



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Departamento de Ciencias de la Vida  
Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Obtención de envase activo con actividad antimicrobiana a partir de almidón de dos especies de malanga: *Colocasia esculenta* L. Y *Xanthosoma Sagittifolium* L, mediante la aplicación de bacterias ácido-lácticas.

Autores: Ortega Genesis – Avilés Emilio

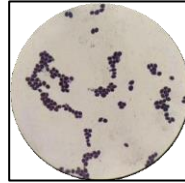
Directora: PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

2024

# Introducción

## Malanga Lila



Bacterias ácido lácticas



Bioconservante

→ Prolonga la vida útil

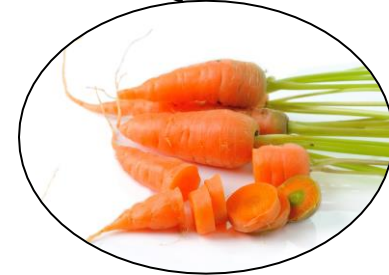
→ Mantiene las características

→ Actividad antimicrobiana

## Malanga Blanca



Vegetales



Malanga



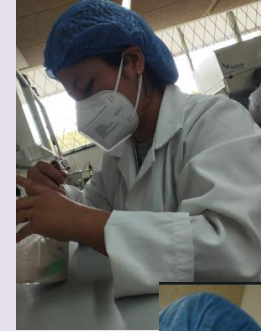
# Objetivos

## General

Obtener envase activo con actividad antimicrobiana a partir de almidón de dos especies de malanga: malanga lila y malanga rosa, mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas.

## Específicos

- Evaluar el proceso de obtención de almidón de dos especies de malanga, como fuente de materia prima para la elaboración de envase activo con actividad antimicrobiana.
- Elaborar los envases activos con actividad antimicrobiana, mediante la aplicación de diferentes especies de bacterias ácido lácticas: *Leuconostoc mesenteroides*, *Limosilactobacillus reuteri*, *Lactiplantibacillus plantarum*
- Evaluar la eficacia de los envases activos con actividad antimicrobiana como bioprotección de vegetales frescos (I Gama): brócoli y zanahorias baby.



# Hipótesis

## Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

(H<sub>0</sub>): No existe diferencia significativa en la calidad de almidón entre las dos especies de malanga.

(H<sub>0</sub>): El uso de diferentes relaciones de espesante (glicerina- ácido acético) no influyen en la obtención de un envase bioplástico.

(H<sub>0</sub>): La aplicación de diferentes bacterias ácido lácticas, no influye en la bioconservación de brócoli y Zanahoria baby.

(H<sub>0</sub>): los envases activos no influyen en la eficacia como bioprotección entre el brócoli y las zanahorias baby.

## Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>)

(H<sub>a</sub>): Existe una diferencia significativa la calidad de almidón entre las dos especies de malanga.

(H<sub>a</sub>): El uso de diferentes relaciones de espesante influye significativamente en la actividad antimicrobiana de los envases elaborados.

(H<sub>a</sub>): La aplicación de diferentes concentraciones de bacterias ácido lácticas, si influye en la bioconservación de brócoli y zanahoria baby.

(H<sub>a</sub>): Los envases activos influyen significativamente en la eficacia como bioprotección entre el brócoli y las zanahorias baby.

# Metodología



- Laboratorio de bromatología y biociencias.
- Laboratorio de Biotecnología Industrial y alimentaria
- Campus IASA II de la Universidad de las fuerzas Armadas “ESPE” Extensión Santo Domingo.
- Parroquia luz de América, Hacienda Zoila Luz , vía Quevedo Km 24 margen izquierdo.

## Factores y niveles de experimentación

Factores	Niveles
Especies de malanga (A)	A0: Malanga lila A1: Malanga blanca
Relación Espesante (B)	Glicerina + Ácido Acético B0: 5+3 (mL) B1: 5+5 (mL) B2: 10+3 (mL)

## Variables fisicoquímicas

- **PH**
- **Acidez**
- **Humedad**
- **Ceniza**

## Diseño Experimental Obtención del biopolímero

### Tipo de diseño

- ANOVA DBCA con arreglo factorial AxB
- 6 tratamientos con 3 repeticiones
- Análisis funcional:  
prueba de significancia de Tukey ( $p < 0,05$ )

## Diseño Experimental Producto I Gama

### Factores y niveles de experimentación

Factores	Simbología	Nivel
Almidón (A)	a0	Malanga Lila
	a1	Malanga Blanca
Bacterias (B)	b0	<i>L. mesenteroides</i>
	b1	<i>L. reuteri</i>
	b2	<i>L. plantarum</i>
Vegetales (C)	c0	Zanahoria Baby
	c1	Brócoli

### Tipo de diseño

ANOVA DBCA con arreglo factorial  $A \times B \times C$

12 tratamientos con 3 repeticiones

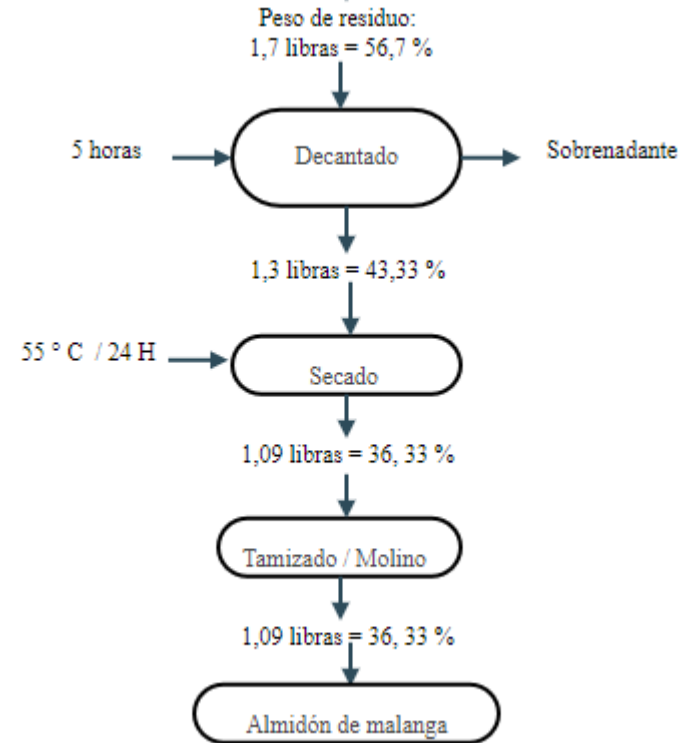
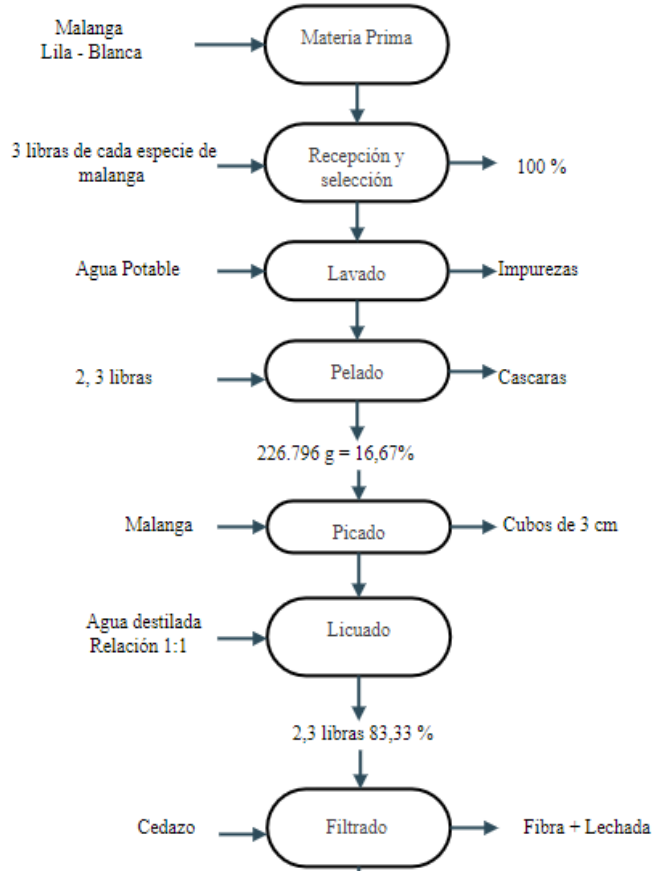
Análisis funcional: prueba de significancia de Tukey ( $p < 0,05$ )

