

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Vida útil de harina de dos morfotipos de *Tropaeolum
tuberosum* “mashua”. Ayacucho, 2023**

Para optar el título profesional de:
BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:
Bach. Rosario Del Pilar TAIPE SANTIAGO

ASESORA:
Dra. Vidalina ANDÍA AYME

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres Ercilio Taipe Rojas e Ida Santiago Pomacahua y hermanas Fabiola y Luana, con amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater por acogerme en sus aulas los años de formación profesional.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Biología, por inculcar valores y conocimientos científicos, así formar profesionales que son el presente y el futuro de nuestro país.

Al CONCYTEC – PROCIENCIA por financiar este trabajo de investigación, en el marco de la convocatoria E041-2022-02, Contrato N° PE501079538-2022

A la Dra. Vidalina Andía por el asesoramiento al presente trabajo de investigación, así a como su constante apoyo.

Al Dr. Gilmar Peña, por su orientación, sus palabras de apoyo, su seguimiento a lo largo de todo el trabajo de investigación y por sus aportes en la ejecución de la misma.

A la Sra Rosa Quispe Raymunde y el Sr Luis Espichan Campos, auxiliares de laboratorio; quienes estuvieron presentes en la etapa de ejecución de la misma, así como su continuo apoyo.

A mi gran amiga Deysi Erika

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Marco conceptual	5
1.3. Bases teóricas	6
1.3.1. Aspectos generales	6
1.3.2. Vida útil de la harina	18
1.3.3. Vida útil de alimentos empacados	21
1.3.4. Estudio acelerado de vida útil	24
1.3.5. Determinación de tiempo de vida útil	25
1.4. Marco legal	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Área de estudio	29
3.2. Ubicación de la zona de estudio	29
3.3. Población y muestra	29
3.4. Recolección de datos	30
3.4.1. Proceso de pulverización de la harina de <i>Tropaeolum tuberosum</i>	30
3.4.2. Acondicionamiento de muestras	30
3.4.3. Metodología	31

3.5.	Análisis estadístico	35
IV.	RESULTADOS	37
4.1.	Examen microbiológico	37
4.1.1.	Recuento de <i>Echerichia coli</i>	42
4.1.2.	Ausencia – presencia de <i>Salmonella sp</i>	42
4.2.	Análisis fisicoquímico	42
4.2.1.	Humedad	42
4.2.2.	Cenizas	47
4.2.3.	Proteínas	47
4.3.	Análisis sensorial	48
4.3.1.	Color	48
4.3.2.	Olor	48
4.3.3.	Sabor	48
4.3.4.	Textura	48
V.	DISCUSIÓN	49
VI.	CONCLUSIONES	54
VII.	RECOMENDACIONES	55
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición química de la Mashua (g / 100g)</i>	8
Tabla 2: <i>Varietades de la mashua</i>	9
Tabla 3. <i>Morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i></i>	9
Tabla 4. <i>R.M. N° 591-2008-MINSA “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” criterio 5.2 Harinas y sémolas</i>	10
Tabla 5. <i>Codificación de las muestras de harina de mashua amarilla y negra</i>	31
Tabla 6: <i>Coefficientes de las características y atributos sensoriales</i>	34
Tabla 7. <i>Evaluación cualitativa de acuerdo a intervalos de puntuación total</i>	35
Tabla 8. <i>Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C</i>	37
Tabla 9. <i>1/T(K-1) vs Ln K – mashua amarilla</i>	37
Tabla 10. <i>Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C</i>	40
Tabla 11. <i>1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua negra</i>	40
Tabla 12. <i>Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C, % de humedad harina de mashua amarilla</i>	42
Tabla 13. <i>1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua amarilla</i>	42
Tabla 14. <i>Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C, % de humedad harina de mashua negra</i>	45
Tabla 15. <i>1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua negra</i>	45
Tabla 16. <i>Resultados del contenido de cenizas en harina de mashua amarilla y mashua negra</i>	47
Tabla 17. <i>Resultados del contenido de proteínas en harina de mashua amarilla y mashua negra</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Curva de desarrollo cinética de orden cero.</i>	27
Figura 2. <i>Curva de desarrollo de cinética de primer orden</i>	28
Figura 3. <i>Regresión lineal para $1/T(K-1)$ vs $\ln K$ – recuento de mohos, harina de mashua amarilla</i>	38
Figura 4. <i>Regresión lineal para $1/T(K-1)$ vs $\ln K$ – recuento de mohos, harina de mashua negra</i>	40
Figura 5. <i>Regresión lineal para $1/T(K-1)$ vs $\ln K$ – % de humedad, harina de mashua amarilla</i>	43
Figura 6. <i>Regresión lineal para $1/T(K-1)$ vs $\ln K$ – % de humedad, harina de mashua negra</i>	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de recuento de mohos (UFC/ml) en harina de mashua amarilla y negra. Ayacucho 2023	61
Anexo 2. Registro de la determinación del % del contenido de humedad harina de mashua amarilla y negra. Ayacucho 2023	61
Anexo 3. Resultados del análisis sensorial en cuanto al color de la harina de mashua amarilla y negra	62
Anexo 4. Resultados del análisis sensorial en cuanto al olor de la harina de mashua amarilla y negra	64
Anexo 5. Resultados del análisis sensorial en cuanto al sabor de la harina de mashua amarilla y negra	66
Anexo 6. Resultados del análisis sensorial en cuanto a la textura de la harina de mashua amarilla y negra	68
Anexo 7. Promedio de conteo de UFC de mohos - harina de mashua amarilla 30°C	70
Anexo 8. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua amarilla	70
Anexo 9. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos - harina de mashua amarilla 30°C	71
Anexo 10. Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua amarilla 30°C	71
Anexo 11. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua amarilla a 30°C	72
Anexo 12. Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua amarilla 40°C	72
Anexo 13. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL), harina de mashua amarilla 40°C	73
Anexo 14. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos para 40°C	73
Anexo 15. Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua amarilla 40°C	74
Anexo 16. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua amarilla a 40°C	74
Anexo 17. Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 30°C	75
Anexo 18. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 30°C	75
Anexo 19. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 30°C	76
Anexo 20. Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 30°C	76
Anexo 21. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua negra a 30°C	77
Anexo 22. Promedio de conteo de UFC de mohos, mashua negra 40°C	77
Anexo 23. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 40°C	78
Anexo 24. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 40°	78

Anexo 25. <i>Regresión lineal Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 40°C</i>	79
Anexo 26. <i>Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua negra a 40°C</i>	79
Anexo 27. <i>Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C</i>	80
Anexo 28. <i>Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C</i>	80
Anexo 29. <i>Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C</i>	81
Anexo 30. <i>Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C</i>	81
Anexo 31. <i>Comparación de las ordenes de reacción para % de humedad, harina de mashua amarilla a 30°C</i>	82
Anexo 32. <i>Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C</i>	82
Anexo 33. <i>Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C</i>	83
Anexo 34. <i>Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C</i>	83
Anexo 35. <i>Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C</i>	84
Anexo 36. <i>Comparación de las ordenes de reacción para % de Humedad, harina de mashua amarilla a 40°C</i>	84
Anexo 37. <i>Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C</i>	85
Anexo 38. <i>Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C</i>	85
Anexo 39. <i>Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C</i>	86
Anexo 40. <i>Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua negra 30°C</i>	86
Anexo 41. <i>Comparación de las ordenes de reacción para % de humedad, harina de mashua negra a 30°C</i>	87
Anexo 42. <i>Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C</i>	87
Anexo 43. <i>Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C</i>	88
Anexo 44. <i>Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C</i>	88
Anexo 45. <i>Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua negra 40°C</i>	89
Anexo 46. <i>Comparación de las ordenes de reacción para % de Humedad, harina de mashua negra a 40°C</i>	89
Anexo 47. <i>Prueba de T-Student para el análisis de contenido de cenizas en harina de mashua amarilla y negra</i>	90
Anexo 48. <i>Prueba de T-Student para el análisis de contenido de proteínas en harina de mashua amarilla y negra</i>	90
Anexo 49. <i>Análisis de varianza, para el recuento de mohos, en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C</i>	91

Anexo 50. Prueba de HSD Tukey para el recuento de mohos en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C y harina de mashua negra a 30°C y 40°C	92
Anexo 51. Análisis de Varianza para % de humedad, en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C	93
Anexo 52. Prueba de HSD Tukey para el % de humedad en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C	94
Anexo 53. Análisis de Varianza para el recuento de mohos en harina de mashua amarilla 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)	95
Anexo 54. Análisis de Varianza para el recuento de mohos en harina de mashua negra de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)	96
Anexo 55. Análisis de Varianza para la determinación del % de humedad en harina de mashua amarilla de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)	97
Anexo 56. Análisis de Varianza para la determinación del % de humedad en harina de mashua negra de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)	98
Anexo 57. Uso de las láminas PETRIFILM a) recuento de mohos, b) recuento de coliformes, c) determinación de ausencia y/o presencia de Salmonella sp Uso de las láminas PETRIFILM a) recuento de mohos, b) recuento de coliformes, c) determinación de ausencia y/o presencia de Salmonella sp	99
Anexo 58. Enriquecimiento para la determinación de ausencia/presencia de Salmonella sp	101
Anexo 59. Muestras diluidas	101
Anexo 60. Inoculación de las muestras diluidas, se trabajó en mechero como en cabina de flujo laminar	102
Anexo 61. Preparación de las muestras para determinación de % de humedad	103
Anexo 62. Determinación de cenizas	104
Anexo 63. Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl	105
Anexo 64. Certificado de identificación taxonómica de <i>Tropaeolum tuberosum</i> "mashua negra". Ayacucho – 2023.	106
Anexo 65. Matriz de consistencia	107
Anexo 66. Diagrama de métodos de análisis (microbiológico, fisicoquímico, sensorial)	109

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal la determinación del tiempo de vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" amarilla y negra. Se emplearon métodos acelerados que permiten estimar este periodo en menor tiempo. La metodología consistió en evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; durante el tiempo determinado. Se emplearon dos temperaturas para acelerar los cambios en las propiedades de la harina. Para el análisis microbiológico, se determinó el recuento de mohos, *E. coli* y *Salmonella sp*, utilizando las metodologías descritas por PETRIFILM 3MI®. Para las características fisicoquímicas se determinó la humedad, cenizas y proteínas, según las normas NTP 205.037-2022, NTP 205.039-2022 y NTP 205.042-1976, respectivamente. Las características sensoriales fueron evaluadas según la técnica propuesta por Toricella et al.(1989). Con los valores obtenidos, se determinaron las órdenes cinéticas de los exámenes realizados, lo que permitió calcular el tiempo de vida útil utilizando la fórmula de Arrhenius. Para el análisis estadístico de los datos, se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), se observó que no existían diferencias significativas entre las harinas de mashua amarilla y negra. Los resultados indicaron el tiempo de vida útil, basado en el recuento de mohos y levaduras, fue de 9,47 meses para la harina de mashua amarilla y de 9,50 meses para la negra. Tomando como referencia la humedad del producto, se estimó un tiempo de vida útil de 11,3 meses para la harina amarilla y de 11,6 meses para la negra. Estos hallazgos aportan información valiosa sobre la estabilidad y conservación de ambos productos.

Palabras clave: vida útil, harina de mashua, *Tropaeolum tuberosum*, cinética

I. INTRODUCCIÓN

La vida útil de un alimento se refiere al periodo de tiempo durante el cual, bajo condiciones específicas de almacenamiento, el producto mantiene sus particularidades organolépticas, nutricionales y de inocuidad dentro de límites aceptables (Instituto de Calidad de la Comunidad Valenciana, 2018). Este concepto incluye propiedades organolépticas, como sabor, textura y apariencia, así como atributos nutricionales y la ausencia de contaminantes químicos o microbiológicos (Idro, 2022). Diversos factores afectan este período, entre ellos la composición química del producto, la forma en cómo se guardan, la contaminación microbiológica y la técnica de embalsamiento. La temperatura y niveles de humedad inadecuados pueden acelerar la degradación y favorecer el crecimiento microbiano. El sistema de envasado desempeña un papel fundamental en el cuidado del producto, brindando una barrera protectora frente a factores externos como la humedad, los gases, la luz y los microorganismos. Materiales como el polietileno y el polipropileno se destacan por su capacidad para prolongar la estabilidad del producto, mientras que los envases activos, diseñados para interactuar con el entorno del alimento, proporcionan mejoras adicionales en la conservación (AINIA, 2014).

La evaluación de la prolongación de la estabilidad de un producto alimenticio se lleva a cabo mediante una combinación de pruebas sensoriales, análisis químicos y estudios microbiológicos (Núñez de Villavicencio et al., 2017). Las pruebas sensoriales permiten identificar cambios en atributos como el gusto, el olor, la consistencia y la apariencia visual, mientras que los análisis químicos proporcionan información sobre la degradación de nutrientes. Por su parte, los estudios microbiológicos garantizan la seguridad del producto al detectar la presencia de microorganismos patógenos. Adicionalmente, los estudios acelerados de vida útil, fundamentados en principios de velocidad de reacción,

ofrecen la posibilidad de predecir la estabilidad del producto al evaluar la influencia de factores ambientales, como temperatura y humedad, en los procesos de deterioro (Núñez de Villavicencio et al., 2017). El enfoque dinámico de los modelos de degradación, tanto de orden cero como de primer orden, constituyen herramientas fundamentales para evaluar y predecir las alteraciones en atributos críticos de los alimentos, como el sabor, el color y la textura, a medida que transcurre tiempo. La gestión efectiva del tiempo de duración de los alimentos no solo representa un beneficio económico para la fabricación al minimizar pérdidas por deterioro, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad global al reducir el desperdicio alimentario (AINIA, 2014).

Objetivo general

Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua negra y mashua amarilla.

Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y negra, en relación a sus características microbiológicas.
- Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y negra, en relación a sus características fisicoquímicas.
- Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y negra, en relación a sus características sensoriales.

II. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Kulchan et al. (2010) determinó el tiempo de vida útil para alimentos procesados a base de harina de yuca, reportó que la tasa de captación de humedad fue más rápida en la etapa inicial, mientras que la adsorción de humedad disminuyó a medida que aumentaba el tiempo. Además, se observó que este fenómeno era más pronunciado a medida que aumentaba la humedad relativa. En el estudio, se emplearon modelos práctico-experimentales, como el modelo de Gab, destacado por su capacidad de ajustar datos obtenidos para este producto específico. Este modelo permitió una mayor comprensión de cómo la harina de yuca interactúa con la humedad ambiental, lo que es crucial para determinar las condiciones óptimas de almacenamiento u prolongar la vida de un producto.

Enríquez & Vilcapoma (2012) se evaluó la durabilidad de diferentes variedades de maíz almacenadas en envases de polipropileno flexible. Los resultados mostraron que el maíz "Carhuay" mantuvo su calidad por un periodo de 366 días. Por otro lado, el maíz Chispa presentó una vida útil ligeramente menor, alcanzando los 318 días bajo las mismas condiciones. En contraste, el maíz Chullpi demostró una resistencia similar al Carhuay, resaltando la importancia del tipo de variedad y las condiciones de empaque.

Pereira (2017) determinó que los tiempos de vida útil en relación con el índice de peróxido, observados a las temperaturas de almacenamiento de 7°C, 23°C y 45°C, fueron de 7,3 meses, 3,7 meses, y 5,4 meses respectivamente. Estos resultados muestran que, a temperaturas más bajas, el tiempo de vida útil de la harina de trigo extruida es mayor. En cuanto a los tiempos de vida útil respecto a la absorción de humedad, a las temperaturas de 45, 23 y 7 °C los tiempos fueron de 69, 111 y 104 días, respectivamente.

Bustamante (2017) menciona que la durabilidad del pan de molde mediante el enfoque de valor crítico es de 8.8 días, cuya regresión lineal de los registros tiene un índice de correlación de 0.947, y de determinación de 0.8969. Por otro lado, al aplicar el enfoque de riesgos acumulados de Weibull fue de 15.5 días, con un índice de correlación de 0.951 y de determinación de 0.9053. El intervalo de confianza a un 95% para el valor medio del tiempo de vida útil encontrado con el enfoque de Weibull. Durante el estudio, se realizaron pruebas de calidad en muestras de control, incluyendo análisis de agrura, vapor de agua y cálculo de propágulos fúngicos. Los datos al finalizar el estudio, arrojaron que con 21 días de estudio de depósito, se mantuvieron dentro de los límites máximos permisibles establecidas por la norma vigente, lo que indica una buena estabilidad del producto durante el periodo evaluado.

Puma et al. (2018) determinaron el tiempo de vida útil de las galletas de soda mediante pruebas aceleradas. Los resultados indicaron que estas galletas tienen una prolongación de estabilidad de 123 días siendo almacenadas a temperatura ambiente (20°C). Estos hallazgos coinciden con los análisis microbiológicos del recuento de moho y levaduras, los cuales se mantuvieron por debajo del límite permitido establecido por la Norma Técnica Peruana 206.001 a lo largo de todo el periodo de estudio.

