

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**



**UPLA**

**TESIS**

**Título** : **CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota* “ZANAHORIA” SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei***

**Para Optar** : **El Título profesional de Químico Farmacéutico**

**Autoras** : **Bach. DEL VALLE LOPEZ ELISA DEYSI  
Bach. LAUREANO ALMONACID MILAM  
MILDRE**

**Asesora** : **Mg. Beatriz Rafael Peña**

**Línea de investigación institucional** : **Salud y Gestión de la Salud**

**Fecha de inicio y término** : **Mayo 2021 – mayo 2023**

**Huancayo – Perú 2024**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Walter y Marisol, por ser autores principales de mi vida, por haber sido la motivación y fuente de inspiración de todos mis anhelos, mi gratitud por su permanente confianza hacia mí.

*Elisa Deysi Del Valle López*

## **DEDICATORIA**

A mis creadores de vida, Tito y Alcira, hermanos y a todos quienes en el momento apropiado ocupan un espacio en mi mente y corazón, ya que por la motivación de ellos he concluido este objetivo.

*Milam Mildre Laureano Almonacid*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la vida, salud y guiarnos día a día en el camino de lograr nuestras metas, y por la hermosa oportunidad de estar al lado de las personas que nos aman.

A nuestras familias por su apoyo incondicional para poder cumplir con nuestros objetivos. Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes.

A nuestra alma mater, Universidad Peruana los Andes en la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica por permitir obtener nuestro tan ansiado título.

*Las autoras*

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 00401-FCS -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis** Titulada:

**CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE Daucus carota "ZANAHORIA" SOBRE EL CRECIMIENTO DE Lactobacillus casei.**

Con la siguiente información:

Con autor(es) : **BACH. DEL VALLE LOPEZ ELISA DEYSI**  
**BACH. LAUREANO ALMONACID MILAM MILDRE**

Facultad : **CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela profesional : **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

Asesor (a) : **MG. BEATRIZ RAFAEL PEÑA**

Fue analizado con fecha **01/10/2024** con **89 pág.**; en el Software de Prevención de Plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

**Excluye Citas.**

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

El documento presenta un porcentaje de similitud de **24** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de Uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 01 de octubre de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	ii-iii
<b>AGRADECIMIENTO</b>	iv
<b>CONTENIDO</b>	v
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	vii
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b>	viii
<b>RESUMEN</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b>	1
<b>1.2 Delimitación del problema</b>	2
<b>1.3 Formulación del problema</b>	3
1.3.1 Problema general	3
1.3.2 Problemas específicos	3
<b>1.4 Justificación</b>	3
1.4.1 Social	3
1.4.2 Teórica	4
1.4.3 Metodológica	4
<b>1.5 Objetivos</b>	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
<b>2.1 Antecedentes de estudio</b>	5
2.1.1 Nacionales	5
2.1.2 Internacionales	7
<b>2.2 Bases teóricas</b>	10
<b>2.3 Marco conceptual</b>	16
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS</b>	
<b>3.1 Hipótesis</b>	17
<b>3.2 Variables</b>	17

<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	
<b>4.1</b>	<b>Método de investigación</b> 19
<b>4.2</b>	<b>Tipo de investigación</b> 19
<b>4.3</b>	<b>Nivel de investigación</b> 19
<b>4.4</b>	<b>Diseño de la investigación</b> 20
<b>4.5</b>	<b>Población y muestra</b> 20
4.5.1	Criterios de inclusión 20
4.5.2	Criterios de exclusión 21
<b>4.6</b>	<b>Técnicas e instrumento de recolección de datos</b> 21
4.6.1	Técnicas 21
4.6.2	Instrumento 21
4.6.3	Procedimientos de la investigación 22
<b>4.7</b>	<b>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b> 25
<b>4.8</b>	<b>Aspectos éticos de la investigación</b> 26
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	
<b>5.1</b>	<b>Descripción de resultados</b> 28
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> 36	
<b>CONCLUSIONES</b> 43	
<b>RECOMENDACIONES</b> 44	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> 45	
<b>ANEXOS</b>	
1.	Matriz de consistencia 55
2.	Matriz de operacionalización de variables 56
3.	Instrumento de recolección de datos 57
4.	Constancia institucional donde se realizó la investigación 59
5.	Declaración de confidencialidad 60
6.	Compromiso de auditoría 62
7.	Data del procesamiento de datos 66
8.	Procesamiento estadístico 68
9.	Galería fotográfica 72

## CONTENIDO DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Composición química de la zanahoria (g/100g de parte comestible)	10
Tabla 2. Especies microbianas consideradas probióticos	13
Tabla 3. Estructura del diseño pre-experimental	24
Tabla 4. Análisis químico proximal de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” (g/100g) en estado fresco	28
Tabla 5. Análisis químico proximal de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” (g/100g) en estado deshidratado	29
Tabla 6. Contenido de pectooligosacáridos (fibra dietética) del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” (g/100g)	30
Tabla 7. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>	31
Tabla 8. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Escherichia coli</i>	33
Tabla 9. Crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i> en sistema control de inulina	34
Tabla 10. Crecimiento de <i>Escherichia coli</i> en sistema control de inulina	35
Tabla 11. Análisis fisicoquímico del bagazo de zanahoria	62
Tabla 12. Contenido de fibra dietética del bagazo de zanahoria	62
Tabla 13. Análisis químico proximal del bagazo fresco de zanahoria	63
Tabla 14. Análisis químico proximal del bagazo deshidratado de zanahoria	63
Tabla 15. Actividad prebiótica de los pectooligosacáridos de zanahoria frente a <i>Lactobacillus casei</i>	64
Tabla 16. Actividad prebiótica de los pectooligosacáridos de zanahoria frente a <i>Escherichia coli</i>	65
Tabla 17. Actividad prebiótica de la inulina frente a <i>Lactobacillus casei</i>	66
Tabla 18. Actividad prebiótica de la inulina frente a <i>Escherichia coli</i>	66
Tabla 19. Análisis de varianza de la actividad prebiótica de <i>Lactobacillus</i>	67

*casei*, de dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 1%)

Tabla 20.	Análisis de varianza de <i>Lactobacillus casei</i> , de dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 5%)	68
Tabla 21.	21. Análisis de varianza de <i>Escherichia coli</i> , dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 1%)	69
Tabla 22.	Análisis de varianza de <i>Escherichia coli</i> , dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 5%)	70

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de pectooligosacáridos a partir del bagazo de zanahoria	22
Figura 2. Diseño experimental para la determinación de la actividad prebiótica del bagazo de zanahoria	23
Figura 3. Contenido de fibra dietética en bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”	30
Figura 4. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>	32
Figura 5. Capacidad prebiótica de pecto oligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Escherichia coli</i>	33
Figura 6. Crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i> en sistema control de inulina	34
Figura 7. Crecimiento de <i>Escherichia coli</i> en sistema control de inulina	35

## RESUMEN

La investigación determinó la capacidad prebiótica de los pectooligosacáridos obtenidos del bagazo de “zanahoria” (*Daucus carota*) sobre el desarrollo de *Lactobacillus casei*. Para ello se empleó el método científico hipotético-deductivo, mediante un estudio aplicativo, de nivel explicativo y diseño experimental. Se realizó un análisis químico proximal, cuantificación de azúcares, sólidos solubles, pH y acidez. Posteriormente se sometió a un proceso de fermentación utilizando a *Lactobacillus casei*, a fin de evaluar la capacidad prebiótica del bagazo, realizando comparaciones con controles a base de inulina y *Escherichia coli*. Se encontró un contenido promedio de fibra dietética total de  $34,42 \pm 0,03$  g/100g; en fibra dietética insoluble de  $24,76 \pm 0,11$  g/100g y de fibra dietética soluble de  $8,66 \pm 0,09$  g/100g. La mayor capacidad prebiótica de los pectooligosacáridos se logró a una concentración de 5%, con un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$ , tras cultivo por 24 horas a 37°C; alcanzando de 8,40 Log (UFC/g). Se concluye que existe capacidad prebiótica de los pectooligosacáridos (POS) obtenidos de la “zanahoria”, sobre el desarrollo *in vitro* de *L. casei*.

**PALABRAS CLAVE:** Capacidad prebiótica, pectooligosacáridos, *Daucus carota*, *Lactobacillus casei*.

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the prebiotic capacity of pectooligosaccharides from *Daucus carota* “carrot” bagasse on the growth of *Lactobacillus casei*. For this, the hypothetical-deductive scientific method was used, through an applicative study, with an explanatory level and experimental design. A proximal chemical analysis was performed, quantification of sugars, soluble solids, pH and acidity. Subsequently, it was subjected to a fermentation process using *Lactobacillus casei*, in order to evaluate the prebiotic capacity of the bagasse, making comparisons with controls based on inulin and *Escherichia coli*. An average total dietary fiber content of  $34.42 \pm 0.03$  g/100g was found; in insoluble dietary fiber of  $24.76 \pm 0.11$  g/100g and soluble dietary fiber of  $8.66 \pm 0.09$  g/100g. The greatest prebiotic capacity of pectooligosaccharides was achieved at a concentration of 5%, with a particle size of 250  $\mu\text{m}$ , after culture for 24 hours at 37°C; reaching 8.40 Log (CFU/g). It is concluded that there is a prebiotic capacity of pectooligosaccharides (POS) obtained from *Daucus carota* “carrot” bagasse on the in vitro growth of *Lactobacillus casei*.

**KEYWORDS:** Prebiotic capacity, pectooligosaccharides, *Daucus carota*, *Lactobacillus casei*.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Los restos de los frutos están presentes en la agricultura, representando el 30% en cereales, entre el 40% y el 50% en raíces, frutas y verduras, y el 20% en semillas oleaginosas, carne y lácteos.<sup>1</sup>

La zanahoria es una hortaliza muy consumida por las personas, con propiedades nutritivas que incluyen carotenos, vitamina E, B y B3, así como minerales como potasio, fósforo, magnesio, yodo y calcio. En el año 2019, la producción de zanahorias registró un rendimiento de 46,3 mil toneladas, lo que representó una disminución del 9,0% (equivalente a 4,6 mil toneladas menos) respecto a años anteriores. Esta reducción se atribuye a una menor inversión en instalaciones debido a los crecientes costos de producción, especialmente en el Valle del Mantaro.

La zanahoria (*Daucus carota* L.) tuvo una producción estimada de 40 millones de toneladas en 2018 a nivel mundial y es considerada una de las 10 hortalizas más importantes a nivel mundial. Además, es una fuente alta de  $\beta$ -caroteno. En cuanto a los subproductos de la industria de jugos, en su mayoría son orujos y pieles, estos residuos pueden representar alrededor del 12% en peso de la biomasa. El residuo de zanahoria, conocido como bagazo, se deriva de la porción

comestible de la planta. Se somete a procesos adecuados para mantener intactas sus propiedades físicas, químicas, sensoriales y nutritivas.<sup>3</sup>

El destino de los biorresiduos y subproductos generados actualmente se dan en diferentes formas como el vertido en lugares cercanos a los centros de producción en rellenos sanitarios, incineración de desechos, alimentación animal y fertilización del suelo. También se pueden utilizar en producción de compostaje y la fermentación anaeróbica para obtener subproductos como alimentos funcionales. Si los residuos son adecuadamente manipulados pueden ser considerado comestibles, el uso de nuevos métodos de recuperación y tecnologías es importante para valorizar estos residuos vegetales.<sup>4</sup>

La utilización de residuos de subproductos agroindustriales, como el bagazo, en bioprocesos presenta una diversidad de sustratos alternativos, contribuyendo a abordar los desafíos de contaminación asociados con su disposición. Para esto, es necesario analizar los subproductos agroindustriales mediante estudios in vitro para comprender sus propiedades y determinar si tienen algún efecto beneficioso antes de su aplicación.<sup>5</sup>

## **1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Los resultados que se obtuvieron en el desarrollo de la investigación están considerados dentro del programa de estudios ambientales relacionados a la gestión de residuos en el periodo 2020 – 2022, donde se consideró fundamentalmente la problemática de los residuos generados en los diferentes mercados de abasto en el giro de comercialización de jugos y néctares; cuya actividad económica es muy importante, donde se genera significativamente y representa un problema ambiental y el estudio se orientó a atacar esta problemática.

El trabajo de investigación fue propuesto para evaluar los residuos generados del giro de jugos y néctares al interior de los mercados modelos de la provincia de Huancayo y del distrito de Chilca.

Se tomaron los conceptos fundamentales sobre capacidad prebiótica de componentes prebióticos provenientes de residuos alimentarios vegetales y los protocolos de la determinación de su capacidad.<sup>23</sup>

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1 Problema general**

¿Existe capacidad prebiótica de pectooligosacáridos del bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei*?

#### **1.3.2 Problemas específicos**

- ¿Qué cantidad pectooligosacáridos con capacidad prebiótica pueden obtenerse a partir del bagazo de *Daucus carota* “zanahoria”?
- ¿Cuál es la capacidad prebiótica, según porcentaje, de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei*?

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

#### **1.4.1 Social**

Esta investigación radica su importancia, porque a través del empleo de residuos como es el bagazo de zanahoria se podrá valorar su importancia en la alimentación de la población usando como indicador la capacidad prebiótica que presenta este tipo de residuos con altos contenidos de pectooligosacáridos sobre el desarrollo de bacterias de tipo probiótico (ejemplo *Lactobacillus casei*), para de esta manera usar estos polisacáridos con el fin de prevenir posibles infecciones intestinales y/o problemas gastrointestinales en la población.

### **1.4.2 Teórica**

Este estudio en desarrollo proporcionará datos actualizados y valiosos acerca de la relevancia del aprovechamiento de residuos con altos contenidos de pectooligosacáridos y su aplicación de productos alimentarios funcionales como fibra dietética orientado a la rehabilitación de diversas enfermedades degenerativas no transmisibles que frecuentemente se presenta en la población de la región central.