### Variables fisicoquímicas

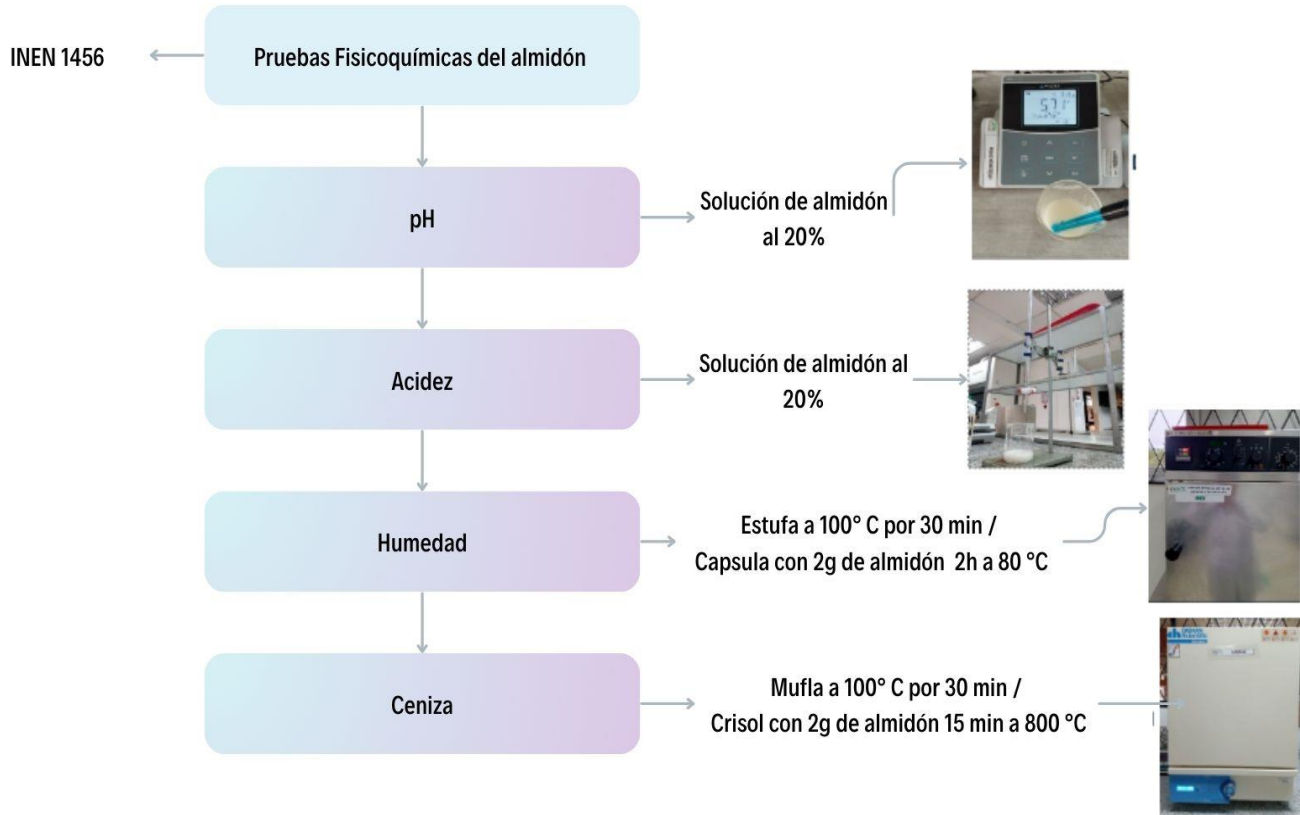
- pH
- Acidez

# Metodología

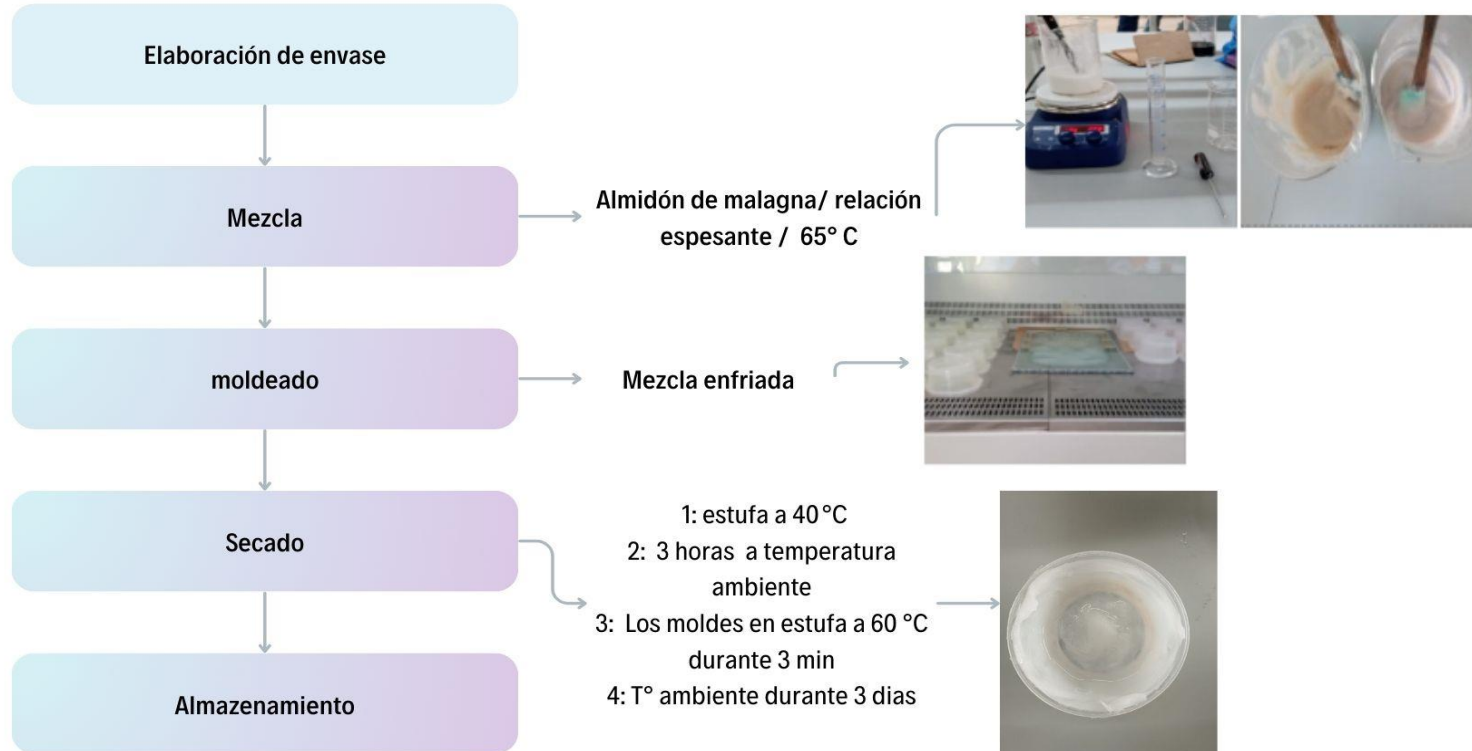
## Obtención del almidón de malanga