Nasir et al. (2003, señalan que el grado de humedad de 9% y 10% en envases de papel Kraft de varias capas brinda la defensa más elevada frente a la infestación de plagas y el surgimiento y desarrollo de hongos en harina de trigo. Estos envoltorios también atenúan las transformaciones físico-química, incluyendo las acciones lipolíticas y proteolíticas, y restringen las fluctuaciones de agua. Las investigaciones demostraron que los paquetes de papel Kraft ayudan mucho en inhibir el desarrollo fúngico, aparición de insectos y las reacciones enzimáticas que puedan alterar el producto. Por ello, conservar la harina con un porcentaje de humedad de 9% es ideal para extender su duración, reduciendo el daño y garantizando una mayor firmeza en el almacenaje.

Forsido et al. (2021) indicaron que el empacar las muestras en bolsas tejidas de polipropileno, que se usa comúnmente para el almacenamiento de productos básicos en los países en desarrollo, deteriora las características químicas, físicas, sensoriales y microbianas de la harina compuesta extruida. Los sacos de harina pueden ser laminados o tener un revestimiento de polietileno, para que la harina

no absorba la humedad. En general las muestras de harina tienen una excelente estabilidad con periodos de vida útil previstos de hasta 17 meses cuando se envasan en empaques de polietileno guardados a 25°C. No es factible almacenar la harina a temperaturas más altas de 35°C y 45°C por la vida útil se reduce por 1,38 veces por cada 10°C de aumento de temperatura. Incluso si el almacenamiento de la harina a baja temperatura prolonga la vida útil, puede que no sea viable económicamente guardar la harina en condiciones refrigeradas. La estabilidad de almacenamiento de la harina puede ayudar a su comercialización y distribución exitosas.

1.2. Marco conceptual

- Seguridad Sanitaria: Implementar controles estrictos y estrategias efectivas para prevenir, identificar y gestionar los riesgos biológicos en los alimentos de origen animal para minimizar los peligros asociados a la cadena de producción animal que representan un riesgo para la salud humana.
- Inocuidad: Certeza de que los alimentos no representan un riesgo para la salud del consumidor cuando sean producidos, procesados, manipulados y consumidos de acuerdo con el propósito previsto.
- Aceptabilidad comercial: Producto alimenticio que no presente niveles excesivos de microorganismos ni contaminantes que puedan causar alteraciones organolépticas en un plazo inaceptable.
- Unidad Formadora de Colonias: Medida microbiológica estimada en bacterias o propágulos fúngicos capaz de formar colonias en un medio de cultivo, donde cada colonia se asume proveniente de un solo microorganismo. Se expresa en UFC.
- Cepas bacterianas: Grupo de microorganismos que pertenecen a la misma especie o subespecie y comparten una característica distintiva, sea genética, bioquímica, fisiológica o antigénica.
- Patogenicidad: Procesos bioquímicos o moleculares que pertinen a los microorganismos invadir el organismo del hospedador, evadir su sistema inmune y causar daño celular y posteriormente tisular, conduciendo a desarrollar enfermedad.

- Virulencia. Capacidad de un microorganismo para causar daño a su hospedador, reflejando la intensidad con la que se manifiesta la patogenicidad.
- Criterio Microbiológico: Establece los límites permisibles de microorganismos en un alimento, determinando su aceptabilidad para el consumo humano. Estos parámetros consideran la presencia o ausencia o concentración de microorganismos específicos por unidad de masa, volumen, superficie o lote.
- Esterilidad Comercial: Estado que alcanza un alimento al ser sometido al calor, de modo que al ser almacenado y transportado sin refrigeración, no representa un problema microbiológico, cumpliendo los criterios de seguridad, estabilidad e inocuidad.
- Alimentos aptos para Consumo Humano: Alimentos que pasan todos los filtros de calidad sanitaria e inocuidad que marca la normativa sanitaria vigente (Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM). El alimento cumple con el estándar oficial de seguridad alimentaria y el consumidor no se verá afectado por su consumo.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Aspectos generales

***Tropaeolum tuberosum* “mashua.”**

La mashua es un tubérculo andino, que es conocido con diferentes nombres: “cubio”, “isaño” y “añu”; su distribución se da en países de Colombia hasta Argentina (norte), crecen en altitudes de 2400 hasta los 4300 msnm, en los últimos años también están siendo cultivados en algunas regiones de Nueva Zelanda y Canadá. En Latinoamérica, Bolivia y Perú son los países donde se producen en mayor cantidad, asociados al cultivo de otros tubérculos andinos como: *Solanum tuberosum*, *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*. En el Perú el cultivo de mashua se produce en las regiones de Ayacucho, Apurímac, Ancash, Puno, Junín y Huánuco (CIP, 2013).

La mashua fue descrita por vez primera por Ruiz y Pavón en el año 1802, y más adelante fue clasificada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Grau et al. 2003) La biología molecular a permitido describir la variabilidad de la mashua, realizando una clasificación por colores, que son en realidad resultados de la variación de los compuestos polifenólicos de la misma (Apaza. L et al, 2019)

Es herbácea y lisa en toda su estructura, en algunos casos se comporta como una planta trepadora. Puede llegar a medir de 3 a 6 cm de ancho y de 5 a 15 cm de largo, y los tubérculos presentan una capa cerosa en toda su superficie. (Grau et al., 2003)

El cultivo de mashua es muy rústica, crece en suelos poco enriquecidos, sin fertilizantes ni pesticidas. Está asociado a la protección de otros cultivos; es resistente al ataque de plagas porque contiene componentes bioactivos que son repelentes naturales, su ciclo biológico se da entre los 6 a 9 meses (Dilas, 2020).

Clasificación botánica del *Tropaeolum tuberosum*

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Basiales
Familia : Tropaeolaceae
Genero : *Tropaeolum*
Ruiz y Pavón (1802)

Composición química – nutricional

La mashua posee un alto valor nutricional, que está complementado con propiedades curativas, como las de antioxidante y antiinflamatorio. La mashua contiene en promedio 15% de proteínas, minerales, potasio, hierro, fósforo, zinc, cobre. Así mismo presenta ácido ascórbico, compuestos bioactivos entre los que se encuentran los glucosinolatos, que otorgan un sabor picante, pero al momento de cocer la mashua se vuelve un poco dulce; no obstante, adquiere un sabor dulce como producto de su exposición al sol (Arteaga et al. 2022).

Las investigaciones señalan que su capacidad antioxidante, está directamente relacionada a sus compuestos fenólicos y sus carotenoides. De esta manera la mashua es considerada como un tubérculo importante para la producción de productos saludables y con diversos beneficios. Los extractos fenólicos de mashua, evidenciaron la capacidad de eliminar radicales de peróxido, así como para extraer iones metálicos in vitro, de esta manera los polifenoles de mashua actúan como antioxidantes frente a los daños oxidativos en el cuerpo (Huaccho et al 2007).

En cuanto a los taninos que contiene la mashua, éste generalmente está relacionado al crecimiento de las plantas de mashua, y su invasión de plagas. Estos compuestos no son agradables ante el sentido de los consumidores al cocerse la mashua, por ese motivo la recomendación es que deben de ser cocidos con abundante agua, para de esta manera disminuir la cantidad de taninos (INIA, 2023).

Tabla 1. Composición química de la Mashua (g/100g)

ELEMENTOS	UNALM (2019)	Del Águila (2018)	Ruíz y Pavón (2018)
Valor energético	52,0 kcal	76 kcal	4,19 – 4.64 %
Humedad	86%	80%	85%
Proteínas	1,6 g	9,17%	6,9 – 15,7 %
Grasas	0,6 g	0,7 g	0,004 %
Carbohidratos	11,6 g	75,40 %	69,7 – 79,5 %
Fibra	0.8 g	5,86 %	0,70 %
Cenizas	0.8 g	0.80%	4 – 6,5 %
Calcio	7 g	0,006 %	0,006
Potasio	-	1,99 %	1,99 %
Hierro	1,2 g	0,42 %	0,42 %
Fósforo	42 g	0,32%	0,32 %
Magnesio	-	0,11 %	0,11 %
Manganeso	--	7,00 %	7,00 %
Zinc	-	48,00 %	48,00 %
Sodio	-	0,04 %	0,04 %
Cobre	-	9,00 %	9,00 %
Tiamina	0.06 g	-	-
Riboflavina	0,08 g	-	-
Niacina	0,6 mg	-	-
Almidón %	-	46,96 %	20,01 – 79,46 %
Azúcares totales %	-	42,81 %	6,77 – 55,23 %

Fuente: Arteaga et al., 2022

La mashua, sus variedades y sus morfotipos.

Se han identificado más de 100 variedades de mashua, diversificándose por la forma, el color de los tubérculos, la forma de las protuberancias y el color del contenido interno. (Torres & Maily, 1992).

Tabla 2. Variedades de la mashua

Variedad	Color
Occeaño	Plomizo
Yanaaçu	Negrusco
Pacaaño	Rojizo
Muruaño	Morado
Checcheaño	Gris
Zapallo año	Amarillo
Yuracaño	Blanco

Fuente: Beltran, 2014

Ayacucho es una región que posee una gran diversidad de mashua, Peña et al, (2022) realizaron un estudio de caracterización morfológico de mashua en la provincia de Cangallo, donde lograron determinar 160 morfotipos que fueron agrupados en 6 grupos.

Tabla 3. Morfotipos de *Tropaeolum tuberosum*

GRUPO	MORFOTIPOS	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES
I y II	23	Colección de color marrón y negro en su mayoría
III	119	Forma cónica y cónica fusiforme, con manchas en los ojos y aquellas que tienen mancha en forma de banda y puntos
IV	14	Color secundario en la superficie del tubérculo, la coloración (rojo y púrpura) variable en su forma
VI	3	Presenta pigmentación en la nervadura de las hojas
VI	1	Coloración de rojo púrpura y de ojos muy profundos

Fuente: Peña et. al., 2022.

Harinas

Una harina es un polvo que puede tener diversas texturas que se originan de la molienda de algún producto como un cereal, leguminosas o tubérculos deshidratados. La fécula más común a nivel mundial es la harina de trigo, considerada de las más antiguas. (Manu, et al. 2018) El almidón es el glúcido común entre todos los tipos de harinas.

Límites de aceptabilidad para harinas

a) Requisitos microbiológicos

Tabla 4. R.M. N° 591-2008-MINSA “Norma sanitaria que incluye criterios microbiológicos de calidad sanitaria y seguridad para los alimentos y bebidas de consumo humano” criterio 5.2. Harinas y sémolas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ⁵
<i>E. coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>B. cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia	

(*) Solo para harinas de arroz

Coliformes totales – *Escherichia coli* (*E. coli*)

Es una bacteria Gram-negativa, capaz de vivir con o sin oxígeno, forma parte de la microbiota bacteriana del tracto digestivo normal de las personas y animales de sangre caliente (Kaper et al., 2004). Este microorganismo es uno de los más investigados y mejor conocidos en el campo de la microbiología, precisamente porque juega un rol clave en el ámbito de la salud pública como en la investigación científica (Nataro & Kaper, 1998).

Es muy común encontrar *E. coli* en el tracto gastrointestinal de los seres humanos y animales, viven como parte de la comunidad microbiana y colabora en procesos de digestión y absorción de nutrientes esenciales (Tenailon et al., 2010). No obstante, ciertas cepas son capaces de causar patogenicidad conllevando a enfermedades graves como gastroenteritis, ITU, meningitis y septicemia. La patogenicidad de esta bacteria está asociada con factores de virulencia específicos que permiten su adhesión, invasión y daño a tejidos del hospedador (Kaper et al., 2004).

Existen varios grupos de *E. coli* que se organizan según factores de virulencia y el cuadro clínico que provocan en el hospedero (Nataro & Kaper, 1998). Entre las cepas más citadas se encuentra la cepa O157:H7, los causantes de producir disentería y síndrome urémico hemolítico, enfermedad que daña a los riñones de forma grave; y *E. coli* uropatógena (UPEC), colonizan y afectan el tracto urinario, desde cistitis simple hasta cuadros más complicados (Tenailon et al., 2010).

Bacillus cereus

Microorganismo ubicuo ubicado en diversos entornos como el suelo, el agua y alimentos. Una de sus principales características es la capacidad de formar endosporas altamente resistentes, que le permite sobrevivir a climas variables que podrían resultar negativos y persistir en los alimentos durante periodos prolongados (Stenfors Arnesen et al., 2008). Las esporas son altamente resistentes al calor, desecación, radiación y productos químicos, lo que complica su eliminación mediante métodos tradicionales de procesamiento de alimentos (Gopal et al., 2015). El crecimiento y proliferación de *Bacillus cereus* en los alimentos están influenciados por múltiples factores. Es un microorganismo mesófilo, cuyo óptimo crecimiento se da entre los 30°C y 37°C. No obstante, también se han observado crecimiento de este microorganismo a temperaturas de 4°C a 50°C, lo que le permite proliferar en una amplia variedad de alimentos (Gopal et al., 2015). El crecimiento de *Bacillus cereus* se ve favorecido en un rango de pH de 4.9 a 9.3. La mayoría de los alimentos tiene un pH que cae dentro de este rango, permitiendo la supervivencia y multiplicación de la bacteria (Stenfors Arnesen et al., 2008). La actividad acuosa (*aw*) es crucial para el crecimiento bacteriano. *Bacillus cereus* requiere una *aw* mínima de 0.93 para crecer, lo que significa que puede proliferar en alimentos con alto contenido de humedad, como productos lácteos, carnes y vegetales (Granum & Lund, 1997). *Bacillus cereus* necesita nutrientes adecuados para crecer y producir toxinas. Por lo tanto, esta bacteria es relevante en proteínas y carbohidratos, debido a utilizar estos nutrientes como fuente de energía (Gopal et al., 2015). Para mitigar el riesgo de enfermedades alimentarias asociadas a esta bacteria, es fundamental implementar estrategias de control. El manejo adecuado de la temperatura es clave para inhibir el crecimiento de este microorganismo, Así, se debe almacenar alimentos por debajo de 4°C o mantenerse por encima de 60°C. Estas prácticas junto con la higiene y manipulación segura de alimentos, son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y prevenir brotes de intoxicación (Stenfors Arnesen et al., 2008).

Mohos y levaduras

Los mohos y las levaduras son tipos de hongos, pero presentan diferencias significativas en su estructura y función. Los mohos son multicelulares y forman filamentos conocidos como hifas, que pueden agruparse en estructuras más

grandes llamadas micelios (Pitt & Hocking, 2009). Las levaduras, por otro lado, son unicelulares y suelen reproducirse asexualmente mediante gemación (Kurtzman et al., 2011). Los mohos y levaduras son conocidos por su capacidad de descomponer alimentos, causando deterioro y pérdida de calidad. Los mohos producen enzimas que degradan componentes orgánicos complejos, como almidones y proteínas, resultando en cambios de textura, sabor y color (Pitt & Hocking, 2009). Las levaduras, aunque menos agresivas en su acción, también contribuyen al deterioro, especialmente en productos con alto contenido de azúcares como frutas y jugos (Fleet, 2011). Algunos mohos en particular, producen metabolitos secundarios tóxicos conocidos como micotoxinas, que representan un riesgo significativo para la salud humana y animal, un ejemplo de ellos son las aflatoxinas, producidas por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, los cuales se hallan en alimentos como nueces, granos y productos lácteos. (Bennett & Klich, 2003). Su crecimiento está determinado por múltiples factores ambientales, siendo la temperatura un elemento crucial. La mayoría de estos pueden crecer a temperaturas templadas, sin embargo, algunas especies toleran altas temperaturas, lo que les permite proliferar en una amplia gama de ambientes (Pitt & Hocking, 2009). Los mohos y levaduras requieren niveles adecuados de humedad para crecer. Los mohos son especialmente adeptos a crecer en condiciones húmedas y pueden sobrevivir en ambientes con baja actividad de agua (aw), mientras que las levaduras prefieren ambientes más húmedos (Fleet, 2011). El pH del ambiente también afecta el crecimiento de estos microorganismos. Los mohos suelen ser más tolerantes a variaciones de pH que las levaduras, lo que les permite crecer en una variedad de alimentos con diferentes niveles de acidez (Pitt & Hocking, 2009). Los mohos son aerobios estrictos y requieren oxígeno para su crecimiento, mientras que muchas levaduras pueden crecer en condiciones aeróbicas y anaeróbicas (Kurtzman et al., 2011). Para el crecimiento de estos microorganismos, existen medios de cultivo con sustancias las cuales inhiben el crecimiento de otros microorganismos que no se desea, permitiendo el crecimiento diferencial solo de mohos y levaduras. Medios como el agar dextrosa papa (PDA) son comúnmente utilizados para aislar estos microorganismos de muestras alimentarias (Samson et al., 2010).

