



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Estimación de tiempo de vida útil de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas.

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Evelyn Joana Mosquera Fiallos

Tutor: PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

Ambato-Ecuador

Septiembre 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Liliana Alexandra Cerda Mejía

CERTIFICA

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 24 de agosto del 2022

PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

C.I. 180414808-6

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Evelyn Joana Mosquera Fiallos, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular modalidad Proyecto de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

Evelyn Mosquera

Evelyn Joana Mosquera Fiallos

CI 1805396643

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Dr. Rodny David Peñafiel Ayala
1712283520

Ing. M.Sc. Liliana Patricia Acurio Arcos
1804067088

02 de septiembre del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Evelyn Mosquera

Evelyn Joana Mosquera Fiallos

1805396643

AUTORA

DEDICATORIA

Dedico a Dios que bendijo, cuidó y guio mi camino, en cada uno de los pasos que di a lo largo de mi carrera.

A mis padres Leonardo y Mónica quienes son los pilares fundamentales en mi vida, y que con su apoyo incondicional y consejos me han enseñado a luchar para cumplir mis sueños.

A mi hijo Martín Isaac por ser mi motor para seguir adelante cada día y hacerme sentir muy afortunada de tenerlo en mi vida.

A mis hermanos, abuelitos, tías y amigos, que siempre me han apoyado y brindado sus mejores deseos para alcanzar este sueño.

Evelyn Mosquera ♥

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mi tutora, la Dra. Liliana Cerda Mejía por su paciencia, apoyo incondicional, confianza y orientación en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Dios le pague estimada Dra. Liliana por todas sus valiosas enseñanzas y ser un pilar fundamental tanto en la parte académica como personal.

Además, quiero agradecer a la Universidad Técnica de Ambato, por abrirme sus puertas en la Facultad de Ciencia de Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, para poder formarme como profesional en la Carrera en Alimentos, a mis docentes por brindarme sus conocimientos, paciencia y enseñarme la importancia de ser un profesional con valores y ética.

Evelyn Mosquera ♥

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | iii |
| APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO..... | iv |
| DERECHOS DE AUTOR..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| CAPITULO I | 1 |
| 1.1.1 Vida Útil..... | 1 |
| 1.1.2 Elementos que afectan la vida útil de los productos..... | 1 |
| 1.1.3 Harina de Quinoa..... | 3 |
| 1.1.4 Harina de Chocho..... | 4 |
| 1.1.5 Harina de Zanahoria Blanca..... | 5 |
| 1.1.6 Harina de Mashua..... | 6 |
| 1.1.7 Harina de Oca..... | 7 |
| 1.1.8 Harina de Chía..... | 8 |
| 1.2 Objetivos..... | 10 |
| CAPITULO II..... | 11 |
| METODOLOGÍA | 11 |
| 2.1 Materiales | 11 |
| 2.2 Métodos | 12 |
| 2.2.1 Obtención de la harina de cultivos andinos..... | 12 |
| 2.2.2 Elaboración de la premezcla..... | 12 |
| 2.2.3 Determinación del pH de la premezcla | 12 |
| 2.2.4 Determinación de la acidez de la premezcla | 12 |
| 2.2.5 Determinación de la humedad de la premezcla..... | 13 |
| 2.2.6 Determinación el tiempo de vida útil de la premezcla | 13 |
| CAPITULO III..... | 16 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 16 |

| | |
|---|----|
| 3.1 Formulación de la premezcla..... | 16 |
| 3.2 pH de la premezcla | 16 |
| 3.3 Acidez de la premezcla..... | 17 |
| 3.4 Humedad de la premezcla | 19 |
| 3.5 Análisis microbiológico..... | 20 |
| 3.6 Determinación de la vida útil de la premezcla | 22 |
| CAPÍTULO IV..... | 24 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 24 |
| 4.1 Conclusiones..... | 24 |
| 4.2 Recomendaciones | 25 |
| MATERIALES DE REFERENCIA..... | 26 |
| Referencias Bibliográficas..... | 26 |
| ANEXOS | 34 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Composición de Harina de Quinoa | 3 |
| Tabla 2. Contenido de minerales de harina de quinua. | 4 |
| Tabla 3. Composición de principales minerales de harina de chocho | 4 |
| Tabla 4. Valor nutricional de la Harina de zanahoria blanca. | 5 |
| Tabla 5. Contenido de minerales de harina de zanahoria blanca | 5 |
| Tabla 6. Composición de la harina de mashua..... | 6 |
| Tabla 7. Contenido de aminoácidos en mg/g | 7 |
| Tabla 8. Composición nutricional de la harina de oca. | 7 |
| Tabla 9. Contenido de aminoácidos de la harina de oca. | 8 |
| Tabla 10. Composición de la harina de chía | 8 |
| Tabla 11. Composición de ácidos grasos de la harina de chía | 9 |
| Tabla 12. Aminoácidos en la harina de chía | 9 |
| Tabla 13. Minerales de la harina de chía..... | 10 |
| Tabla 14. Formulación de la premezcla de matrices alimentarias andinas. | 16 |
| Tabla 15. Resultados microbiológicos de la premezcla a base de matrices alimentarias andinas..... | 20 |

Tabla 16. Determinación del tiempo de vida útil de la premezcla.....22

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. pH de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C | 17 |
| Figura 2. Acidez de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C..... | 18 |
| Figura 3. Humedad de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C..... | 19 |

RESUMEN

Se estudió la vida útil de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas con una formulación del 40 por ciento de harina de oca, 20 por ciento de harina de chocho, 20 por ciento de harina de quinua, 10 por ciento de harina de mashua, 5 por ciento de harina de zanahoria blanca y 5 por ciento de harina de chíá. Se evaluaron características microbiológicas y fisicoquímicas a temperatura ambiente, como a 37 grados centígrados durante 37 días, obteniendo ausencia de Mohos y Levaduras, ausencia de bacterias aerobias mesófilas, ausencia de *Enterobacteriaceae* y ausencia de *Salmonella*, desde el día cero hasta el día 37.

En función del pH, se ajustaron los datos a una cinética de orden cero, determinando una vida útil de 146 días a temperatura ambiente y de 108 días a 37 grados centígrados. En cuanto a la acidez una vida útil de 93 días a temperatura ambiente y 79 días a 37 grados centígrados. Finalmente, en función de la humedad, con una cinética de orden uno, una vida útil de 481 días a temperatura ambiente y 43 días a 37 grados centígrados.

Concluyendo así que la premezcla de cultivos andinos cumple con los requisitos exigidos con la norma ecuatoriana, este producto puede ser orientado su consumo como un suplemento para niños de 1 a 3 años. Además, la premezcla no contiene gluten, lo que le hace un alimento adecuado para personas con problemas celíacos.

Palabras Claves: industria alimentaria, vida útil de alimentos, cultivos andinos, microbiología alimentaria.

ABSTRACT

Was studied shelf life of a premix based on Andean food matrices with a formulation of 40 percent goose flour, 20 percent lupine flour, 20 percent quinoa flour, 10 percent mashua flour, 5 percent white carrot flour and 5 percent chia flour. Microbiological and physicochemical characteristics were evaluated at ambient temperature, such as 37 degrees centigrade for 37 days, obtaining absence of molds and yeasts, absence of mesophilic aerobic bacteria, absence of Enterobacteriaceae and absence of Salmonella, from day zero to day 37.

Depending on the pH, the data was adjusted to zero order kinetics, determining a shelf life of 146 days at ambient temperature and 108 days at 37 degrees Celsius. In terms of acidity, a shelf life of 93 days at ambient temperature and 79 days at 37 degrees Celsius. Finally, depending on the humidity, with a kinetics of order one, a shelf life of 481 days at ambient temperature and 43 days at 37 degrees Celsius.

Concluding that the premix of Andean crops meets the requirements of the Ecuadorian standard, this product can be oriented for consumption as a supplement for children from 1 to 3 years. In addition, the premix does not contain gluten, which makes it a suitable food for people with celiac problems.

Keywords: food industry, shelf life of food, Andean crops, food microbiology.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Vida Útil

La vida útil de un alimento, se define como el periodo en el que puede consumirse, manteniendo intactas sus características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales (**Difonzo et al., 2019**).

Para calcular el tiempo de vida útil se pueden establecer ensayos en laboratorio mediante pruebas aceleradas (*Accelerated Shelf Testing of Food*), donde se deducen modelos matemáticos, en los que se estima el tiempo de vida útil de un producto, alterando parámetros como temperatura, humedad entre otros (**Calderón et al., 2018**).

La vida útil de las premezclas dependen de la formulación, procesamiento, empaque y condiciones ambientales, en el caso de las premezclas el tiempo de vida útil oscila desde las tres semanas hasta los nueve meses (**Mezquita Cerezal et al., 2011**).

1.1.2 Elementos que afectan la vida útil de los productos

Los factores que pueden afectar el tiempo de vida útil de un alimentos son los factores intrínsecos y extrínsecos, se denomina factores intrínsecos a los componentes propios de la premezcla como son humedad, pH, actividad acuosa, componentes nutricionales entre otros y se denomina factores extrínsecos a los factores ambientales, es decir las condiciones de almacenamiento como son temperatura, humedad relativa, tipo de envase entre otros (**Gutiérrez & Soriano, 2020**).

1.1.2.1 Materia Prima

La composición de la materia prima influye en el tiempo de vida útil. **Coronel et al., (2021)** mencionan que, en el caso de la premezcla de harina de quinua y chocho, es una mezcla rica en proteínas, razón por la que pueden verse afectadas con el crecimiento especialmente de bacterias y levaduras.

La harina de zanahoria blanca, oca y mashua son ricas en almidón por lo que su vida útil puede verse afectado por el crecimiento de hongos (**Pereira & Guerrero, 2018**).

La harina de chía es rica en grasas, por lo que con el transcurso del tiempo puede darse una serie de reacciones bioquímicas que conduzcan a una rancidez de las grasas

alterando sus características físico químicas y sensoriales (**Carrillo Inungaray & Reyes Munguía, 2014**).

1.1.2.2 Formulación del producto

La formulación del producto influye en el tiempo de vida útil, en el caso de premezcla de quinua, chocho, zanahoria blanca, oca, mashua y chía influyen los ingredientes que contiene cada una de las premezclas, además de la cantidad de agua que contenga cada ingrediente (**Coronel et al., 2021**).

1.1.2.3 Proceso

El tipo de proceso que se realiza para la obtención de las harinas para la premezcla influye como es, la temperatura de cocción y tamaño de partícula, además es importante determinar los puntos críticos de control, los cuales influirán en el crecimiento de microorganismos que posteriormente afectarán la vida útil de la premezcla (**Carrillo Inungaray & Reyes Munguía, 2014**).

1.1.2.4 Condiciones Sanitarias

Es importante un adecuado manejo aséptico en el proceso de obtención de cada una de las premezclas, pues si se mantiene un buen manejo aséptico desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto finalizado, se garantizará un producto inocuo seguro para el consumidor además de mayor tiempo de conservación (**H Kara, 2014**).

1.1.2.5 Envasado

El tipo de envase influye en la vida útil de las premezclas, el cual puede ser envasado en papel kraft, el cual tiene un promedio de vida útil de un año, siendo un empaque biodegradable y fácil de usar (**Ding et al., 2020**).

Para las premezclas, se pueden usar empaques de polipropileno, que es una bolsa de plástico que confiere una vida útil de 544 días, mientras que los envases de polietileno confieren una vida útil de 593 días y al utilizar envases laminados en las premezclas se puede extender hasta 4695 días (**Álvarez Álvarez & Zuñiga, 2006**).

1.1.2.6 Almacenamiento

El lugar y ambiente en donde se almacenan las premezclas influyen en la vida útil del mismo, recomendando su conservación a temperatura ambiente, el lugar debe estar limpio y seco, con una temperatura máxima recomendada de 20°C y una humedad límite del 15%, evitando de esta manera la proliferación de microorganismos y de insectos (Pino et al., 2019).

1.1.3 Harina de Quinua

La harina de quinua proviene del pseudocereal de *Chenopodium quinoa*, no contiene gluten y se utiliza en la formulación de distintos productos. En la Tabla 1, se muestra el valor nutricional de la harina de quinua.

Tabla 1. *Composición de Harina de Quinua*

| Composición | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| Proteína | 9,05 |
| Fibra | 3,11 |
| Cenizas | 2,44 |
| Grasa | 2,53 |
| Carbohidratos | 72,39 |
| Humedad | 10,48 |

Fuente: Tomado de **Pantoja-Tirado et al., (2020)**

Con respecto al contenido de proteína, la harina de quinua es rica especialmente en aminoácidos como la histidina con un 3,2% y lisina con un 6,1%, además es libre de gluten (Dussán-Sarria et al., 2019).