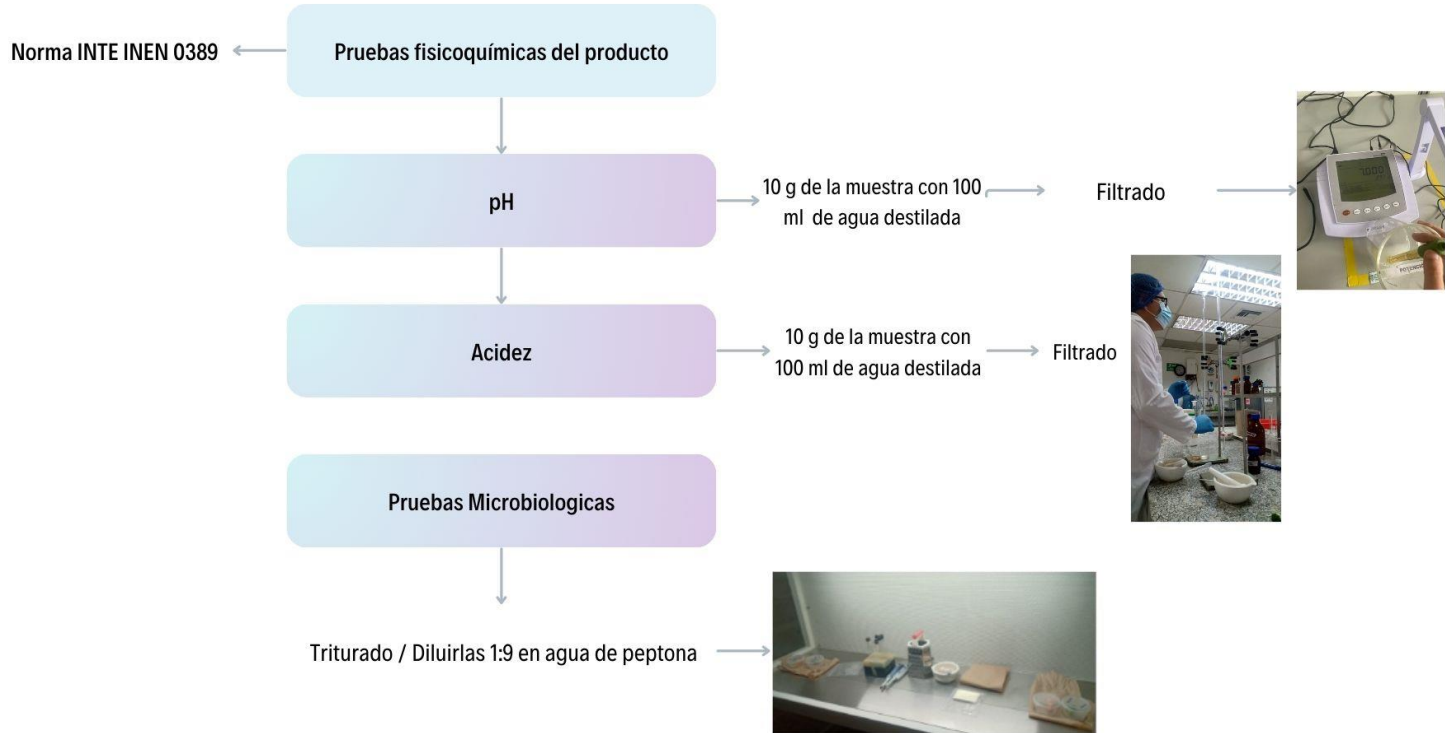
# Metodología



# Metodología



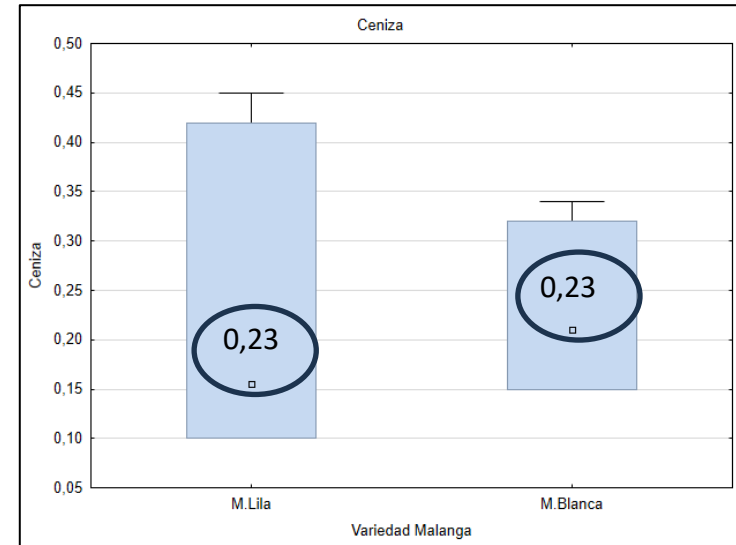
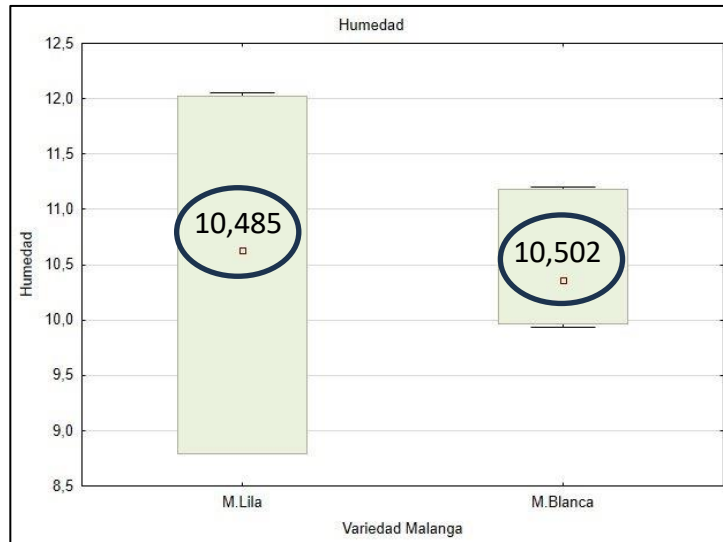
# Metodología