Salmonella spp

Es una bacteria gramnegativa que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, ampliamente reconocido por su capacidad para actuar como patógeno entérico. Se han identificado más de 2,500 serotipos, entre los cuales *Salmonella Entérica serovar Typhimurium* y *Salmonella Entérica serovar Enteritidis* son los más frecuentemente asociados con enfermedades entéricas (Scallan et al., 2011). Su transmisión ocurre predominantemente a través del consumo de alimentos y agua contaminada. Las fuentes de infección incluyen productos avícolas, huevos, productos lácteos no pasteurizados y frutas y verduras crudas que han sido contaminadas por agua o suelo infectado. El contacto directo con animales infectados o sus entornos también constituye una transmisión relevante (CDC, 2019). La proliferación se ve facilitada por prácticas inadecuadas de manipulación y uso de alimentos, así como su almacenamiento, destacando la falta de refrigeración adecuada y la cocción insuficiente son factores de riesgo crítico (WHO, 2020). El diagnóstico tradicional de *Salmonella* es el cultivo en medios selectivos y diferenciales, seguido de pruebas bioquímicas y serológicas para la identificación del serotipo (ISO, 2017). Las infecciones por *Salmonella* representan un significativo problema de salud pública dada su elevada incidencia y potencial de complicaciones severas, particularmente en poblaciones vulnerables como niños, ancianos y personas inmunocomprometidas. Los síntomas característicos incluyen incluyen diarrea, fiebre y dolor abdominal, que pueden durar varios días pudiendo evolucionar hacia formas más graves como deshidratación severa o infecciones sistémicas (Scallan et al., 2011).

Consecuencias de la contaminación microbiana

Las ETA (enfermedades transmitidas por alimentos) son el resultado de la ingestión de alimentos contaminados con una variedad de microorganismos patógenos, que incluyen bacterias, virus, parásitos y sus respectivas toxinas. El espectro clínico de estas enfermedades es amplio, abarcando desde trastornos gastrointestinales hasta afecciones severas que pueden comprometer la vida del individuo. Entre los agentes etiológicos más prevalentes se encuentran *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter*, las que resultan responsables de la mayoría de los brotes de ETA. Estas bacterias poseen la capacidad de proliferar en una amplia gama de alimentos, incluidos productos cárnicos, lácteos, vegetales y productos del mar (Scallan et al., 2011).

Para prevenir la contaminación microbiana en los alimentos, se requiere implementar estrategias efectivas y sostenibles a lo largo de toda la cadena de suministro alimentaria, desde la producción primaria, hasta el consumo final. Para lograr este objetivo, es fundamental adoptar un enfoque integral que incluya la aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM), sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) y la incorporación de tecnologías avanzadas de conservación y desinfección. La contaminación microbiana en los alimentos conlleva consecuencias graves no solo para la salud pública, sino también para la economía, debido a los costos asociados con la atención médica, la pérdida de productividad y el impacto en la industria alimentaria. Por lo tanto, es esencial comprender los diferentes tipos de microorganismos patógenos, sus mecanismos de transmisión y los impactos económicos asociados, con el fin de desarrollar e implementar estrategias efectivas de prevención y control. Al aplicar las BPM, HACCP y tecnologías avanzadas de conservación, es posible minimizar los riesgos de contaminación microbiana y proteger la seguridad alimentaria, garantizando así la salud y el bienestar de los consumidores (FDA, 1998).

La promoción de la salud y el bienestar de las personas se encuentra intrínsecamente ligada a la calidad nutricional de los alimentos que se consumen habitualmente, lo que subraya la importancia de garantizar la seguridad y la higiene alimentaria en todas las etapas de la cadena de producción. La calidad nutricional es un factor determinante de la salud, ya que una dieta equilibrada y segura puede prevenir enfermedades, mientras que una mala puede traer consecuencias para la salud. La higiene y la seguridad alimentaria son conceptos interconectados, las cuales dependen de la implementación de prácticas adecuadas de toda la cadena de producción, desde la producción primaria, procesamiento, distribución, y la preparación. La falta de higiene y saneamiento en el procesamiento y preparación de alimentos causa un problema de salud pública. La incidencia de enfermedades causadas por alimentos mal elaborados o deficientes es un problema relevante para la salud de los consumidores, independientemente del nivel de desarrollo económico o tecnológico, sin embargo, se exagera más en países subdesarrollados (OPS, 2001).

b) Requisitos fisicoquímicos

➤ Humedad

El contenido de agua presente en la muestra se determinó a partir del resto entre su masa inicial y la masa obtenida luego de someterla a un proceso de secado por la estufa, siguiendo lo establecido en la norma NTP 205.037 del INACAL.

Para ello, se aplicó el método gravimétrico, una técnica tradicional extensamente empleada en el análisis de humedad debido a su sencillez y confiabilidad. Este procedimiento evalúa la disminución del peso que experimenta una muestra cuando es expuesta a una temperatura controlada durante un periodo controlado. El fundamento radica en que, al aplicar calor, el agua contenida en la muestra se evapora, mientras que el resto de elementos que constituyen la muestra no se alteran. Así mismo, este método se sustenta en la ley de Lomonósov-Lavoisier, ya que se realiza una comparación entre el peso inicial de la muestra húmeda y el peso final luego del secado en estufa. El resto obtenido entre ambos valores corresponde al agua eliminada o evaporada durante el proceso

La proporción de vapor de agua se calcula:

$$\text{Porcentaje de humedad (\%)} = \frac{m_{humeda} - m_{seca}}{m_{humeda}} \times 100$$

Donde:

- m_{humeda} : peso inicial de la muestra antes de ser sometido a calor.
- m_{seca} : masa final obtenida después del proceso de sometimiento a calor.

➤ **Proteínas**

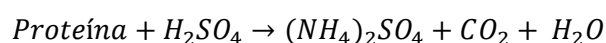
Se realiza a partir de una medición indirecta a partir de la cuantificación del nitrógeno presente en la muestra, de acuerdo con lo establecido en la norma NTP 205.042 INACAL. Este enfoque se basa en la relación existente entre el nitrógeno y las proteínas, ya que estos compuestos contienen dicho elemento como parte fundamental de su estructura.

La cuantificación de polipéptidos alimentarios, específicamente en harinas, es esencial para evaluar su calidad nutricional, su uso industrial y su cumplimiento con normas alimentarias. Uno de los métodos más confiables y estandarizados para determinar el contenido proteico es el método Kjeldahl, desarrollado por Johan Kjeldahl en 1883.

La técnica se basa en la transformación del nitrógeno orgánico contenido en las proteínas en sulfato de amonio por un proceso de digestión con ácido sulfúrico concentrado. Esta determinación se realiza en presencia de un catalizador, como el SO_4Cu , que facilita la reacción. Posteriormente, el sulfato de amonio generado se desprende mediante destilación y cuantificado por titulación. A continuación, se detallan las etapas:

Digestión

En esta fase, la unidad se somete a la acción del H_2SO_4 concentrado, los cuales son acompañados de un catalizador como sulfato de potasio o cobre. Durante este tratamiento, el nitrógeno presente en la materia orgánica se convierte en NH_4^+ . De manera general, la reacción se puede visualizar de la siguiente manera:



Neutralización y Destilación

En esta etapa, el NH_3 es liberado de la solución digerida con Hidróxido de Sodio. El gas desprendido es arrastrado por destilación y recogido en una solución ácida, comúnmente H_3BO_3 al 2%. Al condensarse, el NH_3 reacciona formando un compuesto en forma de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$ que puede ser identificado mediante indicadores específicos.

Titulación

Finalmente, se procede a valorar la solución obtenida mediante una titulación con H_2SO_4 0.025N. Este paso permite determinar con precisión la cantidad de nitrógeno presente en la muestra.

Una vez calculado el contenido absoluto de nitrógeno, este se transforma en contenido de proteínas mediante el uso de un factor de conversión. Este factor varía según el alimento analizado, sin embargo, en el caso de las harinas de trigo y otros cereales pero en el caso de harinas de trigo u otros cereales, se emplea el valor **6.25**, considerando que, en promedio, las proteínas contienen un 16% de nitrógeno.

$$\text{proteínas}(\%) = \text{Nitrogeno total}(\%) \times 6.25$$

➤ **Cenizas**

Se define como el residuo sólido que queda tras la combustión completa del producto, según lo establecido en la norma NTP 205.038. INACAL.

La determinación de cenizas es un procedimiento fundamental en el análisis de alimentos. Las cenizas representan el residuo inorgánico que permanece después de incinerar completamente una muestra en condiciones controladas. Este residuo incluye elementos minerales como calcio, hierro, potasio, magnesio, fósforo, entre otros, que son esenciales desde el punto de vista nutricional (Paredes & Ramírez, 2018). El principio básico del método consiste en incinerar una muestra a altas temperaturas, generalmente entre 500 °C y 600 °C, en una mufla. La materia orgánica se volatiliza, y el residuo restante, correspondiente a los minerales, se pesa para calcular el porcentaje de cenizas. Esta técnica se utiliza ampliamente para evaluar la composición mineral total de productos alimenticios y agrícolas (Codex Alimentarius, 2019).

$$\%cenizas = \left(\frac{\text{peso de la ceniza}}{\text{peso de la muestra original}} \right) \times 100$$

Requisitos sensoriales

Los análisis sensoriales o pruebas organolépticas, son herramientas dentro del control de calidad en la industria alimentaria. A través de estas evaluaciones se puede identificar características perceptibles por los sentidos humanos, lo que permite la aceptación o rechazo de un producto.

Olor

Constituido por un conjunto de percepciones captadas mediante el sentido del olfato. Su evaluación se realiza mediante la aspiración directa del aroma que desprende la muestra. Esta característica permite identificar frescura, calidad, o posibles alteraciones en el producto (Toricella, et al, 2007).

Sabor

Combinación compleja de sensaciones que se perciben en la cavidad bucal al consumir el alimento, que no incluye solo el gusto, sino también percepción aromática a través de la vía retronasal, como otras sensaciones relacionadas a la textura y temperatura (Toricella, et al, 2007).

Color

Se detecta por la vista, ésta debe ser consistente con la naturaleza del producto (Toricella, et al, 2007).

Aspecto-textura

Desde el punto de vista de calidad, el producto debe presentar una apariencia uniforme y bien definida, con una textura homogénea que no evidencia la formación de grumos, aglomeraciones o separaciones de fases. Asimismo, es fundamental que se encuentre libre de partículas extrañas o contaminantes visibles, ya que estos defectos afectan la aceptabilidad del alimento como su inocuidad (Toricella, et al, 2007).

1.3.2. Vida útil de la harina

a) Definición

La duración estimada del alimento se comprende como el intervalo de tiempo en el que se conserva sus propiedades esenciales y continúa siendo óptimo para el consumo, siempre que se mantenga ciertas determinadas condiciones de almacenamiento previamente establecidas (Pardo, 2019). Esta definición incluye mantener características como sabor, textura, valor nutricional y la ausencia de contaminantes microbiológicos o químicos.

b) Factores que influyen en la vida útil

Composición Química La naturaleza química desempeña un papel determinante en la vida útil de los alimentos. Por ejemplo, aquellos productos con un elevado contenido de lípidos se oxidan con mayor facilidad, lo que provoca su enranciamiento, disminuyendo la calidad sensorial (Smith, 2020). Además, la presencia de carbohidratos y proteínas también puede influir en la estabilidad del producto.

Condiciones de Almacenamiento Los factores ambientales durante el periodo de almacenamiento, resultan esenciales para mantener la calidad del producto, dentro de ellos destacan, la temperatura y el vapor de agua (Gómez et al., 2018). Un manejo inadecuado de estos factores puede dar origen a la presencia de

microorganismos. Así mismo, niveles elevados de vapor de agua crean un ambiente propicio para la aparición de mohos y bacterias.

Contaminación Microbiológica La presencia de microorganismos es uno de los principales riesgos para la calidad de vida del producto, ya que no solo deteriora sus características, sino también afecta la salud del consumidor (Jones & Smith, 2017). Los patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Listeria* pueden introducirse en distintas etapas, ya sea durante el proceso, almacenamiento o distribución, incrementando el riesgo a enfermedades.

Envasado: Este sistema influye de manera significativa en la conservación del alimento. Los envases que proporcionan barreras adecuadas contra el oxígeno, la humedad y la luz pueden ayudar a prolongar la vida útil (Rodríguez, 2020). Además, los envases activos que liberan o absorben sustancias pueden ser utilizados para mejorar la conservación del producto.

c) Evaluación de la vida útil

El análisis de la duración estimada de un producto se lleva a cabo mediante metodologías que evalúan su calidad y seguridad a lo largo del tiempo. Entre estas herramientas se utilizan diversas metodologías analíticas, incluyendo pruebas sensoriales, análisis químicos y estudios microbiológicos (Martínez, 2018).

Estudios microbiológicos: Este análisis está orientado a identificar la el crecimiento y desarrollo de microorganismos no deseados que pueden crecer en los alimentos durante su almacenamiento. Estos estudios ayudan a garantizar la seguridad alimentaria y a establecer límites seguros para el consumo (García et al., 2017).

Análisis químicos: Estas evaluaciones permiten observar las transformaciones que ocurren en la composición de los alimentos con el paso del tiempo. Estos análisis son cruciales para comprender los mecanismos de deterioro y para desarrollar estrategias de conservación (López, 2018).

Pruebas sensoriales Las pruebas sensoriales son utilizadas para evaluar el sabor, olor, textura y apariencia de los alimentos. Los paneles sensoriales, compuestos por personas entrenadas, pueden detectar cambios sutiles en las

propiedades organolépticas del alimento, lo cual es esencial para determinar su aceptabilidad por parte del consumidor (Hernández, 2019).

d) Estrategias para extender la vida útil

Existen diversas alternativas orientadas a aumentar el tiempo durante el cual los alimentos mantienen sus condiciones óptimas de calidad y seguridad. Estas estrategias pueden aplicarse a lo largo de toda la cadena productiva.

Control de condiciones de almacenamiento: El control estricto de las condiciones de almacenamiento, como mantener temperaturas bajas y controlar la humedad, para evitar la descomposición acelerada de los víveres (Fernández, 2019). Así mismo, la aplicación de atmósferas controladas o modificadas puede ayudar a reducir la tasa de respiración de los productos frescos, favoreciendo así una mayor conservación.

Buenas prácticas de manufactura: Adoptar las BPM es clave para prevenir la contaminación y garantizar la inocuidad de los víveres o productos terminados. Estas prácticas abarcan el cumplimiento de normas de higiene, capacitación de personal involucrado en la producción y control del procesamiento del producto (Lopez et al., 2021).

Tecnologías de conservación avanzadas: En la actualidad, se han desarrollado tecnologías innovadoras que permiten extender la duración estimada de un producto avanzadas, sin afectar de manera significativa sus propiedades sensoriales ni su valor nutricional. Entre estos métodos destacan la irradiación, aplicación de presiones altas hidrostáticas y pasteurización por pulso eléctrico que ofrecen alternativas eficientes para mejorar la conservación, mantenimiento y aceptación del producto en el mercado (Gómez, 2019).

e) Importancia de la vida útil en la industria alimentaria

El tiempo de calidad de los productos representa un aspecto clave tanto para los fabricantes como para los consumidores. Para los fabricantes, una vida útil más larga significa una mayor flexibilidad en la distribución y una reducción en las pérdidas económicas debido al deterioro del producto (Pardo, 2019). Para los consumidores, garantiza que el producto que compran mantendrá su calidad y seguridad hasta el momento de su consumo.

Además, una adecuada gestión de la duración estimada tiene implicancias importantes en términos de sostenibilidad, al prolongar el tiempo de los alimentos y usarlos sin comprometer su calidad. La disminución del desperdicio de alimentos es un objetivo crucial para combatir la penuria y promover sistemas alimentarios sostenibles de manera global (Smith, 2020).

f) Factores que afectan la calidad del tiempo de vida útil

La durabilidad y el nivel de calidad que mantiene un producto a lo largo de su estabilidad no dependen de un solo elemento, sino de la combinación de múltiples variables que actúan sinérgicamente. Aquí destacan la naturaleza y y características de los elementos que conforman el sistema, las etapas y condiciones del proceso de elaboración, el tipo de empaque así como factores ambientales, como el tiempo y humedad presentes durante el transporte y almacenamiento. Todos estos factores influyen de manera directa o indirecta en la conservación del víver o producto.

De manera que su análisis pueda ser facilitado, los elementos se agrupan como propios del producto o los relacionados al entorno que los rodea. Sin embargo, en la práctica, estos factores no actúan de manera singular, sino que interactúan realizando formas complejas y difíciles de predecir. Por esta razón es fundamental estudiar su comportamiento aislado, así como las interacciones que se pueden generar.