### **1.4.3 Metodológica**

Para materializar los objetivos planteados en la investigación se diseñará y aplicará protocolos del proceso de extracción de pectooligosacáridos a partir de bagazo de zanahoria y para la evaluación de la capacidad prebiótica se realizará mediante el empleo de métodos y técnicas de crecimiento del *Lactobacillus casei* en medios de cultivo MRS enriquecidos con pectooligosacáridos y efectuar la numeración de las unidades formadoras de colonia por g de muestra los cuales se utilizarán como indicadores de la capacidad prebiótica; todos los métodos usados estará en función a normas internacionales de análisis.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar la capacidad prebiótica de pectooligosacáridos del bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei*.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Cuantificar los pectooligosacáridos con capacidad prebiótica que pueden obtenerse a partir del bagazo de *Daucus carota* “zanahoria”.
- Determinar la capacidad prebiótica, según porcentaje, de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei*.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

##### **2.1.1 Nacionales**

Vilca A.<sup>6</sup> llevó a cabo un plan para separar y producir compost a partir de los residuos orgánicos generados en el mercado de abastos de Tacna. Previamente, se impartió una capacitación sobre qué son los residuos orgánicos y cómo producir compost con ellos. Se encontró que los vendedores del mercado desconocían este tema y la utilidad de los residuos orgánicos como fertilizante. Se realizó la recolección de residuos orgánicos durante dos semanas, principalmente cáscaras de frutas y verduras, totalizando 184 kg, evitando así su disposición en vertederos y la consiguiente contaminación ambiental. Esta recolección permitió identificar qué residuos son adecuados para la producción de compost. Como resultado, se concluye que los residuos orgánicos generados por los vendedores del mercado de abastos son adecuados para la elaboración de compost.

González N.<sup>7</sup> realizó una evaluación del efecto prebiótico del extracto de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) sobre la viabilidad de *Lactobacillus* sp. en condiciones simuladas in vitro del tracto gastrointestinal humano, utilizando análisis estadísticos de datos antes y después de la prueba. Se observó que la adición del prebiótico en las pruebas in vitro, sometidas a un pH de 2.0 y un 0.3% de sales biliares, resultó en una viabilidad del 39.67% y 86.17% respectivamente. Respecto a la cinética de crecimiento de *Lactobacillus* sp., se encontró que el medio con la inclusión del prebiótico presentó un tiempo de duplicación mayor en comparación

con el medio sin prebiótico, aunque la velocidad específica de crecimiento fue mayor en el primer caso. Se concluye que la adición de extracto prebiótico al medio MRS favorece la viabilidad, la producción de biomasa y aumenta la velocidad específica de crecimiento, mientras reduce el tiempo de duplicación de *Lactobacillus* sp. en comparación con el medio MRS sin prebiótico.

Canchanya M. y Munive R.<sup>8</sup> llevaron a cabo una evaluación de la actividad prebiótica in vitro y las propiedades funcionales de la pulpa de calabaza procedente de Huancayo, mediante tratamientos a diferentes temperaturas (30, 50 y 70°C) y tamaños de partícula (250, 212 y 180 µm). Para la evaluación de la actividad prebiótica, se empleó un método de recuento de unidades formadoras de microorganismos probióticos y una comparación entérica con un prebiótico comercial (inulina). La determinación de la fibra dietética se realizó utilizando un método físico enzimático, mientras que las propiedades funcionales se evaluaron mediante métodos basados en la centrifugación. Se observó que la actividad prebiótica in vitro de la pulpa de calabaza es alta en comparación con otros productos estudiados previamente y presenta características fisiológicas similares a las de un prebiótico probado (inulina). Las propiedades funcionales obtenidas incluyen un contenido de fibra dietética del 38.38%, capacidad de absorción de agua de 8.6 ml/g, capacidad de retención de agua de 6.1 ml/g, capacidad de retención de lípidos de 5.7 ml/g, capacidad de hinchamiento de 4.7 ml/g, capacidad espumante de 0.29 y acidez titulable de 0.21%; valores similares a los encontrados en otros productos.

Rodríguez A.<sup>9</sup> Se examinó el impacto del extracto del fruto del algarrobo (*Prosopis pallida* Willd Kunth) en el desarrollo de *Lactobacillus plantarum*, mediante una investigación comparativa de diseño experimental y transversal. Las vainas de algarrobo fueron recolectadas en Tambogrande (Piura) y se elaboró un extracto acuoso a partir de ellas. Se establecieron las condiciones de crecimiento de *L. plantarum* ATCC 14917 en caldo Man Rogosa Sharp (MRS) utilizando diversas fuentes de carbono al 2% (glucosa, sacarosa, fructosa, inulina, maltosa y extracto acuoso de algarrobo) e incubándolas a 37°C durante 24 horas en aerobiosis; el

crecimiento se monitoreó espectrofotométricamente a 600 nm cada hora. *L. plantarum* ATCC 14917 demostró velocidades de crecimiento de 0.191, 0.162, 0.140 y 0.155 UFC/h con maltosa, glucosa, sacarosa y extracto de algarrobo respectivamente. Además, se identificaron  $1.9 \times 10^9$  y  $1.7 \times 10^9$  UFC de *L. plantarum* en los medios MRS suplementados con extracto de algarrobo y glucosa a 30°C durante 20 horas. *L. plantarum* ATCC 14917 exhibió un crecimiento similar en los medios suplementados con extracto de algarrobo y sacarosa. Como conclusión, se determinó que esta bacteria presenta un recuento celular viable mayor con el extracto de algarrobo que con la glucosa.

Pariona D.<sup>10</sup> examinó en Lima el impacto del extracto acuoso atomizado de una mezcla (EA) compuesta por *Swartzia polyphylla* (33,3% Cumaceba), *Maytenus macrocarpa* (16,7% Chuchuhuasi) y *Jatropha macrantha* (50% Huanarpo macho) sobre la viabilidad in vitro de *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 y *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356. Para ello, se cultivaron las bacterias en medios Man Rogosa Sharp (MRS) que contenían EA al 1% y 2% (p/v) en condiciones de anaerobiosis a 37°C durante 48 horas. Posteriormente, se llevó a cabo el recuento celular en agar MRS y se midieron los parámetros cinéticos y el pH, además de evaluar la resistencia de estas bacterias a condiciones simuladas del tracto gastrointestinal. El EA estimuló el crecimiento bacteriano, manteniendo una concentración celular superior a  $10^7$  UFC/mL durante 48 horas. Las velocidades de crecimiento fueron de 0,635 y 0,656 UFC/h para *L. plantarum*, así como de 0,391 y 0,516 UFC/h para *L. acidophilus* en los medios con EA al 1% y 2%, respectivamente. Además, se observó un efecto protector significativo del EA en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal para *L. plantarum* y *L. acidophilus* a pH de 7,0 y 2,0, respectivamente. Se concluye que el EA de *Swartzia polyphylla*, *Maytenus macrocarpa* y *Jatropha macrantha* muestra un potencial prebiótico in vitro.

### 2.1.2 Internacionales

Guerra L. et al.<sup>11</sup> generaron enzimas para la síntesis de prebióticos utilizando residuos de zanahoria de Argentina. Esto se logró extrayendo jugo y obteniendo bagazo, el cual se empleó como sustrato para la fermentación sólida y la producción de la enzima deseada utilizando el microorganismo *Aspergillus niger*. Se examinó el impacto de suplementar el bagazo con medios enriquecidos en nitrógeno y sin fuente de carbono, como el medio N, extracto de levadura, levadura y medio Czapeck. También se analizó la influencia de la suplementación con elementos traza. Además, se evaluaron el volumen del medio de suplementación añadido, la concentración del inóculo y el tiempo de incubación para evitar plagas, malos olores y alteraciones en los estratos del suelo. Se concluyó que es viable reutilizar estos residuos como materia prima para la producción de enzimas que generen fructooligosacáridos, compuestos con propiedades prebióticas ampliamente utilizados en la elaboración de alimentos funcionales

Zambrano L.<sup>12</sup> analizó la capacidad prebiótica del biopolímero Bilac® en un entorno in vitro en Bogotá, investigando si ciertas bacterias probióticas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* pueden utilizar este biopolímero como fuente de carbono. Se confirmó que cuando se combinan probióticos y prebióticos, es posible mantener una alta viabilidad de estas bacterias con el paso del tiempo, lo que sugiere su aplicabilidad en bebidas y alimentos. Además, el estudio incluyó un componente in vivo mediante un ensayo clínico en humanos, en el cual se incorporaron dosis diarias del biopolímero en la dieta de los participantes. Los resultados de estos ensayos indicaron que el consumo de este biopolímero, ya sea en forma de galletas o en una bebida láctea, aumenta la población de microbiota intestinal beneficiosa, mientras que mantiene o disminuye ligeramente los niveles de coliformes.

Usca J. et al.<sup>13</sup> llevaron a cabo una revisión conceptual de varios autores sobre las características probióticas de los *Lactobacillus* en Ecuador. Esto requirió una exhaustiva búsqueda, selección y análisis de las fuentes bibliográficas más relevantes sobre el tema. El estudio examinó 27 citas en inglés, portugués y español, y los resultados principales incluyeron una comprensión clara de las características

y la utilidad digestiva de estos microorganismos. En resumen, se concluyó que la palatabilidad, el tránsito gastrointestinal normal y la utilidad digestiva son aspectos fundamentales para que los preparados microbianos que contienen *Lactobacillus* contribuyan al mejoramiento de la salud del huésped.

Reyes A. et al.<sup>14</sup> En España, investigaron la posibilidad de utilizar el bagazo como sustrato para el cultivo del probiótico *Lactobacillus salivarius* spp *salivarius* (CECT4063). Se examinó el efecto de la matriz de incubación y la aplicación de altas presiones de homogeneización (HPH) como método de encapsulación en el crecimiento del probiótico, su hidrofobicidad y su resistencia a condiciones adversas de procesamiento, como el secado por aire caliente (SAC) y la digestión in vitro. Los resultados indicaron que el bagazo de almendra conserva macronutrientes importantes y es adecuado como medio de cultivo para el crecimiento de probióticos. Respecto a la viabilidad del probiótico y su capacidad de sobrevivir a la digestión in vitro, se observó que el probiótico pudo crecer en el bagazo en todas las condiciones estudiadas y resistir las condiciones gastrointestinales simuladas. De los tres ensayos realizados, se encontró que el encapsulamiento mediante HPH produjo los mejores resultados en ambos aspectos. En conclusión, se determinó que la encapsulación mediante HPH mejora la resistencia del microorganismo a condiciones adversas como el SAC y la digestión gastrointestinal.

Mohanapriya M. et al.<sup>15</sup> llevaron a cabo un estudio en la India mediante la adición de extracto de zanahoria en niveles del 5%, 10%, 15% y 20%, designados como T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Tras evaluaciones sensoriales utilizando una escala hedónica de 9 puntos, se determinó que el nivel de adición del 15% era aceptable. Este nivel se seleccionó para la producción de lassi simbiótico con *Lactobacillus casei* (NCDC 298). El lassi simbiótico preparado se sometió a análisis fisicoquímicos y microbiológicos, comparándolo con un control y un lassi probiótico. Se observó que el lassi simbiótico con extracto de zanahoria mostraba una buena calidad microbiológica, siendo superior al probiótico de control en términos de viabilidad microbiana. Se concluyó que el lassi simbiótico incorporado

con un 15% de extracto de zanahoria presentaba una aceptabilidad general favorable, calidad microbiológica superior y niveles recomendados de viabilidad probiótica.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 *Daucus carota* “Zanahoria”**

La zanahoria es una hortaliza ampliamente reconocida a nivel mundial, que tiene su origen en el Centro Asiático y el Mediterráneo. Destaca por sus propiedades nutritivas, ya que es rica en betacaroteno (un precursor de la vitamina A), agua, y presenta un bajo contenido de lípidos y proteínas.<sup>16</sup>

#### **A. Taxonomía botánica de la zanahoria<sup>17</sup>**

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Subclase	: Rosidae
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae
Género	: <i>Daucus</i>
Nombre científico	: <i>Daucus carota</i> L. 1753

#### **B. Componentes químico proximales**

En la Tabla 1 se muestran los principales componentes de la zanahoria, los cuales se han identificado a partir de análisis químico proximales.

**Tabla 1: Composición química de la zanahoria (g/100g de parte comestible)**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Energía	41 Kcal
Humedad	89,48g
Proteínas	1,20g
Grasas	0,25g
Carbohidratos	8,42g
Fibra cruda	1,13g
Cenizas	0,65g

Fuente: Cuaran N.<sup>18</sup>

### **C. Bagazo de la zanahoria**

El residuo fibroso y la capa externa de la zanahoria, conocidos como bagazo y/o corteza, están compuestos por un xilema leñoso y carecen de sabor. Además, están caracterizados por la presencia de múltiples raíces secundarias que actúan como órganos de absorción. Estos subproductos de la zanahoria pueden ser utilizados como ingredientes alimentarios intermedios para producir harina, fibra dietética y fibra prebiótica. A nivel industrial, los desechos generados durante el procesamiento de la zanahoria, como las cáscaras y el bagazo, son considerables y pueden ser aprovechados para la fabricación de nuevos alimentos con un alto valor nutricional. Por otra parte, estos residuos de cáscara y bagazo también poseen propiedades nutraceuticas debido a su contenido de  $\beta$ -carotenos, minerales y oligosacáridos de pectina.<sup>19</sup>

### **D. Usos y aplicaciones<sup>20</sup>**

#### **1. En fruto fresco**

La zanahoria puede ser ingerida en su estado natural, añadida a ensaladas, sopas, postres, purés y zumos.

#### **2. En fruto procesado**

Es posible deshidratar, congelar y encurtir la zanahoria. Al deshidratarla, se la considera como un alimento pre cocido.

### **3. Medicinal**

Es factible extraer la vitamina A y los carotenoides, que funcionan como precursores de la vitamina A, así como antioxidantes, agentes cicatrizantes y con propiedades anticancerígenas.