Algunas investigaciones manifiestan que la necesidad diaria de lisina para lactantes de 0 a 2 años es de 66mg/g, encontrando en la harina de quinua, un contenido de lisina de 74mg/g. Con respecto a histidina los lactantes requieren una cantidad de 26mg/g, el contenido de histidina en harina de quinua es de 28,2mg/g (Lozano et al., 2019). Lo que hace que este cereal sea óptimo para suplir los requerimientos de estos dos aminoácidos, pues la lisina ayuda al desarrollo del cerebro durante la infancia y la histidina en la protección de las neuronas y en el desarrollo cerebral, además ayuda a

reforzar el sistema inmunológico mediante la producción de glóbulos blancos (**Barrial Lujan et al., 2020**).

La harina de quinua contiene minerales principalmente el calcio, hierro y magnesio. En la Tabla 2 muestra el contenido de minerales de la harina de quinua.

Tabla 2. *Contenido de minerales de harina de quinua*

| Minerales | mg por cada 100 gramos |
|-----------|------------------------|
| Calcio | 57,90 |
| Hierro | 3,00 |
| Zinc | 1,67 |
| Magnesio | 117,09 |

Fuente: Tomado de **Cervilla et al., (2012)**

1.1.4 Harina de Chocho

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes, es rico en aceites esenciales, ya que contiene el 6% de ácido linoleico (el cual ayuda al sistema inmunológico pues aumenta las defensas) y de un 7 a 14% de ácido oleico (posee un efecto antitumoral y reduce riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares) (**Chirinos-Arias, 2015**).

El chocho es rico en calcio, ya que contiene 296 mg por cada 100gramos (**Ortiz et al., 2018**) y se detalla que las necesidades diarias de un niño de 1 a 3 años de calcio son de 700mg (**National Institutes of Health, 2021**).

La harina de chocho también contiene minerales como el calcio, hierro y magnesio, en la Tabla 3 se detalla la composición de minerales de la harina de chocho.

Tabla 3. *Composición de principales minerales de harina de chocho*

| Minerales | mg/Kg |
|-----------|-------|
| Calcio | 471 |
| Hierro | 129 |
| Magnesio | 2587 |

Fuente: Tomado de **Ruiz Aguilar & Briceño, (2019)**

1.1.5 Harina de Zanahoria Blanca

Es un cultivo andino, considerado como un tubérculo. En la Tabla 4, se muestra el contenido nutricional de la harina de zanahoria blanca.

Tabla 4. *Valor nutricional de la Harina de zanahoria blanca*

| Contenido | g/100g |
|------------------|--------|
| Humedad | 9,64 |
| Ceniza | 1,86 |
| Proteína | 2,46 |
| Grasa | 0,48 |
| Azúcares totales | 6,22 |
| Almidón | 74,47 |
| Fibra | 4,87 |

Fuente: Tomado de **García Méndez & Pacheco de Delahaye, (2007)**

La misma es un alimento altamente energético y rico en vitaminas especialmente B3 (1,98mg por cada 100gramos) y C (17,1 mg por cada 100 gramos), además de ser una fuente de proteínas, minerales y fibra (**AESAN, 2009**). En lo que se refiere al contenido de minerales la harina de zanahoria blanca contiene potasio calcio y fósforo (Tabla 5) (**Ventura, 2017**).

Tabla 5. *Contenido de minerales de harina de zanahoria blanca*

| Minerales | mg/100 gramos |
|-----------|---------------|
| Potasio | 834,78 |
| Calcio | 160,1 |
| Hierro | 3,06 |
| Fósforo | 105,36 |

Fuente: Tomado de **Ventura, (2017)**

El contenido de hierro contribuye con el buen funcionamiento del sistema circulatorio. La vitamina B3 ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares (Castanha et al., 2018).

Las necesidades diarias de hierro para infantes de hasta tres años son de 7mg al día (Kidshealth.org, 2021). Las necesidades de vitamina B3 es de 6mg y de vitamina C es de 15mg para niños de 1 a 3 años (National Institutes of Health, 2021).

1.1.6 Harina de Mashua

La mashua es un tubérculo andino, que es rico en carbohidratos y proteínas (Tabla 6), también en la harina de mashua existen compuestos antioxidantes como las antocianinas, su consumo está relacionado de manera ancestral para combatir el cáncer de colon y próstata (Feliciano-Muñoz et al., 2021).

La harina de mashua es rica en hierro, calcio y fósforo, por cada 100 gramos contiene 1,2g de hierro 7g de calcio y 42 g de fósforo. Además contiene compuestos antioxidantes como compuestos fenólicos, antocianinas y carotenoides (Arteaga-Cano et al., 2022).

Tabla 6. *Composición de la harina de mashua*

| Composición | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| Proteína | 12,34 |
| Carbohidratos | 64,67 |
| Fibra | 7,07 |
| Ceniza | 4,66 |
| Grasa | 0,81 |
| Humedad | 10,46 |

Fuente: Tomado de González Cabrera et al., (2020)

Con respecto al contenido de proteína, la mashua es rica en aminoácidos esenciales (Tabla 7).

Tabla 7. *Contenido de aminoácidos en mg/g*

| Aminoácidos | mg/g |
|--------------|-------|
| Leucina | 46,53 |
| Isoleucina | 28,08 |
| Valina | 40,59 |
| Lisina | 33,78 |
| Metionina | 27,90 |
| Fenilalanina | 59,5 |
| Treonina | 26,5 |
| Triptófano | 9,1 |

Fuente: Tomado de **Ayala, (2020)**

La harina de mashua es rica en vitamina C pues contiene 77,7mg. Además contiene minerales, predominando en mayor contenido calcio con 12mg y fósforo con 1mg por cada 100 gramos (Espin et al., 2014).

La harina de mashua no contiene gluten lo que le hace un alimento adecuado para personas celiacas. (**Martínez-Villaluenga et al., 2020**). En la actualidad existe la tendencia en el mercado hacia el consumo de alimentos andinos.

1.1.7 Harina de Oca

Conocida también como harina de ibia o papa oca, es una harina de proviene de la *Oxalis tuberosa* que es un tubérculo andino. En la Tabla 8 se detalla el Contenido Nutricional de la harina de oca (**Cruz et al., 2016**).

Tabla 8. *Composición nutricional de la harina de oca*

| Contenido | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| Proteína | 0,58 |
| Cenizas | 0,24 |
| Carbohidratos | 85,03 |
| Grasa | 0,15 |
| Humedad | 14,00 |

Fuente: Tomado de **Cruz et al. (2016)**

En lo que respecta al contenido proteína la harina de oca, contiene principalmente aminoácidos como la treonina, isoleucina y valina. En la Tabla 9 se muestra el contenido de los principales aminoácidos que contiene la oca.

Tabla 9. *Contenido de aminoácidos de la harina de oca*

| Aminoácidos | mg/g de proteína |
|-------------|------------------|
| Treonina | 74,70 |
| Isoleucina | 73,21 |
| Valina | 72,00 |

Fuente: Tomado de **Ayala, (2020)**

Además contiene compuestos antioxidantes como las antocianinas, carotenoides y compuestos fenólicos (**Rubio & Ortiz, 2019**) .

1.1.8 Harina de Chía

La harina proviene de la *Salvia hispánica* que es una planta herbácea, dentro de la composición de la harina (Tabla 10), además esta harina es rica en ácidos grasos (Tabla 11) (**Cuba Vilca & Lovon Castilla, 2018**).

Tabla 10. *Composición de la harina de chía*

| Composición | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| Proteínas | 22,33 |
| Humedad | 6,61 |
| Carbohidratos | 18,18 |
| Cenizas | 4,52 |
| Grasas | 32,00 |
| Fibra | 16,36 |

Fuente: Tomado de **Cuba Vilca & Lovon Castilla (2018)**

Los ácidos grasos de la chía en niños de 1 a tres años de edad, contribuyen con la formación del cerebro, construyendo membranas que protegen a las neuronas (Baumgartner, 2016).

Tabla 11. *Composición de ácidos grasos de la harina de chía*

| Ácidos grasos | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| palmítico | 7,90 |
| oleico | 7,40 |
| linoleico | 21,90 |
| linolénico | 58,90 |
| esteárico | 2,90 |

Fuente: Tomado de Périgo et al., (2011).

Con respecto al contenido de proteína en la harina de chía, existen gran cantidad de aminoácidos esenciales y no esenciales (Tabla 12).

Tabla 12. *Aminoácidos en la harina de chía*

| Aminoácidos Esenciales | g/kg de proteína | Aminoácidos No esenciales | g/kg de proteína |
|---------------------------|------------------|------------------------------|---------------------|
| Lisina | 50 | Ácido aspártico | 102,5 |
| Triptófano | 9,5 | Ácido glutámico | 199,5 |
| Fenilalanina | 51,5 | Serina | 64,5 |
| Tirosina | 23 | Histidina | 25,5 |
| Metionina | 13 | Arginina | 102,5 |
| Cisteína | 19 | Alanina | 51 |
| Treonina | 39 | Prolina | 40 |
| Leucina | 72 | Glicina | 59 |
| Isoleucina | 33 | | |
| Valina | 46 | | |

Fuente: Tomado de Vázquez-Ovando et al., (2010)

Además, la harina de chía contiene algunos minerales (Tablas 13), los mismos que contribuyen al desarrollo de huesos, corazón, cerebro en los infantes.

Tabla 13. *Minerales de la harina de chía*

| Minerales | mg |
|-----------|--------|
| Calcio | 631 |
| Potasio | 407 |
| Magnesio | 335 |
| Fósforo | 860 |
| Selenio | 0,552 |
| Hierro | 0,0772 |
| Manganeso | 0,0272 |
| Molibdeno | 0,002 |

Fuente: Tomado de **Xingú López et al., (2017)**

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el tiempo de vida útil de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar la premezcla a base de matrices andinas.
- Evaluar las características fisicoquímicas: pH, humedad y acidez de la premezcla.
- Analizar la vida útil de la premezcla mediante ensayos de estabilidad microbiológica acelerada.

CAPITULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Material vegetal

- Chocho
- Zanahoria blanca
- Mashua
- Chía
- Quinoa
- Oca

2.1.2 Material de laboratorio

- Vasos de precipitación
- Probetas
- Tubos de ensayo

2.1.3 Equipos

- Molino (DAEWOO DCG-362)
- pHmetro (Thermo Scientific ORION VERSASTAR)
- Incubadora
- Autoclave
- Cámara de siembra de flujo laminar
- Mechero bunsen
- Balanza (Citizen MB 50)
- Estufa
- Secador de bandejas (Gander MTN)

2.1.4 REACTIVOS

- Medio PDA (Merck)
- Medio agar nutritivo (Dyfcó)
- Medio agar VCR (Neogen)
- Medio agar (Mac Conkey)
- Agua de peptona (Merck)
- Solución de NaOH 0,1N.
- Solución de Fenolftaleína

2.2 Métodos

La presente investigación fue una continuación de la tesis desarrollada anteriormente por Lema & Cerda (2020), se inició con la mejor formulación obtenida, la misma se consistía de 40% de harina de oca, 20% de harina de chocho, 20% de harina de quinua, 10% de harina de mashua, 5% de harina de zanahoria blanca y 5% de harina de chía.

2.2.1 Obtención de la harina de cultivos andinos

La adquisición del chocho, zanahoria blanca, mashua y chía se realizó en el Mercado Modelo de la ciudad de Ambato. Los cultivos andinos pasaron inicialmente por un proceso de selección, con el fin de separar tierra u otros componentes que no sean propios de la materia prima. Posteriormente se realizó un lavado con el objetivo de separar la tierra de cada uno de los cultivos y se realizó un troceado aproximado de 5 mm de tamaño de grosor. A continuación, se coció por separado cada uno de los tubérculos a 70°C durante 5 minutos. Inmediatamente se secaron los tubérculos en el secador de bandejas marca Gander MTN empleando una temperatura de 65°C y un tiempo de 24 horas, seguido de un proceso de trituración con el molino DAEWOO 362 y se almacenó cada una de las harinas a temperatura ambiente y conservándolos en fundas ziploc (Lema & Cerda, 2020).

2.2.2 Elaboración de la premezcla

Las harinas obtenidas anteriormente, se mezclaron de acuerdo a la mejor formulación establecida por Lema & Cerda (2020).