# Resultados y Discusión

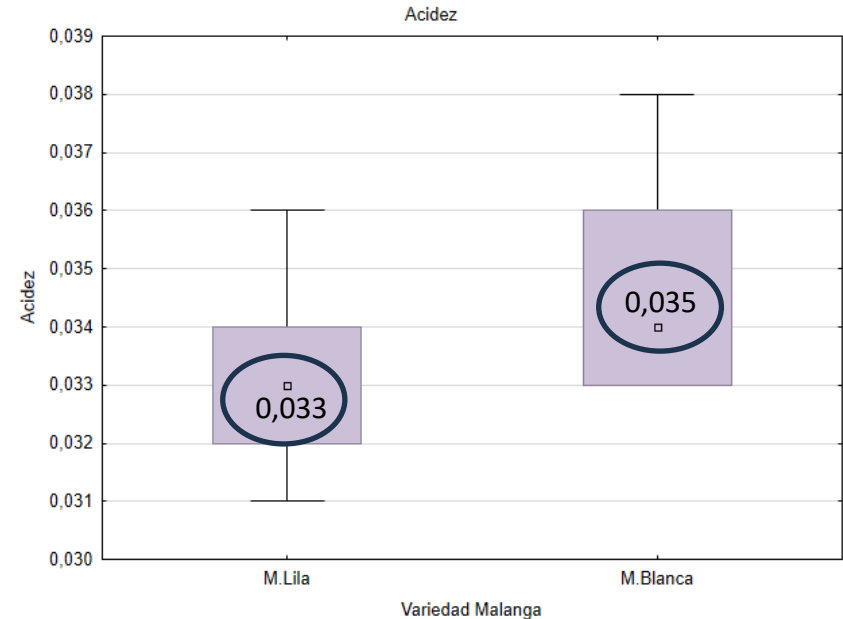
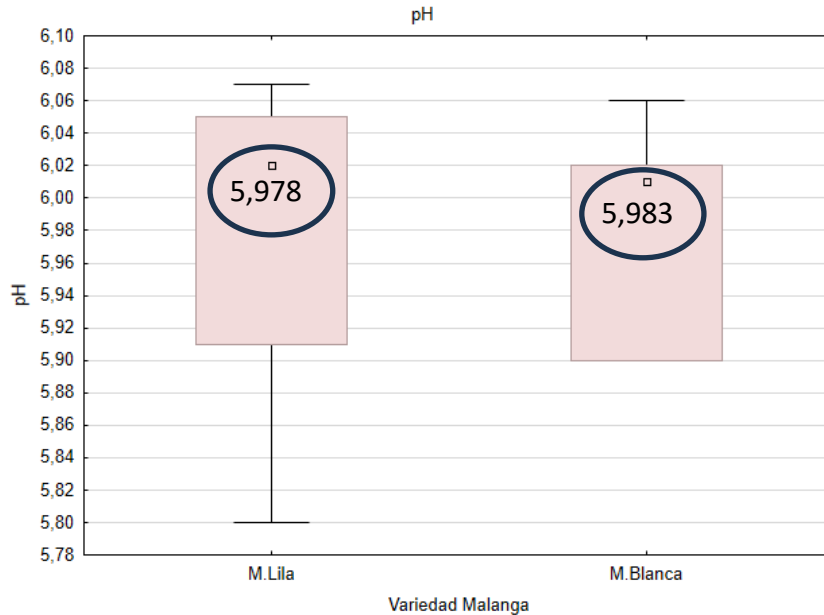
## Obtención de bioenvases a partir de almidón de dos especies de malanga

Estudio del efecto de especie de malanga (Factor A) en las variables de estudio



Demera Velásquez y Meza Andrade (2021), presentan los rangos óptimos de humedad (10-12%), bajo contenido de ceniza (0.23%)

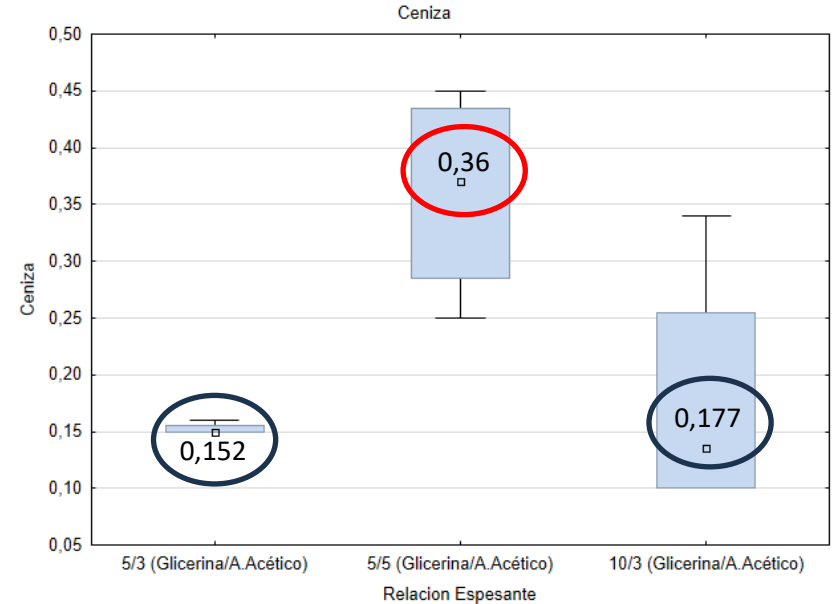
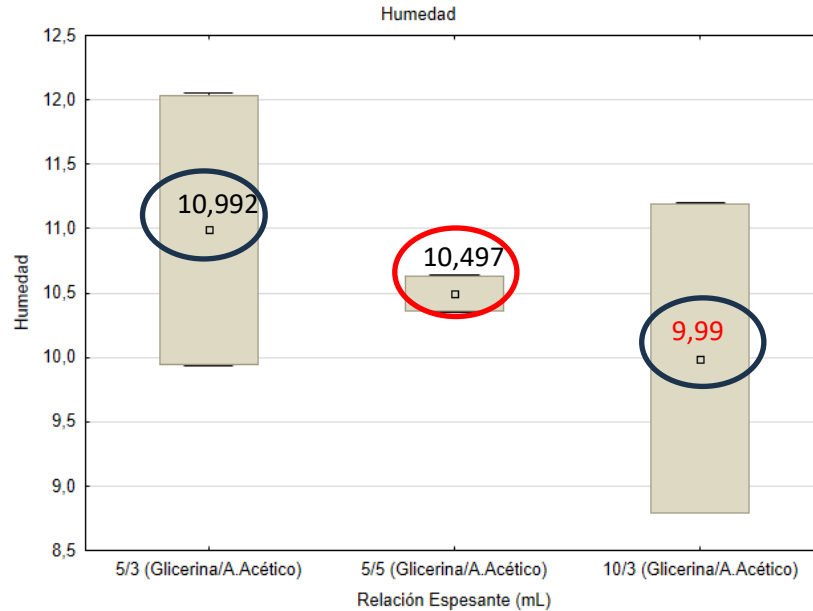
# Resultados y Discusión



Tanto malanga blanca como lila son aptas para usarse como bioenvase para conservar vegetales con bacterias ácido-lácticas, ya que cumplen con los rangos óptimos

