigerators.

[14] Martín de la Higuera, S. (2022). Isolation and selection of non-*Saccharomyces* yeasts in Tempranillo.

[15] Méndez C., & Contreras R. (2019). Tiempo de vida media en anaquel de una salsa barbacoa con base de salsa de tomate. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 1–8.

[16] MINSA. (2021). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

[17] Motoche Ramírez, G. G., & Vascones Vera, C. A. (2015). Desarrollo de aderezos a base de semilla de zapallo (*Cucúrbita máxima*).

[18] Tjørve K., & Tjørve E. (2017). The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-

model approach: An addition to the Unified-Richards family. 12.

- [19] Noboa, J. W. D., Soler, J., & Peña, J. Á. (2019). Application of the Integrated Logistics and Modified Gompertz kinetic models for the production of bioethanol in fermentation processes from CCN-51 cocoa mucilage. I3A Young Researchers Conference, 7.
- [20] Salinas Quito, D.F. (2022) Cinética del crecimiento de levaduras *saccharomyces cerevisiae* en diferentes sustratos (examen complejo). UTMACH, Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, Machala, Ecuador. 35 p.
- [21] Varillas Moreno, G. (2019). Isolation and identification of native yeasts that cause spoilage in non-carbonated fruit-based beverages [Professional degree]. Ricardo Palma University. Science & Technology Agriculture, 21(1), 1–20