2.2.3 Determinación del pH de la premezcla

Se determinó aplicando la norma INEN 526:2013, en la que menciona que se debe suspender 10 gramos de la premezcla obtenida en 100cm³ de agua, la medición se realizó por triplicado usando el pHmetro previamente calibrado (INEN 526, 2013).

2.2.4 Determinación de la acidez de la premezcla

La medición se realizó por triplicado, usando la metodología de la norma INEN 521:2013, el método de ensayo se basó en una titulación con hidróxido de sodio 0,02N, usando como indicador fenolftaleína (INEN 521, 2013). La determinación de acidez se usó aplicando la Ecuación (1)

$$A = \frac{490 NV}{m(100 - H)} * \frac{V1}{V2}$$

Ecuación. 1

Donde:

A = acidez

N = normalidad

V= volumen de hidróxido de sodio empleado en la titulación

V1 = volumen de alcohol empleado

V2 = volumen de la muestra

m = masa de la premezcla

H = humedad de la premezcla

2.2.5 Determinación de la humedad de la premezcla

Se determinó aplicando la norma INEN 1462:2013, para lo que se pesaron 3gramos de la premezcla y se dejó en una estufa a 100°C durante 100 horas (**INEN 1462, 2013**), la determinación se realizó por triplicado aplicando la Ecuación 2.

$$\%H = \frac{mo - mf}{mo} * 100$$

Ecuación. 2

Donde:

mo = masa inicial

mf = masa después del secado

2.2.6 Determinación el tiempo de vida útil de la premezcla

Se estimó el tiempo de vida útil de la premezcla obtenida, realizando ensayos microbiológicos de recuento total, mohos, levaduras, enterobacterias, *Salmonella* y aerobios mesófilos a temperatura ambiente y a una temperatura acelerada de 37°C durante un lapso de 37 días (**Pereira & Guerrero, 2018**).

2.2.6.1 Mohos y levaduras

Se pesaron 1gr gramos de la premezcla y se diluyó en 99ml de agua peptonada obteniendo una dilución de 10⁻¹, a partir de esta dilución se realizaron diluciones de:

10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} . Las siembras se realizaron en diluciones de 10^{-4} hasta 10^{-6} en cajas petri, usando como medio PDA (agar de dextrosa de papa), el cual fue preparado siguiendo las instrucciones especificadas por el fabricante. Las cajas se incubaron a una temperatura de 28°C durante 24 horas. Las mediciones se realizaron por triplicado (**Olivares et al., 2017**).

Los resultados microbiológicos de mohos y levaduras fueron expresados en UFC/g (unidades formadoras de colonias por gramo de muestra) (**Hathorn et al., 2008**).

2.2.6.2 Aerobios mesófilos

De las diluciones preparadas en 2.2.6.1, se realizaron siembras de las diluciones desde 10^{-5} hasta 10^{-7} usando como medio de cultivo agar nutritivo, en donde se incubó a 37°C durante 24 horas. Las mediciones se realizaron por triplicado y se expresaron en UFC/g (**Cardoso et al., 2019**).

2.2.6.3 *Enterobacteriaceae*

De las diluciones preparadas en 2.2.6.1, se colocó 1ml de la dilución de 10^{-5} hasta dilución 10^{-7} en placas petri con el medio Agar VCR, el medio fue preparado de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Posteriormente las cajas petri se incubaron a 37°C durante 24 horas. Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonias UFC/g. Las mediciones se realizaron por triplicado (**Dinardo et al., 2019**).

2.2.6.4 *Salmonella*

De las diluciones preparadas en 2.2.6.1, se colocó 1ml de la dilución de 10^{-5} hasta dilución 10^{-7} en placas petri usando el medio Mac Conkey agar, este medio fue preparado de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Posteriormente las cajas petri se incubaron a 37°C durante 24 horas. Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonias UFC/g. Las mediciones se realizaron por triplicado (**Subedi et al., 2020**).

2.2.6.5 Modelo cinético

Para la determinación del tiempo de vida útil de la premezcla, se utilizó el modelo cinético de orden cero y de primer orden, los datos obtenidos de microbiología, pH,

acidez y humedad fueron analizados en el Programa Microsoft Excel, mediante modelos de regresión lineal.

Para la estimación del tiempo de vida útil, correspondiente a la reacción de orden cero, se utilizó aplicando la Ecuación 3 (**González-González et al., 2016**).

$$ts = \frac{Q_0 - Q_e}{K}$$

Ecuación 3

Donde:

ts = tiempo de vida útil

Q₀ = valor inicial del atributo de calidad

Q_e = valor alcanzado del atributo en el tiempo

K = constante aparente de reacción

En cambio, para la estimación de la vida útil, usando el modelo cinético de orden uno, se aplicó la Ecuación 4 (**González-González et al., 2016**).

$$ts = \frac{\ln \frac{Q_0}{Q_e}}{K}$$

Ecuación. 4

Donde:

ts = tiempo de vida útil

Q₀ = valor inicial del atributo de calidad

Q_e = valor alcanzado del atributo en el tiempo

K = constante aparente de reacción

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Formulación de la premezcla

En la Tabla 14 muestra la formulación de la premezcla a base de matrices alimentarias andinas, esta formulación se basó en estudios anteriores de **Lema & Cerda (2020)**, encontrando que por cada 100 g de la premezcla existe un aporte del: 14,20% de proteína; 56,52% de carbohidratos; 18,50% de fibra dietética; 7,13% de grasa, y 3,65% de cenizas.

Tabla 14. *Formulación de la premezcla de matrices alimentarias andinas.*

| Harina | Formulación (g) | Formulación % |
|------------------|-----------------|---------------|
| Oca | 600 | 40 |
| Chocho | 300 | 20 |
| Quinoa | 300 | 20 |
| Mashua | 150 | 10 |
| Zanahoria blanca | 75 | 5 |
| Chía | 75 | 5 |

Al combinar las harinas en los porcentajes anteriormente mencionados (Tabla 14), se obtiene un suplemento alimenticio proteico, que es rico en aminoácidos esenciales, compuestos antioxidantes, fibra, ácidos grasos, vitaminas, minerales y libre de gluten, el mismo que puede ser utilizado como un suplemento para niños de 1 a 3 años, además la premezcla elaborada no contiene gluten, lo que le hace un alimento adecuado para personas celiacas. En la actualidad, existe una tendencia en el mercado hacia el consumo de alimentos andinos (Estévez & Araya, 2016), siendo necesario determinar la vida útil de la premezcla antes de su comercialización.

3.2 pH de la premezcla

En la Figura 1, se muestran los resultados del pH de la premezcla de almacenada a temperatura ambiente y 37°C. La premezcla almacenada a temperatura ambiente tenía un pH inicial de 5,69 y después de 37 días de almacenamiento el mismo tuvo un ligero descenso a 5,52, con una variación mínima. Encontrando similares resultados en una

premezcla de harina de mashua, camote y achira almacenadas a temperatura ambiente durante 90 días (Vivanco & Arancibia, 2020). Esto se debe a un bajo crecimiento de bacterias, hongos y levaduras pues cuando el pH es menor a 6 existe una baja proliferación de microorganismos (Rubio & Ortiz, 2019).

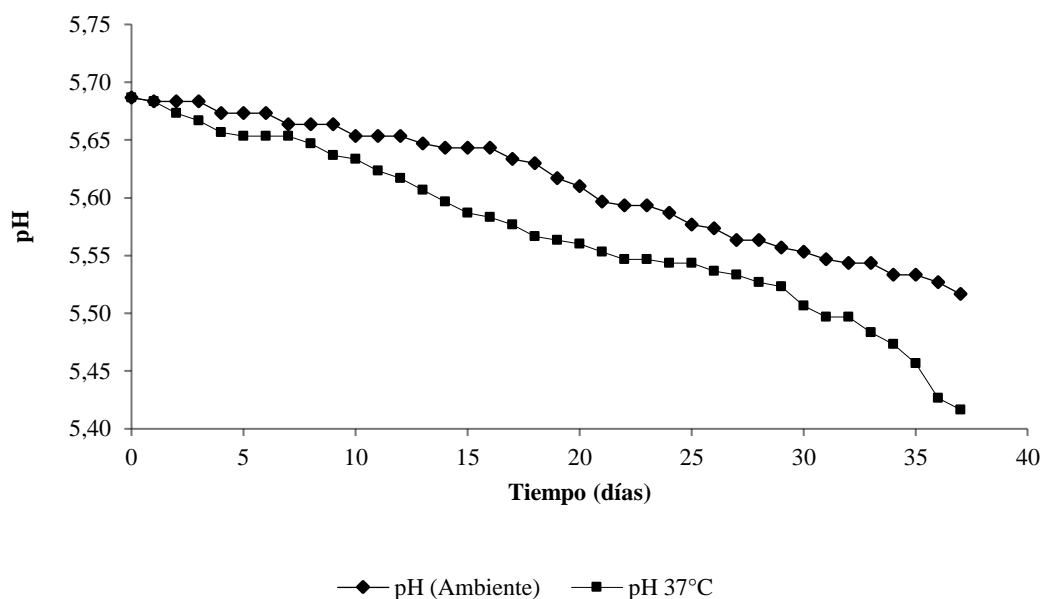


Figura 1. pH de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C

En condiciones de almacenamiento aceleradas a 37°C el valor del pH de la premezcla en el día 0 fue de 5,69 mientras que después de 37 días fue de 5,42 con una ligera disminución, demostrando así que la temperatura influye mínimamente en el pH de la premezcla, obteniendo similares resultados con harinas de oca las cuales fueron sometidas a 60°C, 70°C y 80°C encontrando un pH de 5,55; 5,50 y 5,50 respectivamente (Ore Areche et al., 2020).

El pH es un indicador de la calidad de las premezclas, influyendo directamente en la vida útil de las premezclas, cuando los valores del pH son bajos existe un menor crecimiento de microorganismos (Caicedo, 2020). Demostrando así que el proceso usado para la obtención de las premezclas en infantes es adecuado para almacenar durante periodos de tiempo largos.

3.3 Acidez de la premezcla

En la Figura 2 se muestra que la acidez de la premezcla va aumentando a medida que pasan los días, en el día 0 se encuentra una acidez de 0,057 a temperatura ambiente y

después de 37 días se encuentra una acidez de 0,177. De acuerdo con la normativa ecuatoriana el porcentaje máximo de acidez no debe superar el 0,2% de ácido sulfúrico (INEN 616, 2015), cumpliendo la premezcla con la normativa ecuatoriana vigente, razón por la que puede ser expandida para su comercialización.

Bergesse et al., (2015) señalan que la acidez va aumentando en el transcurso del tiempo, como es en el caso de la harina de quinua que inicia con una acidez de 0,151 y después de 12 días la acidez incrementa a 0,319. Encontrando en la Figura 2 un aumento de acidez a 37°C, en donde la premezcla comienza con una acidez de 0,057 y después de 37 días aumenta su acidez a 0,22. Este aumento de acidez, se debió posiblemente a la actividad enzimática que ocurre al transcurrir el tiempo y al ataque de microorganismos, que enrancian las grasas y producen una hidrólisis (**Mata & Vasquez, 2014**). El incremento de la acidez también se debe a las hidrólisis de las grasas (glicéridos) y enzimas como las lipasas, obteniendo similares resultados en harinas de trigo a 20°C (**Lancelot et al., 2021**).

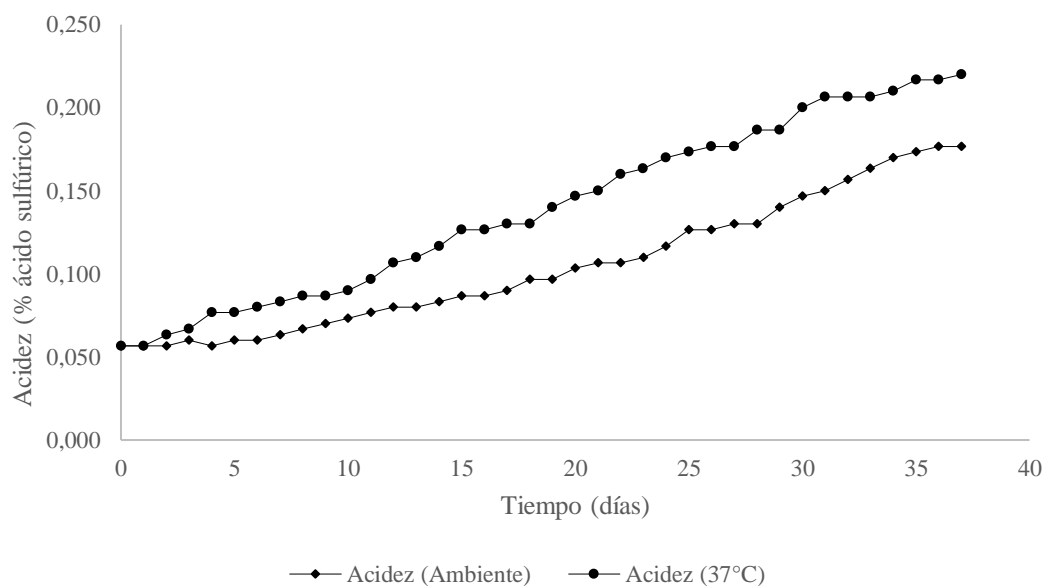


Figura 2. Acidez de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C.