#### **2.2.2 Alimentos funcionales**

Los alimentos funcionales son aquellos que, además de su propósito principal de proporcionar nutrición, contienen ingredientes activos biológicamente que pueden ofrecer ventajas extras para la salud. Estos elementos pueden abarcar vitaminas, minerales, antioxidantes, ácidos grasos esenciales, fibra dietética, probióticos y fitoquímicos. Los alimentos funcionales tienen la capacidad de mejorar las funciones del cuerpo, prevenir enfermedades y promover el bienestar general cuando se integran en una dieta equilibrada. Algunos ejemplos comunes de alimentos funcionales son los yogures con probióticos, la leche enriquecida con calcio, los cereales fortificados con vitaminas y minerales, las bebidas antioxidantes y los alimentos que contienen ácidos grasos omega-3, entre otros.<sup>21</sup>

#### **A. Probióticos**

Los probióticos son organismos microscópicos vivos que, cuando se ingieren en cantidades adecuadas, pueden promover la salud al equilibrar la microbiota del intestino. Estos microorganismos, en su mayoría bacterias beneficiosas, se encuentran de forma natural en el tracto gastrointestinal e incluyen variedades como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, entre otras. Los probióticos se pueden obtener a través de alimentos fermentados como el yogur, el kéfir, el chucrut y el miso, así como también mediante suplementos dietéticos. Se cree que los probióticos pueden beneficiar la digestión, fortalecer el sistema inmunológico, reducir la inflamación intestinal y mejorar la absorción de nutrientes, entre otros posibles efectos positivos para la salud.<sup>22-24</sup>

## B. Microorganismos utilizados comúnmente como probióticos

Los microorganismos empleados como probióticos son mayormente bacterias útiles que existen naturalmente en el sistema digestivo y han evidenciado tener impactos positivos en la salud cuando se ingieren en cantidades apropiadas. Entre los probióticos más usuales se encuentran distintas cepas de *Lactobacillus* (tales como *Lactobacillus acidophilus*, *L. rhamnosus* y *L. casei*), *Bifidobacterium* (por ejemplo, *Bifidobacterium bifidum*, *B. lactis* y *B. breve*), *Streptococcus thermophilus*, entre otros. Estas bacterias benéficas están presentes en alimentos fermentados como el yogur, el kéfir, el chucrut, el kimchi y otros productos fermentados, y también están disponibles en forma de suplementos alimenticios.<sup>25</sup> En la Tabla 2 se muestran algunas especies de microbios probióticos.

**Tabla 2: Especies microbianas consideradas probióticos**

Probiótico	Alimento
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Yogur, mantequilla y queso
<i>L. casei</i> cepa Shirota	Queso y yakult
<i>L. plantarum</i>	Crema y pan fermentado
<i>B. infantis</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. lactis</i>	Leches para niños y queso tipo cheddar
<i>Saccharomyces boulardii</i>	Leches para niños

Fuente: Bolívar N. et al.<sup>26</sup>

Las variedades de microorganismos más estudiadas suelen pertenecer a los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, ya que se consideran exclusivos entre aquellos que habitan nuestras mucosas y son generalmente inofensivos en casi cualquier situación. Además, se han investigado otros géneros como *Streptococcus* y *Bacillus*, así como levaduras del género *Saccharomyces*, como probióticos. También se han explorado especies de géneros como *Bacteroides*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Faecalibacterium* y *Propionibacterium*.<sup>27</sup>

### C. Prebiótico

Los prebióticos son elementos de la alimentación que no se digieren y que estimulan el crecimiento y la actividad de microorganismos beneficiosos en el intestino, como las bacterias probióticas. Estos componentes favorecen específicamente el crecimiento y la actividad de ciertas bacterias beneficiosas en el colon, lo que mejora el equilibrio de la microbiota intestinal y promueve la salud digestiva. Los prebióticos suelen ser carbohidratos no digeribles, como la inulina, los fructooligosacáridos (FOS), la lactulosa y ciertas fibras alimentarias. Se encuentran de forma natural en diversos alimentos, como plátanos, cebollas, ajos, espárragos, alcachofas, cereales integrales y productos lácteos fermentados. Consumir alimentos ricos en prebióticos puede ayudar a mantener una flora intestinal equilibrada y favorecer la salud digestiva en general.<sup>21,22</sup>

Los prebióticos deben cumplir ciertos criterios para garantizar la eficacia y la seguridad de los prebióticos en la promoción de la salud intestinal, tales como:<sup>29,30</sup>

1. Resistencia a la digestión: Los prebióticos deben resistir la descomposición y la absorción en el tracto digestivo superior para que puedan alcanzar el colon intactos, donde pueden ejercer su función.
2. Fermentabilidad selectiva: Deben ser fermentados selectivamente por las bacterias beneficiosas en el colon, como las bifidobacterias y los lactobacilos, sin promover el crecimiento de patógenos.
3. Estimulación del crecimiento de bacterias beneficiosas: Los prebióticos deben promover específicamente el crecimiento y la actividad de las bacterias probióticas beneficiosas en el colon, lo que ayuda a mantener un equilibrio saludable en la microbiota intestinal.
4. Beneficios para la salud: Los prebióticos deben proporcionar beneficios demostrados para la salud, como mejorar la salud digestiva, fortalecer el sistema inmunológico y reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el intestino.
5. Seguridad: Deben ser seguros para su consumo en cantidades habituales y no causar efectos adversos significativos en la salud.

#### **D. Oligosacáridos no digeribles como prebióticos (OND)**

Son compuestos hidrosolubles y moderadamente dulces, aunque su dulzor disminuye a medida que la longitud de su cadena molecular se reduce. Estos componentes se encuentran presentes en diversos sistemas alimentarios como frutas, legumbres, verduras, lácteos y miel. Sin embargo, en ocasiones, estos alimentos no se consumen en cantidades suficientes para que los oligosacáridos no digeribles (OND) presentes en ellos puedan ejercer efectos prebióticos. Dentro de los oligosacáridos no digeribles se incluyen azúcares compuestos por monosacáridos como fructosa, galactosa, xilosa, glucosa y/o manosa.<sup>31</sup>

#### **E. Evaluación de la capacidad prebiótica<sup>32</sup>**

Para calificar como prebiótico, un compuesto debe atravesar varias etapas que demuestren su capacidad prebiótica: Primero se debe realizar una evaluación del origen, la pureza, la composición química y la estructura química del compuesto en cuestión. Luego se evalúa la resistencia a la digestión para verificar la capacidad de los prebióticos para resistir la digestión y la absorción en el tracto gastrointestinal. Esto se lleva a cabo simulando condiciones que imitan las condiciones fisiológicas humanas, como la acidez ( $\text{pH} < 2$ ), la presencia de enzimas gástricas y la temperatura corporal ( $37^\circ\text{C}$ ).

La fermentación in vitro abarca desde métodos de procesamiento básicos con una sola condición hasta sistemas de cultivo en múltiples etapas y con control de pH, que son capaces de simular distintas regiones del intestino grueso. Esto se logra mediante el uso de cultivos puros, una combinación específica de cultivos o mediante la utilización de inóculos fecales.

#### **F. Pecto oligosacáridos<sup>31,32</sup>**

Los pectooligosacáridos son oligosacáridos que se derivan de la degradación parcial de la pectina, un tipo de fibra soluble presente en algunas frutas y vegetales. Estos compuestos son prebióticos, lo que significa que pueden estimular selectivamente el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas en el intestino, promoviendo así la salud intestinal y general.

Los pectooligosacáridos han sido objeto de investigación por sus posibles beneficios para la salud digestiva y la modulación de la microbiota intestinal.

#### **G. *Lactobacillus casei***

*Lactobacillus casei* es una bacteria ácido láctica que pertenece al género *Lactobacillus*, comúnmente asociada con la fermentación láctica de productos lácteos y otros alimentos fermentados. Es una bacteria probiótica bien conocida que se encuentra naturalmente en el tracto gastrointestinal humano y en algunos alimentos fermentados como el yogur, el kéfir y el queso. Se cree que *Lactobacillus casei* ofrece varios beneficios para la salud, incluida la mejora de la salud digestiva, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la prevención de ciertas enfermedades. Es ampliamente utilizado en la industria alimentaria y también está disponible en forma de suplementos probióticos.<sup>33</sup>

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.3.1 Prebiótico**

Un prebiótico es un tipo de fibra que no puede ser digerida y que estimula el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas en el intestino. Estos compuestos son fermentados por las bacterias beneficiosas presentes en el colon, como las bifidobacterias y los lactobacilos, lo que contribuye a mantener un equilibrio saludable en la microbiota intestinal. Los prebióticos suelen ser carbohidratos no digeribles, como la inulina, los fructooligosacáridos (FOS), la lactulosa y diversas fibras alimenticias. Se pueden encontrar naturalmente en una variedad de alimentos como plátanos, cebollas, ajos, espárragos, alcachofas, cereales integrales y productos lácteos fermentados.<sup>29</sup>

#### **2.3.2 Probiótico**

Un probiótico es un organismo vivo que, cuando se ingiere en cantidades adecuadas, proporciona beneficios para la salud al huésped. Principalmente, estos microorganismos son bacterias benéficas que se encuentran de manera natural en el sistema gastrointestinal humano y pueden incluir variedades como *Lactobacillus*,

Bifidobacterium, Streptococcus y Saccharomyces, entre otros. Estos probióticos pueden ser hallados en alimentos fermentados como el yogur, el kéfir, el chucrut, el miso, así como también se pueden encontrar en forma de suplementos dietéticos. Se cree que los probióticos tienen el potencial de mejorar la digestión, fortalecer el sistema inmunológico, reducir la inflamación intestinal y favorecer la absorción de nutrientes, entre otros posibles beneficios para la salud.<sup>27</sup>

### **2.3.3 Zanahoria**

La zanahoria es una hortaliza de raíz comestible, generalmente anaranjada, que pertenece a la especie *Daucus carota*. Es ampliamente cultivada y consumida en todo el mundo debido a su sabor dulce y a sus beneficios nutricionales. La zanahoria es rica en beta-carotenos, que es un precursor de la vitamina A, así como en otras vitaminas y minerales como la vitamina K, potasio y antioxidantes. Se puede consumir cruda en ensaladas, cocida en sopas y guisos, o como ingrediente en una variedad de platos culinarios. Además de su valor nutricional, la zanahoria también se ha utilizado tradicionalmente en la medicina herbal por sus supuestas propiedades medicinales.<sup>18</sup>

### **2.3.4 Extracción**

La extracción es un proceso mediante el cual se separan componentes específicos de una sustancia o material utilizando métodos físicos o químicos. En este proceso, se busca aislar o concentrar la sustancia de interés, ya sea un compuesto químico, un producto natural, un principio activo, entre otros, de una matriz o mezcla de componentes. La extracción puede realizarse utilizando diferentes técnicas, como la extracción con solventes, la extracción sólido-líquido, la extracción líquido-líquido, entre otras, dependiendo de las propiedades del material de partida y del compuesto que se desea obtener. Este proceso es comúnmente utilizado en diversas industrias, incluyendo la farmacéutica, alimentaria, química, entre otras, para la obtención de productos específicos con fines comerciales o de investigación.

### **2.3.5 Fermentación**

La fermentación es un proceso biológico en el que los microorganismos, como bacterias, levaduras o mohos, descomponen materia orgánica, como carbohidratos o proteínas, en ausencia de oxígeno. Durante este proceso, los microorganismos metabolizan los sustratos orgánicos para obtener energía, produciendo diferentes productos finales, como ácido láctico, etanol, dióxido de carbono, entre otros, dependiendo del tipo de fermentación y de los microorganismos involucrados.<sup>28</sup>

### **2.3.6 Bagazo**

El bagazo es un subproducto fibroso que queda como residuo después de extraer el jugo o el aceite de ciertas materias primas vegetales, como la caña de azúcar, la uva, la aceituna, la zanahoria, entre otros. Consiste en la parte fibrosa y sólida de la planta que queda después de la extracción de los componentes líquidos o aceitosos.<sup>11</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1 HIPÓTESIS**

##### **3.1.1 Hipótesis general**

Los oligosacáridos de pectina presentes en el residuo fibroso de la zanahoria exhiben un efecto prebiótico notable en el desarrollo de *Lactobacillus casei*.

##### **3.1.2 Hipótesis específica**

La influencia prebiótica difiere notablemente en función del contenido de pectooligosacáridos del residuo de zanahoria (bagazo de *Daucus carota*) en relación con el crecimiento de *Lactobacillus casei*.

#### **3.2 VARIABLES**

##### **3.2.1 Variable independiente**

Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria”

##### **A. Definición conceptual**

Capacidad de los oligosacáridos no digeribles (del bagazo de *D. carota*) de estimular selectivamente el crecimiento y actividad de *Lactobacillus casei* en el medio de cultivo MRS.<sup>30</sup>

**B. Definición operacional**

Se tuvieron en cuenta dos dimensiones: concentración de pectooligosacáridos en el medio de cultivo MRS y tamaño de partículas.

**3.2.2 Variable dependiente:**

Crecimiento de *Lactobacillus casei*

**A. Definición conceptual**

Desarrollo *in vitro* de *Lactobacillus*, evaluado mediante el número y tamaño de sus colonias típicas sobre un medio de cultivo sólido.<sup>34</sup>

**B. Definición operacional**

Se tuvieron en cuenta dos dimensiones: número de colonias de *Lactobacillus casei* y tiempo de incubación.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio siguió las fases del método científico, utilizando métodos y herramientas para adquirir conocimientos adecuados y científicamente válidos de manera imparcial. Se partió de lo general hacia lo específico y se empleó el enfoque hipotético-deductivo: se propuso una hipótesis inicialmente y luego, mediante razonamientos deductivos, se obtuvieron conclusiones específicas.<sup>35</sup>

#### **4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio se clasificó como aplicado, dado que las investigadoras intervinieron en la variable independiente (el porcentaje de pectooligosacáridos) para analizar su impacto en la variable dependiente (el crecimiento de *Lactobacillus casei*).<sup>36</sup>

#### **4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación fue explicativo, porque se buscó evaluar la relación causal entre las variables y comparar la actividad prebiótica sobre el desarrollo *in vitro* de *L. casei* con diferentes concentraciones de pectooligosacáridos, obtenido a partir de bagazo de zanahoria.<sup>37</sup>

#### 4.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico fue pre-experimental, de comparación estática (pre y post test), porque se manipuló la variable independiente (porcentaje de pectooligosacaridos) bajo condiciones controladas y, además, la recolección de datos se realizó una vez iniciada la experimentación, cuya medición de resultados fue en más de un momento.<sup>38</sup>

<b>GE</b>	<b>X</b>	<b>O<sub>1</sub></b>
<b>GC</b>		<b>O<sub>2</sub></b>

Dónde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

X = Tratamiento

O = Observaciones de la variable dependiente

#### 4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población se consideró como infinita, toda vez que no se conocen los datos de producción de bagazo de la “zanahoria” bajo estudio, procedente de juguerías ubicadas en el distrito de Chilca (Huancayo, Junín).

La selección de la muestra se realizó según la cantidad de repeticiones para cada tratamiento, donde se llevaron a cabo 24 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se emplearon 250 g de bagazo fresco tratado térmicamente por cada tratamiento, sumando un total de 6000 g (6 kg) de bagazo de zanahoria seleccionados de manera adecuada mediante un muestreo aleatorio:

#### **4.5.1 Criterios de inclusión**

Bagazo de zanahoria en buen estado, con buenas características organolépticas (color, olor, aroma y apariencia general), sin indicios de contaminación microbiológica, ataque por parásitos o insectos.