# Resultados y Discusión

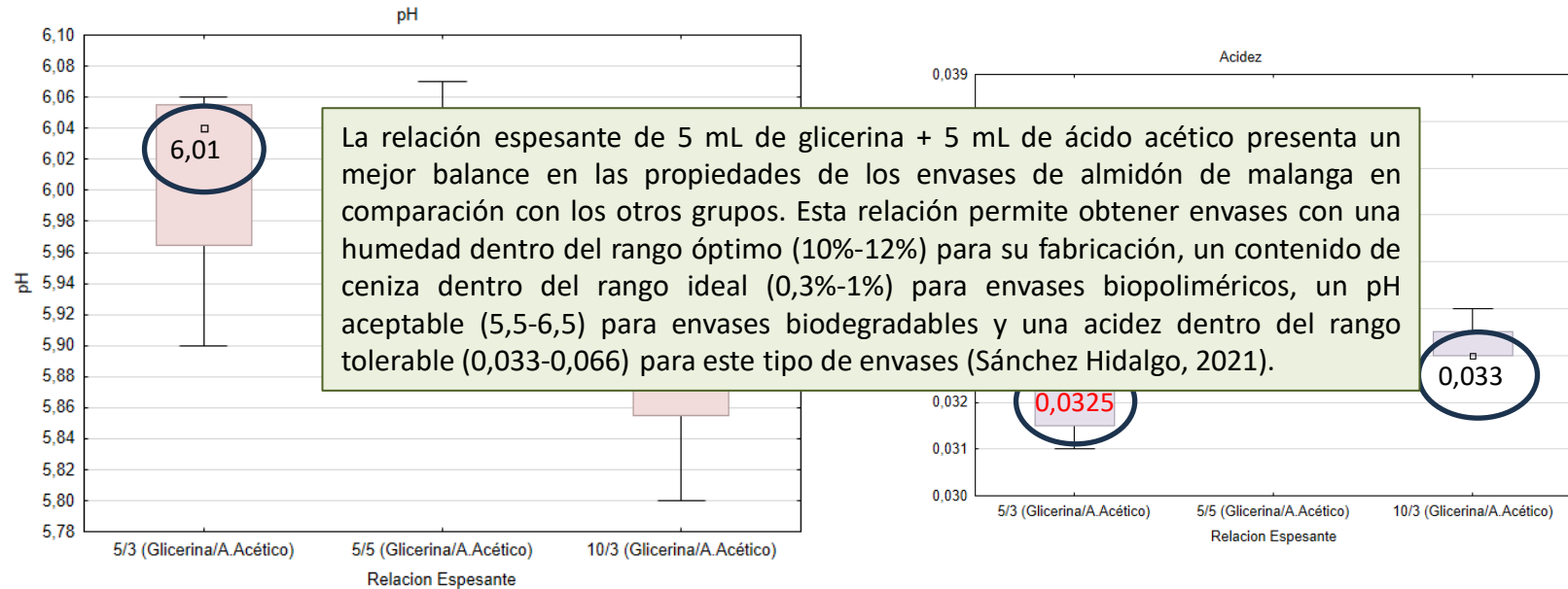
Estudio del efecto de la relación espesante (Factor B) en las variables de estudio



Para la humedad, el grupo C con la media más baja (9,99%), el grupo B con un valor intermedio (10,4975%) y el grupo A con el valor más alto (10,99%). Para ceniza, se observan dos grupos: el grupo A con las medias más bajas (0,1525% y 0,1175%) y grupo B con la media más alta (0,36%).

# Resultados y Discusión

Estudio del efecto de la relación espesante (Factor B) en las variables de estudio



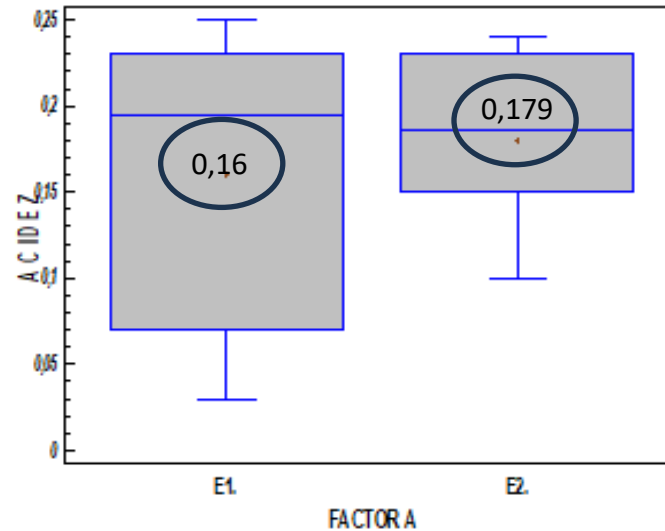
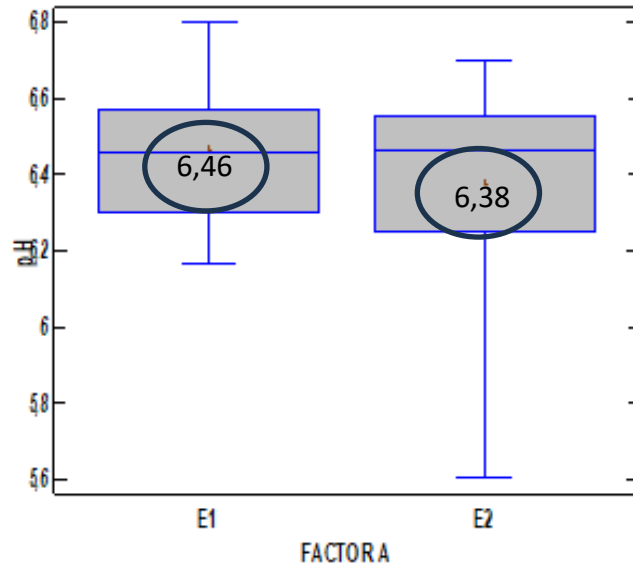
En cuanto pH, se observa un grupo homogéneo. Y para acidez, se observan dos grupos: el grupo A con medias más bajas (0,0325 y 0,0332) y grupo B con la media más alta (0,036).



# Resultados y Discusión

## Eficacia de envases activos en la conservación de vegetales fresco (I Gama)

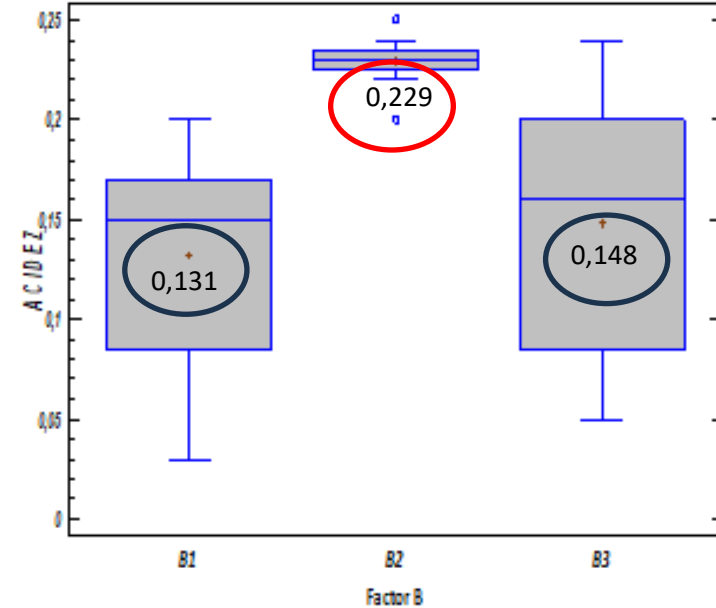
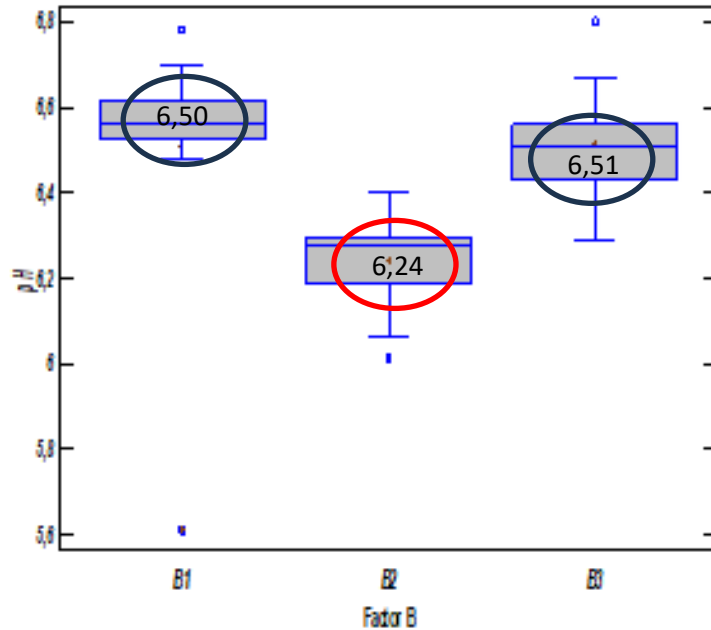
Estudio del efecto de especie de malanga (Factor A) en las variables de estudio