Siendo importante la determinación de acidez en las premezclas, pues es un parámetro que influye en la vida útil, ya que a medida que transcurre el tiempo aumenta la acidez debido a las hidrólisis de las grasas, actividad enzimática y microbiana (**Dueñas Quintero, 2014**), mientras más ácida sea la premezcla existe una mayor degradación de ácidos grasos, influyendo significativamente en la vida útil de la premezcla,

encontrándose la acidez dentro de los límites de la reglamentación ecuatoriana, pudiendo ser utilizada como suplemento nutricional.

3.4 Humedad de la premezcla

La Figura 3, muestra la humedad de la premezcla a temperatura ambiente en el día 0 presenta una humedad de 9,74% y después de 37 días una humedad del 8,77%, cumpliendo con la normativa INEN que indica un límite máximo permisible del 14,5% (INEN 616, 2015), Bozdogan et al., (2019) menciona que la harina de quinua posee una humedad de 12,66%, la harina de oca una humedad del 5,11% (Gonzalez-Victoriano et al., 2019), la harina de mashua una humedad del 10,46% (González Cabrera et al., 2020) y en suplementos alimenticios con un alto valor proteico para niños de 2 a 5 años se halló una humedad menor al 10,5% (Cerezal Mezquita et al., 2007), encontrándose similares resultados de humedad de la premezcla.

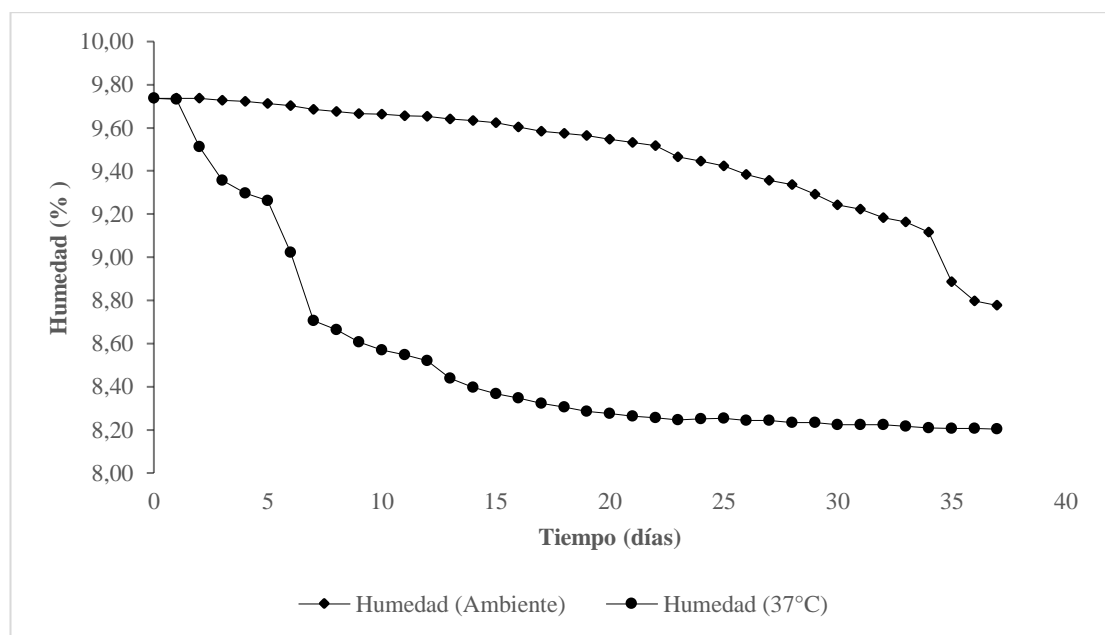


Figura 3. Humedad de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C

La humedad tiene una relación directa con la vida útil de las premezclas, mientras exista menor humedad existe una menor tendencia en el desarrollo de microorganismos (Mu et al., 2022) y por consiguiente la vida útil de las premezclas es mejor. Demostrando así que la premezcla desarrollada es apta para el consumo de suplementos alimenticios de niños pudiendo ser almacenada a temperatura ambiente.

Si se compara la humedad de la premezcla a temperatura ambiente con 37°C, se encuentra que después de 37 días la humedad a 37°C, es menor que a temperatura ambiente, esto se debe a la naturaleza higroscópica de la premezcla y a una mayor evaporación del agua, encontrando resultados similares del efecto de la temperatura en premezclas que contienen soja, linaza y avena (Forsido et al., 2021), lo que demuestra que la premezcla al ser sometida a mayores temperaturas, presenta un menor contenido de humedad.

La humedad es un parámetro importante en la determinación de la vida útil, puesto que si la humedad es alta favorece la actividad proteolítica de la premezcla, además de la actividad lipolítica de las enzimas, también favorece el crecimiento de mohos y la infestación de insectos (Nasir et al., 2003). Por lo tanto, en la presente investigación al encontrar valores bajos de humedad se puede concluir que la premezcla desarrollada, se podrá almacenar durante tiempo prolongados sin alterar las actividades lipolíticas, proteolíticas y microbianas garantizando así su consumo nutricional.

3.5 Análisis microbiológico

La Tabla 15 muestra los resultados microbiológicos de la premezcla a base de matrices andinas, cumpliendo con la normativa ecuatoriana para la expedición de alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños (NTE INEN 2618:2013, 2013).

Tabla 15. Resultados microbiológicos de la premezcla a base de matrices alimentarias andinas.

| Requisitos | Normativa (INEN 2618:2013) | Premezcla | |
|---|-------------------------------|-------------|----------|
| | | T. Ambiente | 37°C |
| Mohos y levaduras | 1×10^{-3} | ausencia | ausencia |
| Bacterias aerobias Mesófilas (ufc/g) | 1000 | ausencia | ausencia |
| <i>Enterobacteriaceae</i> (ufc/10g) | <3 | ausencia | ausencia |
| <i>Salmonella</i> (ufc/25g) | ausencia | ausencia | ausencia |

La ausencia de mohos y levaduras en la premezcla a base de matrices alimentarias andinas, posiblemente se debió a la presencia de agentes antimicrobianos naturales, obteniendo similares resultados microbiológicos en harina de quinua (**Arroyave Sierra & Esguerra Romero, 2006**).

La ausencia de bacterias aerobias mesófilas, *Enterobacteriaceae* y *Salmonella* se debió posiblemente a que la premezcla que contienen mashua, melloco y oca, contienen glucosinolatos y fenoles, cuyas propiedades son antibacterianas (**Silva Guadalupe & Medina Ramírez, 2018**).

Con respecto premezclas que contienen harina de quinua, se han identificado compuestos bioactivos como: compuestos fenólicos y carotenoides que poseen capacidad antioxidante y antimicrobiana como las betalaínas y saponinas con capacidad antimicrobiana (**Campos et al., 2018**).

El mecanismo de acción de las saponinas consiste en la degradación de la pared celular, rompiendo la membrana citoplasmática, haciendo que exista fuga celular, investigaciones muestran los efectos antibacterianos que posee la quinua sobre *Staphylococcus aureus*, *Listeria ivanovii*, *Staphylococcus epidermidis*, , *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus cereus* (**Dong et al., 2020**).

En la harina de chocho, se han identificado la presencia de isoflavonas, alcaloides y péptidos que poseen capacidad antioxidante y propiedades antimicrobianas (**Garcia & Goetschel, 2018**)

La harina de oca, contiene la proteína ocatina la cual tiene propiedades antifúngicas y antibacterianas (**Campos et al., 2018**).

De esta manera se deduce que en la premezcla desarrollada posee compuestos bioactivos como betalainas, glucosinolatos, fenoles, saponinas, carotenos, antocianinas, isoflavonas, alcaloides y péptidos, los mismos que confieren actividades antioxidantes y antimicrobianas, lo que justifica la ausencia de mohos, levaduras y bacterias en la premezcla de cultivos andinos, tanto al inicio del ensayo como después de 37 días.

Al determinar la vida útil de la premezcla en función de los análisis microbiológicos se encontró un tiempo de vida útil prolongado, esto se debió posiblemente a la presencia de los compuestos bioactivos señalados anteriormente que se encuentran en la premezcla, concluyendo así que la premezcla de cultivos andinos, tiene una vida

útil a largo plazo, lo que le hace apta para el consumo humano pues cumple con la normativa vigente, siendo apta para el consumo en niños de 1 a tres años de edad.

3.6 Determinación de la vida útil de la premezcla

La Tabla 16 muestra la estimación del tiempo de vida útil de las premezclas de matrices andinas a temperatura ambiente y a 37°C, en función del pH, acidez y humedad.

En función del pH el tiempo de vida útil de la premezcla a temperatura ambiente es de 4,8 meses, considerando una cinética de orden cinético de cero y con un coeficiente de correlación cercano a uno, mientras que en condiciones aceleradas a 37°C, el tiempo de vida útil fue de 3,6 meses; encontrándose un mayor tiempo de vida útil a temperatura ambiente puesto que al aumentar la temperatura existe una degradación de los ácidos grasos (Cruz-Tirado et al., 2021).

Tabla 16. Determinación del tiempo de vida útil de la premezcla.

| Condición | Ecuación | R ² | Orden | Tiempo de vida útil (días) |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|-------|----------------------------|
| pH | | | | |
| T. Ambiente | $y = -0,0048x + 5,7015$ | 0,979 | 0 | 146 |
| 37 °C | $y = -0,0064x + 5,6912$ | 0,976 | 0 | 108 |
| Acidez (% ácido sulfúrico) | | | | |
| T. Ambiente | $y = 0,0339x - 2,9563$ | 0,993 | 1 | 93 |
| 37 °C | $y = 0,0373x - 2,744$ | 0,969 | 1 | 79 |
| Humedad (%) | | | | |
| T. Ambiente | $y = -0,0218x + 9,8775$ | 0,841 | 0 | 481 |
| 37 °C | $y = -0,0359x + 9,3562$ | 0,892 | 0 | 43 |

En función de la acidez el tiempo de vida útil de la premezcla a temperatura ambiente es de 3,1 meses y a una temperatura de 37°C es de 2,6 meses, considerando una cinética de orden uno y un coeficiente de correlación cercano a uno, siendo la vida útil más larga cuando la premezcla se encuentra a temperatura ambiente, esto se debe

a la relación entre los ácidos grasos y la estabilidad oxidativa (**Cruz-Tirado et al., 2021**). La premezcla tiene un alto contenido de grasa (7,13%), lo que le hace susceptible a la degradación de los ácidos grasos y más aún cuando se aumenta la temperatura, como es en este caso a 37°C, es por eso que cuando la premezcla fue sometida a más altas temperaturas, existió un menor tiempo de vida útil.

El aumento de acidez en el transcurso del tiempo indica un proceso de degradación hidrolítica, actividad lipolítica y auto oxidativa (**Timilsena et al., 2017**) concordando estos resultados con los mostrados en la Figura 2, influyendo la degradación de los ácidos grasos, en la vida útil y tiempo de almacenamiento de la premezcla, siendo el factor más relevante en la determinación de tiempo de vida útil de las premezclas.

En función de la humedad, el tiempo de vida útil de la premezcla a temperatura ambiente es de 16 meses, mientras que a 37°C es de 1,4 meses. La humedad es un parámetro importante en la inhibición o propagación de reacciones enzimáticas, químicas y microbiológicas (**Calderón et al., 2018**).

Forsido et al., (2021) determinó en premezclas extruidas de avena, soja y linaza para bebés una vida útil de 17 meses a 25°C y 6,2 meses a 45°C, en cambio **Torres et al., (2001)** en un suplemento infantil de harina de zapallo, harina de arroz, pollo deshidratado y aceite vegetal a temperatura ambiente estableció una vida útil de 6 meses y a 28°C de 3 meses; mientras que en premezclas comerciales como Cerelac 5 cereales de Nestlé (harina de: trigo, arroz, maíz, cebada y avena) determinó una vida útil de 12 meses, pero una vez abierto el envase es de 30 días.