Se puede tomar como modelo la interacción del calor combinado a la combinación de compuestos antioxidantes y el envasado en atmósferas controladas, de manera que esta sinergia limita el desarrollo de microorganismos, formando un “efecto barrera” que, por separado, no sería suficiente para combatir la aparición de estas células.

Gracias a este enfoque, los productores pueden valerse de criterios menos agresivos, de manera que contribuye a mantener y mejorar las características sensoriales del producto. De esta manera, las interacciones extrínsecas e intrínsecas tienen efectos de polaridad ya que frenan o favorecen el proceso que determina la calidad de los víveres (De la Cruz, 2009).

1.3.3. Vida útil de alimentos empacados

Las propiedades del material de empaque desempeñan un papel fundamental en la conservación del alimento, ya que influyen de manera directa sobre diversos

factores del entorno que, a su vez, afectan los procesos del deterioro. En consecuencia, la duración estimada de un producto puede variar mediante ajustes de formulación, reestructurar la composición del producto, variación en los parámetros de protocolo, elección del método de embalado o los factores ecológicos que son expuestos a lo largo de la distribución y almacenamiento.

En este contexto, la pérdida de la adecuación del producto embalado está vinculado a fenómenos de transferencia de masa y temperatura que ocurre a través del empaque. Tomando en cuenta que algunos producto sufren empíricamente la pérdida de adsorción que depende del factor externo, lo que implica de manera negativa en la textura, estabilidad y aceptabilidad. Ya que la mayoría de los envases no poseen el material aislante eficiente, el producto es influenciado por la temperatura extrínseca lo que acelera reacciones químicas y el crecimiento microbiano. De esta manera, un control adecuado del empaque puede tener un impacto significativo en diversos factores externos y, por lo tanto, indirectamente en las tasas de deterioro de los alimentos. De esta manera, el control adecuado de estos elementos en el proceso es determinante para garantizar que el producto llegue en buenas condiciones a su destino (Vidaurre, 2015).

a) Rol del envase en la ampliación del tiempo de vida útil de los alimentos

El envase es esencial para la conservación del producto, teniendo esta cualidad como principal, actuando como una barrera protectora a múltiples agentes que pueden afectar de manera negativa su excelencia. El vapor de agua, gases, microorganismos, polvo, acciones mecánicas, forman parte de la preservación del producto.

Cuando el embalsamiento es óptimo, las condiciones intrínsecas se mantienen de manera íntegra, pero si se produce un daño, los mecanismos del deterioro se activan, llamándose a este fenómeno como vida útil secundaria, que, aunque relevante, existen limitadas investigaciones frente a este fenómeno (Villaruel, 2013).

La avería de los productos sellados está estrechamente relacionado al intercambio del entorno con el ambiente interno del envase. Esta transferencia se manifiesta como ocurre con algunos ejemplos, en la cual el vapor es absorbido por alimentos secos, de manera que afecta la estabilidad del producto, otros alimentos como los

grasos, pueden desprender olores incómodos o provocar rancidez si el envase no tiene una barrera eficaz frente al O₂. Así también, la calidad del material puede generar reacciones químicas en el alimento. Si bien algunos procesos de deterioro se desarrollan en ausencia de materia y/o energía entre el interior y exterior del envase, la selección del material permite prolongar la vida de los alimentos de manera significativa (Villarroel, 2013).

Los alimentos pueden sufrir procesos termodinámicos que alteran el valor nutricional y la seguridad para el hombre que lo consume. En este sentido, el material del envase ayuda a controlar estas variables y retardar los procesos de deterioro (Villarroel, 2013).

b) Permeabilidad al vapor de agua y tiempo de vida útil

Uno de los principios más vitales en el proceso del embalsamiento, consiste en conservar sus características evitando que el producto sufra fenómenos anteriormente mencionados. Para ello se deben establecer límites máximos y mínimos para mantener el alimento en condiciones viables sin que afecte su calidad, contribuyendo de esta manera a prolongar la duración estimada del producto (Salas, 2006).

c) Permeabilidad

Al momento de seleccionar el material para el frasco o recipiente que contendrá el producto, se toma como principal referencia la permeabilidad, refiriéndose a la capacidad de este para el intercambio de efluvio a través de su estructura y sellado hermético. Esta característica es un indicador de la eficacia del material como barrera protectora frente a los agentes que se encuentran fuera del producto (Villarroel, 2013).

d) Tipos de empaques usados en la industria alimentaria

La selección de los materiales a usar en los recipientes, responde sobre todo a la característica del alimento. Así, el polietileno, es un material flexible que protege a los alimentos frente a la humedad y el oxígeno, conservando su aroma y propiedades organolépticas. Además, resiste agentes químicos, radiación y otras fuentes ambientales adversas. Mecánicamente, tiene fuerte resistencia a la tracción, estiramiento y desgarramiento, facilitando su apertura y

cierre, siendo también amable con el medio ambiente ya que es reciclable (Álvarez, 2006).

Por otro lado, existen otros tipos de empaques utilizados en la industria alimentaria. Uno de ellos es el Polipropileno Orientado, que es de color blanco y opaco. Este tipo de empaque es especialmente útil en los mercados de galletas, alimentos y confitería debido a su capacidad para ser herméticamente sellado, lo que lo hace impermeable al aire. Por otro lado, el Polipropileno Biorientado se caracteriza por tener la densidad más baja entre todas las películas comerciales. Además, proporciona una buena barrera contra grasas y mantiene sus características de protección incluso en condiciones climáticas extremas (Vidales, 2000).

1.3.4. Estudio acelerado de vida útil

En el ámbito de la investigación alimentaria, es habitual realizar análisis de estabilidad con el propósito de evaluar cómo evoluciona la calidad de un producto en el tiempo. Estos análisis se enfocan en la velocidad con la que ocurre el deterioro, mientras que otros se orientan en cuánto tiempo un alimento deja de ser apto para el consumo. Por ello los criterios se ajustan a las características particulares de cada producto,

En este contexto, los estudios de vitalidad e inocuidad representan una herramienta clave, ya que estima en un tiempo disminuido el comportamiento del alimento bajo diversas condiciones. Estos métodos están tomados elementos de la cinética química, factores ya observados con anterioridad que, el alimento, al ser sometido a estos factores, da como resultado una anticipación de su comportamiento frente al almacenamiento normal (Díaz, 2016).

Uno de los indicadores más comunes en el deterioro del producto es el control de crecimiento celular que influye de manera negativa en este, lo que resulta en un producto inaceptable por el consumidor. Así mismo, el cambio de las propiedades organolépticas son señales de pérdida de calidad. Cuando esto ocurre, los evaluadores sensoriales determinan que el producto ha alcanzado su límite de tiempo de viabilidad, lo que, en muchos casos, cuando se presentan estos efectos, determina el fin de la vida útil del alimento (De la Cruz, 2009).

Para establecer la duración estimada de un producto, se emplean metodologías que integran el control simultáneo de diferentes variables, tanto fisicoquímicas como biológicas y sensoriales. Estas evaluaciones permiten obtener resultados

más representativos, definiendo los límites aceptables de cada variable y determinar cuáles son críticos para la calidad del producto, formulando ecuaciones que describen la cinética de deterioro en función del tiempo. Por otra parte, diseñar estudios de vida útil en condiciones de almacenamiento real no es tarea sencilla por la gran cantidad de variables que demanda. Es por ello que los estudios acelerados resultan útiles permitiendo observar de manera acelerada el comportamiento del cambio del producto frente a condiciones controladas e identificando las variables (De la Cruz, 2009).

1.3.5. Determinación de tiempo de vida útil

a) Modelo de degradación cinética

Los modelos cinéticos de orden cero o primer orden se emplean para describir transformaciones estructurales que afectan las propiedades organolépticas del producto (García et al., 2011)

En el caso la reacción de orden cero, se asume que la velocidad de cambio de una determinada propiedad del alimento es constante en el tiempo, expresándose de la siguiente manera:

$$-dX/dt = K \text{ (ecuación 1)}$$

Donde X es el atributo de calidad y K la constante de velocidad de reacción.

Al integrar esta reacción y reorganizar sus términos, se obtiene una expresión lineal que describe la evolución del atributo en función del tiempo.

$$X_f = X_0 - Kt \text{ (ecuación 2)}$$

Aquí, X_0 es el valor inicial del atributo, X_f valor del atributo en un tiempo determinado y K la constante específica de reacción, cuyo valor depende de la T° . Este modelo explica que el atributo varía de manera uniforme con el tiempo.

b) Dependencia de la temperatura

La relación entre T° y velocidad a la que ocurre una reacción química se explica mediante el modelo de Arrhenius, expresándose en la siguiente ecuación:

$$k = Ae^{(-\frac{E_a}{RT})} \text{ (ecuación 3)}$$

En esta expresión, la constante de reacción (k) es influenciada por el factor de frecuencia (A) y por un término exponencial que involucra la energía de activación (E_a), la constante universal de los gases (R) y la temperatura absoluta (T). Esta

relación muestra que la T° es incondicional para la rapidez con la que se desarrollan las reacciones.

Al aplicar logaritmos naturales a ambos lados de la ecuación, se obtiene una forma lineal que facilita su análisis e interpretación:

$$\ln(K) = \ln(K_0) + \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T}\right) \text{ (Ecuación de Arrhenius)}$$

Donde:

K: constante de velocidad de reacción

A: factor de frecuencia

E_a : energía de activación

R: constante de los gases ideales

T: temperatura absoluta (K)

Esta forma lineal permite representar gráficamente la relación entre $\ln(k)$ y el inverso de la T° ($1/T$), obteniéndose una recta cuya pendiente está asociada a la energía de activación. A partir de dicha pendiente, es posible calcular el E_a , lo que es fundamental para entender la sensibilidad de una reacción frente a los cambios de T° .

Este modelo pone en evidencia que al incrementar la T° , aumenta la velocidad de reacción. Esto se fundamenta en que existe un incremento de moléculas que alcanzan la energía suficiente para superar el umbral de energía necesario para reaccionar (Atkins & de Paula, 2022).

c) Estudios acelerados para la estimación de la vida útil

Cinéticas de las reacciones de degradación

Para evaluar y predecir la duración estimada de un producto, la teoría cinética es la más usada para entender este análisis, ya que describe matemáticamente la velocidad con la que se deterioran ciertas propiedades o atributos de calidad.

Siendo muy útil en estudios acelerados, facilitando la comprensión del comportamiento del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

En este contexto, este estudio se puede representar bajo la siguiente ecuación:

$$v = \pm \frac{dA}{dt} = k(A_0)^n \text{ (ecuación 4)}$$

Donde:

v = velocidad de reacción

A = atributo de calidad a medir

t = tiempo de vida comercial transcurrido

k = constante de velocidad de reacción

A_0 = valor inicial del atributo

n = orden de reacción

Esta ecuación indica que la velocidad de reacción (v) tiene un nexo con el cambio del atributo de calidad (A) en el transcurso de un periodo dependiendo de una constante de velocidad, así como el orden de reacción (n). El signo positivo o negativo refleja si el atributo está aumentando o disminuyendo durante el proceso de deterioro.

d) Orden cinética

Orden cero ($n=0$)

Cuando una reacción de deterioro sigue una cinética de orden 0, el cambio en la particularidad de calidad del alimento ocurre de manera lineal con respecto a un periodo, lo que indica que la velocidad de reacción permanece constante a lo largo del proceso y no depende de la magnitud o concentración de la particularidad que se está evaluando (Houg & Fiszman, 2005).

$$A = A_0 - kt \text{ (Ecuación 6)}$$

$$t \text{ (vida útil)} = \frac{A - A_0}{k} \text{ (Ecuación 7)}$$

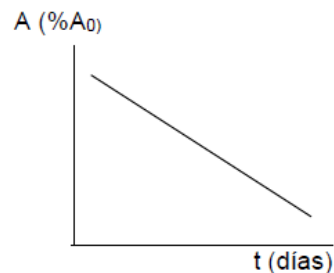


Figura 1. Curva de evolución cinética de orden cero.

Fuente: Houg & Fiszman, 2005

Orden de primer orden ($n=1$)

Cuando una reacción de deterioro sigue una cinética de primer orden, el cambio en una particularidad del producto no es lineal, sino que experimenta un cambio exponencial en un periodo prolongado. Esto significa que la velocidad de reacción depende directamente de la magnitud de la particularidad que se está analizando (Houg & Fiszman, 2005).

La evolución de la particularidad en un periodo prolongado se expresa de la siguiente manera:

$$A = A_0 e^{-kt} \text{ (Ecuación 8)}$$

$$t \text{ (vida útil)} = \frac{\ln A_0 - \ln A}{k} \text{ (Ecuación 9)}$$

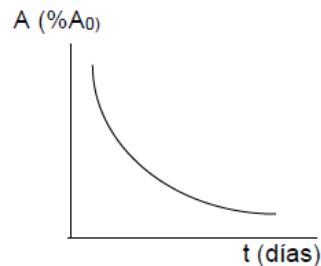


Figura 2. Curva de evolución de cinética de primer orden

Fuente: Houg & Fiszman, 2005

Este modelo describe la degradación del producto donde el deterioro se ralentiza a medida que el atributo disminuye, proporcionando predicciones precisas del comportamiento real de la calidad durante el almacenamiento.

1.4. Marco legal

Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA.

Esta norma instaura los criterios microbiológicos de calidad y salubridad para productos sólidos o líquidos asegurando que cumplan los estándares necesarios para proteger la salud humana.

Norma Técnica Peruana NTP 205.039-2022.

Aplica a cereales y productos originados a partir de este, como las harinas y define el procedimiento para decidir la acidez titulable, un parámetro importante que refleja el estado de conservación y calidad del producto.

Norma Técnica Peruana NTP 205.037-2022

Aplicado a productos mencionados en la norma anterior, centrándose en la determinación del contenido de vapor de agua en las harinas, factor crítico para garantizar la estabilidad y evitar el crecimiento celular negativo.

Resolución Dirección Ejecutiva N°0000233 – 2021 – MIDIS.

Documento que constituye las Especificaciones Técnicas de Alimentos del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qalywarma, versión N° 06 del año 2022, así como requisitos técnicos que aseguren el cumplimiento de cada una de las características estipuladas para los productos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación microbiológica, fisicoquímica y sensoriales se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Biología Celular y Molecular, laboratorio de Bromatología y el laboratorio de Microbiología de Alimentos e Industrial de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Ubicación de la zona de estudio

3.2.1. Ubicación política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

3.2.2. Ubicación geográfica

Zona : 18L

Este : 584418.08 m E

Sur : 8546639.55 m S

Altitud : 2791 msnm

3.3. Población y muestra

Población

Harina de mashua negra (24.3 Kg) y mashua amarilla (27.5 Kg), cuya materia prima se obtuvo de la comunidad campesina de Condorccocho, distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Ésta fue procesada en el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) agroindustrial Unidad Técnica de Ambo, Huánuco.

Muestra

Estuvo conformado por una muestra no aleatoria que consiste en partes de la totalidad de la población de harina de mashua amarilla y mashua negra (2 Kg y medio de cada una de ellas)

Las muestras se colocaron a 30°C y 40°C en una estufa, para realizar los análisis posteriores.

3.4. Recolección de datos

3.4.1. Proceso de pulverización de la harina de *Tropaeolum tuberosum*

Recolección de muestra:

Se recolectó de la comunidad campesina de Condorccocho, distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho, Con coordenadas 13°26'21.9"S 74°11'41.8"W / -13.43926880613027, -74.194901660227

Obtención de la muestra:

Lugar: Se llevó a cabo en el **Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) agroindustrial Unidad Técnica de Ambo, Huánuco**. Esta institución desempeña un papel clave en la cadena agroindustrial, ya que no solo brinda servicio de apoyo técnico y productivo, sino que también promueve la investigación y desarrollo de nuevos productos destinados al consumo humano, así como de insumos para la industria en general. Su labor contribuye al incremento de la productividad y a la innovación tecnológica en el sector agroindustrial, asegurando que los procesos y productos cumplan con estándares de calidad y eficiencia. Sus coordenadas son: 10°02'35.0"S 76°13'41.3"W / 951097778, 10401.

3.4.2. Acondicionamiento de muestras

- Se empaquetó las muestras, cada una con un peso de 20 gramos.
- Cada empaquetado, estuvo debidamente codificado.
- Las muestras se colocaron en las estufas con temperaturas diferenciadas 30°C, 40°C, se acondicionaron estufas con las temperaturas determinadas.