#### **4.5.2 Criterios de exclusión**

Bagazo de zanahoria en evidente estado de descomposición, alteración debido a transporte y que manifieste alteraciones por desarrollo bacteriano, fúngico o presencia de parásitos e insectos.

### **4.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **4.6.1 Técnicas**

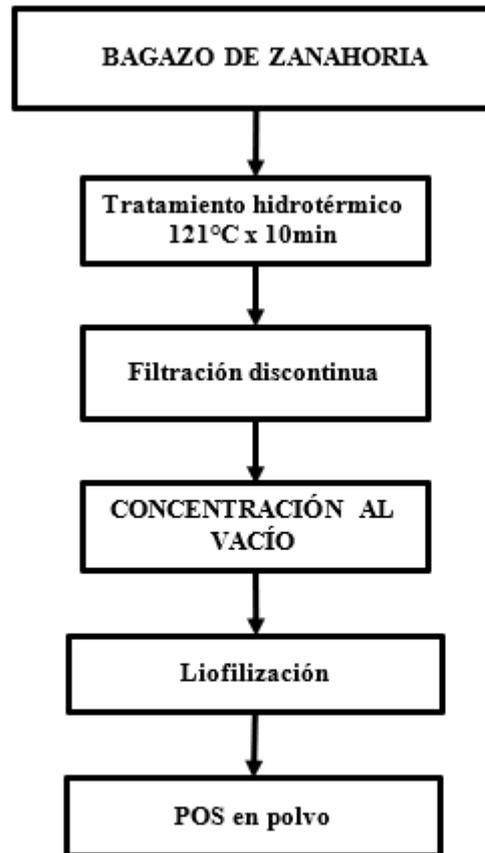
Se utilizó la técnica de observación, que implicó la selección deliberada y directa del bagazo de zanahoria de la especie *D. carota* proveniente de las juguerías ubicadas en el distrito de Chilca, siguiendo las pautas establecidas en la Norma Técnica Peruana ISO 2859-1.<sup>39</sup>

#### **4.6.2 Instrumentos**

En la realización del estudio, se emplearon las fichas de recolección de datos validadas por la Asociación Americana de Análisis Químicos (AOAC), las cuales facilitaron la identificación y recopilación de datos de la unidad experimental bajo investigación. Esto incluyó la evaluación del crecimiento de *Lactobacillus casei* (una cepa probiótica) y la medición de la actividad prebiótica de los pectooligosacáridos obtenidos del bagazo.

#### 4.6.3 Procedimientos de la investigación

##### A. Extracción de pectooligosacáridos de zanahoria



**Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de pectooligosacáridos a partir del bagazo de zanahoria**

## B. Evaluación de la actividad prebiótica por fermentación

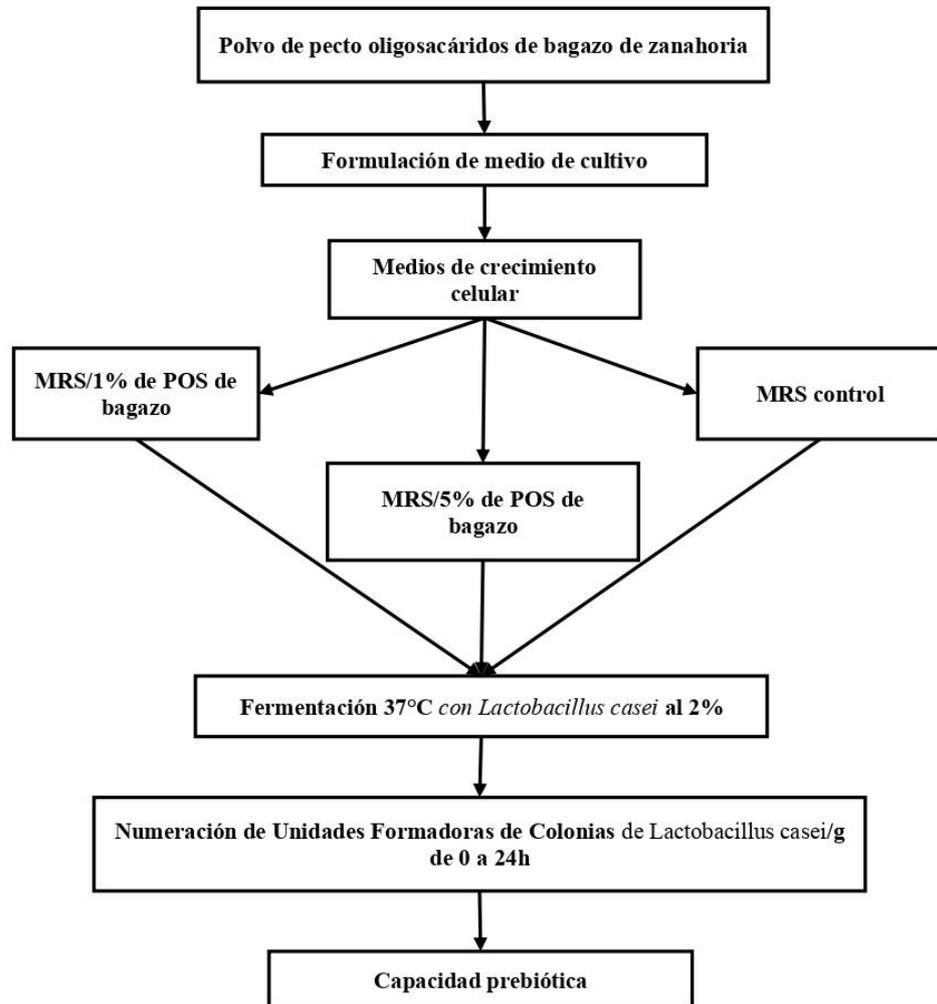


Figura 2. Diseño experimental para la determinación de la actividad prebiótica del bagazo de zanahoria

**Tabla 3. Estructura del diseño pre-experimental**

Unidad experimental	Factor de estudio	Análisis de resultados
250 mL de medios de crecimiento celular con pecto oligosacáridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de adición de POS en el medio de cultivo MRS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedio <math>\pm</math> D.E. (desviación estándar)</li> <li>• Análisis de varianza nivel de significancia al 95%</li> <li>• Diferencia significativa entre tratamientos (<math>p \leq 0,05</math>) se realizará el test de comparación (Tukey) al 95% de confianza.</li> <li>• Los resultados serán analizados mediante el software estadístico S.A.S 8.0</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>MRS/1% de POS de bagazo</li> <li>MRS/5% de POS de bagazo</li> <li>MRS Control</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad Prebiótica (Numeración de UFC/mL de <i>Lactobacillus casei</i>)</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

### C. Determinación de la capacidad prebiótica

La determinación se llevó a cabo utilizando el método in vitro, mediante un proceso de fermentación utilizando cultivos de bacterias probióticas (*L. casei*) y una bacteria entérica *E. coli* suministrada por el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana Los Andes.

### D. Procedimientos analíticos

El análisis químico proximal, cuantificación de azúcares totales, determinación de sólidos solubles, pH y acidez, se realizaron según el método recomendado por la AOAC (2012).<sup>28</sup>

## 4.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El total de ensayos experimentales realizados bajo las condiciones de fermentación fue determinado por las diversas combinaciones posibles de modificaciones en 3 variables independientes según el Diseño Central Compuesto.

Esto resultó en un total de  $3^k$  ensayos, donde "k" representa el número de variables independientes. Esta cantidad representó una muestra representativa y estadísticamente significativa de todos los ensayos posibles. Las respuestas de cada tratamiento fueron organizadas en tablas y representadas mediante gráficos. Estos datos fueron analizados utilizando pruebas estadísticas tanto descriptivas (como la media aritmética y la desviación estándar) como inferenciales (mediante Análisis de Varianza), siguiendo un diseño completamente aleatorio (DCA) con un factor de estudio en dos niveles de concentración (porcentaje de pectooligosacáridos: 1% y 5% en el medio de cultivo) y medición del crecimiento de *Lactobacillus casei*, como respuesta para determinar la actividad prebiótica de los pectooligosacáridos obtenidos a partir del bagazo de zanahoria. Todos los datos fueron registrados en la aplicación de hojas de cálculo Microsoft Excel 2013 y analizados utilizando el software estadístico S.A.S 8.0

#### **4.8 ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante la realización de este estudio, se observaron rigurosamente los criterios establecidos en el Reglamento General de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes, centrándonos especialmente en los siguientes artículos:<sup>41</sup>

##### **4.8.1 Art. 27°: Principios que rigen la investigación**

###### **A. Protección al medio ambiente y el respeto de la biodiversidad**

Se optó por evitar el uso de sustancias químicas que pudieran tener un impacto adverso en el medio ambiente y la biodiversidad durante la recolección, manipulación y análisis de las muestras de bagazo. Se llevó a cabo el trabajo con pleno respeto hacia todos los seres vivos, así como las distintas variedades y diversidad genética presentes en las muestras obtenidas.

###### **B. Responsabilidad**

Las tesis aseguran haber abordado de manera responsable la relevancia, alcance y potenciales implicaciones de la investigación, considerando tanto su impacto a nivel personal, colectivo e institucional.

### **C. Veracidad**

Las autoras de este estudio garantizan el manejo preciso de la información en todas las fases del proceso, desde la concepción del proyecto hasta la elaboración y difusión del informe final correspondiente.

#### **4.8.2 Art. 28°: Normas éticas**

- A.** Se realizó una investigación relevante y original que se alineó con la línea de investigación institucional. Se procedió con rigurosidad científica, asegurando la validez, confiabilidad y credibilidad de los métodos y técnicas utilizados en los análisis realizados.
  
- B.** Las investigadoras se hacen responsables de este estudio y son plenamente conscientes de las posibles repercusiones que pueda tener, tanto a nivel personal, social como académico.
  
- C.** Se proporcionan todos los datos y resultados de manera oportuna, transparente y exhaustiva a la comunidad científica y a la sociedad en general. Se garantiza la confidencialidad de la información recopilada, la cual no será utilizada de manera indebida con propósitos personales o lucrativos, sino exclusivamente para fines de investigación.
  
- D.** Se han seguido todas las regulaciones institucionales, nacionales e internacionales pertinentes en los procesos de investigación, así como en la protección de seres vivos y del medio ambiente. Se garantiza que las investigadoras y la asesora no tienen conflictos de interés.
  
- E.** Se tomarán medidas para garantizar la integridad en la publicación científica, evitando la falsificación, plagio, inclusión de autores no relacionados con la investigación o la duplicación de resultados. No se aceptarán subvenciones ni contratos que vayan en contra de la visión, misión y reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Peruana Los Andes.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

##### 5.1.1 Análisis químico proximal del bagazo fresco

Los resultados del análisis químico proximal del bagazo de “zanahoria”, analizado en base a la metodología recomendada por la AOAC, se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Análisis químico proximal de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” (g/100g) en estado fresco**

g/100g	Promedio ( $\mu$ )	Desviación estándar $\sigma$ ( $\pm$ )
Humedad	87,06	0,62
Proteínas	1,45	0,02
Grasas	0,15	0,01
Fibra cruda	5,23	0,66
Cenizas	1,29	0,05
Carbohidratos	4,83	0,02

Fuente: Ficha de recolección de datos

### 5.1.2 Análisis químico proximal del bagazo deshidratado

Los resultados de los procesos de deshidratación del bagazo de “zanahoria” se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5. Análisis químico proximal de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” (g/100g) en estado deshidratado**

<b>g/100g</b>	<b>Promedio (<math>\mu</math>)</b>	<b>Desviación estándar <math>\sigma</math> (<math>\pm</math>)</b>
Humedad	8,77	0,09
Proteínas	0,47	0,03
Grasas	0,63	0,02
Fibra cruda	12,77	0,09
Cenizas	7,92	0,03
Carbohidratos	69,44	0,10

Fuente: Ficha de recolección de datos

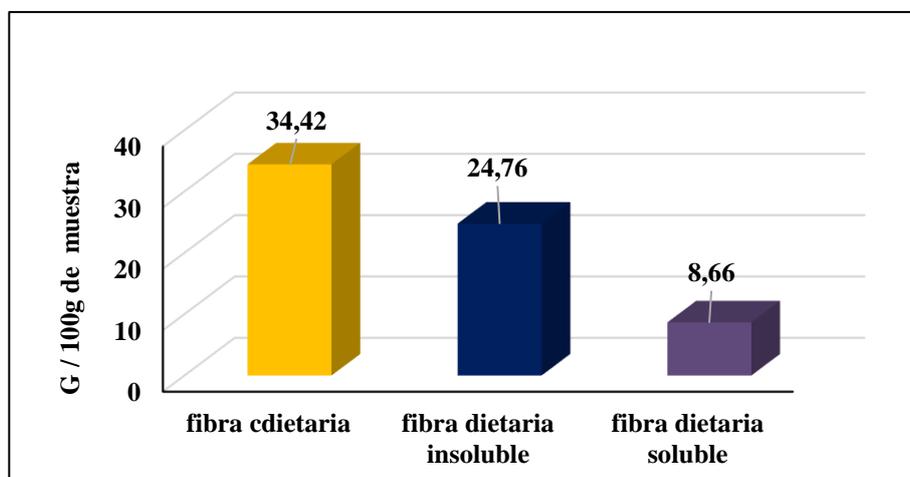
### 5.1.3 Análisis de fibra dietética en el bagazo

Los resultados del análisis del contenido de la fibra dietética de la zanahoria, analizado en base de métodos colorimétricos y cromatográficos, se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6. Contenido de pectooligosacáridos (fibra dietética) del bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” (g/100g)**

<b>g/100g</b>	<b>Promedio (<math>\mu</math>)</b>	<b>Desviación estándar <math>\sigma</math> (<math>\pm</math>)</b>
Fibra dietética total	34,42	0,03
Fibra dietética insoluble	24,76	0,11
Fibra dietética soluble	8,66	0,09