Dado que los valores tanto de pH (6.46 – 6.38) como de acidez (0.160% - 0.179%) se encuentran dentro del rango óptimo según la bibliografía; el envase elaborado a partir de las dos especies de malanga presentan los mismos efectos de bioconservación para los vegetales utilizados.

# Resultados y Discusión

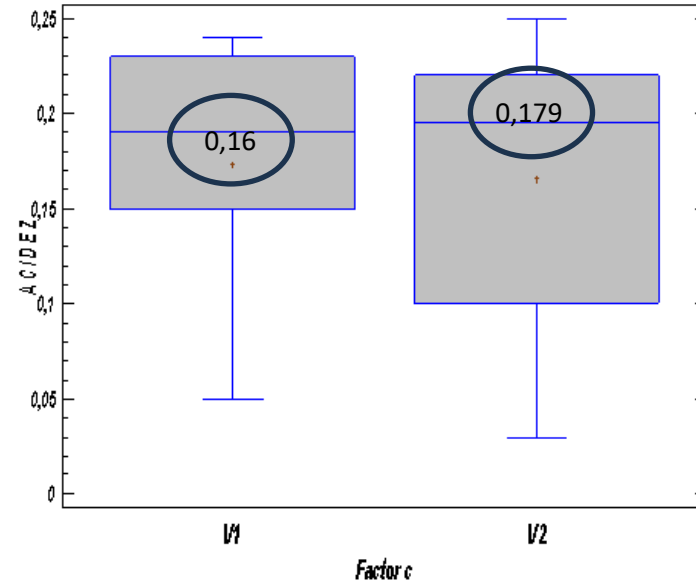
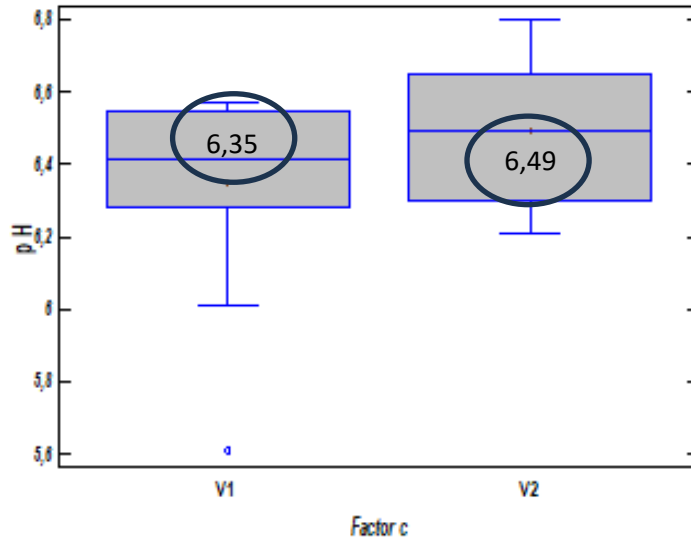
Estudio del efecto de bacterias ácido lácticas (Factor B) en las variables de estudio



(Alexandra & Natalia, 2007; Gianna Leonor, 2019) menciona que el pH de la zanahoria debe estar cercano a 6,2 y del brócoli 6,5, en cuanto acidez oscila entre 0,23 %, lo que se infiere que la especie de bacteria empleada influye con el tipo de producto aplicado, las *L. reuteris* (6,24) siendo esta la más baja; para la acidez *L. reuteris* (0,229 %) se encuentran dentro de los parámetros.

# Resultados y Discusión

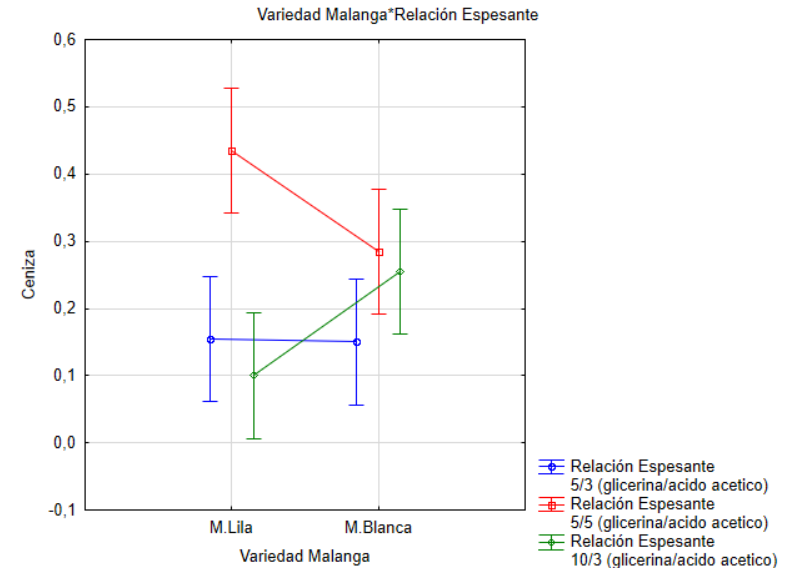
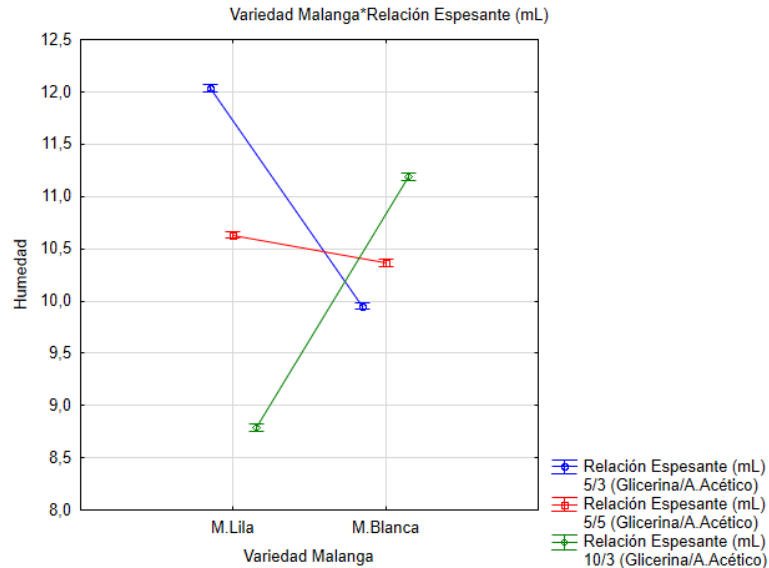
Estudio del efecto de los vegetales (Factor C) en las variables de estudio.