Lo que indica que el tiempo de vida útil de producto varía en función de los ingredientes que contiene, en el caso específico de la premezcla desarrollada, no existen investigaciones previas de vida útil con matrices con similares características a la estudiada. Sin embargo, se puede inferir que, al obtener una premezcla rica en ácidos grasos, se consideraría un tiempo de vida útil a temperatura ambiente de 93 días y a 37°C de 79 días.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se elaboró la premezcla a base de matrices alimentarias andinas usando el 40% de oca, 20% de chocho, 20% de quinua, 10% de mashua, 5% de zanahoria blanca y 5% de chíá, obteniendo un suplemento alimenticio rico principalmente en proteínas, aminoácidos esenciales, con compuestos antioxidantes, alto en fibra, ácidos grasos, vitaminas, minerales y libre de gluten, el mismo que puede ser utilizado como un suplemento para niños de 1 a 3 años de edad, y para personas celiacas.
- Se evaluó las características físico-químicas de la premezcla de cultivos andinos en función del pH, acidez y humedad. Se encontró que, tanto los valores de pH, acidez y humedad estuvieron dentro de la normativa ecuatoriana presentando mínimas variaciones en las condiciones de almacenamiento, pudiendo ser utilizada la premezcla como un suplemento nutricional.
- Se determinó la vida útil de la premezcla mediante ensayos de estabilidad microbiológica acelerada a temperatura ambiente y a 37°C, encontrando tanto a temperatura ambiente como a 37°C ausencia de: mohos y levaduras, bacterias aerobias mesófilas, *Enterobacteriaceae* y *Salmonella*, los resultados de ausencia de microorganismos fueron encontrados en el día cero y 37 días después del ensayo.
- Se determinó la vida útil de la premezcla de cultivos andinos en función del pH, se encontró con una cinética de orden cero, una vida útil de 146 días a temperatura ambiente y a 37°C de 108 días, mientras que la vida útil en función de la acidez, a temperatura ambiente fue de 93 días ajustándose a una cinética de orden uno, y a 37°C 79 días de vida útil; finalmente la vida útil en función de la humedad encontrando 481 días de vida útil a temperatura ambiente y 43 días de vida útil de la premezcla a 37°C.

4. 2 Recomendaciones

- Considerar para el estudio de la vida útil, en la premezcla, el tipo de envase: polietileno, aluminio, polipropileno.
- Analizar en la premezcla, la cantidad exacta de micronutrientes que contiene como calcio, hierro, magnesio entre otros.
- Determinar la capacidad antioxidante de la premezcla.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- AESAN. (2009). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a una solicitud de evaluación inicial para la comercialización de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) precocida y congelada , en el marco (Número 258).*
- Álvarez Álvarez, V., & Zuñiga, F. C. (2006). Efecto de las Condiciones de Almacenamiento en el Tiempo de Vida Útil de Productos de Consumo Masivos de Baja Humedad Empacados en Películas Plásticas. *Revista Tecnológica ESPOL*, 22(11), 112-116.
- Arroyave Sierra, L. M., & Esguerra Romero, C. (2006). Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación. *Ciencia Unisalle*, 1(1), 119.
- Arteaga-Cano, D., Chacón-Calvo, L., Samamé-Herrera, V., Valverde-Cerna, D., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95-101. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12>
- Ayala, G. (2020). Aporte de los Cultivos andinos a la Nutrición Humana. En *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. p.*
- Barrial Lujan, A., Taype-Pardo, F., Huamán Carrión, M., Delgado, M., Rodrigo Cabezas, Y., Rogriguez Paucar, G., & Choque Quispe, D. (2020). Flour Amino Acids and Protein Isolate of Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) of the White and Pink Variety of Junín Aminoácidos de harina y aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) de la variedad blanca y rosada de Junín. *EasyChair Preprint*, 3746, 10-20.
- Baumgartner, J. (2016). Effects of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Cognition in Children. En *Handbook of Lipids in Human Function*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-63067-036-8.00012-3>
- Bergesse, A., Boiocchi, P., Calandri, E., Cervilla, N., Gianna, V., Guzman, C., Miranda, P., Montoya, P., & Mufari, J. (2015). *Aprovechamiento integral del grano de quinua.*

- Bozdogan, N., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2019). Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 683-694. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3523-1>
- Caicedo, D. (2020). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la extracción de harina de oca por el método de tacho abierto. *Alimentos, Ciencia e Ingeniería*, 28(1), 28-29.
- Calderón, V. T., Díaz, J. C., & Morales, R. C. (2018). Determinación de vida útil de harina de quinua en envase flexible. *Revista Tayacaja*, 1(2), 42-53.
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. En *Advances in Food and Nutrition Research* (1.^a ed., Vol. 84). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Cardoso, R. V. C., Fernandes, Â., Heleno, S. A., Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280(September 2018), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.063>
- Carrillo Inungaray, M. L., & Reyes Munguía, A. (2014). Vida útil de los alimentos / Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32. <https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>
- Castanha, N., Villar, J., Matta Junior, M. D. da, Anjos, C. B. P. dos, & Augusto, P. E. D. (2018). Structure and properties of starches from Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 1029-1038. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.015>
- Cerezal Mezquita, P., Carrasco Verdejo, A., Pinto Tapia, K., Romero Palacios, N., & Arcos Zavala, R. (2007). Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2 a 5 años, propiedades físicas, químicas, reológicas y color. *2007*, 32(12), 857-864.
- Cervilla, N., Mufari, J., Calandr, E., & Guzmán, C. (2012). Composición química de harinas de quinoa de origen argentino. Pérdidas minerales durante el lavado. *Bioquímica nutricional*, 13, 293-299.
- Chirinos-Arias, M. C. (2015). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con

- potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio Ciencias* <http://revistabiociencias.uan.edu.mx>, 3(3), 163-172.
- Coronel, E. B., Guiotto, E. N., Aspiroz, M. C., Tomás, M. C., Nolasco, S. M., & Capitani, M. I. (2021). Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: Application in a bread product. *Lwt*, 141(January), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110916>
- Cruz-Tirado, J. P., Oliveira, M., de Jesus Filho, M., Godoy, H. T., Amigo, J. M., & Barbin, D. F. (2021). Shelf life estimation and kinetic degradation modeling of chia seeds (*Salvia hispanica*) using principal component analysis based on NIR-hyperspectral imaging. *Food Control*, 123(November 2020), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107777>
- Cruz, G., Ribotta, P., Ferrero, C., & Iturriaga, L. (2016). Physicochemical and rheological characterization of Andean tuber starches: Potato (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and Papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Starch/Staerke*, 68(11-12), 1084-1094. <https://doi.org/10.1002/star.201600103>
- Cuba Vilca, A. M., & Lovon Castilla, Y. (2018). Formulación de una pre mezcla panadera a base de harina de semillas: chia (*salvia hispanica* L.), linaza (*linum usitatissimum* L.) y ajonjolí (*sesamum indicum* L.) para la elaboración de un pan tipo molde con bajo contenido de carbohidratos. En *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Difonzo, G., Squeo, G., Calasso, M., Pasqualone, A., & Caponio, F. (2019). Evaluation of Ready-to-Use Vegetable Pâté Added with Olive Leaf Extract. *Foods Article*, 8, 138.
- Dinardo, F. R., Minervini, F., De Angelis, M., Gobbetti, M., & Gänzle, M. G. (2019). Dynamics of Enterobacteriaceae and lactobacilli in model sourdoughs are driven by pH and concentrations of sucrose and ferulic acid. *Food science and technology*, 114(May), 108394. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108394>
- Ding, Y., Jiang, Y., Deng, Y., & Zhao, Y. (2020). Effect of packaging materials and storage temperature on water status, mechanical and thermal properties of black garlic. *Food Packaging and Shelf Life*, 24(March), 100507. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100507>

- Dong, S., Yang, X., Zhao, L., Zhang, F., Hou, Z., & Xue, P. (2020). Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Industrial Crops and Products*, *149*(August 2019), 112350. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112350>
- Dueñas Quintero, D. (2014). Vigilancia competitiva de la quinua : potencialidad para el departamento de Boyacá. *Suma de Negocios*, *5*(12), 85-95. [https://doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70030-8](https://doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70030-8)
- Dussán-Sarria, S., de la Cruz-Noguera, R. E., & Godoy, S. P. (2019). Study of the amino acid profile and proximal analysis of extruded dry pastas based on quinoa flour. *Informacion Tecnologica*, *30*(6), 93-100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600093>
- Espin, S., Villacres, E., & Brito, B. (2014). Caracterización Físico -Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos Composición química y valor nutricional de las RTAs. *Raíces y Tubérculos Andinos*, *4*(2), 92-116.
- Estévez, V., & Araya, M. (2016). Gluten-free diet and gluten-free foods. *Revista Chilena de Nutricion*, *43*(4), 428-433. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000400014>
- Feliciano-Muñoz, O., Robles-Calderón, R., & Chirre-Flores, J. H. (2021). Identificación de los principios activos de la mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y el efecto del proceso de elaboración de una bebida mix de mashua con piña. *Ingeniería Industrial*, *40*, 171-190. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n40.5150>
- Forsido, S., Welelaw, E., Belachew, T., & Hensel, O. (2021). Heliyon Effects of storage temperature and packaging material on physico-chemical , microbial and sensory properties and shelf life of extruded composite baby food flour. *Heliyon*, *7*(e06821), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06821>
- Garcia, G., & Goetschel, M. (2018). *Determinación del efecto del desamargado y fermentado en el contenido de compuestos con capacidad antioxidante de tres variedades de chocho "Lupinus mutabilis Sweet*. Universidad Central del Ecuador.
- García Méndez, A. D., & Pacheco de Delahaye, E. (2007). Evaluation of wafer type sweet cookies based upon arracacha flour (*Arracacia xanthorrhiza* B.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, *60*(2), 4195-4212.

- González-González, G., Pirovani, M. E., Piagentini, A. M., Ulín-Montejo, F., Miranda-Cruz, E., Osorio-Osorio, R., Maldonado-Enríquez, E. J., & Salinas-Hernández, R. M. (2016). Kinetics of sensory changes and shelf-life of minimally processed star fruit. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(4), 393-402. <https://doi.org/10.35196/rfm.2016.4.393-402>
- Gonzalez-Victoriano, L., Güemes-Vera, N., Chanona-Perez, J. J., Soto-Simental, S., Bernardino-Nicanor, A., Gonzalez-Cruz, L., & Hernandez-Uribe, J. P. (2019). Evaluation of Functional Properties and Physicochemical Characteristics of Flours Composed by Corn Grits and Oxalis tuberosa Flour, for Future Applications in the Elaboration of Nutritious Foods. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(3), 201-210. <https://doi.org/10.3923/pjn.2019.201.210>
- González Cabrera, M. V., Moreno Andrade, G. I., & López Sampedro, S. E. (2020). Caracterización nutricional y funcional de la harina de mashua. *ConcienciaDigital*, 3(3), 199-214. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1299>
- Gutiérrez, C., & Soriano, P. (2020). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos. En *Federación Empresarial de Agroalimentación de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana* (Fedacova). Generalitat Valenciana.
- H Kara, O. A. M. A. (2014). Protocolo de calidad para harina de trigo. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107-115.
- Hathorn, C. S., Biswas, M. A., Gichuhi, P. N., & Bovell-Benjamin, A. C. (2008). Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT - Food Science and Technology*, 41(5), 803-815. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.020>
- INEN 1462. (2013). Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1462 : 2013 Primera revisión. Cereales y productos derivados Determinación del contenido de humedad. En *Inen*.
- INEN 521. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1-6.
- INEN 526. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración del ion Hidrogeno o pH. En *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos*.

- Kidshealth.org. (2021). *Iron nutritional requirements*.
- Lancelot, E., Fontaine, J., Grua-Priol, J., & Le-Bail, A. (2021). Effect of long-term storage conditions on wheat flour and bread baking properties. *Food Chemistry*, 346(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128902>
- Lema, D., & Cerda, L. (2020). *Desarrollo de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio*. Universidad Técnica de Ambato.
- Lozano, R., Tapia C., I. L., & Taco. T, V. J. (2019). Evaluación de las propiedades funcionales del aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad INIAP-TUNKAHUAN con potencial uso en la nutrición humana. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito)*, 44(1), 48-56. https://doi.org/10.29166/ciencias_medicas.v44i1.1969
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., & Hernández-Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
- Mata, M., & Vasquez, M. (2014). Caracterización de harina de Yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para la elaboración de Pastel. En *Congreso Interdisciplinario Ciencias de la Ingeniería y Tecnología* (p. 333). Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
- Mezquita Cerezal, P., Gatica Urtuvia, V., Quintanilla Ramírez, V., & Zavala Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutricion Hospitalaria*, 26(1), 161-169. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.1.4939>
- Mu, J., Qi, Y., Gong, K., Chen, Z., Brennan, M. A., Ma, Q., Wang, J., Gen, Y., Lv, W., & Brennan, C. S. (2022). Influence of substituting wheat flour with quinoa flour on quality characteristics and in vitro starch and protein digestibility of fried-free instant noodles. *Food science and technology*, 165(March), 113686. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113686>
- Nasir, M., Butt, M., Anjum, F. M., & Sharif, M. K. (2003). Effect of Moisture on the Shelf Life of Wheat Flour Effect of Moisture on the Shelf Life of Wheat Flour. *International journal of agriculture and biology*, 5(January), 4.