Fuente: Ficha de recolección de datos



Fuente: Datos de la Tabla 6

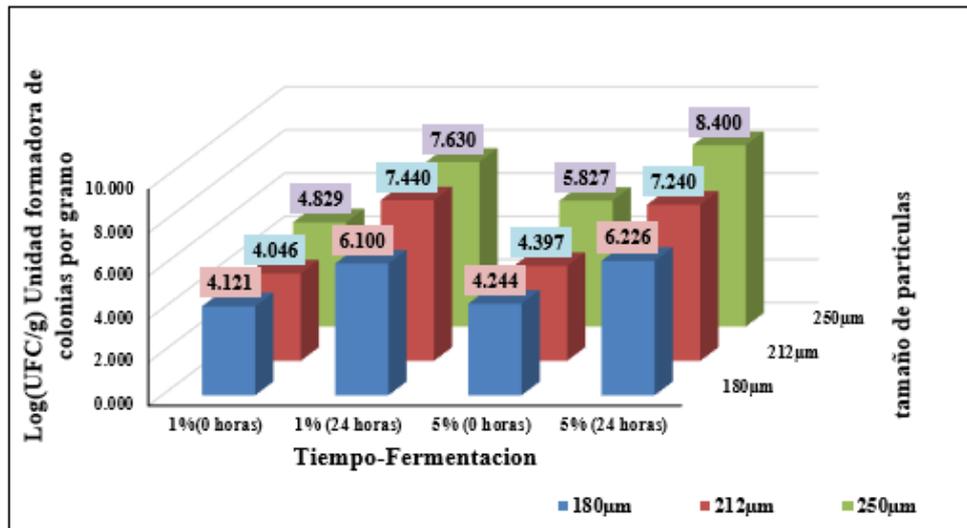
**Figura 3. Contenido de fibra dietética en bagazo de *Daucus carota* “zanahoria”**

#### 5.1.4 Crecimiento de *Lactobacillus casei* en pectooligosacáridos del bagazo “zanahoria”

Los resultados del crecimiento de *L. casei*, en pectooligosacáridos del bagazo de “zanahoria”, se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei***

Tratamiento		Log (UFC/g) x 0h a 37°C		Log (UFC/g) x 24 h a37°C	
		Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)	Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)
250μm	1%	4,928	0,07	7,63	0,05
	5%	5,827	0,07	8,40	0,22
212μm	1%	4,046	0,10	7,44	0,05
	5%	4,397	0,01	7,24	0,02
180μm	1%	4,121	0,00	6,10	0,04
	5%	4,244	0,01	6,226	0,01



Fuente: Datos de la Tabla 7

**Figura 4. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Lactobacillus casei***

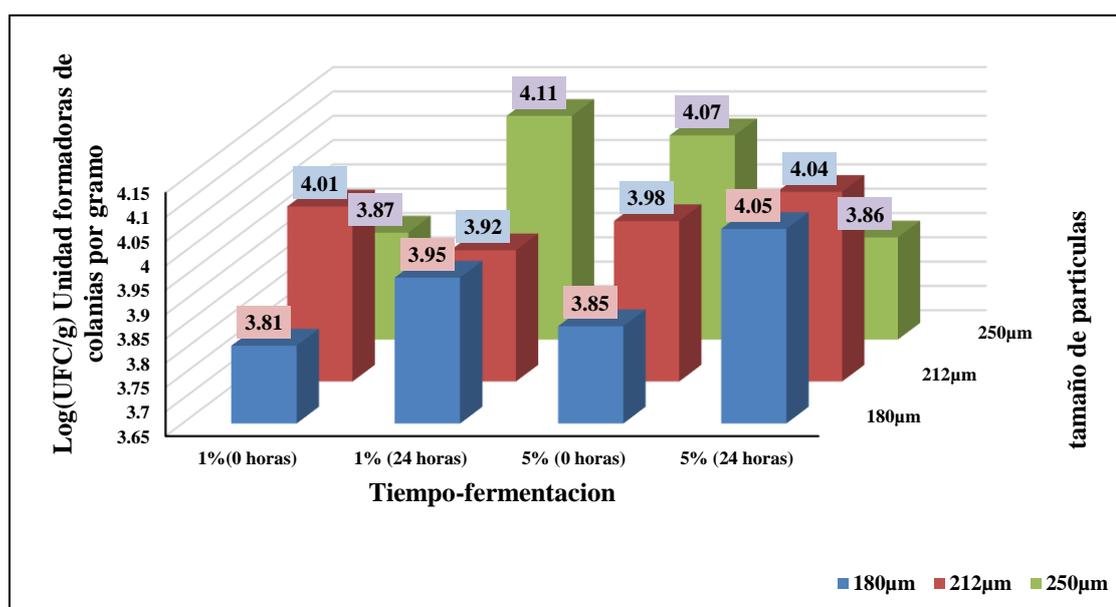
### 5.1.5 Crecimiento de *Escherichia coli* en pectooligosacáridos del bagazo de zanahoria

Los resultados de la capacidad prebiótica de *E. coli*, en el bagazo de “zanahoria”, se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de *Daucus carota* “zanahoria” sobre el crecimiento de *Escherichia coli***

Tratamiento		Log (UFC/g) x 0h a 37°C		Log (UFC/g) x 24 h a 37°C	
		Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)	Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)
250μm	1%	3,87	0,06	4,11	0,01
	5%	4,07	0,04	3,86	0,15
212μm	1%	4,01	0,06	3,92	0,06
	5%	3,98	0,00	4,04	0,01
180μm	1%	3,81	0,06	3,95	0,05
	5%	3,85	0,05	4,05	0,05

Fuente: Ficha de recolección de datos



Fuente: Datos de la Tabla 8

**Figura 5. Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos del bagazo de “zanahoria” sobre el crecimiento de *E. coli***

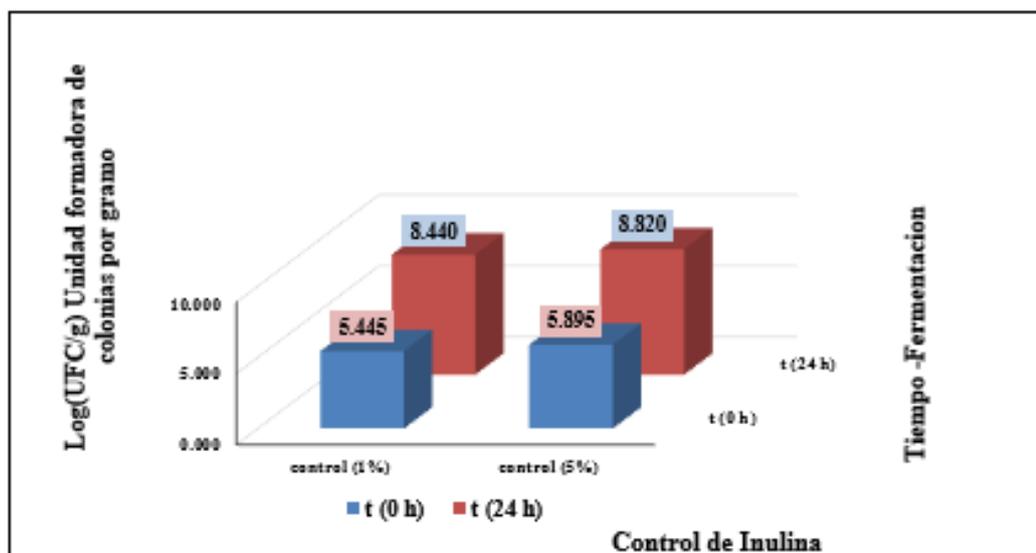
### 5.1.6 Crecimiento de *Lactobacillus casei* en sistema control de inulina

Los resultados del crecimiento de *L. casei*, en sistema control Inulina en el bagazo de “zanahoria”, se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9. Crecimiento de *Lactobacillus casei* en sistema control de inulina**

Control	Log (UFC/g) x 0h a 37°C		Log (UFC/g) x 24 h a 37°C	
	Promedio ( $\mu$ )	Desviación estándar $\sigma$ ( $\pm$ )	Promedio ( $\mu$ )	Desviación estándar $\sigma$ ( $\pm$ )
1%	5,445	0,10	8,44	0,02
5%	5,895	0,06	8,82	0,05

Fuente: Ficha de recolección de datos



Fuente: Datos de la Tabla 9

**Figura 6. Crecimiento de *Lactobacillus casei* en sistema control de inulina**

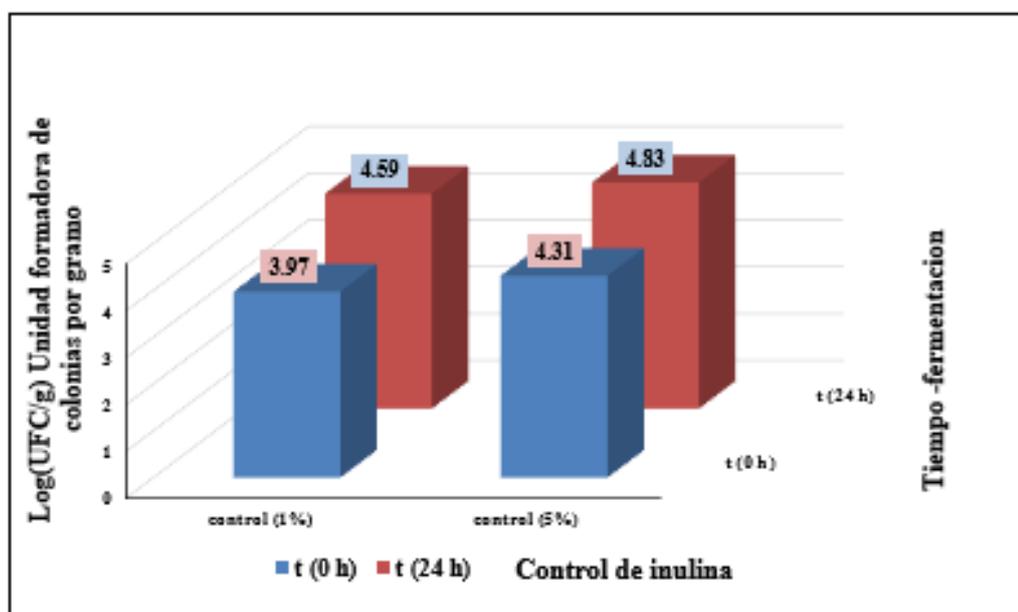
### 5.1.7 Crecimiento de *Escherichia coli* en sistema control de inulina

Los resultados del crecimiento de *E. coli* en sistema control inulina en el bagazo de “zanahoria”, se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10. Crecimiento de *Escherichia coli* en sistema control de inulina**

Control	Log (UFC/g) x 0h a 37°C		Log (UFC/g) x 24 h a37°C	
	Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)	Promedio (μ)	Desviación estándar σ (±)
1%	3,97	0,02	4,59	0,18
5%	4,31	0,07	4,83	0,16

Fuente: Ficha de recolección de datos



Fuente: Datos de la Tabla 9

**Figura 7. Crecimiento de *Escherichia coli* en sistema control de inulina**

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En relación al análisis químico proximal del bagazo de zanahoria fresco, se observa (Tabla 4) un contenido promedio de humedad de 87,06%; proteínas 1,45%; grasas 0,15%; fibra cruda 5,23%; cenizas 1,29% y carbohidratos totales 4,83%; sin embargo, en estado deshidratado presenta (Tabla 5) un contenido de humedad de 8,77%; proteínas 0,47%; grasas 0,63%; fibra cruda 12,77%; cenizas 7,92% y carbohidratos totales 69,44%. El contenido de humedad presenta un alto valor (87,06%) para el bagazo fresco, mientras que de 8,77% para el bagazo deshidratado; además, contiene baja concentración de proteína y grasa, moderado contenido de ceniza, en fibra de 5,23% para el fresco y 12,77% para el deshidratado y en carbohidratos totales 4,83% para el fresco y 69,44% para el deshidratado.

La zanahoria contiene aproximadamente 90% de agua, 0,3% de materiales ricos en nitrógeno y hasta 11% de varios tipos de azúcares, como glucosa y sacarosa; así como también pectina, ácido málico y pigmentos, variando según la variedad. Sin embargo, respecto al contenido de carbohidratos, la zanahoria presenta 8,2%, fibra dietética 2,9%; azúcares reductores 4g; lípidos 0,1%; proteínas 0,8% y cenizas 0,5%. Estos valores difieren a los del presente estudio debido posiblemente a la especie, origen y condiciones de cultivo de este vegetal.<sup>18</sup>

El contenido de humedad de la zanahoria oscila entre el 86% y el 89%, presentando una notable cantidad de carbohidratos y minerales como calcio (Ca), fósforo (P), hierro (Fe) y magnesio (Mg). Se han documentado diversos constituyentes químicos, incluyendo humedad (86%), proteína (0,9%), grasa (0,2%), carbohidratos (10,6%), fibra cruda (1,2%), ceniza total (1,1%), Ca (80 mg/100 g), Fe (2,2 mg/100 g) y P (53 mg/100 g). Sin embargo, los valores informados para la mayoría de estos parámetros son diferentes, como humedad (88,8%), proteína (0,7%), grasa (0,5%), carbohidratos (6%), azúcares totales (5,6%), fibra cruda (2,4%), Ca (34 mg/100 g), Fe (0,4 mg/100 g), P (25 mg/100 g), Na (40 mg/100 g), K (240 mg/100 g), Mg (9 mg/100 g), Cu (0,02 mg/100 g), Zn (0,2 mg/100 g), carotenos (5,33 mg/100 g), tiamina (0,04 mg/100 g), riboflavina (0,02 mg/100 g), niacina (0,2 mg/100 g), vitamina C (4 mg/100 g) y energía (126 kJ/100 g).<sup>19</sup>

El residuo de zanahoria posee abundantes cantidades de elementos valiosos tales como carotenoides, fibra dietética, ácidos urónicos y azúcares neutros.<sup>18</sup> En ocasiones, el bagazo de zanahoria ha planteado problemas ambientales, por lo tanto, se necesitan nuevas tecnologías para disminuir este fenómeno.<sup>16</sup> Las frutas y verduras en las unidades de procesamiento ubicadas en áreas congestionadas con el espacio y el suministro inadecuado de agua tienen dificultades para gestionar residuos sólidos con alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).<sup>19</sup> Estos desechos plantean aumento de en su concentración, posibles problemas graves de contaminación y representan la pérdida de valiosa biomasa y nutrientes; por lo que esta investigación tiene una gran importancia actual.