(Vásquez M. et al., 2009) menciona que las bacterias ácido lácticas, emplean los carbohidratos disponibles como fuente de energía y, al mismo tiempo, generan ácidos orgánicos que reducen el pH del entorno, en el caso del brócoli, con bajos carbohidratos, la actividad de las bacterias lácticas es diferente en comparación con la zanahoria, que tiene una mayor cantidad de carbohidratos

## Obtención de bioenvases a partir de almidón de dos especies de malanga

Medias marginales en la interacción A\*B (Variedad de Malanga vs. Relación espesante)

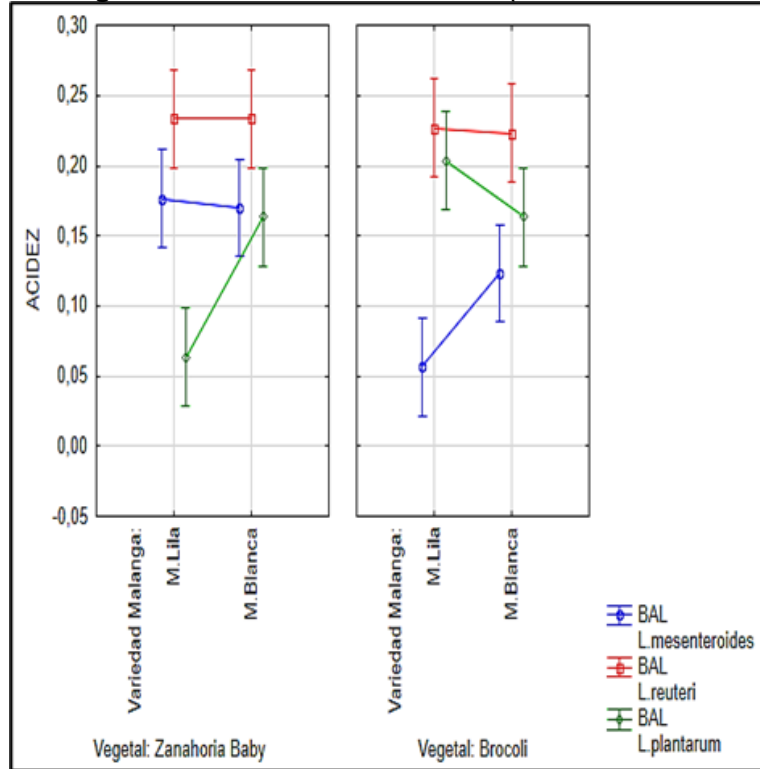


Considerando, Chariguamán (2015), menciona que la presencia de glicerina y ácido acético en los envases de almidón de malanga puede tener impactos tanto en la absorción como en la reducción de humedad, así como en diversas propiedades mecánicas del material. Por otra parte, Rodríguez (2021), menciona que en el caso de ceniza no se busca el mayor o menor valor, se requiere que se encuentre dentro del límite (0,3% a 1%)

# Resultados y Discusión

## Eficacia de envases activos en la conservación de vegetales fresco (I Gama)

Medias marginales en la interacción A\*B\*C (Variedad de Malanga \* Bacteria A.Láctica \* Vegetal fresco)



La acidez juega un papel crucial en la interacción entre bacterias y vegetales. El estudio presentado revela que la acidez varía significativamente según la bacteria, el vegetal y la interacción entre ambos.

La mayor acidez se observa al combinar Brócoli, *L. Reuteri* y Zanahoria Baby. Esta acidez podría ser beneficiosa para la conservación de los vegetales al inhibir el crecimiento de bacterias patógenas.

# Resultados y Discusión

## Análisis de componentes principales

Gráfico de sedimentación del análisis de componentes principales.

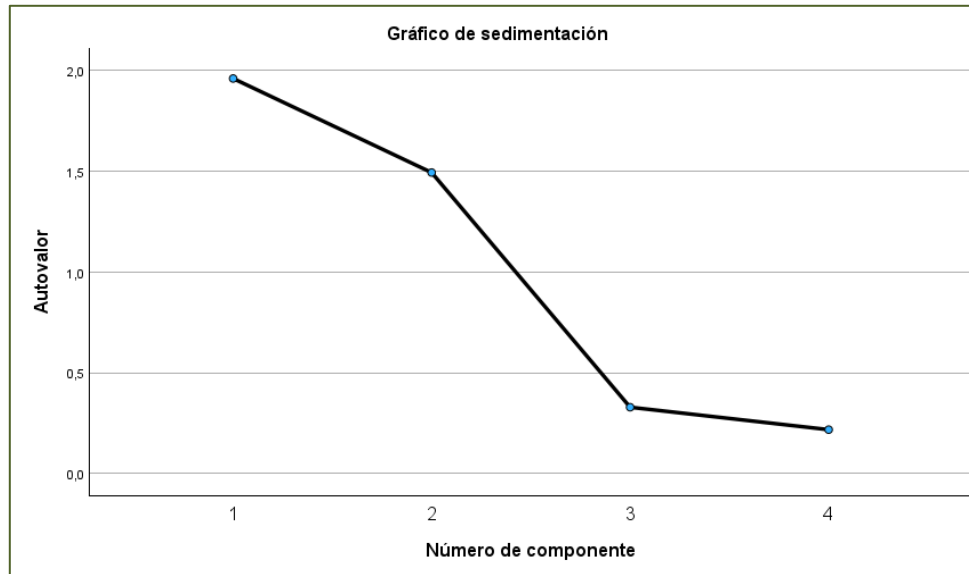


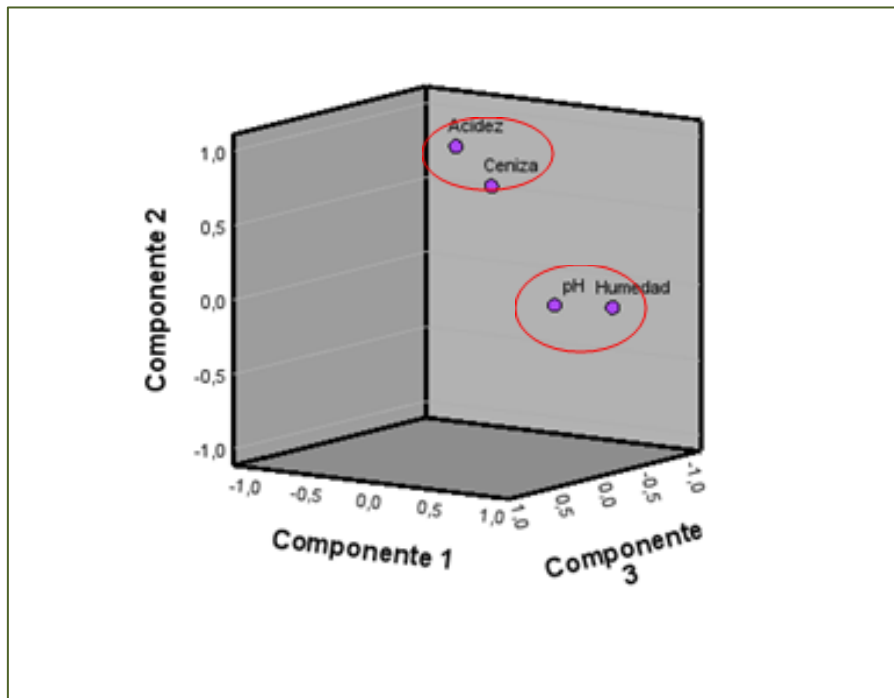
Tabla de varianza total explicada.