- National Institutes of Health. (2021). *The Office of Dietary Supplements (ODS)*.
- NTE INEN 2618:2013. (2013). Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1-13.
- Olivares, J., Barboza, Y., & Rangel, L. (2017). enriquecidas con linaza como alimento funcional Formulación y evaluación fisicoquímica ., *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapeutica*, 36(4), 106-113.
- Ore Areche, F., Aguirre Huayhua, L. L., & Ticsihua Huaman, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, 4(12), 200-210. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84>
- Ortiz, J., Astudillo, G., Donoso, S., & Ochoa, A. (2018). Tabla de Alimentos. En *Food Composition Table*.
- Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Aguirre, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1), 76-83. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Pereira, T., & Guerrero, J. (2018). *Vida de anaquel de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) extruida, elaborada por el molino San Miguel E.I.R.L, mediante pruebas de vida útil aceleradas*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Pérgo, C., Cases, M., Bueno, M., Sapio, O. Di, Busilacchi, H., & Severin, C. (2011). Caracterización de harinas de “ chía ” (*Salvia hispanica* L .) comercializadas en Rosario (Santa Fe , Argentina). *Dominguezia*, 27(2), 21-26.
- Pino, P., Telmo, Z., Fierro, A., & Zavala, C. (2019). Efecto de la temperatura de deshidratación en la calidad nutricional de las harinas de quinua (*Chenoposium quinua*), soya (*Glycine max*) y chocho (*Lupinus mutabilis*). *La ciencia al servicio de la salud y la nutrición*, 10, 245-259.
- Rubio, D., & Ortiz, M. (2019). Evaluación de la harina de Ibia (*Oxalis tuberosa*), por su aporte antioxidante, como sustituto de harina de trigo en la elaboración de galletas. En *Ciencia Unisalle*. Universidad de la Salle.
- Ruiz Aguilar, N. A., & Briceño, J. (2019). *Determinación del contenido nutricional en harinas de chocho (Lupinus mutabilis), gandul (Cajanus cajan) y zarandaja (Lablab purpureus) como fuentes de carbohidratos y minerales*. Universidad Técnica de Ambato.

- Silva Guadalupe, J. M., & Medina Ramírez, G. E. (2018). *Evaluación de la actividad antibacteriana y hemaglutinante de los extractos de solanum phureja, tropaeolum tuberosum, oxalis tuberosa y ullucus tuberosus*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Subedi, S., Du, L., Prasad, A., Yadav, B., & Roopesh, M. S. (2020). Inactivation of Salmonella and quality changes in wheat flour after pulsed light-emitting diode (LED) treatments. *Food and Bioproducts Processing*, 121, 166-177. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.02.004>
- Timilsena, Y. P., Vongsvivut, J., Adhikari, R., & Adhikari, B. (2017). Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. *Food Chemistry*, 228, 394-402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.021>
- Torres, A., Guerra, M., & Rosquete, Y. (2016). Estimación De La Vida Útil De Una Fórmula Dietética En Función De La Disminución De Lisina Disponible. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(2), 129-133. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612001000200001>
- Vázquez-Ovando, J. A., Rosado-Rubio, J. G., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. (2010). Procesamiento en seco de harina de chía (*Salvia hispanica* L.): Caracterización química de fibra y proteína. *CYTA - Journal of Food*, 8(2), 117-127. <https://doi.org/10.1080/19476330903223580>
- Ventura, J. (2017). *Utilización De Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) en panificación*. Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Vivanco, S., & Arancibia, M. (2020). Efecto del propionato de calcio y sorbato de potasio en la vida útil de pre mezclas farináceas a partir de oca (*Oxalis tuberosa*), achira (*Canna edulis*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y camote (*Ipomea batatas*). En *Universidad Técnica de Ambato* (Vol. 4, Número 1). Tesis de pregrado. Unoversddad Técnica de Ambato.
- Xingú López, A., González Huerta, A., De La Cruz Torres, E., Sangerman Jarquín, D. M., Orozco de Rosas, G., & Rubí Arriaga, M. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.), situación actual y tendencias futuras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1619-1631. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.516>

ANEXOS

Anexo 1. Datos de la acidez, humedad y pH de la premezcla

Tabla 17. *Acidez de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C*

| Día | Temperatura ambiente | | | | 37°C | | | |
|-----|----------------------|------|------|----------|------|------|------|----------|
| | r 1 | r 2 | r 3 | Promedio | r 1 | r 2 | r 3 | Promedio |
| 0 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,057 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,057 |
| 1 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,057 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,057 |
| 2 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,057 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,063 |
| 3 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,060 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,067 |
| 4 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,057 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,077 |
| 5 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,060 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,077 |
| 6 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,060 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,080 |
| 7 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,063 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,083 |
| 8 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,067 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,087 |
| 9 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,070 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,087 |
| 10 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,073 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,090 |
| 11 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,077 | 0,09 | 0,1 | 0,1 | 0,097 |
| 12 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,080 | 0,11 | 0,11 | 0,1 | 0,107 |
| 13 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,080 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,110 |
| 14 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,083 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,117 |
| 15 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,087 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,127 |
| 16 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,087 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,127 |
| 17 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,090 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,130 |
| 18 | 0,1 | 0,1 | 0,09 | 0,097 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,130 |
| 19 | 0,1 | 0,09 | 0,1 | 0,097 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,140 |
| 20 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,103 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,147 |
| 21 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,107 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,150 |
| 22 | 0,11 | 0,11 | 0,1 | 0,107 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,160 |
| 23 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,110 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,163 |
| 24 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,117 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,170 |
| 25 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,127 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,173 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 26 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,127 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,177 |
| 27 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,130 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,177 |
| 28 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,130 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,187 |
| 29 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,140 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,187 |
| 30 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,147 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,200 |
| 31 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,150 | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,207 |
| 32 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,157 | 0,21 | 0,21 | 0,2 | 0,207 |
| 33 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,163 | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,207 |
| 34 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,170 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,210 |
| 35 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,173 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,217 |
| 36 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,177 | 0,22 | 0,21 | 0,22 | 0,217 |
| 37 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,177 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,220 |

Tabla 18. *Determinación de pH de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C*

| PH | Temperatura ambiente | | | | 37°C | | | |
|----|----------------------|------|------|-------|----------|------|------|-------|
| | Día | r 1 | r 2 | r3 | Promedio | r 1 | r 2 | r 3 |
| 0 | 5,69 | 5,68 | 5,69 | 5,687 | 5,68 | 5,69 | 5,69 | 5,687 |
| 1 | 5,69 | 5,68 | 5,68 | 5,683 | 5,68 | 5,68 | 5,69 | 5,683 |
| 2 | 5,69 | 5,68 | 5,68 | 5,683 | 5,68 | 5,67 | 5,67 | 5,673 |
| 3 | 5,68 | 5,68 | 5,69 | 5,683 | 5,66 | 5,67 | 5,67 | 5,667 |
| 4 | 5,68 | 5,67 | 5,67 | 5,673 | 5,66 | 5,66 | 5,65 | 5,657 |
| 5 | 5,67 | 5,67 | 5,68 | 5,673 | 5,66 | 5,65 | 5,65 | 5,653 |
| 6 | 5,67 | 5,67 | 5,68 | 5,673 | 5,66 | 5,65 | 5,65 | 5,653 |
| 7 | 5,66 | 5,66 | 5,67 | 5,663 | 5,66 | 5,65 | 5,65 | 5,653 |
| 8 | 5,66 | 5,67 | 5,66 | 5,663 | 5,65 | 5,65 | 5,64 | 5,647 |
| 9 | 5,67 | 5,66 | 5,66 | 5,663 | 5,64 | 5,64 | 5,63 | 5,637 |
| 10 | 5,66 | 5,65 | 5,65 | 5,653 | 5,64 | 5,63 | 5,63 | 5,633 |
| 11 | 5,65 | 5,65 | 5,66 | 5,653 | 5,63 | 5,62 | 5,62 | 5,623 |
| 12 | 5,66 | 5,65 | 5,65 | 5,653 | 5,62 | 5,62 | 5,61 | 5,617 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 13 | 5,64 | 5,65 | 5,65 | 5,647 | 5,61 | 5,61 | 5,6 | 5,607 |
| 14 | 5,64 | 5,64 | 5,65 | 5,643 | 5,59 | 5,6 | 5,6 | 5,597 |
| 15 | 5,64 | 5,64 | 5,65 | 5,643 | 5,59 | 5,59 | 5,58 | 5,587 |
| 16 | 5,65 | 5,64 | 5,64 | 5,643 | 5,58 | 5,59 | 5,58 | 5,583 |
| 17 | 5,64 | 5,63 | 5,63 | 5,633 | 5,57 | 5,58 | 5,58 | 5,577 |
| 18 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,630 | 5,57 | 5,56 | 5,57 | 5,567 |
| 19 | 5,61 | 5,62 | 5,62 | 5,617 | 5,57 | 5,56 | 5,56 | 5,563 |
| 20 | 5,61 | 5,61 | 5,61 | 5,610 | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,560 |
| 21 | 5,6 | 5,6 | 5,59 | 5,597 | 5,55 | 5,56 | 5,55 | 5,553 |
| 22 | 5,6 | 5,6 | 5,58 | 5,593 | 5,55 | 5,55 | 5,54 | 5,547 |
| 23 | 5,59 | 5,6 | 5,59 | 5,593 | 5,55 | 5,54 | 5,55 | 5,547 |
| 24 | 5,59 | 5,59 | 5,58 | 5,587 | 5,55 | 5,55 | 5,53 | 5,543 |
| 25 | 5,58 | 5,58 | 5,57 | 5,577 | 5,54 | 5,54 | 5,55 | 5,543 |
| 26 | 5,57 | 5,58 | 5,57 | 5,573 | 5,54 | 5,54 | 5,53 | 5,537 |
| 27 | 5,56 | 5,56 | 5,57 | 5,563 | 5,54 | 5,52 | 5,54 | 5,533 |
| 28 | 5,57 | 5,56 | 5,56 | 5,563 | 5,53 | 5,52 | 5,53 | 5,527 |
| 29 | 5,56 | 5,55 | 5,56 | 5,557 | 5,53 | 5,52 | 5,52 | 5,523 |
| 30 | 5,55 | 5,56 | 5,55 | 5,553 | 5,5 | 5,51 | 5,51 | 5,507 |
| 31 | 5,55 | 5,54 | 5,55 | 5,547 | 5,5 | 5,5 | 5,49 | 5,497 |
| 32 | 5,55 | 5,55 | 5,53 | 5,543 | 5,49 | 5,49 | 5,51 | 5,497 |
| 33 | 5,54 | 5,54 | 5,55 | 5,543 | 5,48 | 5,48 | 5,49 | 5,483 |
| 34 | 5,54 | 5,53 | 5,53 | 5,533 | 5,47 | 5,48 | 5,47 | 5,473 |
| 35 | 5,54 | 5,53 | 5,53 | 5,533 | 5,46 | 5,46 | 5,45 | 5,457 |
| 36 | 5,53 | 5,53 | 5,52 | 5,527 | 5,43 | 5,43 | 5,42 | 5,427 |
| 37 | 5,51 | 5,52 | 5,52 | 5,517 | 5,42 | 5,42 | 5,41 | 5,417 |