Durante la producción de jugo comercial, aproximadamente entre el 30% y el 50% de la zanahoria se convierte en residuo, y hasta el 50% del caroteno se pierde junto con este residuo. El contenido total de caroteno en el residuo de zanahoria puede alcanzar hasta 2 gramos por kilogramo de materia seca, dependiendo de las condiciones de procesamiento. El bagazo de zanahoria contiene entre 17 y 31 a 35% del total  $\alpha$ - y  $\beta$ -carotenos en estado fresco blanqueado y sin blanquear zanahorias, respectivamente.<sup>18,19</sup>

Se han documentado los niveles de microelementos (expresados en mg/g) en el residuo seco de zanahoria, siendo  $3,2\pm 0,08$  de Na,  $18,6\pm 0,10$  de K,  $1,8\pm 0,04$  de P,  $3,0\pm 0,06$  de Ca,  $1,1\pm 0,05$  de Mg,  $4,0\pm 0,07$  de Cu,  $10,8\pm 0,12$  de Mn,  $30,5\pm 0,14$  de Fe y  $29,4\pm 0,16$  de Zn. Además, se ha proporcionado información sobre la composición de la fibra dietética presente en el residuo de zanahoria (calculada sobre la base del peso seco), incluyendo pectina (3,88%), hemicelulosa (12,3%), celulosa (51,6%) y lignina (32,1%). Por consiguiente, el subproducto de zanahoria generado después del proceso de extracción de jugo representa una prometedora fuente de compuestos con propiedades bioactivas, que podría ser objeto de exploración en el desarrollo de ingredientes alimentarios y suplementos dietéticos.<sup>19</sup>

Asimismo, se están llevando a cabo proyectos para emplear la pulpa de zanahoria en la elaboración de alimentos como pan, pasteles, salsas, encurtidos, productos fermentados con alta actividad prebiótica y pan de trigo enriquecido, preparación de galletas altas en fibra y producción de bebidas funcionales; aunque la aceptación de dichos productos aún debe demostrarse, especialmente su calidad sensorial.<sup>19</sup>

El residuo de zanahoria presenta un contenido de 4–5% de proteína, 8–9% de azúcares reductores, 5–6% de minerales y 37–48% de fibra dietética total (expresado en peso seco), lo que lo convierte en una fuente importante de fibra dietética. El residuo de zanahoria en polvo, calculado en peso seco, contiene  $2,5\pm 0,15\%$  de humedad,  $5,5\pm 0,10\%$  de ceniza,  $1,3\pm 0,01\%$  de grasa,  $0,7\pm 0,04\%$  de proteína,  $20,9\pm 0,15\%$  de fibra cruda,  $55,8\pm 1,67\%$  de fibra dietética total,  $71,6\pm 0,23\%$  de carbohidratos y  $301\pm 0,09$  kcal/100 g de energía.<sup>18,19</sup>

La pulpa de zanahoria contiene de 4 a 5% de proteína, 8 a 9% de azúcares reductores y 5 a 6% de minerales. El bagazo de zanahoria contiene de 37 a 48 % de fibra dietética total, lo cual refuerza que la zanahoria es una buena fuente de fibra dietética. Esta variabilidad y diferencia de los componentes nutritivos frecuentemente está relacionado al origen de producción, variedad, tiempo de cosecha etc.<sup>43</sup>

Se ha determinado también que la composición química proximal de la zanahoria o su bagazo se ve influenciada fundamentalmente por la variedad, época de producción, condiciones culturales, origen, edad, momento de la cosecha, tratamiento de deshidratado y del almacenamiento, siendo estos factores los que frecuentemente hacen que su composición química sea variable.<sup>20</sup>

Respecto al contenido de pectooligosacáridos (fibra dietética) en el bagazo de zanahoria los resultados del estudio arrojan (Tabla 6) valores de fibra dietética insoluble promedio de 24,76%; soluble de 8,66% y fibra dietética total de 34,42%; sin embargo, el rendimiento en fibra en bagazo de zanahoria es de 45,16%; también, el residuo deshidratado de zanahoria es significativo como fuente de fibra dietética, con un promedio de aproximadamente 1,7% de fibra insoluble y 19,5% de fibra soluble.; estos resultados son relativamente inferiores a lo obtenido en esta investigación, debido probablemente a que la variedad y origen de producción influyen sobre la composición de la fibra dietaría en el bagazo de zanahoria.<sup>43</sup>

Además, se ha encontrado que la pulpa de zanahoria presenta entre 33% a 44% (base de materia seca) de pecto oligosacáridos, cuyo componente principal es el ácido galacturónico de 11,1 a 15,5% y en la pulpa se presenta un 97% de ácido galacturónico componente principal de la pectina; lo cual define como sustrato prebiótico del bagazo de zanahoria.<sup>20</sup>

Respecto al crecimiento de *Lactobacillus casei* en los pectooligosacáridos de bagazo de *D. carota*, reportada en la Tabla 7, se observa la capacidad prebiótica de *L. casei* sobre los pectooligosacáridos de bagazo de zanahoria, en base a la numeración del probiótico, donde se puede observar un crecimiento mayor del microbio después del proceso de fermentación con pectooligosacáridos del bagazo de zanahoria y menor crecimiento de *E. coli* después de la fermentación por 24 horas a 37°C (Tabla 8).

Por otro lado, las Figuras 2 y 3 muestran, mayor crecimiento de *L. casei* y menos desarrollo de *E. coli* a las 24 horas de fermentación, lo cual se debe a que en el desarrollo del proceso fermentativo por cambios bioquímicos se produce una disminución del pH por debajo de 3,5; en el cual ese medio favorece al crecimiento de *L. casei*, siendo muy perjudicial para el crecimiento de *E. coli*. Tal como se observa en la Tabla 8, el crecimiento de *E. coli* en el medio de cultivo sin fermentar es relativamente mayor en comparación al crecimiento en un medio fermentado.

En este estudio se evidencia incremento en el crecimiento de *L. casei*, con mayor capacidad prebiótica y menor crecimiento de *E. coli*, se requiere una utilización más precisa de prebióticos, particularmente de inulina, por parte de las bacterias probióticas lactobacilos, con una restricción en su uso en relación con la inulina por parte de *E. coli*. El crecimiento de *L. casei* que se obtuvo como capacidad prebiótica, en relación al tamaño de partícula y al porcentaje de pectooligosacáridos de bagazo de zanahoria de los tratamientos del estudio, se determinó que a 250 $\mu$ m y al 5% de pectooligosacáridos fermentados a 37°C por 24 horas se obtuvieron mayor crecimiento de *L. casei* y por lo tanto una mayor capacidad prebiótica y una inhibición del crecimiento de *E. coli* por el crecimiento del *L. casei* en medio de cultivo con pectooligosacáridos, comparados con la inulina (Tabla 10).

El análisis de varianza sobre la capacidad prebiótica de pectooligosacáridos a partir de bagazo de zanahoria (Anexo 7), se determinó que capacidad prebiótica de *L. casei* sobre los pectooligosacáridos de bagazo de zanahoria se encontró que hay diferencia significativa al nivel estadístico entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) y, según la prueba de Tukey, los tratamientos t1 y t2 son estadísticamente diferentes con los otros tratamientos, obteniéndose como mejores tratamientos del experimento de la capacidad prebiótica de pectooligosacáridos a un tamaño de partícula de 250 $\mu$ m y al 5% de pecto oligosacáridos, al presentar un alto crecimiento de *L. casei*.

Los hallazgos de este estudio se respaldan por los informes de Vilca A.,<sup>6</sup> cuyo estudio demostró la importancia de la segregación de residuos, aunque debe rescatarse su potencial capacidad prebiótica. De igual modo, existen ciertas semejanzas con la investigación de Gonzáles N.,<sup>7</sup> quien demostró el efecto prebiótico *in vitro* del extracto de *S. sonchifolius* sobre *Lactobacillus* sp. bajo condiciones gastrointestinales humanas simuladas, con empleo del medio MRS, el cual favorece la viabilidad y velocidad de crecimiento microbiano. A su vez, es posible destacar semejanzas con el estudio de Canchanya M. y Munive R.,<sup>8</sup> quienes comprobaron la capacidad prebiótica de la calabaza, sometida a tres temperaturas diferentes y tamaños de partícula (250, 212 y 180 µm), empleando como control prebiótico comercial como la inulina.

De igual modo, debe destacarse que la investigación de Guerra L. et al.<sup>11</sup> resalta la importancia del empleo de los residuos de la zanahoria con la finalidad de producir prebióticos, aunque se diferencia por el tipo del organismo productor empleado (*Aspergillus niger*) en la producción de alimentos funcionales. También existen coincidencias con el estudio desarrollado por Reyes A. et al.,<sup>14</sup> quienes utilizaron el residuo de zanahoria se utilizó como sustrato para el cultivo de *Lactobacillus salivarius* spp. salivarius (CECT4063), mostrando su eficacia y su capacidad para resistir la digestión *in vitro*.

Además, cabe resaltar las similitudes encontradas con el estudio de Mohanapriya M. et al.,<sup>15</sup> cuyos resultados demostraron que es posible la producción de lassi simbiótico con *Lactobacillus casei* (NCDC 298), desarrollado a partir del extracto de zanahoria, demostrando capacidad probiótica, con mejor viabilidad que el control y el lassi probiótico.

Por otro lado, se encuentran discrepancias con el estudio de Rodríguez A.,<sup>9</sup> cuyo trabajo fue realizado evaluando extractos de algarrobo sobre el desarrollo de *L. plantarum*, aunque también se utilizó como medio de cultivo el caldo Man Rogosa Sharp (MRS).

De manera similar, existen diferencias con los reportes de Pariona D.,<sup>10</sup> cuya investigación fue desarrollada con extractos acuosos de *Swartzia polyphylla*, *Maytenus macrocarpa* y *Jatropha macrantha* sobre *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 y *L. acidophilus* ATCC 4356, también empleando el medio Man Rogosa Sharp (MRS). Los hallazgos de este estudio difieren de la investigación desarrollada por Zambrano L.,<sup>12</sup> quien evaluó la capacidad prebiótica de un biopolímero (Bilac®) sobre bacterias probióticas (*Bifidobacterium* y *Lactobacillus*).

## CONCLUSIONES

1. Se determinó que existe capacidad prebiótica de los pectooligosacáridos (POS) obtenidos a partir del bagazo de “zanahoria” (*Daucus carota*), sobre el crecimiento *in vitro* de la bacteria *Lactobacillus casei*.
2. Los pectooligosacáridos con capacidad prebiótica, obtenidos del bagazo “zanahoria”, como fibra dietética total, tuvieron un promedio de  $34,42 \pm 0,03$  g/100g; como fibra dietética insoluble de  $24,76 \pm 0,11$  g/100g y como contenido de fibra dietética soluble de  $8,66 \pm 0,09$  g/100g.
3. La mayor capacidad prebiótica de los pectooligosacáridos de *D. carota* sobre el desarrollo de *L. casei* se logró a una concentración de 5%, con un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$ , tras cultivo por 24 horas a 37°C; alcanzando de 8,40 Log (UFC/g), en comparación al sistema control de inulina, cuyo crecimiento máximo fue de 8,82 Log (UFC/g); lo cual evidencia que este tipo de residuos posee gran potencial de actividad prebiótica.

## **RECOMENDACIONES**

1. A las autoridades de la Universidad Peruana Los Andes, divulgar estos resultados y fomentar la investigación utilizando diversas bacterias lácticas a fin de poder determinar la capacidad prebiótica en los pectooligosacáridos a partir de bagazo de otros vegetales que puedan utilizarse adecuadamente en la formulación de alimentos funcionales.
2. Se sugiere a los estudiantes realizar estudios sobre la caracterización de los pecto oligosacáridos del bagazo de diversos residuos de origen vegetal, con la finalidad de identificar los azúcares más importantes que contribuyen en su capacidad prebiótica.
3. A docentes y futuros investigadores, desarrollar posteriores estudios relacionados con el empleo de pectooligosacáridos, en diferentes niveles de concentración, sobre diversas bacterias probióticas, con el propósito de determinar su funcionabilidad prebiótica y valor biológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chantaro P, Devahastin S, Chiewchan N. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. Food Science and Technology. [Internet]. Dic 2008 [citado 25 de set 2023]; 41(10):1987-1994. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643807003969>
2. Collins JK, Thornton G, Sullivan GD. Selection of probiotic strains for human applications. Int. Dairy J. [Internet]. Jun 1998 [citado 25 de set 2023]; 8(5/6):487-490. Disponible en:  
<https://europepmc.org/article/AGR/IND21989802>
3. Duda-Chodak, A, Tomasz T, Łukasz W, Bożena K. The impact of carrot juices on intestinal and probiotic bacteria. Potravinarstvo. [Internet]. 2015 [citado 25 de set 2023]; 9(1):337-341. Disponible en:  
<https://www.semanticscholar.org/paper/THE-IMPACT-OF-CARROT-JUICES-ON-INTESTINAL-AND-Duda-Chodak-Tarko/b7b23191760fd3239dcad26a4caea09a03e26122>
4. Granato D, Branco G, Gomes A, Fonseca J, Shah N. Probiotic dairy products as functional foods. Compr Rev Food Sci Food Saf [Internet]. Set 2010 [citado 25 de set 2023]; 9(5):455-470. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33467833/>

5. Gibson G, Roberfroid M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* [Internet]. Jun 1995 [citado 25 de set 2023]; 125(6):1401-1412. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7782892/>
6. Vilca A. Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del mercado Santa Rosa en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021. [Tesis en Internet]. Tacna: Universidad Privada de Tacna; 2021. 110 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2171>
7. Gonzáles N. Evaluación del efecto prebiótico del extracto de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la viabilidad de *Lactobacillus* sp. bajo condiciones gastrointestinales humanas simuladas *in vitro*. [Tesis en Internet]. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa; 2021. 69 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3737>
8. Canchanya M, Munive R. Evaluación de la actividad prebiótica *in vitro* y propiedades funcionales de la harina de pulpa de calabaza (*Curcubita ficifolia*). [Tesis en Internet]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2019. 98 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5399>
9. Rodríguez A. Efecto del extracto de algarrobo (*Prosopis pallida* (Willd) Kunth) sobre el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. [Tesis en Internet]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022. 60 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
[http://38.43.142.130/bitstream/handle/20.500.12672/18923/Rodriguez\\_ca.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://38.43.142.130/bitstream/handle/20.500.12672/18923/Rodriguez_ca.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