	<i>Total</i>	<i>% de varianza</i>	<i>% acumulado</i>
1	1,960	49,009	49,009
2	1,494	37,338	86,348
3	0,329	8,217	94,565
4	0,217	5,435	100,000

# Resultados y Discusión

## Análisis de componentes principales

Gráfico de componente en espacio rotado del análisis de componentes principales



Velásquez et al. (2021), mencionan que un pH bajo (ácido) y un contenido de humedad adecuado favorecen la gelatinización del almidón de malanga y la formación de envases con buenas propiedades, lo cual tiene relación en base a nuestro estudio, donde al evaluar los componentes vemos la relación existente entre estas dos variables.

Por otra parte, Ruiz (2022), al elaborar un bioplástico a partir de otro tubérculo (papa), determinó que un alto contenido de acidez o ceniza puede afectar negativamente las propiedades de los envases, dicha relación se observa en las variables de nuestro componente dos.

# Resultados y Discusión

## Análisis Microbiológicos de los vegetales.

Pruebas Microbiológicas	UFC/ mL	
	Brócoli	Zanahoria Baby
Petrifilm™ para Recuento Rápido de Aerobios (RAC)	15	14
Petrifilm™ para Recuento de Enterobacterias (EB)	Ausencia	Ausencia
Petrifilm™ para Recuento de Coliformes (CC)	Ausencia	Ausencia
Petrifilm™ para Recuento de Salmonela	Ausencia	Ausencia

La ausencia de crecimiento de salmonella, enterobacterias y coliformes puede indicar que la solución bacteriana de *L. Reuteri* podría tener un efecto positivo en el control del crecimiento de estos patógenos potenciales, (Cueva Tipán, 2022) menciona que el ácido láctico de las BAL pueden llegar a reducir el pH, lo que puede inhibir el crecimiento de diversos microorganismos



# Conclusiones



El tipo de almidón utilizado no afecta las propiedades de bioconservación del envase para los vegetales. Los valores de pH (6.46 - 6.38) y acidez (0.160% - 0.179%) se encuentran dentro del rango óptimo reportado en la literatura (Dussán-Sarria et al., 2015).

Se observó diferencia significativa en el pH y acidez entre las tres bacterias ácido-lácticas estudiadas (*L. reuteri*, *L. mesenteroides* y *L. plantarum*). La bacteria utilizada afecta las propiedades de bioconservación del envase para los vegetales. *L. reuteri* presentó un pH (6.24) y acidez (0.173%), valores dentro de los rangos óptimos para la conservación de la zanahoria y el brócoli.

Se encontraron diferencias significativas en pH y acidez entre la zanahoria y el brócoli. Además, se observó que el brócoli (pH 6.49, acidez 0.229%) tenía un pH mayor y acidez menor que la zanahoria baby (pH 6.35, acidez 0.131%). Estas diferencias se pueden explicar por la composición de los vegetales y la actividad de las bacterias ácido lácticas.

Los resultados del estudio sugieren que la interacción entre el tipo de vegetal, bacteria ácido láctica (BAL) y el tipo de almidón utilizado, influye en el pH y la acidez del producto final, impactando su calidad y vida útil. *L. reuteri* mostró la mayor eficacia para la conservación de vegetales

# Recomendaciones

Las especies de malanga (blanca y lila) son adecuadas para la elaboración de bioenvases que conserven vegetales con bacterias ácido-lácticas debido a que se encuentran dentro del rango óptimo de humedad, ceniza y pH. Se recomienda usar la especie más accesible para optimizar la producción y reducir costos.

Para obtener envases con mejores propiedades, se recomienda priorizar un pH bajo y una humedad adecuada, a la vez que se reduce el contenido de acidez y ceniza. Es importante considerar la relación entre pH y humedad, y evaluar el impacto de otras variables.

Se recomienda utilizar *L. reuteri* para la bioconservación del brócoli y la zanahoria, monitoreando el pH y la acidez durante el proceso. La bioconservación con *L. reuteri* tiene el potencial de ser una alternativa viable y efectiva a los conservantes químicos, prolongando la vida útil de los productos frescos y contribuyendo a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad.

Para optimizar bioenvases con bacterias ácido-lácticas, se debe considerar el tipo de vegetal, ajustando la cantidad de bacterias según sus carbohidratos. El brócoli, con un pH más alto y menor acidez que la zanahoria baby, requiere más bacterias para compensar sus bajos carbohidratos.



**Gracias**



# Bibliografía

- Alarcón Moyano, J. K. (2013). *Repositorio Digital Universidad De Las Américas: Industrialización de productos derivados de Malanga (Xanthosoma sagittifolium) como alternativa de consumo de carbohidratos para el mercado de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha*. Repositorio Digital Universidad De Las Américas. Retrieved February 25, 2024, from <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/715>
- Alberto, C. M., & Alberto, L. F. (2016). *Modificación superficial de papeles para la elaboración de envases bioactivos*. Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: <http://hdl.handle.net/11086/4738>
- Álvarez, M. F. (2000). Revisión: Envasado activo de los alimentos / Review: Active food packaging. *Food Science and Technology International*, 6(2), 97-108. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/108201320000600203>
- Bautista Gallego, J., Medina, E., Sánchez, B., & Benítez Cabello, A. (2020, June 30). *Role of lactic acid bacteria in fermented vegetables | Grasas y Aceites*. Grasas y Aceites. Retrieved March 2, 2024, from <https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1822>.
- Castro Crespo, A. (2020). *Cultivo de lactobacillus reuteri en solitario y en cocultivo con escherichia coli a 37°C*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/42163>
- Charles, G. (2014). *Desarrollo de envases flexibles bioactivos para alimentos*. Master's thesis: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/15391>
- Chariguamán, J. A. (2015, Noviembre). *Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (Passiflora edulis spp.)*. Biblioteca Digital – Zamorano. Retrieved February 27, 2024, from <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06a5dc04-9bc7-4253-a0ad-30c4c6c160be/content>
- Coma, V. (2007). *Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products*. PubMed. Retrieved February 25, 2024, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062099/>.
- Consuelo, A. (2022). *Evaluación de un proceso para elaboración de una bebida láctea utilizando un medio de cultivo vegetal fuente de probióticos, antioxidantes y fibra*. Repositorio Universidad Nacional. Retrieved March 2, 2024, from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83538>
- Cueva Tipán, J. R. (2022). *Aislamiento y caracterización de bacterias ácido-lácticas en dos especies de café (Mucílago), Coffea arábica y Coffea canephora, para la bioconservación de col (Brassica oleracea) y lechuga (Lactuca sativa)*. rraae. Retrieved March 3, 2024, from [https://rraae.cedia.edu.ec/Record/ESPE\\_2349f4f37c9b1ffe082efd075e4a9f78](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/ESPE_2349f4f37c9b1ffe082efd075e4a9f78).