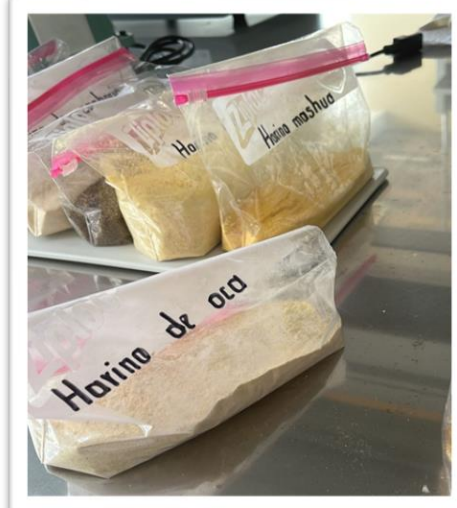
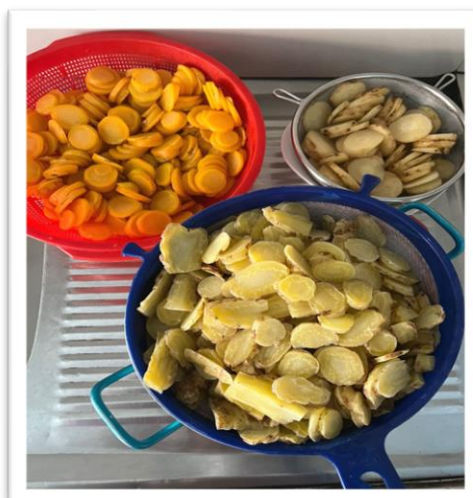
Tabla 19. *Porcentaje de humedad de la premezcla a temperatura ambiente y 37°C*

| Día | Temperatura ambiente | | | | 37°C | | | |
|-----|----------------------|------|------|----------|------|------|------|----------|
| | r 1 | r 2 | r 3 | Promedio | r 1 | r 2 | r 3 | Promedio |
| 0 | 9,74 | 9,74 | 9,73 | 9,737 | 9,74 | 9,74 | 9,73 | 9,737 |
| 1 | 9,73 | 9,74 | 9,74 | 9,737 | 9,74 | 9,72 | 9,74 | 9,733 |
| 2 | 9,73 | 9,74 | 9,74 | 9,737 | 9,5 | 9,52 | 9,52 | 9,513 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 3 | 9,73 | 9,73 | 9,72 | 9,727 | 9,35 | 9,35 | 9,37 | 9,357 |
| 4 | 9,73 | 9,72 | 9,72 | 9,723 | 9,29 | 9,3 | 9,3 | 9,297 |
| 5 | 9,71 | 9,72 | 9,71 | 9,713 | 9,27 | 9,25 | 9,27 | 9,263 |
| 6 | 9,7 | 9,7 | 9,71 | 9,703 | 9,09 | 8,99 | 8,99 | 9,023 |
| 7 | 9,69 | 9,68 | 9,69 | 9,687 | 8,91 | 8,91 | 8,97 | 8,930 |
| 8 | 9,68 | 9,67 | 9,68 | 9,677 | 8,86 | 8,87 | 8,87 | 8,867 |
| 9 | 9,67 | 9,67 | 9,66 | 9,667 | 8,84 | 8,85 | 8,85 | 8,847 |
| 10 | 9,66 | 9,66 | 9,67 | 9,663 | 8,83 | 8,84 | 8,84 | 8,837 |
| 11 | 9,67 | 9,65 | 9,65 | 9,657 | 8,83 | 8,83 | 8,82 | 8,827 |
| 12 | 9,66 | 9,65 | 9,65 | 9,653 | 8,8 | 8,8 | 8,79 | 8,797 |
| 13 | 9,64 | 9,64 | 9,64 | 9,640 | 8,79 | 8,78 | 8,78 | 8,783 |
| 14 | 9,63 | 9,63 | 9,64 | 9,633 | 8,76 | 8,75 | 8,75 | 8,753 |
| 15 | 9,62 | 9,62 | 9,63 | 9,623 | 8,74 | 8,73 | 8,73 | 8,733 |
| 16 | 9,6 | 9,6 | 9,61 | 9,603 | 8,68 | 8,69 | 8,68 | 8,683 |
| 17 | 9,59 | 9,58 | 9,58 | 9,583 | 8,65 | 8,66 | 8,66 | 8,657 |
| 18 | 9,58 | 9,57 | 9,57 | 9,573 | 8,63 | 8,64 | 8,64 | 8,637 |
| 19 | 9,56 | 9,57 | 9,56 | 9,563 | 8,61 | 8,61 | 8,6 | 8,607 |
| 20 | 9,55 | 9,55 | 9,54 | 9,547 | 8,59 | 8,58 | 8,58 | 8,583 |
| 21 | 9,53 | 9,54 | 9,53 | 9,533 | 8,57 | 8,56 | 8,57 | 8,567 |
| 22 | 9,52 | 9,52 | 9,51 | 9,517 | 8,55 | 8,55 | 8,54 | 8,547 |
| 23 | 9,47 | 9,47 | 9,46 | 9,467 | 8,48 | 8,47 | 8,48 | 8,477 |
| 24 | 9,44 | 9,45 | 9,45 | 9,447 | 8,47 | 8,46 | 8,45 | 8,460 |
| 25 | 9,43 | 9,42 | 9,42 | 9,423 | 8,43 | 8,44 | 8,44 | 8,437 |
| 26 | 9,39 | 9,38 | 9,38 | 9,383 | 8,4 | 8,42 | 8,42 | 8,413 |
| 27 | 9,35 | 9,36 | 9,36 | 9,357 | 8,38 | 8,37 | 8,37 | 8,373 |
| 28 | 9,34 | 9,33 | 9,34 | 9,337 | 8,35 | 8,36 | 8,37 | 8,360 |
| 29 | 9,3 | 9,29 | 9,29 | 9,293 | 8,32 | 8,3 | 8,32 | 8,313 |
| 30 | 9,25 | 9,24 | 9,24 | 9,243 | 8,29 | 8,29 | 8,28 | 8,287 |
| 31 | 9,22 | 9,23 | 9,22 | 9,223 | 8,27 | 8,26 | 8,26 | 8,263 |
| 32 | 9,19 | 9,17 | 9,19 | 9,183 | 8,26 | 8,26 | 8,23 | 8,250 |
| 33 | 9,17 | 9,15 | 9,17 | 9,163 | 8,23 | 8,22 | 8,23 | 8,227 |
| 34 | 9,09 | 9,13 | 9,13 | 9,117 | 8,22 | 8,22 | 8,22 | 8,220 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 35 | 8,88 | 8,89 | 8,89 | 8,887 | 8,22 | 8,21 | 8,21 | 8,213 |
| 36 | 8,8 | 8,8 | 8,79 | 8,797 | 8,2 | 8,21 | 8,21 | 8,207 |
| 37 | 8,78 | 8,78 | 8,77 | 8,777 | 8,2 | 8,2 | 8,21 | 8,203 |

Anexo 2. Obtención de harinas a base de cultivos andinos

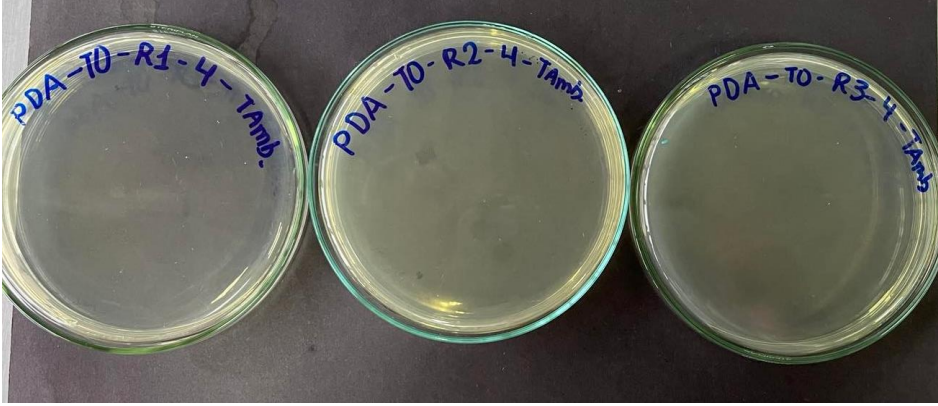
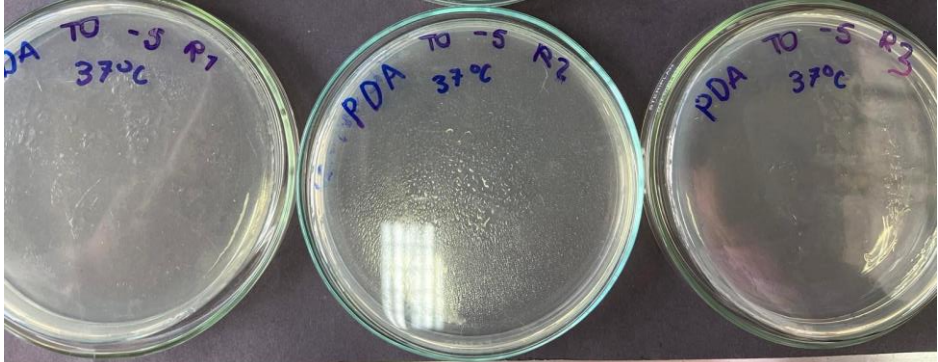
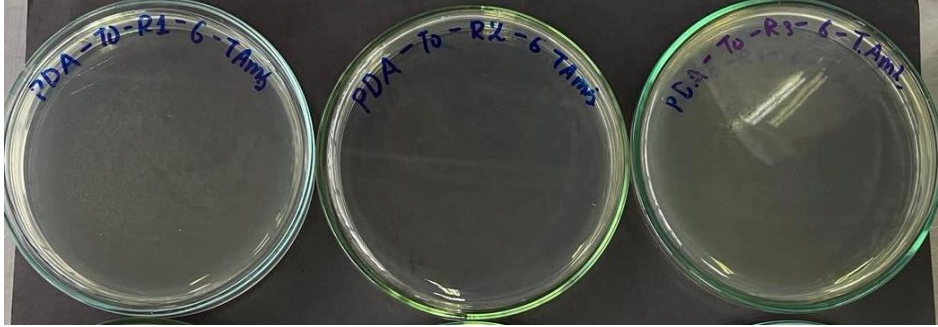


Anexo 3. Premezcla



Anexo 4. Crecimiento microbiano

Tabla 19. Crecimiento microbiano en la premezcla a temperatura ambiente y a 37°C

| Agar Papa Dextrosa (PDA) | | | |
|---|--|----|----|
| Crecimiento de mohos y levaduras a temperatura ambiente | | | |
| Día 0 | R1 | R2 | R3 |
| 10 ⁻⁴ |  | | |
| 10 ⁻⁵ |  | | |
| 10 ⁻⁶ |  | | |