Tabla 5. Codificación de las muestras de harina de mashua amarilla y negra

Morfotipo de mashua	:	Amarilla		Negra	
Temperaturas de almacenamiento (°C)	:	30	40	30	40
Codificación	:	A	B	C	D
Muestras	:	A1	B1	C1	D1
		A2	B2	C2	D2
		A3	B3	C3	D3
	
		An	Bn	Cn	Dn

3.4.3. Metodología

Evaluación microbiológica de la harina de mashua amarilla y negra

- **Recuento de mohos, método de diluciones sucesivas.**

Para realizar el recuento de mohos, se utilizó el método de diluciones sucesivas, que permite estimar la cantidad de microorganismos presentes en la muestra de manera precisa. El procedimiento consistió en lo siguiente:

1. Se colocó 10 gr de muestra en 90 ml de diluyente (dilución 10^{-1})
2. A continuación, se realizó diluciones sucesivas: se colocó 1 ml de la dilución 10^{-1} , en un tubo de ensayo con 9ml de diluyente (10^{-2}).
3. Posteriormente, se colocó 1 ml de la dilución 10^{-2} , en otro tubo de ensayo con 9 ml de diluyente (10^{-3}).
4. Se realizó el plaqueado por duplicado por dilución, el medio que se usó fue el Agar Sabouraud + Cloranfenicol (para inhibir el crecimiento de bacterias).
5. Para finalizar, las placas se colocaron en incubación, por 48 horas. Pasado el tiempo, se procedió a hacer las lecturas de las placas.

- **Recuento de mohos, método petrifilms 3M®**

El procedimiento combina diluciones seriadas con inoculación en placas listas para uso. El procedimiento es el siguiente:

1. Se pesó 10g de muestra y se mezcló con 90 mL de diluyente, obteniendo la primera dilución 10^{-1} .

2. Se realizó diluciones sucesivas: se tomó 1 mL de la muestra 10^{-1} y se vertió a un tubo de ensayo con 9 mL de diluyente (10^{-2}). Se repitió el proceso para obtener una dilución 10^{-3} .
 3. Una vez obtenidas las diluciones, se procedió a la inoculación en las láminas Petrifilms, diseñadas específicamente para el recuento de mohos y levaduras.
 4. Cada dilución se inoculó por duplicado para asegurar la fiabilidad y reproducibilidad de los resultados.
 5. Las láminas se incubaron a temperatura ambiente durante 3 o 4 días, tiempo durante el cual se permitió el crecimiento microbiano para su recuento y análisis.
- **Recuento de Coliformes totales, método petrifilms 3M®**
 1. Se pesó 10g de muestra y se mezcló con 90 mL de diluyente para formar la dilución 10^{-1} .
 2. Se realizó las diluciones sucesivas, tomando 1 mL de la dilución 10^{-1} , y vertiéndolo en un tubo de ensayo con 9 mL de diluyente para formar la dilución 10^{-2} . Se repitió el proceso para formar la dilución 10^{-3} .
 3. Con las diluciones preparadas, se procedió a la inoculación las láminas Petrifilms 3M® diseñadas específicamente para el recuento de coliformes totales.
 4. Cada dilución se inoculó por duplicado, con el fin de garantizar la fiabilidad y reproducibilidad de los resultados.
 5. Las placas inoculadas se incubaron a 37°C por 48 horas, permitiendo el crecimiento y desarrollo de colonias que posteriormente fueron contadas para determinar la concentración de coliformes presentes en la muestra.
 - **Determinación de presencia o ausencia de *Salmonella sp*, método Petrifilms 3M®**

Enriquecimiento

Se pesó 25g de muestra y se mezcló en 225 mL de medio de enriquecimiento 3M® específico para Petrifilms 3M®. Esta mezcla se incubó a 37° por 72 horas.

Inoculación

Transcurridas las 72 horas de enriquecimiento, se tomó 1 mL de la muestra y se inoculó en las Láminas Petrifilms 3M® diseñadas para la determinación de presencia o ausencia de *Salmonella sp.*

Incubación y lectura

Posterior a la inoculación, se llevó a incubación a 37°C por 24 horas, pasada las 24 horas se procedió a dar lectura a las láminas.

Evaluación Físico-química de la harina de mashua amarilla y negra

Humedad

Se realizó usando la metodología descrita en la **NTP 205.037 – 2022**

Se reguló la temperatura de la estufa a 105°C. Se pesó las muestras, en lunas de reloj previamente taradas. Se colocó las lunas de reloj en la estufa, se dejó secar por alrededor de 4 horas, posterior a ello se sacaron las muestras de la estufa y se colocaron en el desecador hasta que estén a temperatura ambiente, para mantener el peso constante. Luego se pesó la masa de la luna de reloj con la muestra seca. Posterior a ello se realizaron los cálculos correspondientes.

Cenizas

Se realizó usando la metodología descrita en la **NTP 205.039 – 2022**

Se transfirió 3 gramos de muestra pesada a los crisoles, posterior a ello se colocaron los crisoles a una cocina eléctrica. Una vez que las muestras se carbonizaron en su totalidad, se llevaron a una mufla, donde la muestra fue sometida a 600°C, por un periodo de dos horas; cumplido el tiempo se dejó enfriar la mufla para poder retirar las muestras, al sacar las muestras se volvieron a pesar.

Proteínas

Se utilizó la metodología descrita en la **NTP 205.042 – 1976**

Se pesaron las muestras (0.1g) y se colocaron en el balón de Kjeldahl. Luego se colocó la solución digestora: ácido sulfúrico concentrado + catalizadores (CuSO_4 y K_2SO_4). Se colocó el balón en la cámara de digestión, pasada las dos horas la muestra tomó una coloración blanca lechosa, y se procedió a retirar las muestras y se dejó enfriar. Se preparó también matraces con solución de ácido bórico 2%

con el indicador de Tashiro, y se colocaron en la salida del tubo del destilador de Kjeldahl. Después se agregó agua destilada a la muestra, se realizó movimientos de rotación para combinar la muestra, después se agregó NaOH al 40% lentamente a la muestra, donde se observó el cambio de color a uno terroso, posterior a ello se inició el proceso de destilación. Los matraces con ácido bórico 2% e indicador de Tashiro cambiaron de coloración de morado a un verde cristalino. El destilado se tituló con ácido sulfúrico al 0.025N, la muestra viró de un color verde cristalino a un gris azulado.

Evaluación Sensorial de la harina de mashua amarilla y negra

Se aplicó la Metodología descrita por **Toricella et al. (1989)**.

Se evaluó en una Planilla de Evaluación por aspecto, olor, sabor, textura e impresión general. Participaron catadores sin previo entrenamiento en los productos, pero con conocimiento en las técnicas de “caracterización mediante escala por atributos”.

Tabla 6: *Coefficientes de las características y atributos sensoriales*

Características organolépticas	Atributos	Coeficiente	
		Individual	Característica general
Color	Característico	0 – 4	4
Olor	Tipicidad	0 – 4	4
Sabor	Amargor	0 – 2	4
	Acidez	0 – 2	
Textura	Firmeza	0 – 4	4
Impresión general		0 – 4	4
Total		20	

Tabla 7. Evaluación cualitativa de acuerdo a intervalos de puntuación total

Calificación	Intervalo de puntuación
Excelente	17.5 – 20.0
Bueno	15.4 – 17.4
Aceptable	11.2 – 15.3
Insuficiente	07.2 – 11.1
Malo	< 07.2

3.4.4. Procesamiento de datos

Los resultados se apuntados de forma ordenada y organizada

Posterior a ello, se realizó los cálculos para establecer la duración estimada de la harina de mashua amarilla y negra:

- Se determinó la orden cinética para el porcentaje de humedad y recuento de mohos
- A partir de la determinación de la orden cinética se obtuvo las ecuaciones de la regresión lineal, a partir del cual se obtuvo el constante de deterioro (K)
- Se construyó la gráfica de $1/T$ (K^{-1}) vs $\ln K$, de donde se obtuvo los valores de la pendiente (y)
- La degradación de Arrhenius se concluyó a partir de las premisas de la pendiente. Para el resultado que se obtuvo para el $\ln(k)$ se consideró la temperatura de $21^{\circ}C$ como para la ciudad de Ayacucho.
- Finalmente, se halló el tiempo estimado de la harina bajo la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{(\ln A - \ln A_0)}{K}$$

3.5. Análisis estadístico

El presente trabajo de investigación es de diseño experimental de bloques completos al azar, se usó el programa estadístico de IBM SPSS STATISTICS 26, se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA), pruebas de comparaciones múltiples de Tukey y la prueba de T de Student, se determinaron los valores de significancia ($p > 0.05$) con un 95% de nivel de confianza, para determinar si existe diferencias significativas entre las harinas de mashua amarilla y la harina de mashua negra.

El diseño estadístico del DBCA esta dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij} : \begin{cases} i = 1, 2, 3 \dots, k \\ j = 1, 2, 3 \dots, k \end{cases}$$

Donde:

μ : es la medición global poblacional

ε_{ij} : es la medición que corresponde al tratamiento i y al bloque j

τ_i : es el efecto debido al tratamiento

γ_j : es el efecto debido al bloque

IV. RESULTADOS

4.1. Examen microbiológico

Recuento de mohos

Para la determinación del tiempo de vida útil para harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”, por el método de Arrhenius

Tabla 8. Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C

HARINA DE MASHUA AMARILLA		
Temperatura	30°C	40°C
Ecuación de regresión	$y = 9.4334 + 0.0074 X$	$y = 9.4220 + 0.0073 X$
Ecuación general	$\ln A = \ln (A_0) + K (X)$	$\ln A = \ln (A_0) + K (X)$
Constante de deterioro k	0.0074	0.0073
Ln k	-4.90627528	-4.91988093
1/T(K ⁻¹)	0.003300	0.003195

Tabla 9. 1/T(K-1) vs Ln K – mashua amarilla

1/T(K ⁻¹)	Ln k
0.0033	-4.90627528
0.003195	-4.91988093

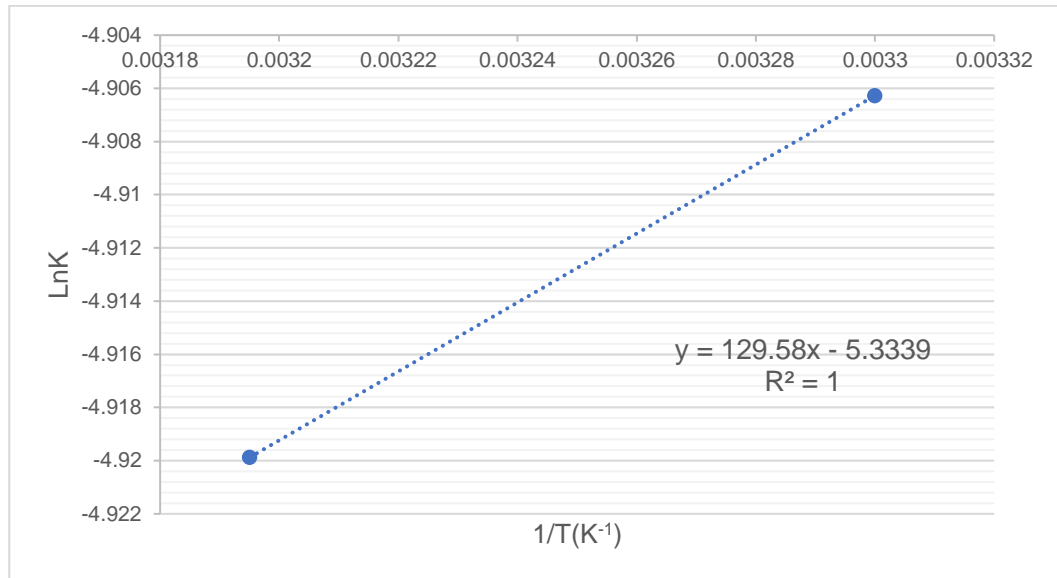


Figura 3. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln K$ – recuento de mohos, harina de mashua amarilla

De la ecuación de regresión se tiene

$$y = -5.3339 + 129.58 X$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

De donde se deduce la siguiente fórmula de Arrhenius para determinar la vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”, con respecto al crecimiento de mohos.

$$\ln(K) = -5.3339 + 129.58 \left(\frac{1}{T} \right)$$

Para la estimación del tiempo de vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* tanto amarilla como negra, en el departamento de Ayacucho que tiene una temperatura promedio de 23°, se realiza el siguiente procedimiento:

- Estimación de vida útil para 21°C o 294°K

Harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”

Fórmula de Arrhenius

$$\ln(K) = -5.3339 + 129.58 \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$\ln(K) = -5.3339 + 129.58 \left(\frac{1}{294} \right)$$

$$K = e^{-4.898251701}$$

$$K = 0.007459613312 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = \frac{(\ln A - \ln A_0)}{K}$$

$$\theta = \frac{(\ln 10^5 - \ln 12 \times 10^3)}{0.007459613312}$$

$$\theta = 284.23 \text{ días}$$

$$\theta = 9.47 \text{ meses}$$

Harina de mashua negra

Para la determinación del tiempo de vida útil para harina de *Tropaeolum tuberosum* “negra”, por el método de Arrhenius

Tabla 10. Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C

HARINA DE MASHUA NEGRA		
Temperatura	30°C	40°C
Ecuación de regresión	$y = 9.3029 + 0.0074X$	$y = 9.2387 + 0.0071X$
Ecuación general	$\ln A = \ln (A_0) + K (X)$	$\ln A = \ln (A_0) + K (X)$
Constante de deterioro k	0.0074	0.0071
Ln k	-4.90627528	-4.94766049
1/T(K ⁻¹)	0.003300	0.003195

Tabla 11. 1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua negra

1/T(K ⁻¹)	Ln k
0.0033	-4.90627528
0.003195	-4.94766049

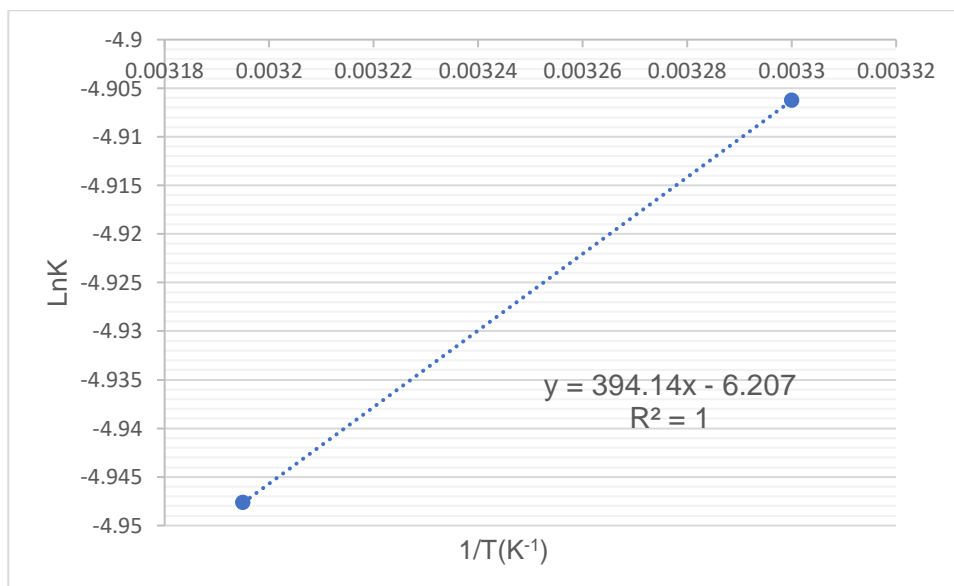


Figura 4. Regresión lineal para 1/T(K-1) vs Ln K – recuento de mohos, harina de mashua negra

De la ecuación de regresión se tiene

$$y = -6.207 + 394.14 X$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

De donde se deduce la siguiente fórmula de Arrhenius para determinar la vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* "negra", con respecto al crecimiento de mohos.

$$\ln(K) = -6.207 + 394.14 \left(\frac{1}{T} \right)$$

Para la estimación del tiempo de vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* tanto amarilla como negra, en el departamento de Ayacucho que tiene una temperatura promedio de 23°, se realiza el siguiente procedimiento:

Estimación de vida útil para 21°C o 294°K

Fórmula de Arrhenius

$$\ln(K) = -6.207 + 394.14 \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$\ln(K) = -6.207 + 394.14 \left(\frac{1}{294} \right)$$

$$K = e^{-4.866387755}$$

$$K = 0.007701133486 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = \frac{(\ln A - \ln A_0)}{K}$$

$$\theta = \frac{(\ln 10^5 - \ln 11 \times 10^3)}{0.007701133486}$$

$$\theta = 286.6 \text{ días}$$

$$\theta = 9.50 \text{ meses}$$

4.1.1. Recuento de *Echerichia coli*

Las muestras procesadas no presentaron crecimiento de *E. coli*

4.1.2. Ausencia – presencia de *Salmonella sp*

Las muestras procesadas no presentaron crecimiento de *Salmonella sp*

4.2. Análisis fisicoquímico

4.2.1. Humedad

Harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”

Para la determinación del tiempo de vida útil para harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”, por el método de Arrhenius

Tabla 12. Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C, % de humedad harina de mashua amarilla