10. Pariona D. Potencial prebiótico del extracto atomizado de *Swartzia polyphylla* (Cumaceba), *Maytenus macrocarpa* (Chuchuwasi) y *Jatropha macrantha* (Huanarpo macho) en la viabilidad de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus acidophilus*. [Tesis en Internet]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2020. 97 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
[http://38.43.142.130/bitstream/handle/20.500.12672/16160/Pariona\\_hd.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://38.43.142.130/bitstream/handle/20.500.12672/16160/Pariona_hd.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
11. Guerra L, Romanini D, Clementz A. Producción de enzimas para la síntesis de prebióticos utilizando descartes de zanahoria. Saprobio. [Internet]. 2021 6° Simposio Argentino de procesos biotecnológicos [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://rid.unam.edu.ar/handle/20.500.12219/2912>
12. Zambrano L. Evaluación de la capacidad prebiótica del Biopolímero Bilac®. [Tesis en Internet]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2020.153 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79461/52861425.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Usca J, Peñafiel S, Brito G, Arévalo G. Características probióticas de los lactobacillus: Una revisión. Pol Con. [Internet]. Ago 2020 [citado 25 de set 2023]; 5(8):413-425. Disponible en:  
[https://Dialnet-CaracteristicasProbioticasDeLosLactobacillus-7554352%20\(1\).pdf](https://Dialnet-CaracteristicasProbioticasDeLosLactobacillus-7554352%20(1).pdf)
14. Reyes A, Duarte S, Betoret E, Betoret N. Viabilidad del residuo de la bebida vegetal de almendra para el crecimiento de bacterias con efecto prebiótico. efecto de las HPH. [Tesis en Internet]. Valencia: Universitat Politècnica de València; 2020.123 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157954/Reyes%20-%20VIABILIDAD%20DEL%20RESIDUO%20DE%20LA%20BEBIDA%20VE>

[GETAL%20DE%20ALMENDRA%20PARA%20EL%20CRECIMIENTO%20D  
E%20BACTERIAS%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.ijcmas.com/8-1-2019/M.%20Mohanapriya,%20et%20al.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15. Mohanapriya M, Kumaresan G, Karthikeyan N, Suresh P. Development of carrot extract incorporated synbiotic Lassi. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci [Internet]. Ene 2019 [citado 25 de set 2023]; 8(1):1695-1699. Disponible en:  
<https://www.ijcmas.com/8-1-2019/M.%20Mohanapriya,%20et%20al.pdf>
16. Ruiz S, López R. Elaboración de un producto de cuarta gama a partir de *Daucus carota* (zanahoria) mediante deshidratación osmótica y evaluación de la vitamina “A” durante el almacenamiento. [Tesis en Internet]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2017. 141 p. [citado 25 de set 2023]. Disponible en:  
[https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5398/Segundo\\_Tesis\\_Titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5398/Segundo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
17. Benítez C, Cardozo A, Hernández L, Lapp M, Rodríguez H, Ruíz T, Torrecilla P. Botánica sistemática. Fundamentos para su estudio. [Internet]. Maracay: Universidad Central de Venezuela; 2003. 242 p. [citado 2 de oct 2023]. Disponible en:  
[http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Botanica/Botanica\\_Sistematica/GUIA\\_DE\\_BOTANICA\\_SISTEMATICA\\_I.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Botanica/Botanica_Sistematica/GUIA_DE_BOTANICA_SISTEMATICA_I.pdf)
18. Cuaran N. Identificación de las propiedades fisicoquímicas de la zanahoria amarilla (*Daucus carota* L) variedad chantenay, en dos estados de madurez (inmaduro-maduro) proveniente de Antonio Ante-Imbabura. [Tesis en Internet]. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2009. 112 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/332/2/03%20AGI%20247%20T  
ESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/332/2/03%20AGI%20247%20TESIS.pdf)

19. Cerda L, Morales M. Análisis técnico de tubérculos andinos (papa china, camote, zanahoria blanca) para procesar productos funcionales con el fin de fomentar su consumo, en la provincia de Tungurahua. [Tesis en Internet]. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2021. 57 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33638/1/AL%20797.pdf>
20. Munizaga F. Efectos de distintas condiciones de luz sobre el desarrollo de zanahoria (*Daucus carota*). [Tesis en Internet]. Santiago-Chile: Universidad de Chile; 2022. 87 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/193020/Efectos-de-distintas-condiciones-de-luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. Aguirre P. Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades. Revista de Antropología Iberoamericana. [Internet]. Ene 2019 [citado 29 de set 2023]; 14(1):95-120. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6832409>
22. Chávez S, Silva S, Flores S, Flores A, Ruelas X, Rodríguez R. Consumo de alimentos funcionales: Una revisión sobre el efecto de prebióticos-probióticos en la salud humana. CienciAcierta. [Internet]. Oct 2021 [citado 29 de set 2023]; 68:94-117. Disponible en:  
<http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc68/consumodealimentosfuncionales.pdf>
23. Pons M, Pons I. Beneficios de los alimentos funcionales probióticos. Anales de la Real Academia de Ciencias veterinarias. [Internet]. 2020 [citado 29 de set 2023]; 28:43-102. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/602751>

24. Corrales D, Arias J. Los probióticos y su uso en el tratamiento de enfermedades. Revista Ciencias Biomédicas [Internet]. 2020 [citado 29 de set 2023]; 9(1):54-66. Disponible en:  
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/11683/ybarriosh-6.-corrales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Santander-Cortés AI, Castro-Rosas J. Aislamiento de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico de alimentos fermentados típicos de México: una revisión. ICBI [Internet]. Ago 2023 [citado 4 de oct de 2023]; 11(22). Disponible en:  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/11072>
26. Bolívar NA, Reyes RA, Chávez-Martínez A. Relación entre probióticos - postbióticos y sus principales efectos bioactivos. TECNOCENCIA Chih. [Internet]. Ago 2021 [citado 5 de oct de 2023]; 15(2):e 836. Disponible en:  
<https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/836>
27. Martín I. Probióticos como herramientas para luchar contra infecciones microbianas. [Tesis en Internet]. Jaén: Universidad de Jaén; 2022. 34 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/17995/1/TFG%20Irene%20Mart%c3%adn%20Villasanta.pdf>
28. De Armas I, Jiménez E, Córdova J. Tendencias de desarrollo científico y tecnológico de los alimentos funcionales: una vigilancia tecnológica 2018-2023. [Tesis en Internet]. Colombia: Universidad CES; 2023. 12 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/7530/Tendencias%20de%20Desarrollo%20Cient%c3%adfico%20y%20Tecnol%c3%b3gico%20de%20los%20Alimentos%20Funcionales%20una%20Vigilancia%20Tecnol%c3%b3gica%202018-2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

29. Castañeda C. Actualización en prebióticos. Rev Cubana Pediatr. [Internet]. Dic 2018 [citado 4 de oct 2023]; 90(4):e648. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312018000400008&Ing=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000400008&Ing=es).
30. Oliveira G, Gonzáles I. Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. endocrinología y nutrición. [Internet]. Nov 2016 [citado 5 de oct de 2023]; 63(9):482-494. Disponible en:  
<https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-actualizacion-probioticos-prebioticos-simbioticos-nutricion-S1575092216301139>
31. Domínguez-Vergara A, Vázquez-Moreno L, Ramos-Clamont M. Revisión del papel de los oligosacáridos prebióticos en la prevención de infecciones gastrointestinales. ALAN [Internet]. Dic 2009 [citado 4 de oct 2023]; 59(4):358-368. Disponible en:  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222009000400002&Ing=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000400002&Ing=es).
32. Cardelle A. Síntesis, caracterización y estudio del carácter prebiótico de oligosacáridos derivados de la lactulosa. [Tesis en Internet]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2022. 221 p. [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<http://car%20cter%20prebi%20tico%20de%20oligosac%20aridos.pdf>
33. Tello M, Dieser D, Bongiovani NS, Rocha AF, Hurtado J, Rocha D, Tarifa MC. Obtención y caracterización de los sobrenadantes resultantes de la biotransformación de subproductos industriales por *Lactobacillus casei*. [Internet]. VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC 2022) [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/9955/1/Resumen%20orujos%20%2b%20393.pdf>

34. Madigan M, Martinko J, Parker J. Brock T, Rodríguez C, Sánchez M, Biología de los microorganismos. 10<sup>ma</sup> ed. España: Editorial Pearson Educación; 2004.
35. Pineda E, Alvarado E, Canales F. Metodología de la investigación. Washington: Organización Panamericana de la Salud – Organización Mundial de la Salud; 1994.
36. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 6<sup>ta</sup> ed. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2014.
37. Hernández R. Metodología de la Investigación. Colombia: Editorial Mac. Graw Hill; 1991.
38. Sánchez H, Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación científica. Lima: Editorial Visión Universitaria; 2009.
39. INDECOPI. Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1. [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Defensa y de la Protección de la propiedad intelectual; 2008 [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://www.valedistribuciones.com/iso2859-1.pdf>
40. AOAC. Official methods of analysis. 22<sup>nd</sup> edition [Internet]. Rockville, MD: Association of Official Agricultural Chemist; 2023 [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
41. UPLA. Reglamento general de Investigación. [Internet]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes – Vicerrectorado de Investigación; 2019 [citado 28 de set 2023]. Disponible en:  
<https://upla.edu.pe/nw/wp-content/uploads/2020/01/Reglamento-General-de-Investigaci%C3%B3n-2019.pdf>

42. Meléndez-Martínez A, Vicario M., Heredia J. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. ALAN [Internet]. Jun 2004 [citado 5 de oct 2023]; 54(2):209-215. Disponible en:  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es).

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota* “ZANAHORIA” SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿Existe capacidad prebiótica de pectooligosacáridos del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué cantidad de pectooligosacáridos con capacidad prebiótica pueden obtenerse a partir del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”?</li> <li>• ¿Cuál es la capacidad prebiótica, según porcentaje, de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la capacidad prebiótica de pectooligosacáridos del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificar los pectooligosacáridos con capacidad prebiótica que pueden obtenerse a partir del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”.</li> <li>• Determinar la capacidad prebiótica, según porcentaje, de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> Los pectooligosacáridos del bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” presentan capacidad prebiótica significativa sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>.</p> <p><b>Hipótesis específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad prebiótica varía significativamente según porcentaje de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” sobre el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente</b> Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”</p> <p><b>Variable dependiente</b> Crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Método de investigación:</b> Método científico.</li> <li>2. <b>Tipo de investigación:</b> Aplicado.</li> <li>3. <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo.</li> <li>4. <b>Diseño de investigación:</b> Pre-experimental, de comparación estática (pre y post test).</li> <li>5. <b>Población y muestra:</b> La población se consideró como infinita, toda vez que no se conocen los datos de producción de bagazo y la producción total aproximada de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria” en estudio en las juguerías del distrito de Chilca, provincia de Huancayo. La muestra elegida fue acorde al número de repeticiones por cada tratamiento; donde se aplicaron 24 tratamientos con tres repeticiones. Por cada tratamiento se utilizaron 250 g de bagazo fresco sometido a tratamiento térmico, siendo un total de 6000 g (6 kg) de bagazo de zanahoria.</li> <li>6. <b>Técnica e instrumentos de recolección de datos:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 <b>Técnica:</b> Observacional</li> <li>6.2 <b>Instrumentos:</b> Fichas validadas de la AOAC (Asociación Americana de Análisis Químicos) de recolección de datos</li> </ol> </li> <li>7. <b>Procedimientos de la investigación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción de pectooligosacáridos (POS) de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”</li> <li>• Evaluación de la actividad prebiótica por fermentación</li> <li>• Determinación de la capacidad prebiótica</li> <li>• Procedimientos analíticos</li> </ul> </li> <li>8. <b>Técnicas de procesamiento y análisis de datos:</b> El número total de ensayos experimentales, bajo las condiciones de fermentación, estuvo dado por las combinaciones posibles de las modificaciones de 3 variables independientes bajo el Diseño Central Compuesto. De esta forma se obtuvo un total de 3k ensayos, siendo k el número de variables independientes; lo que constituyó una muestra representativa, estadísticamente significativa, del total de ensayos posibles de efectuar. Las respuestas de cada tratamiento fueron distribuidas en tablas y presentadas con figuras, siendo procesadas mediante pruebas estadísticas descriptivas (media aritmética y desviación estándar) e inferenciales (Análisis de Varianza), diseño completamente al azar (DCA), un factor de estudio en dos niveles de concentración (porcentaje de pectooligosacáridos: 1% y 5% en el medio de cultivo) y medición del crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>, como respuesta para determinar la actividad prebiótica de los pectooligosacáridos obtenidos a partir del bagazo de zanahoria. Todos los datos fueron almacenados en la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013 y procesados con el Software estadístico S.A.S 8.0.</li> <li>9. <b>Aspectos éticos de la investigación:</b> Durante el desarrollo de esta investigación se tomó en cuenta de forma estricta los aspectos considerados en el Reglamento General de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes.</li> </ol>

**ANEXO 2**

**MATRÍZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Variable independiente</b> Capacidad prebiótica de pectooligosacáridos de bagazo de <i>Daucus carota</i> “zanahoria”	Es la fibra prebiótica del bagazo de zanahoria cuya composición es fuente de carbono, sustrato esencial para el desarrollo de bacteria láctica <i>Lactobacillus casei</i> en el medio de cultivo MRS.	Concentración de pectooligosacáridos en el medio de cultivo MRS	1% 5%	Ficha validada de la AOAC (Asociación Americana de Análisis Químicos)	Cuantitativa continua
		Tamaño de partículas	180 µm 212 µm 250 µm		
<b>Variable dependiente</b> Crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i>	Es la capacidad de estimular el crecimiento de una o más cepas de las bacterias lácticas del género <i>Lactobacillus</i> presentes en el <u>tracto intestinal</u> .	Crecimiento in vitro de <i>Lactobacillus casei</i>	Log (UFC/g) x 0 h a 37°C Log (UFC/g) x 24 h a 37°C		Cuantitativa continua

### ANEXO 3

#### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Componentes	Unidades	Numero de ensayos					Método de ensayo aplicado
		R1	R2	R3	$\mu$	$\sigma (\pm)$	
<b>Humedad</b>	<b>%</b>						Método NTP 209.085(AOAC)
<b>Proteínas</b>	<b>%</b>						Método 2.173 de la AOAC
<b>Grasa</b>	<b>%</b>						Método NTP 209.093(AOAC)
<b>Carbohidratos</b>	<b>%</b>						Método 2.057 de la AOAC
<b>Fibra</b>	<b>%</b>						Método NTP 209.074(AOAC)
<b>Cenizas</b>	<b>%</b>						Método 31.043 de la AOAC
<b>Calorinas</b>	<b>Kcal/100g</b>						Por calculo

Fuente: AOAC (Asociación Oficial de Químicos Analíticos (A.O.A.C), 2012)

## ANEXO 4

### CONSTANCIA INSTITUCIONAL DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN



**EL DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y EL JEFE DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEJAN:**

#### **CONSTANCIA:**

Que las Señoritas Elisa Deysi, Del Valle López y Milam Mildre, Laureano Almonacid, han solicitado los servicios del Laboratorio de Control de calidad para el análisis de muestras de bagazo de Zanahoria, evaluado los siguientes ítems:

- Análisis químico proximal
- Análisis de fibra dietética (pecto oligosacáridos)
- Análisis microbiológico (Lactobacillus casei; E. Coli)

Para mayor detalle se adjunta los reportes de laboratorio LCC.