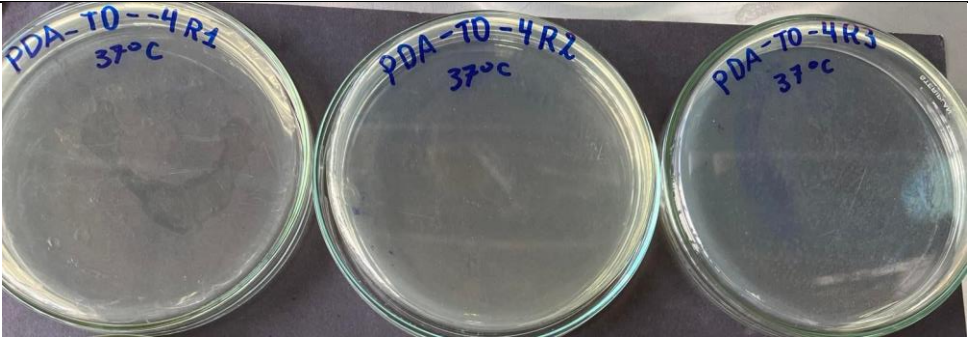
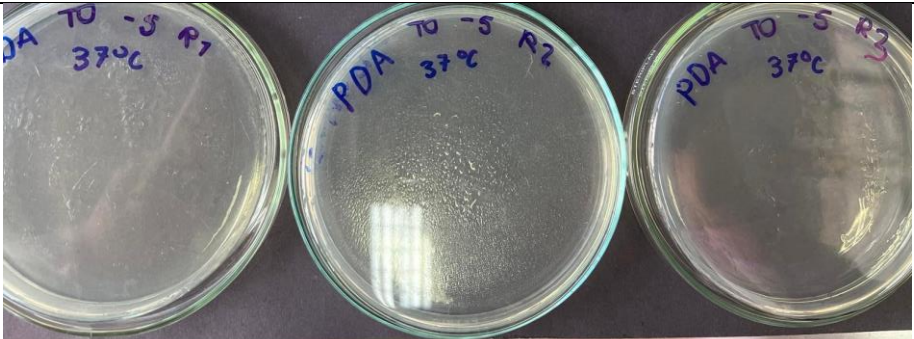
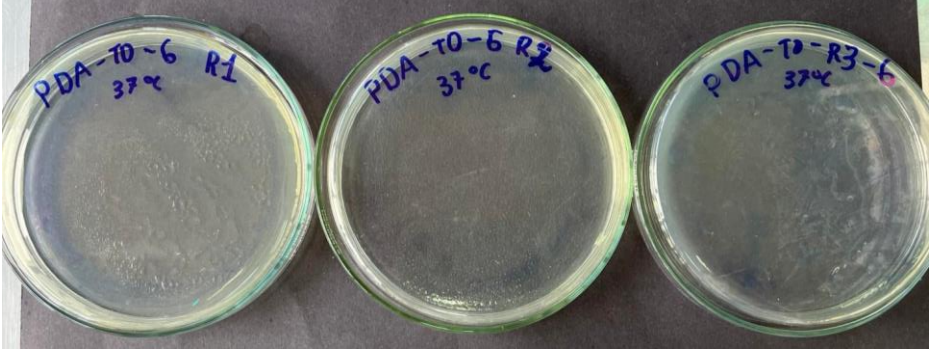
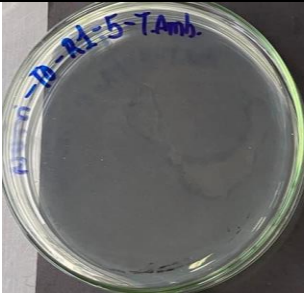
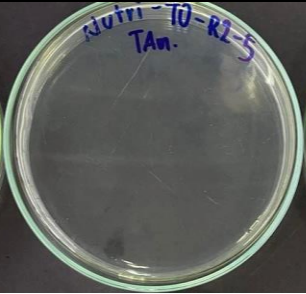
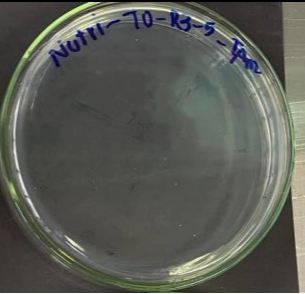
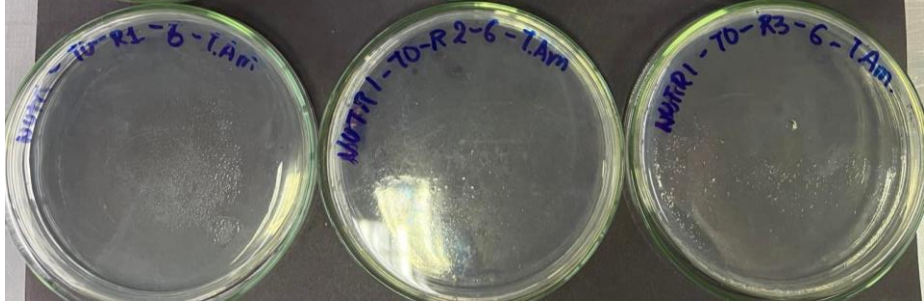
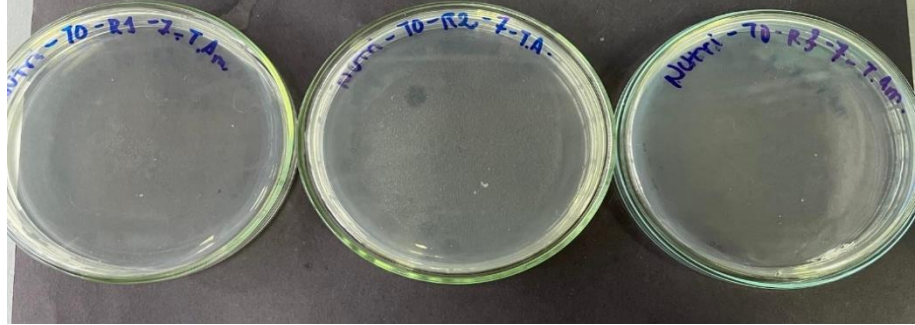
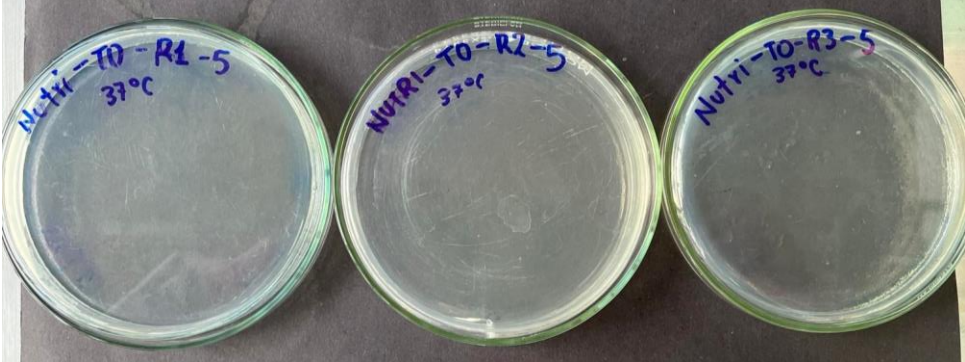
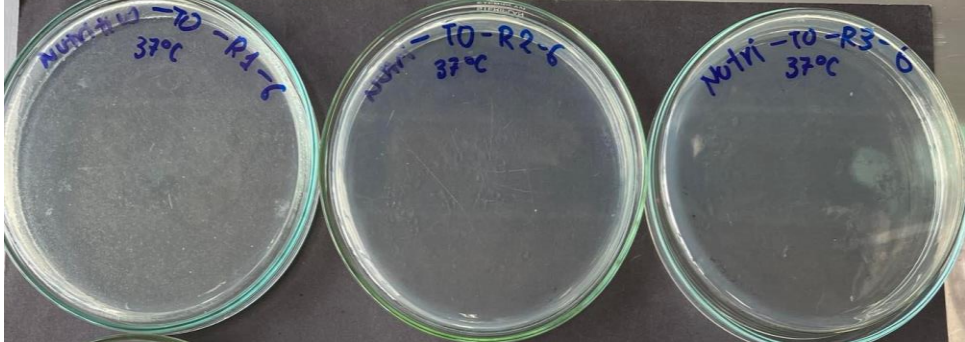
| Crecimiento de mohos y levaduras a 37°C | |
|---|--|
| 10 ⁻⁴ |  |
| 10 ⁻⁵ |  |
| 10 ⁻⁶ |  |

Tabla 20. Crecimiento microbiano en la premezcla a temperatura ambiente y a 37°C

| Agar Nutritivo | | | |
|--|---|--|---|
| Crecimiento de bacterias aerobias mesófilas a temperatura ambiente | | | |
| Día 0 | R1 | R2 | R3 |
| 10 ⁻⁵ |  |  |  |

| | |
|---|--|
| <p>10^{-6}</p> |  |
| <p>10^{-7}</p> |  |
| <p>Crecimiento de bacterias aerobias mesófilas a 37°C</p> | |
| <p>10^{-5}</p> |  |
| <p>10^{-6}</p> |  |

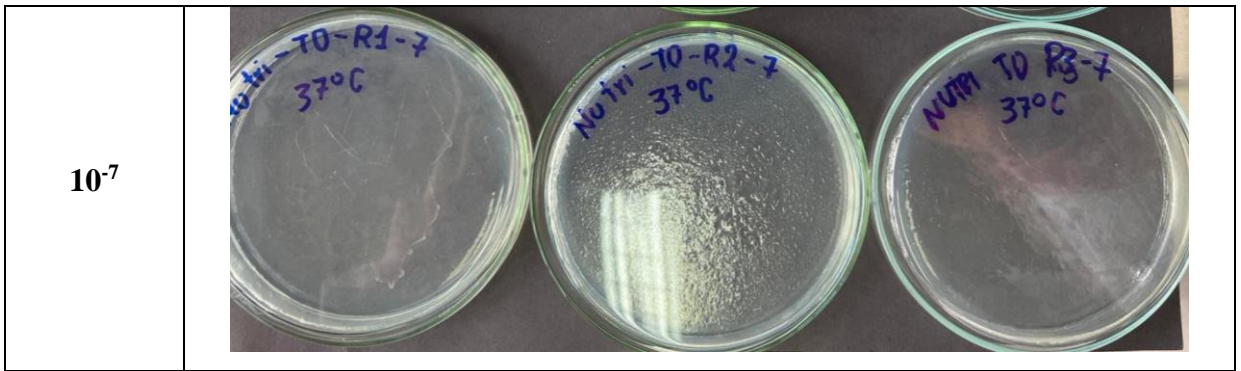


Tabla 21. Crecimiento microbiano en la premezcla a temperatura ambiente y a 37°C

| Agar MacCONKEY | | | |
|--|----|----|----|
| Crecimiento de salmonella a temperatura ambiente | | | |
| Día 0 | R1 | R2 | R3 |
| 10⁻⁵ | | | |
| 10⁻⁶ | | | |
| 10⁻⁷ | | | |

Crecimiento de salmonella a 37°C

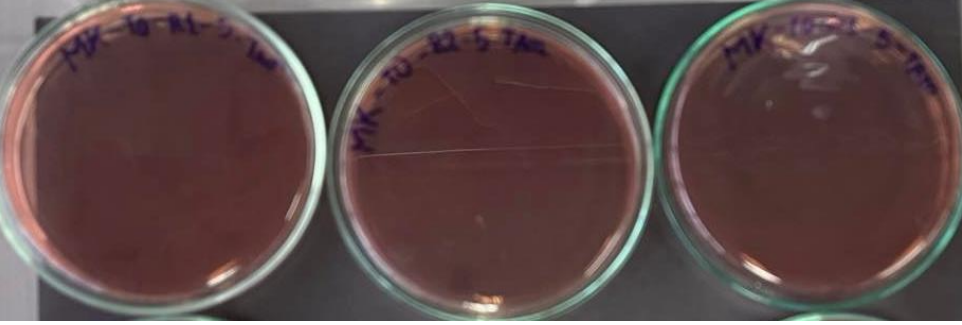








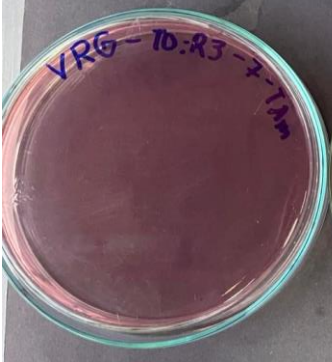


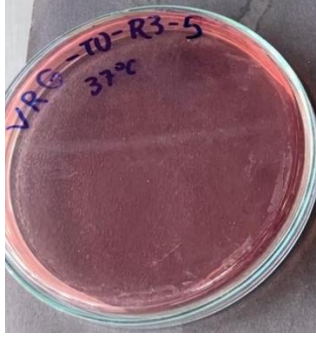
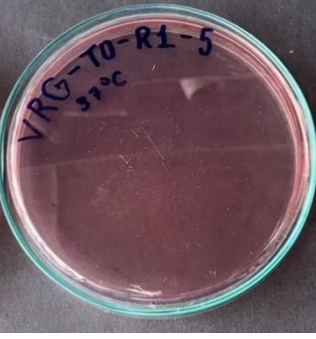

| | |
|-----------------------------|---|
| <p>10^{-5}</p> |  <p>Three petri dishes containing a dark red agar medium. The dishes are labeled with handwritten text: 'MK-10-R1-5-10', 'MK-10-R2-5-10', and 'MK-10-R3-5-10'. The agar surface is smooth and uniform in color, indicating no visible bacterial growth.</p> |
| <p>10^{-6}</p> |  <p>Three petri dishes containing a dark red agar medium. The dishes are labeled with handwritten text: 'MK-10-R1-6-37°C', 'MK-10-R2-6-37°C', and 'MK-10-R3-6-37°C'. The agar surface shows some irregularities and slight discoloration, suggesting the presence of bacterial growth.</p> |
| <p>10^{-7}</p> |  <p>Three petri dishes containing a dark red agar medium. The dishes are labeled with handwritten text: 'MK-10-R1-7-37°C', 'MK-10-R2-7-37°C', and 'MK-10-R3-7-37°C'. The agar surface shows significant irregularities, including a large, clear, circular area in the center of the middle dish, indicating bacterial growth.</p> |

Tabla 22. Crecimiento microbiano en la premezcla a temperatura ambiente y a 37°C

| Agar VRG | | | |
|--|---|--|---|
| Crecimiento de enterobacteriaceae a temperatura ambiente | | | |
| Día 0 | R1 | R2 | R3 |
| 10 ⁻⁵ |  |  |  |
| 10 ⁻⁶ |  |  |  |
| 10 ⁻⁷ |  |  |  |
| Crecimiento de enterobacteriaceae a 37°C | | | |
| 10 ⁻⁵ |  |  |  |