HARINA DE MASHUA AMARILLA		
Temperatura	30°C	40°C
Ecuación de regresión	$y = 3.9083 - 0.0187x$	$y = 3.8658 - 0.0198x$
Ecuación general	$A = A_0 - K (X)$	$A = A_0 - K (X)$
Constante de deterioro k	0.0187	0.0198
Ln k	-3.979231755	-3.922073341
1/T(K ⁻¹)	0.003300	0.003195

Tabla 13. 1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua amarilla

1/T(K ⁻¹)	Ln k
0.0033	-3.979232
0.003195	-3.922073

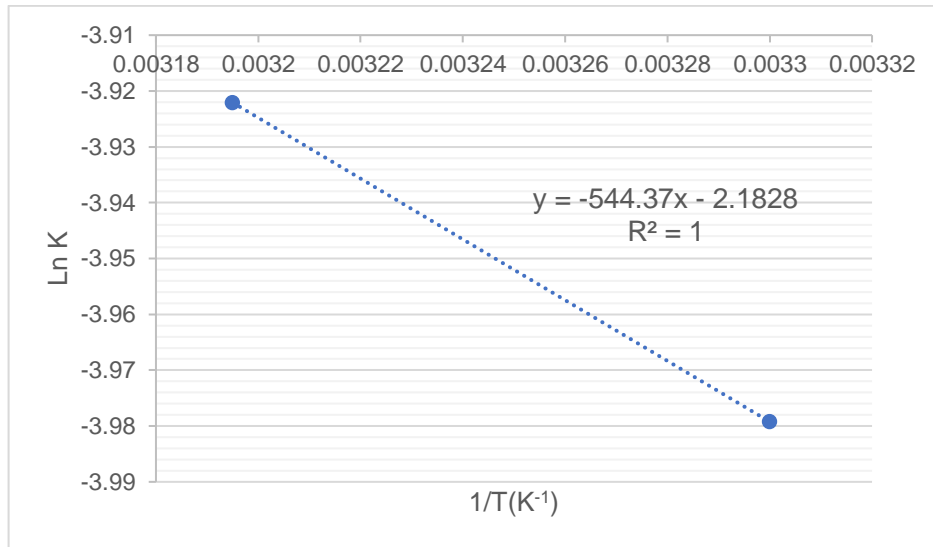


Figura 5. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln K$ – % de humedad, harina de mashua amarilla

De la ecuación de regresión se tiene

$$y = -2.1828 - 544.37x$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

De donde se deduce la siguiente fórmula de Arrhenius para determinar la vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”, con respecto al contenido del porcentaje de humedad

$$\ln(K) = -2.1828 - 544.37 \left(\frac{1}{T} \right)$$

Para la estimación del tiempo de vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* tanto amarilla como negra, en el departamento de Ayacucho que tiene una temperatura promedio de 23°, se realiza el siguiente procedimiento:

Estimación de vida útil para 21°C o 294°K

Harina de *Tropaeolum tuberosum* “amarilla”

Fórmula de Arrhenius

$$\ln(K) = -2.1828 - 544.37 \left(\frac{1}{T}\right)$$

$$\ln(K) = -2.1828 - 544.37 \left(\frac{1}{294}\right)$$

$$K = e^{-4.034398639}$$

$$K = 0.01769631879 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = \frac{(A_0 - A)}{K}$$

$$\theta = \frac{(4 - 10)}{0.01769631879}$$

$$\theta = \frac{(4 - 10)}{0.01769631879}$$

$$\theta = 339.1 \text{ días}$$

$$\theta = 11.3 \text{ meses}$$

Harina de *Tropaeolum tuberosum* “negra”

Para la determinación del tiempo de vida útil para harina de *Tropaeolum tuberosum* “negra”, por el método de Arrhenius

Tabla 14. Resumen de las regresiones lineales para las temperaturas 30°C y 40°C, % de humedad harina de mashua negra

HARINA DE MASHUA NEGRA		
Temperatura	30°C	40°C
Ecuación de regresión	$y = 3.9675 - 0.0179x$	$y = 3.8108 - 0.0187x$
Ecuación general	$A = A_0 - K (X)$	$A = A_0 - K (X)$
Constante de deterioro k	0.0179	0.0187
Ln k	-4.02295457	-3.97923176
1/T(K ⁻¹)	0.003300	0.003195

Tabla 15. 1/T(K-1) vs Ln K – harina de mashua negra

1/T(K ⁻¹)	Ln k
0.0033	-4.02295457
0.003195	-3.97923176

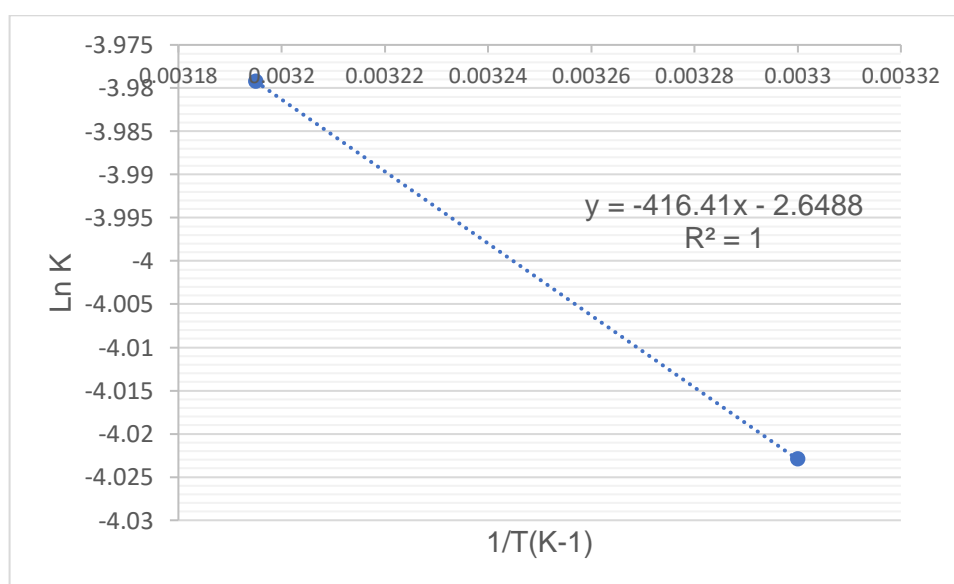


Figura 6. Regresión lineal para 1/T(K-1) vs Ln K – % de humedad, harina de mashua negra

De la ecuación de regresión se tiene

$$y = -2.6488 - 416.41x$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

De donde se deduce la siguiente fórmula de Arrhenius para determinar la vida útil de la harina de *Tropaeolum tuberosum* "negra", con respecto al contenido del porcentaje de humedad

$$\ln(K) = -2.6488 - 416.41 \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$\ln(K) = -2.6488 - 416.41 \left(\frac{1}{294} \right)$$

$$K = e^{-4.065160544}$$

$$K = 0.01716023408 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = \frac{(A_0 - A)}{K}$$

$$\theta = \frac{(4 - 10)}{0.01716023408}$$

$$\theta = 349.6 \text{ días}$$

$$\theta = 11.6 \text{ meses}$$

4.2.2. Cenizas

Harina de mashua amarilla y negra

Tabla 16. *Resultados del contenido de cenizas en harina de mashua amarilla y mashua negra*

	Tiempo 0 (días)	Tiempo 210 (días)
Mashua amarilla	7.20%	8.25%
Mashua negra	6.80%	7.66%

Por la prueba estadística aplicada, los valores no representan diferencias significativas por lo que no se realizaron los cálculos correspondientes.

4.2.3. Proteínas

Harina de mashua amarilla y harina de mashua negra

Tabla 17. *Resultados del contenido de proteínas en harina de mashua amarilla y mashua negra*

	Tiempo 0 (días)	Tiempo 210 (días)
Mashua amarilla	11.40%	12.56%
Mashua negra	13.50%	14.13%

Por la prueba estadística aplicada, los valores no representan diferencias significativas por lo que no se realizaron los cálculos correspondientes.

4.3. Análisis sensorial

4.3.1. Color

Las muestras de harina de mashua amarilla y negra, no presentan un cambio significativo

4.3.2. Olor

Las muestras de harina de mashua amarilla y negra, no presentan un cambio significativo

4.3.3. Sabor

Las muestras de harina de mashua amarilla y negra, no presentan un cambio significativo

4.3.4. Textura

Las muestras de harina de mashua amarilla y negra, no presentan un cambio significativo

V. DISCUSIÓN

La duración estimada de un producto es el periodo en el cual un alimento mantiene sus características, y por ende su calidad, y también de esta manera se puede ofrecer productos alimenticios más seguros al consumidor, en la presente investigación se buscó establecer el periodo estimado de vida de la harina de mashua amarilla y negra, ya que actualmente la mashua es un producto cuyas propiedades están siendo revaloradas para tratar diversos males. Los resultados obtenidos para la duración estimada por pruebas aceleradas para la harina, siendo mashua amarilla y negra envasados en bolsas de polietileno considerando el recuento de mohos del producto es de 9,4 y 9,5 meses respectivamente, por otro lado, si se considera el contenido de humedad el tiempo de vida útil es de 11,3 y 11,6 meses respectivamente. Para llegar a estos valores se realizó la medición de tres parámetros: microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales; las muestras se mantuvieron en estufas calibradas a dos temperaturas (30°C y 40°C) se usaron estas temperaturas con la finalidad de acelerar el deterioro de las características propias de la harina de mashua, y así poder usar el modelo matemático de degradación cinética de Arrhenius. Cabe resaltar que los resultados se determinaron para 21°C que es la temperatura promedio de la ciudad de Ayacucho. Las temperaturas pueden variar dependiendo a la zona geográfica donde esté almacenada o distribuida la harina de mashua, por lo que también es indispensable aclarar que el tiempo de vida útil de la misma se modificará de acuerdo a la temperatura ambiental o de almacenamiento. Se contempla en la presente investigación que el % de humedad en las muestras de harina de mashua tanto amarilla como negra, que han estado expuestas a 40°C y a 30°C, durante

un periodo de 210 días disminuyeron en el contenido del % de humedad (anexo 2) Este comportamiento en las muestras se atribuyen a la pérdida de agua residual de la harina de mashua, ésta pérdida fue favorecida por la gradiente de presión y vapor entre la matriz del producto y el ambiente seco de la estufa; éstos resultados son consistentes con lo reportado por Odetunmibi et al. (2017) quienes observaron también una disminución constante en el contenido de % de humedad en harina de yuca, que fue sometido a secado en condiciones controladas, incluyendo la temperatura de 40°C, ellos detallan que el proceso de evaporación del agua residual de las muestras continúan en las primeras etapas del tratamiento, la similitud en el comportamiento de la disminución del % de humedad sugiere que en condiciones de baja humedad residual, la estructura de la muestra retiene aun pocas cantidades de agua que se van a ir eliminando por la exposición prolongada a una temperatura constante, el descenso del % de humedad favorece a la conservación del producto ya que se puede tener un equilibrio higroscópico, así mismo en la investigación de Araujo & Peña (2020), indican una ligera pérdida de humedad en las muestras de harina de yuca que estuvieron almacenadas en film de polietileno a 25°C, 35°C y 45°C, y estiman la duración estimada para el polvo de yuca de hasta 136 días. Forsido et al. (2021) empleando sacos recubiertos con polietileno, para hallar la duración estimada de harina compuesta (avena, soya y linaza) extruida, mediante pruebas aceleradas de reacción cinética en el que consideraron tres temperaturas de almacenamiento (-18°C, 35°C, 45°C) con los siguientes parámetros: vapor de agua, agua disponible, densidad aparente y materia de grasa bruta, calcularon una vida útil para la harina compuesta extruida de 17 meses almacenadas a temperatura de 25°C (temperatura promedio de la ciudad de Etiopía), también se destaca que uno de los factores críticos a controlar es la humedad que puede concentrar el producto, ya que una mayor exposición a la humedad acelera el deterioro de la harina y favorece el desarrollo de microorganismos, se observa también en la investigación de Forsido et al. que el vapor del agua del producto se incrementa progresivamente a lo largo del tiempo, lo cual no coincide con los resultados del presente estudio. Esta diferencia se explica por las condiciones ambientales: el estudio de Forsido fue realizado en un entorno con 90 % de humedad relativa, lo que favoreció la retención de humedad a favor de esta. En cambio, en el presente experimento, la humedad relativa dentro de la estufa se estima entre 1 % y 10 %, generando un ambiente seco que crea un fuerte gradiente higroscópico entre la muestra y su entorno. Esta diferencia

promueve la desorción de humedad desde la harina de mashua, incluso cuando se encuentra empaquetada en bolsas de polietileno. Pereira (2017) estableció la duración estimada del polvo de trigo considerando dos parámetros importantes: el índice de H_2O_2 y el incremento de vapor de agua, el primero lo realiza mediante las reacciones cinéticas y la ecuación de Arrhenius, para el incremento de vapor de agua Pereira usa la isoterma de adsorción y la ecuación de Gab, logrando como consecuencia; para el índice de H_2O_2 a 45°C y 7°C en reserva, fueron de 111 días (3,7 meses) y 162 días (5,4 meses), el periodo de reserva para el incremento de vapor de agua a 45°C, 23°C y 7°C, fueron de 69, 111 y 104 días respectivamente. Cabe resaltar que los resultados de la duración estimada de la harina fueron calculados a la temperatura referencial de los departamentos de Lambayeque y Cajamarca, pero los datos de la investigación se demostraron por el uso de las siguientes temperaturas: 30°C, 40°C, 50°C y 60°C. Puma la at. (2018) determinaron el tiempo de vida útil de galletas sodas para una marca peruana muy conocida, la determinación se realizó a temperatura ambiental de la ciudad de Lima – Perú, se optó por usar las siguientes temperaturas: 35°C, 45°C y 55°, se tomaron como parámetros medibles el % de humedad, actividad del agua, dureza instrumental y cálculo de propágulos fúngicos; y estimaron el periodo de estabilidad del producto mediante pruebas aceleradas y la ecuación de Arrhenius, Puma y colaboradores concluyen un periodo de estabilidad del producto de 4 meses a partir de la humedad concentrada en el producto a 20°C, y de 6 meses tomando en cuenta los valores obtenidos en el parámetro de actividad acuosa, una duración estimada del producto de 9 meses, teniendo en cuenta la dureza instrumental, en cuanto a la presencia de mohos los valores no sobrepasaron los límites mencionados en la Norma Técnica Peruana 206.001(2016). Bustamante (2017) determina la duración estimada de un producto a través del enfoque de riesgos acumulados de Weibull, donde se miden parámetros como el % de agrura, % de vapor de agua y cálculo de propágulos fúngicos, donde menciona que el periodo de vida para el pan de molde fue de 21 días, que fue el día en el que las características medibles alcanzaron su máximo límite permitido. Kulchan R et al (2010) señalan que el periodo de estabilidad de productos a base de harina de yuca, éstos fueron almacenado en bolsas de polietileno de baja densidad a 30°C, se evaluaron parámetros como la humedad relativa, proteínas, carbohidratos, almidón, grasa, ceniza y fibra usando métodos AOAC; Kulchan y colaboradores estimaron que la duración estimada para este alimento procesado con materia

prima de harina de yuca fue de 35 días almacenado den envases de polietileno ligero a 38°C que es la temperatura en condiciones estandar. Enriquez & Vilcapoma (2012) determinan el periodo de estabilidad de una diversidad de maíz nativo tostados, que fueron enfrascados en tres tipos de materiales diferentes, analizaron el vapor de agua y el crecimiento de hongos, dieron a conocer el tiempo de estabilidad para el elote “carhuay” en bolsas de polipropileno blando que fue de 339 días, para el elote “chispa” de 318 días y para el maíz “chullpi” de 366 días; la temperatura a la que fueron las estimaciones fue de 32°C (temperatura promedio de la ciudad de Lima en verano, de Iquitos y Pucallpa)

En el anexo 49 se precisa el ANOVA para determinar si existen disparidad en los datos arrojados del crecimiento de mohos entre la harina de mashua negra y la harina de mashua amarilla, donde podemos observar un $p > 0.05$, con el cual podemos aceptar la H_0 determinando que no existe diferencias significativas para el crecimiento de mohos entre el resultado de la harina de mashua negra y amarilla. En el anexo 50, se muestra la tabla para la Prueba de HSD Tukey, para el recuento de mohos en harina de mashua amarilla y negra; en el que se puede observar el comportamiento de las distintas muestras de mashua amarilla y negra, que fueron conservadas a dos temperaturas diferentes (30°C y 40°C) , en relación a la tabla se determinó que no existe ninguna diferencia significativa en las medias que presentan ya que los valores se encuentran en la misma columna en un nivel de significancia de $p > 0.05$. En el anexo 51, se precisa el ANOVA para el análisis de disparidad entre los datos obtenidos del porcentaje del contenido de humedad entre la harina de mashua negra y la harina de mashua amarilla, donde podemos observar un $p > 0.05$, con el cual se determinó aceptar la H_0 determinando que no existe diferencias significativas para el porcentaje del contenido de humedad entre el resultado de la harina de mashua negra y amarilla. En el anexo 52, se muestra la tabla para la Prueba de HSD Tukey, para el % de humedad en harina de mashua amarilla y negra, que fueron conservadas a dos temperaturas diferentes (30°C y 40°C), en relación a la tabla se determinó que no existe ninguna diferencia significativa en las medias que presentan, ya que se observa un $p > 0.0$ en relación a la tabla se determinó que no existe ninguna diferencia significativa en las medias que presentan ya que los valores se encuentran en la misma columna en un nivel de significancia de $p > 0.05$. En las determinaciones microbiológicas de *E. coli* y *Salmonella sp*, no se encontró crecimiento de los mismo, estando dentro de los límites permitidos por la RM N° 591 – 2008/MINSA, criterio 5.2 de harinas y

sémolas, por otro lado las características sensoriales evaluadas no sufrieron ningún cambio a través del tiempo de evaluación, por lo que no se usaron los resultados del análisis para el cálculo de tiempo de estabilidad del producto ya que no presentaban cambios significativas en las particularidades organolépticas (Anexo 3, 4, 5, 6)