La presente constancia se le expide a solicitud de las interesadas para los fines que crea por conveniente.

*Huancayo, 03 de enero del 2021.*

Dr. Hermes Amador Rosales Papa  
DECANO

## ANEXO 5

### DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

#### DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, **ELISA DEYSI DEL VALLE LÓPEZ**, identificada con **DNI 47385538**, egresada de la Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica, vengo implementando el proyecto de investigación titulado **“CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota* “ZANAHORIA” SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei*”**; en ese contexto, declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación, de acuerdo a lo especificado en los Artículos 27° y 28° del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4° y 5° del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo, 25 de setiembre del 2023



  
Apellidos y nombres: Del Valle López Elisa Deysi  
Responsable de investigación



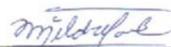
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, **MILAM MILDRE LAUREANO ALMONACID**, identificada con **DNI 71085739**, egresada de la Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica, vengo implementando el proyecto de investigación titulado **“CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota* “ZANAHORIA” SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei*”**; en ese contexto, declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación, de acuerdo a lo especificado en los Artículos 27° y 28° del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4° y 5° del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo, 25 de setiembre del 2023



  
Laureano Almonacid Milam Mildre  
Responsable de investigación

## ANEXO 6

### COMPROMISO DE AUTORÍA



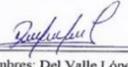
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

#### COMPROMISO DE AUTORÍA

En la fecha, yo **ELISA DEYSI DEL VALLE LÓPEZ**, identificada con **DNI 47385538**, domiciliada en Psje. La Kantuta Mz 13 Lt 19 – El Tambo; egresada de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Peruana Los Andes, me **COMPROMETO** a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar si en la elaboración de mi investigación titulada **“CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota* “ZANAHORIA” SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei*”** se consideren datos falsos, falsificación, plagio, auto plagio, etc. y declaro bajo juramento que este trabajo de investigación es de mi autoría, los datos presentados serán reales y se respetarán las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 25 de setiembre del 2023

  
Huella Digital

  
Apellidos y nombres: Del Valle López Elisa Deysi  
Responsable de investigación



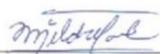
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

### COMPROMISO DE AUTORÍA

En la fecha, yo **MILAM MILDRE LAUREANO ALMONACID**, identificada con **DNI 71085739**, domiciliada en Jr. Santa Lucía N°120 - Huancayo; egresada de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Peruana Los Andes, me **COMPROMETO** a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar si en la elaboración de mi investigación titulada “**CAPACIDAD PREBIÓTICA DE PECTOOLIGOSACÁRIDOS DE BAGAZO DE *Daucus carota*** “**ZANAHORIA**” **SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei***” se consideren datos falsos, falsificación, plagio, auto plagio, etc. y declaro bajo juramento que este trabajo de investigación es de mi autoría, los datos presentados serán reales y se respetarán las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 25 de setiembre del 2023



  
Laureano Almonacid Milam Mildre  
Responsable de investigación

## ANEXO 7

### DATA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 11. Análisis fisicoquímico del bagazo de zanahoria**

<b>Características fisicoquímicas</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Azucares totales (%)	7,45	7,29	7,38	7,37	0,08
Solidos solubles (°Brix) (%)	9,60	10,50	10,30	10,13	0,47
pH (a 20°C)	5,30	5,45	5,40	5,38	0,08
Acidez (%) (expresado en ácido málico)	0,37	0,41	0,36	0,38	0,03

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Contenido de fibra dietética del bagazo de zanahoria**

<b>g/100g</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Fibra dietaria total	34,44	34,42	34,39	34,42	0,03
fibra dietetica insoluble	24,76	24,86	24,65	24,76	0,11
Fibra dietetica soluble	8,68	8,56	8,74	8,66	0,09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13. Análisis químico proximal del bagazo fresco de zanahoria**

<b>g/100g</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Humedad	87,45	86,34	87,38	87,06	0,62
Proteínas	1,45	1,47	1,43	1,45	0,02
Grasas	0,14	0,15	0,15	0,15	0,01
Fibra cruda	4,85	5,99	4,85	5,23	0,66
Cenizas	1,28	1,24	1,34	1,29	0,05
Carbohidratos	4,83	4,81	4,85	4,83	0,02

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Análisis químico proximal del bagazo deshidratado de zanahoria**

<b>g/100g</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Humedad	8,79	8,68	8,85	8,77	0,09
Proteínas	0,49	0,47	0,44	0,47	0,03
Grasas	0,63	0,62	0,65	0,63	0,02
Fibra cruda	12,67	12,85	12,79	12,77	0,09
Cenizas	7,89	7,94	7,93	7,92	0,03
Carbohidratos	69,53	69,44	69,34	69,44	0,10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15. Actividad prebiótica de los pectooligosacáridos de zanahoria frente a *Lactobacillus casei***

Tratamiento		Log (UFC/g) x 0h a 37°C					Log (UFC/g) x 24 h a37°C				
		R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar	R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar
<b>250µm</b>	<b>1%</b>	4,856	4,934	4,994	4,928	0,07	7,567	7,671	7,642	7,63	0,05
	<b>5%</b>	5,876	5,745	5,859	5,827	0,07	8,652	8,345	8,215	8,40	0,22
<b>212µm</b>	<b>1%</b>	3,987	3,994	4,156	4,046	0,10	7,473	7,389	7,472	7,44	0,05
	<b>5%</b>	4,384	4,412	4,395	4,397	0,01	7,215	7,237	7,263	7,24	0,02
<b>180µm</b>	<b>1%</b>	4,118	4,127	4,119	4,121	0,00	6,126	6,056	6,108	6,10	0,04
	<b>5%</b>	4,235	4,241	4,256	4,244	0,01	6,213	6,227	6,238	6,226	0,01

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16. Actividad prebiótica de los pectooligosacáridos de zanahoria frente a *Escherichia coli***

Tratamiento	Log (UFC/g) x 0h a 37°C					Log (UFC/g) x 24 h a37°C					
	R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar	R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar	
<b>250µm</b>	<b>1%</b>	3,886	3,918	3,808	3,87	0,06	4,123	4,108	4,104	4,11	0,01
	<b>5%</b>	4,067	4,109	4,031	4,07	0,04	3,698	3,985	3,895	3,86	0,15
<b>212µm</b>	<b>1%</b>	3,985	3,974	4,082	4,01	0,06	3,986	3,908	3,879	3,92	0,06
	<b>5%</b>	3,978	3,981	3,983	3,98	0,00	4,056	4,028	4,037	4,04	0,01
<b>180µm</b>	<b>1%</b>	3,789	3,876	3,769	3,81	0,06	3,985	3,888	3,979	3,95	0,05
	<b>5%</b>	3,813	3,908	3,818	3,85	0,05	3,997	4,048	4,092	4,05	0,05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17. Actividad prebiótica de la inulina frente a *Lactobacillus casei***

Control		Log (UFC/g) x 0h a 37°C					Log (UFC/g) x 24 h a37°C				
		R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar	R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar
Control	1%	5,536	5,346	5,452	5,445	0,10	8,424	8,453	8,431	8,44	0,02
	5%	5,874	5,845	5,965	5,895	0,06	8,852	8,765	8,856	8,82	0,05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Actividad prebiótica de la inulina frente a *Escherichia coli***

Control		Log (UFC/g) x 0h a 37°C					Log (UFC/g) x 24 h a37°C				
		R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar	R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar
Control	1%	3,945	3,986	3,982	3,97	0,02	4,385	4,65	4,734	4,59	0,18
	5%	4,233	4,324	4,361	4,31	0,07	4,657	4,875	4,965	4,83	0,16

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 8**  
**PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO**

**Tabla 19. Análisis de varianza de la actividad prebiótica de *Lactobacillus casei*, de dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 1%)**

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	2	10.221	5.1105	1.9582205
Fila 2	2	11.486	5.743	5.759618
Fila 3	2	12.459	6.2295	3.9228005
Columna 1	3	12.996	4.332	0.186663
Columna 2	3	21.17	7.056666667	0.69543333

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
control	1.259266333	2	0.629633167	2.49396051	0.286208158	19
tiempo	11.13571267	1	11.13571267	44.1082666	0.021928515	18.51282051
Error	0.504926333	2	0.252463167			
Total	12.89990533	5				

PRUEBA TUKEY	8.33		
error	0.25246317	resultado	2.41648101
N	3		

Fuente: Procesamiento estadístico

**Tabla 20. Análisis de varianza de *Lactobacillus casei*, de dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 5%)**

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	2	10.47	5.235	1.964162
Fila 2	2	11.637	5.8185	4.0413245
Fila 3	2	14.227	7.1135	3.3101645
Columna 1	3	14.468	4.822666667	0.76236633
Columna 2	3	21.866	7.288666667	1.18334533

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
control	3.697506333	2	1.848753167	19.0674687	0.049831895	19
tiempo	9.121734	1	9.121734	94.078745	0.010462865	18.51282051
Error	0.193917	2	0.0969585			
Total	13.01315733	5				

PRUEBA TUKEY	8.33		
error	0.0969585	resultado	1.49753616
N	3		

Fuente: Procesamiento estadístico

**Tabla 21. Análisis de varianza de *Escherichia coli*, dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 1%)**

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	2	7.76	3.88	0.0098
Fila 2	2	7.93	3.965	0.00405
Fila 3	2	7.98	3.99	0.0288
Columna 1	3	11.69	3.896666667	0.01053333
Columna 2	3	11.98	3.993333333	0.01043333

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
control	0.0133	2	0.00665	0.4644936	0.682829889	19
tiempo	0.014016667	1	0.014016667	0.9790454	0.426725195	18.51282051
Error	0.028633333	2	0.014316667			
Total	0.05595	5				

PRUEBA TUKEY	8.33		
error	0.01431667	resultado	0.575447
N	3		

Fuente: Procesamiento estadístico

**Tabla 22. Análisis de varianza de *Escherichia coli*, dos factores con una sola muestra por grupo (tratamiento 5%)**

<b>RESUMEN</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
Fila 1	2	7.9	3.95	0.02
Fila 2	2	8.02	4.01	0.0018
Fila 3	2	7.93	3.965	0.02205
Columna 1	3	11.9	3.966666667	0.01223333
Columna 2	3	11.95	3.983333333	0.01143333

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Filas	0.0039	2	0.00195	0.08979279	0.917605634	19
Columnas	0.000416667	1	0.000416667	0.01918649	0.902521333	18.51282051
Error	0.043433333	2	0.021716667			
Total	0.04775	5				

Fuente: Procesamiento estadístico

ANEXO 9  
GALERÍA FOTOGRÁFICA

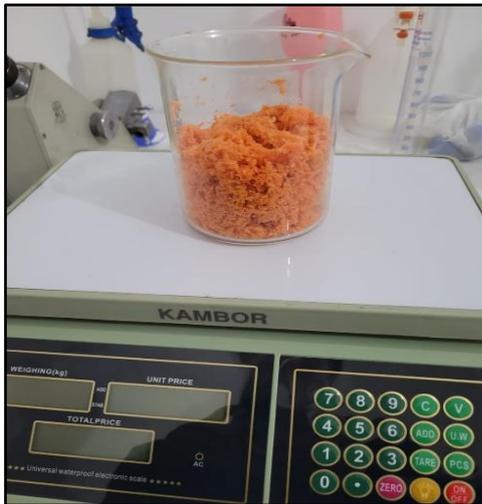


**Selección de muestras de *Daucos carota* “zanahoria”**



**Obtención del bagazo de *Daucos carota* “zanahoria”**

Fuente: elaboración propia



**Caracterización del bagazo de *Daucos carota* “zanahoria”**



**Determinación de pH**



**Determinación de proteínas**



**Determinación de grasa**

Fuente: elaboración propia



**Determinación de acidez en los diferentes tratamientos**



**Determinación de grados Brix o solubles**



**Determinación de humedad**



**Determinación de fibra cruda**



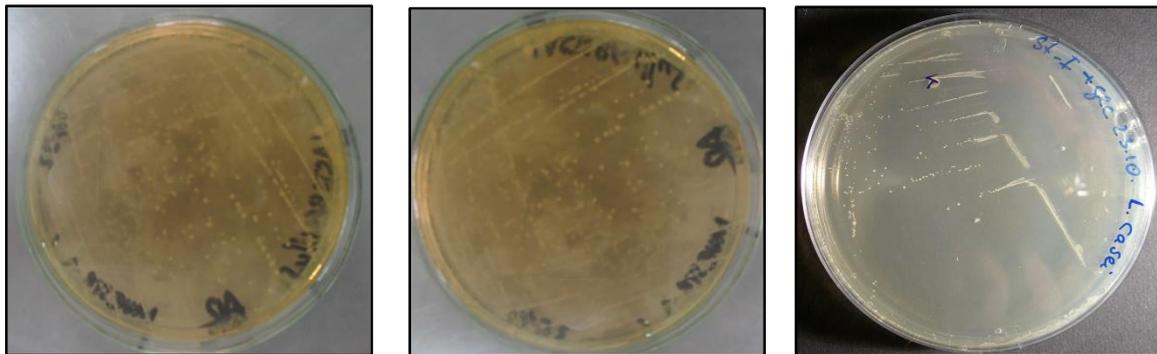
**Determinación de azúcares totales**



Fuente: elaboración propia



**Activación de *Lactobacillus casei***



**Crecimiento de *Lactobacillus casei* en MRS (Man, Rogosa y Sharpe)**

Fuente: elaboración propia