

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“OPTIMIZACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA A BASE DE  
QUINUA, TARWI, KIWICHA Y *Lactobacillus plantarum* 299v”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**JEAN FRANCO RAMÍREZ MELÉNDEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

---

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente  
investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	DOCUMENTO DE TESIS - JEAN RAMIREZ.docx (D169913426)
<b>Submitted</b>	6/6/2023 11:58:00 PM
<b>Submitted by</b>	Luis
<b>Submitter email</b>	lcondezo@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	0%
<b>Analysis address</b>	lcondezo.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

### Entire Document

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“OPTIMIZACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA A BASE DE QUINUA, TARWI, KIWICHA Y *Lactobacillus plantarum* 299v”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JEAN FRANCO RAMÍREZ MELÉNDEZ

LIMA – PERÚ

2023

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

DEDICATORIA

A mis padres, Roger y María, las personas más importantes e influyentes en mi vida, por su amor y motivación desde siempre.

A mis hermanos Víctor y Ana Lucía, quienes siempre confían en mí y son la razón de sentirme orgulloso de culminar mi meta; mis logros son los suyos también.

AGRADECIMIENTOS

- A mi asesor de tesis el Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos, por su confianza, enseñanza e indiscutible guía científica para la ejecución de la presente investigación.
- En especial a mi co-asesora la Dra. Paola Cortes Avendaño, quien cultivo en mí la pasión por la investigación científica.
- A los técnicos de los laboratorios de la Facultad de Industrias alimentarias, por su apoyo y confianza, en especial a Sonia Quiroz y Juan Mauhuire.
- Al Vicerrectorado de Investigación por el financiamiento económico para la realización de la presente tesis, ganado bajo el marco del XII Concurso para subvención de tesis de pregrado UNALM 2021.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“OPTIMIZACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA A BASE DE  
QUINUA, TARWI, KIWICHA Y *Lactobacillus plantarum* 299v”**

Presentado por:

JEAN FRANCO RAMÍREZ MELÉNDEZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Dr. David C. Campos Gutiérrez

PRESIDENTE

---

Fanny E. Ludeña Urquiza, PhD.

MIEMBRO

---

Dr. Milber O. Ureña Peralta

MIEMBRO

---

Dr. Luis A. Condezo Hoyos

ASESOR

---

Paola M. Cortés Avendaño, PhD.

CO-ASESORA

Lima-Perú

2023

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo optimizar una bebida simbiótica a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) con la bacteria probiótica *Lactobacillus plantarum* 299v. La investigación se realizó en cuatro etapas. En la primera etapa se realizó el análisis químico proximal y el contenido total de compuestos fenólicos de las harinas de quinua, tarwi y kiwicha. En la segunda etapa se utilizó un diseño de mezclas, el cual consistió en diseñar trece formulaciones con distintas proporciones de harina de quinua, tarwi y kiwicha para evaluar la influencia de las harinas sobre la viabilidad del *Lactobacillus plantarum* 299v, los compuestos fenólicos totales y la viscosidad aparente de las bebidas formuladas. En la tercera parte, se optimizó el contenido de harina de quinua, tarwi y kiwicha, con la finalidad de maximizar la viabilidad del *Lactobacillus plantarum* 299v, los compuestos fenólicos totales y la viscosidad aparente en la bebida simbiótica. Finalmente, en la cuarta etapa, se buscó caracterizar nutricionalmente, realizar la actividad prebiótica, evaluar la estabilidad y realizar el análisis de la bebida simbiótica optimizada. En el estudio se observó un mayor efecto positivo del tarwi en la viabilidad del *Lactobacillus plantarum* 299v, mientras que la quinua y kiwicha presentaron un mayor efecto positivo en los compuestos fenólicos totales y viscosidad aparente. Asimismo, se observó que *Lactobacillus plantarum* 299v crece mejor en la bebida en comparación del *Escherichia coli* ATCC<sup>®</sup> 25922<sup>™</sup>, demostrando la actividad prebiótica de la bebida. Finalmente, durante el almacenamiento, disminuyó la viabilidad del *Lactobacillus plantarum* 299v, la viscosidad, la capacidad de retención de agua, el pH y se incrementó los compuestos fenólicos totales y la acidez titulable en la bebida. Las harinas de quinua, tarwi y kiwicha demostraron ser una buena matriz vegetal para el crecimiento de las bacterias probióticas y con características prebióticas en la bebida.

**Palabras clave:** *Chenopodium quinoa* Willd, *Amaranthus caudatus* L., *Lupinus mutabilis* Sweet, diseño de mezclas, fermentación, probióticos, prebióticos, compuestos fenólicos, actividad prebiótica.

## ABSTRACT

The objective of this research was to optimize a symbiotic beverage based on quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) and kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) with the probiotic bacterium *Lactobacillus plantarum* 299v. The research was carried out in four stages. In the first stage, the proximate chemical analysis and the total content of phenolic compounds of quinoa, tarwi and kiwicha flours were carried out. In the second stage, a mixture design was used, which consisted of designing thirteen formulations with different proportions of quinoa, tarwi and kiwicha flours to evaluate the influence of the flours on the viability of *Lactobacillus plantarum* 299v, the total phenolic compounds and the apparent viscosity of the formulated beverages. In the third part, the quinoa, tarwi and kiwicha flour content was optimized to maximize the viability of *Lactobacillus plantarum* 299v, total phenolic compounds and apparent viscosity in the symbiotic beverage. Finally, in the fourth stage, the aim was to nutritionally characterize, perform the prebiotic activity, evaluate the stability and perform the analysis of the optimized symbiotic beverage. The study showed a greater positive effect of tarwi on the viability of *Lactobacillus plantarum* 299v, while quinoa and kiwicha had a greater positive effect on total phenolic compounds and apparent viscosity. It was also observed that *Lactobacillus plantarum* 299v grows better in the beverage compared to *Escherichia coli* ATCC® 25922<sup>TM</sup>, demonstrating the prebiotic activity of the beverage. Finally, during storage, the viability of *Lactobacillus plantarum* 299v, viscosity, water holding capacity, pH and total phenolic compounds and titratable acidity in the beverage increased. Quinoa, tarwi and kiwicha flours proved to be a good plant matrix for the growth of probiotic bacteria with prebiotic characteristics in the beverage.

**Keywords:** *Chenopodium quinoa* Willd, *Amaranthus caudatus* L., *Lupinus mutabilis* Sweet, mix design, fermentation, probiotics, prebiotics, phenolic compounds, prebiotic activity.