Se puede precisar que la coloración de las muestras de harina de mashua, amarilla y negra, no son relevantes para la investigación, pudiendo ser tratadas como un mismo producto. Para calcular el periodo de estabilidad de la harina, los parámetros usados si aportaron datos importantes a través de los puntos de control realizados cada 30 días; los valores del % de humedad y el recuento de mohos a través del tiempo, si presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) (anexo 53, 54, 55 y 56) valores que sirvieron para construir las gráficas de la fórmula de Arrhenius para el cálculo del periodo de estabilidad del producto.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó una duración estimada de vida de 282 días para la harina de mashua amarilla y de 286 para la harina de mashua negra en relación al recuento de mohos para 21°C (temperatura estándar de la ciudad de Ayacucho). Los valores obtenidos del recuento de mohos tanto en harina de mashua amarilla como en harina de mashua negra en 8 controles resultaron ser significativas $p < 0,05$ (anexo 53 y 54)
2. Se estableció el periodo estimado de vida en base a sus particularidades fisicoquímicas. Se utilizó solo % de Humedad ya que los datos obtenidos de la determinación de cenizas y proteínas, fueron $p > 0,05$ (anexo 47 y 48). Por otro lado, respecto a la humedad el periodo de vida funcional fue de 339 días y 349 días respectivamente para 21°C (temperatura estándar de la ciudad de Ayacucho). Los valores obtenidos del % de humedad tanto para harina de mashua amarilla y negra en 8 controles resultaron ser significativas $p < 0,05$ (anexo 55 y 56).
3. Se evaluó las particularidades organolépticas de las harinas de mashua negra y mashua amarilla, de las cuales se observó que no presentaron cambios durante el tiempo de la evaluación.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar más investigaciones sobre la eficacia de la calidad del producto en periodos de tiempo prolongados de la harina de mashua con otros parámetros, de manera que se pueda entender mejor el comportamiento de degradación de las características de la harina anteriormente mencionada.

Para la elaboración de las gráficas de regresión lineal, considerar más determinaciones para tener más puntos de control, ya que este procedimiento permitirá determinar el comportamiento de la duración estimada de la harina de mashua, a diferentes temperaturas de conservación.

Promover estudios de los derivados de *Tropaeolum tuberosum* de todas las variedades, no solo productos en harina, sino también en bebidas, compotas, mermeladas, entre otros; ya que la harina al ser transformada en otros productos cambia también sus características (dependiendo del tratamiento que se le dé) entonces variará el tiempo estimado de vida útil

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). (1998). Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos para frutas y hortalizas frescas FDA <https://www.F.gov>
- AINIA. (2014). 3 Estudios para estimar la Vida Útil en Alimentos. Recuperado de <https://www.ainia.com/ainia-news/3-metodos-estimar-vida-util-producto-alimentacion/>
- Apaza L, et al. (2019) Usos locales/tradicionales, metabolitos secundarios y actividades biológicas de Mashua (*Tropaelum tuberosum* Ruiz&Pavon). Revista etnofarmacológica.
- Araújo, Adriano & Pena, Rosinelson. (2020). Effect of particle size and temperature on the hygroscopic behaviour of cassava flour from dry group and storage time estimation. *CyTA - Journal of Food*. 18. 178-186. 10.1080/19476337.2020.1717635. Brazil
- Atkins, P., & de Paula, J. (2022). *Físicoquímica* (11.^a ed.). Oxford University Press.
- Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497-516.
- Bustamante, B. (2017) Aplicación de dos metodologías (de punto de corte y riesgos acumulados de Weibull) para la determinación de la vida útil de pan de molde blanco. Universidad Nacional del Callao. Callao. Perú
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). *Salmonella and food*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/salmonella/>
- Chang, R., & Goldsby, K. (2020). *Química* (13.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Codex Alimentarius. (2019). Recommended methods of analysis and sampling. FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Enriquez, R & Vilcapoma, D. (2012) Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) nativo tostado y envasado en tres tipos de envases. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú
- Fernández, J. (2019). *Almacenamiento de productos alimenticios*. Editorial Alim.
- Fleet, G. H. (2011). Yeasts in foods and beverages: Impact on product quality and safety. *Current Opinion in Biotechnology*, 22(2), 198-201.
- Forsido, S.F. et al. (2021) 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(5), e06821. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06821>
- García, T., Rodríguez, L., & Pérez, F. (2017). *Microbiología de los alimentos*. McGraw-Hill.

- Gómez, P., Torres, R., & Luna, S. (2018). *Factores de deterioro en productos agrícolas*. Ediciones Agro.
- Gómez, R. (2019). *Tecnologías de conservación avanzada*. Journal of Food Preservation, 32(4), 456-467.
- Gopal, N., Hill, C., Ross, P. R., Beresford, T. P., Fenelon, M. A., & Cotter, P. D. (2015). The prevalence and control of Bacillus and related spore-forming bacteria in the dairy industry. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1418.
- Granum, P. E., & Lund, T. (1997). *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Letters*, 157(2), 223-228.
- Grau, A. et al. (2003) *Mashua Tropaelum tubersum* Ruiz y Pavón. Engels Jan MM Roma, Italia.
- Hernández, M. (2019). *Evaluación sensorial de alimentos*. Universidad de la Alimentación.
- IDRO. (2022). La vida útil de los alimentos y cómo aumentarla. Recuperado de <https://idro.es/la-vida-util-de-los-alimentos/>
- Instituto de Calidad de la Comunidad Valenciana. (2018). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos. Recuperado de https://www.icoval.org/images/todoguiasappcc/vida_util.pdf
- Jones, L., & Smith, A. (2017). *Microbiología de los alimentos*. McGraw-Hill.
- Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. (2004). Pathogenic Escherichia coli. *Nature reviews microbiology*, 2(2), 123-140.
- Kulchan R. (2010) Shelf life prediction of packaged cassava-flour-based baked product by using empirical models and activation energy for water vapor permeability of polyolefin film. *Journal of Food Engineering*, 100, 3, 10 2010
- Kurtzman, C. P., Fell, J. W., & Boekhout, T. (Eds.). (2011). *The Yeasts: A Taxonomic Study* (5th ed.). Elsevier.
- Lamb, M. M., Dunne, E. F., Schaffner, D. W., & Powell, D. A. (2017). Insights into retail food safety: evidence-based recommendations for retail food stores and food service. *Food Control*, 78, 395-404.
- López, A. (2018). *Análisis químico de alimentos*. Editorial Tecno.
- López, M., García, T., & Pérez, F. (2021). *Buenas prácticas de manufactura en la industria alimentaria*. Editorial Tecno.
- Martínez, D. (2018). *Métodos de evaluación de la calidad alimentaria*. Universidad de la Alimentación.
- Martínez, S. (2020). *Uso de antioxidantes en alimentos*. Journal of Nutritional Biochemistry, 42(2), 134-145.

- Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical microbiology reviews*, 11(1), 142-201.
- Núñez de Villavicencio, M., Hernández Álvarez, R., Rodríguez, I., & Torres-López, Y. (2017). Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. II. Métodos de estimación. *Food Science and Technology (Campinas)*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322701856_METODOLOGIA_PARA_LA_ESTIMACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_LOS_ALIMENTOS_II_METODOS_DE_ESTIMACION
- Odetunmbi, Oluwole & Adejumo, Oluyemisi & Oguntunde, Pelumi & Okagbue, Hilary & Adejumo, Adebowale Olusola & Suleiman, Esivue. (2017). Drying kinetic of industrial cassava flour: Experimental data in view. *Data in Brief*. 15. 10.1016/j.dib.2017.10.008. Nigeria
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2001). *El sistema HACCP: Historia, implementación y beneficios en la industria alimentaria*. <https://www.pag.org>
- Pardo, F. (2019). *Vida útil de los productos alimenticios*. Editorial Nutrívvida.
- Paredes, J., & Ramírez, M. (2018). *Técnicas de laboratorio en bromatología*. Editorial Universitaria.
- Pereira, T. (2017) 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 Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage* (3rd ed.). Springer.
- Rodríguez, G. (2020). *Innovaciones en el envasado de alimentos*. *Food Packaging Journal*, 25(3), 202-213.
- Samson, R. A., Houbraeken, J., Thrane, U., Frisvad, J. C., & Andersen, B. (2010). *Food and Indoor Fungi*. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). *Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens*. *Emerging Infectious Diseases*, 17(1), 7-15.
- Scharff, R. L. (2012). Economic burden from health losses due to foodborne illness in the United States. *Journal of Food Protection*, 75(1), 123-131.
- Smith, H. (2020). *Oxidación de lípidos en alimentos*. *Journal of Food Science*, 45(3), 123-130.
- Stenfors Arnesen, L. P., Fagerlund, A., & Granum, P. E. (2008). From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Reviews*, 32(4), 579-606.

- Tenaillon, O., Skurnik, D., Picard, B., & Denamur, E. (2010). The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 8(3), 207-217.
- Toricella R, et al. (1989) Evaluación Sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la Industria Alimentaria. La Habana
- World Health Organization (WHO). (2020). *Salmonella (non-typhoidal)*. Retrieved from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

ANEXOS

Anexo 1.Registro de recuento de mohos (UFC/ml) en harina de mashua amarilla y negra. Ayacucho 2023

MUESTRAS	TIEMPO (días)							
	Día 0	Día 30	Día 60	Día 90	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
Harina de mashua amarilla a 30°C	12000	16000	19000	25000	30000	41000	46000	56000
Harina de mashua amarilla a 40°C	12000	15000	19000	22000	29000	37000	47000	53000
Harina de mashua negra a 30°C	11000	14000	17000	22000	24000	35000	43000	52000
Harina de mashua negra a 40°C	11000	12000	15000	20000	24000	29000	38000	45000

Anexo 2.Registro de la determinación del % del contenido de humedad harina de mashua amarilla y negra. Ayacucho 2023

MUESTRAS	TIEMPO (días)							
	Día 0	Día 30	Día 60	Día 90	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
Harina de mashua amarilla a 30°C	4	3.5	2.6	2.1	1.8	1	0.3	0.3
Harina de mashua amarilla a 40°C	4	3.4	2.7	1.9	1.3	0.7	0.2	0.1
Harina de mashua negra a 30°C	4	3.3	2.9	2.6	1.9	0.96	0.75	0.32
Harina de mashua negra a 40°C	4	3.1	2.8	1.9	1.7	0.8	0.35	0.11

Anexo 3. Resultados del análisis sensorial en cuanto al color de la harina de mashua amarilla y negra

Tiempo (días)	Muestra	Valor	Unidad
0	Harina de m. amarilla	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	Harina de m. negra	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
30	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
60	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
90	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
120	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales

150	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
180	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
210	A30	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	A40	Característico del producto (amarillo)	Características sensoriales
	N30	Característico del producto (negro)	Características sensoriales
	N40	Característico del producto (negro)	Características sensoriales

A30= harina de mashua amarilla a 30°C

A40=harina de mashua amarilla a 40°C

N30 = harina de mashua negra a 30°C

N40 = harina de mashua negra a 40°C

Anexo 4. Resultados del análisis sensorial en cuanto al olor de la harina de mashua amarilla y negra

Tiempo (días)	Muestra	Valor	Unidad
0	Harina de m. amarilla	Típico del producto	Características sensoriales
	Harina de m. negra	Típico del producto	Características sensoriales
30	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
60	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
90	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
120	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
150	A30	Típico del producto	Características sensoriales

	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
180	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
210	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales

A30= harina de mashua amarilla a 30°C

A40=harina de mashua amarilla a 40°C

N30 = harina de mashua negra a 30°C

N40 = harina de mashua negra a 40°C

Anexo 5. Resultados del análisis sensorial en cuanto al sabor de la harina de mashua amarilla y negra

Tiempo (días)	Muestra	Valor	Unidad
0	Harina de m. amarilla	Típico del producto	Características sensoriales
	Harina de m. negra	Típico del producto	Características sensoriales
30	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
60	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
90	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
	A40	Típico del producto	Características sensoriales
120	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
150	A30	Típico del producto	Características sensoriales

	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
180	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales
	A30	Típico del producto	Características sensoriales
210	A40	Típico del producto	Características sensoriales
	N30	Típico del producto	Características sensoriales
	N40	Típico del producto	Características sensoriales

A30= harina de mashua amarilla a 30°C

A40=harina de mashua amarilla a 40°C

N30 = harina de mashua negra a 30°C

N40 = harina de mashua negra a 40°C

Anexo 6. Resultados del análisis sensorial en cuanto a la textura de la harina de mashua amarilla y negra

Tiempo (días)	Muestra	Valor	Unidad
0	Harina de m. amarilla	Presenta firmeza	Características sensoriales
	Harina de m. negra	Presenta firmeza	Características sensoriales
30	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
60	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
90	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
120	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
150	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales

	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
180	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	A30	Presenta firmeza	Características sensoriales
210	A40	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N30	Presenta firmeza	Características sensoriales
	N40	Presenta firmeza	Características sensoriales

A30= harina de mashua amarilla a 30°C

A40=harina de mashua amarilla a 40°C

N30 = harina de mashua negra a 30°C

N40 = harina de mashua negra a 40°C

CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ORDEN CINÉTICA

Recuento de mohos

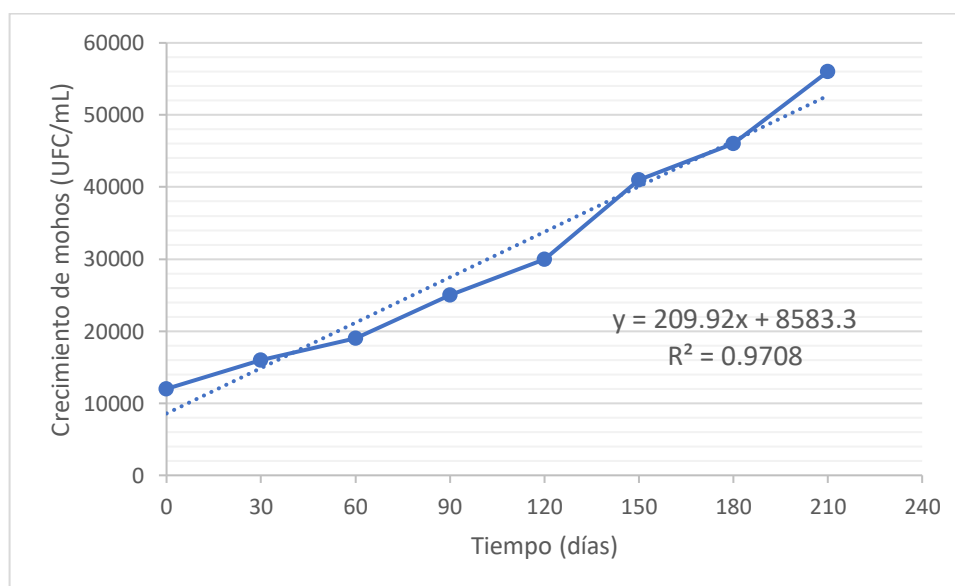
Harina de mashua amarilla

Temperatura: 30°C

Anexo 7. Promedio de conteo de UFC de mohos - harina de mashua amarilla
30°C

Días	Promedio de UFC/mL
0	12000
30	16000
60	19000
90	25000
120	30000
150	41000
180	46000
210	56000

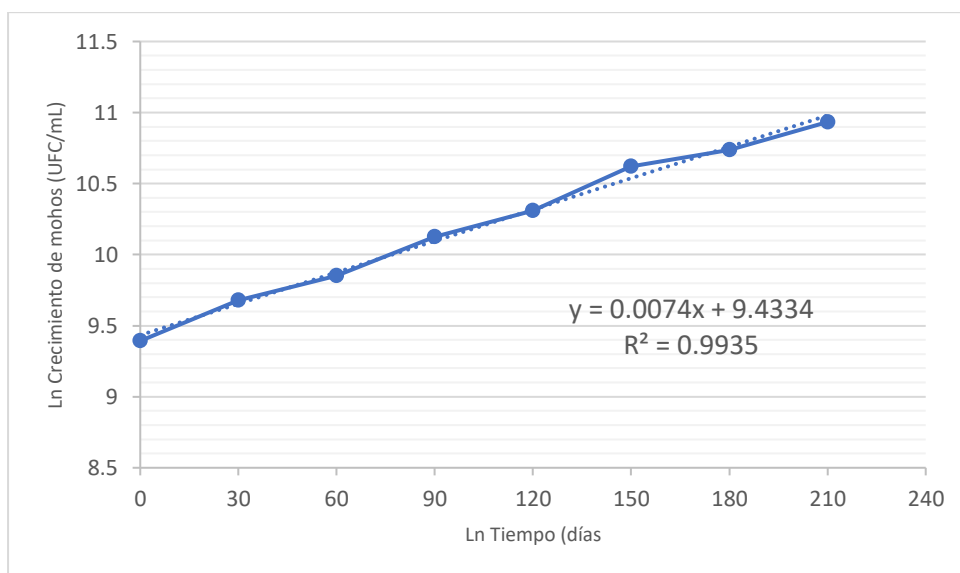
Anexo 8. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos
(UFC/mL) harina de mashua amarilla



Anexo 9.Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos - harina de mashua amarilla 30°C

Días	Ln UFC/mL
0	9.39266193
30	9.680344
60	9.85219426
90	10.1266311
120	10.3089527
150	10.6213273
180	10.7363967
210	10.933107

Anexo 10.Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua amarilla 30°C



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R^2

Anexo 11. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua amarilla a 30°C

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R²)
Orden cero	0.9708
Orden uno	0.9935

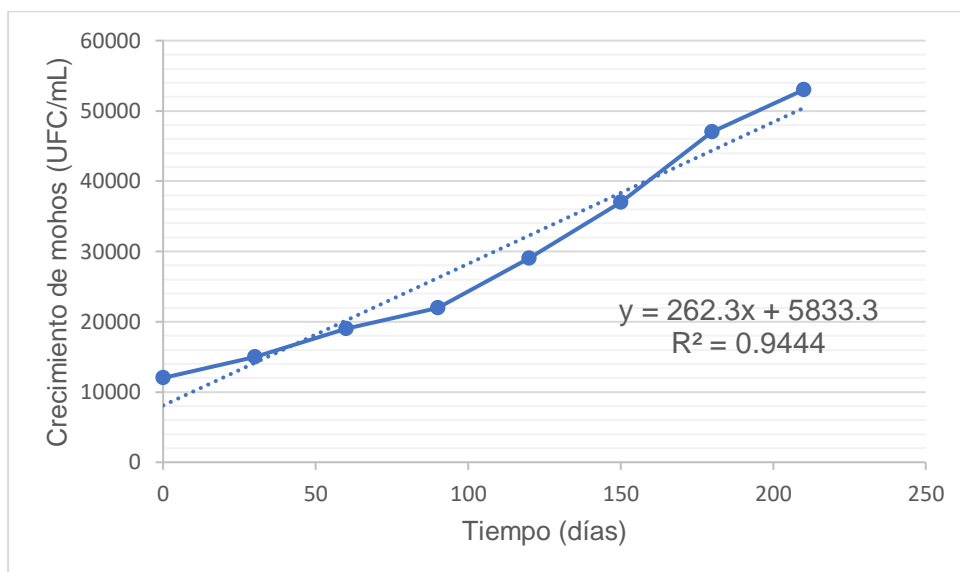
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Temperatura: 40°C

Anexo 12. Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua amarilla 40°C

Días	Promedio de UFC/mL
0	12000
30	15000
60	19000
90	22000
120	29000
150	37000
180	47000
210	53000

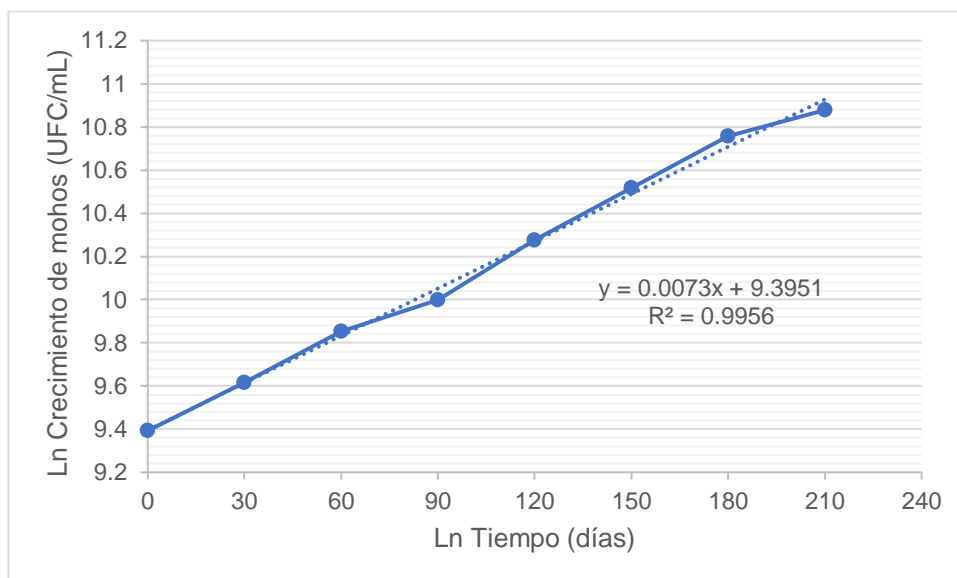
Anexo 13. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL), harina de mashua amarilla 40°C



Anexo 14. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos para 40°C

Días	Ln UFC/mL
0	9.39266193
30	9.61580548
60	9.85219426
90	9.99879773
120	10.2750511
150	10.5186732
180	10.7579029
210	10.8780472

Anexo 15. Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua amarilla 40°C



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R^2

Anexo 16. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua amarilla a 40°C

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
Orden cero	0.9444
Orden uno	0.9956

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

HARINA DE MASHUA NEGRA

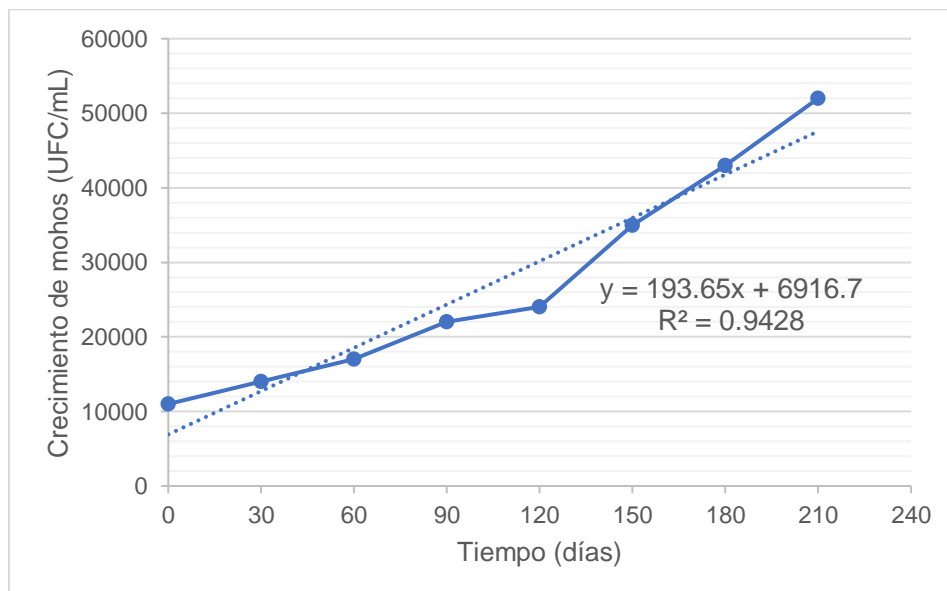
Temperatura: 30°C

Orden de reacción cinética cero

Anexo 17. Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 30°C

Días	Promedio de UFC/mL
0	11000
30	14000
60	17000
90	22000
120	24000
150	35000
180	43000
210	52000

Anexo 18. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 30°C

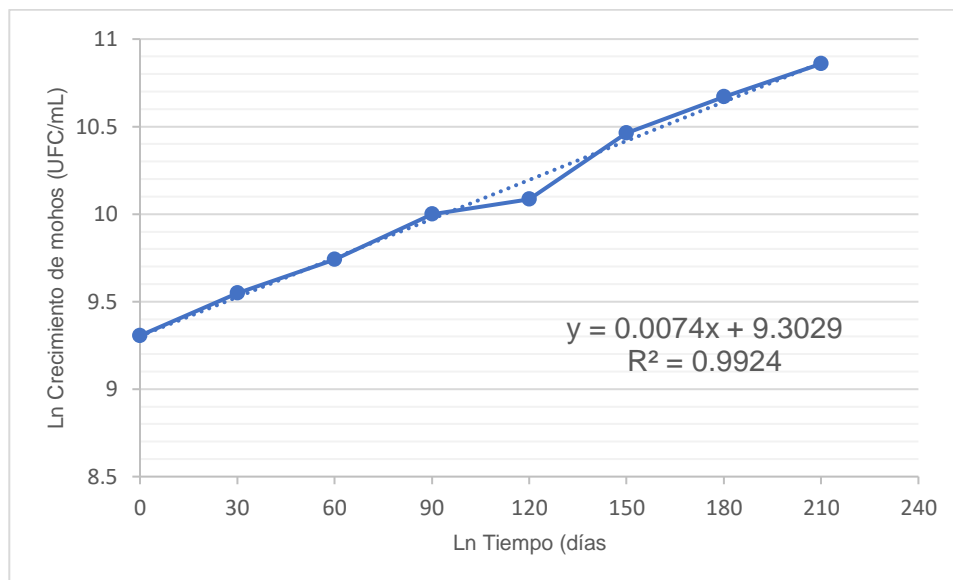


Orden de reacción cinética uno

Anexo 19.Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 30°C

Días	Ln UFC/mL
0	9.30565055
30	9.54681261
60	9.74096862
90	9.99879773
120	10.0858091
150	10.4631033
180	10.6689554
210	10.858999

Anexo 20.Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 30°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 21. *Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua negra a 30°C*

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
Orden cero	0.9428
Orden uno	0.9924

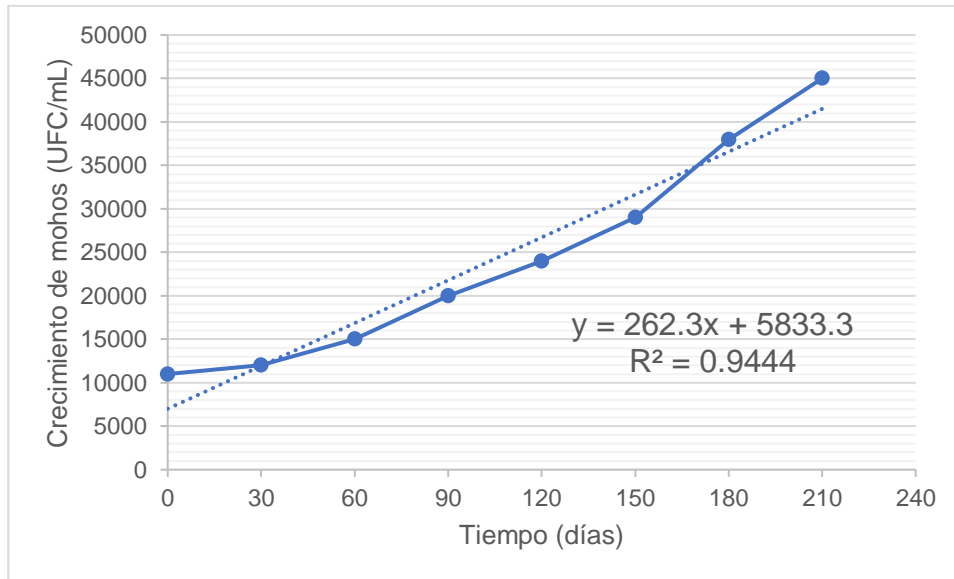
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Temperatura: 40°C

Anexo 22. *Promedio de conteo de UFC de mohos, mashua negra 40°C*

Días	Promedio de UFC/mL
0	11000
30	12000
60	15000
90	20000
120	24000
150	29000
180	38000
210	45000

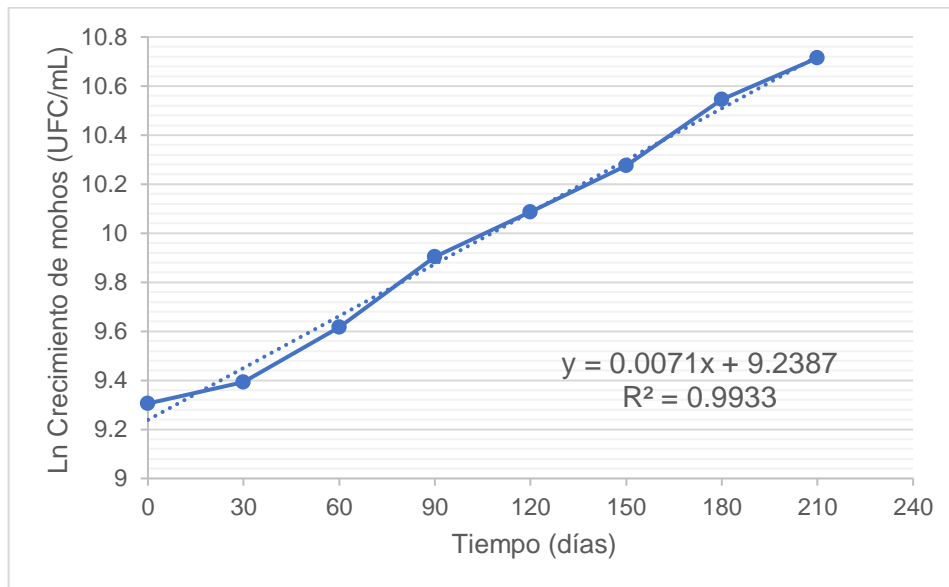
Anexo 23. Regresión lineal Tiempo vs promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 40°C



Anexo 24. Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos, harina de mashua negra 40°

Días	Ln UFC/mL
0	9.30565055
30	9.39266193
60	9.61580548
90	9.90348755
120	10.0858091
150	10.2750511
180	10.5453414
210	10.7144178

Anexo 25. Regresión lineal Tiempo vs Ln promedio de crecimiento de mohos (UFC/mL) harina de mashua negra 40°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 26. Comparación de las ordenes de reacción para el crecimiento de mohos, harina de mashua negra a 40°C

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
Orden cero	0.9444
Orden uno	0.9933

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Análisis fisicoquímico

Humedad

Harina de mashua amarilla

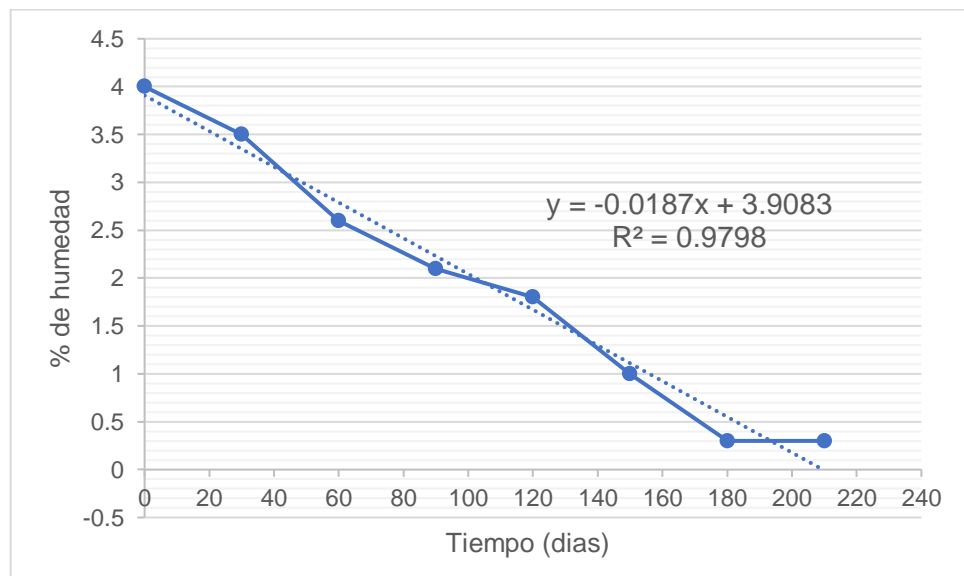
Temperatura: 30°C

Orden de reacción cero

Anexo 27. Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C

Días	% de humedad
0	4
30	3.5
60	2.6
90	2.1
120	1.8
150	1
180	0.3
210	0.3

Anexo 28. Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C

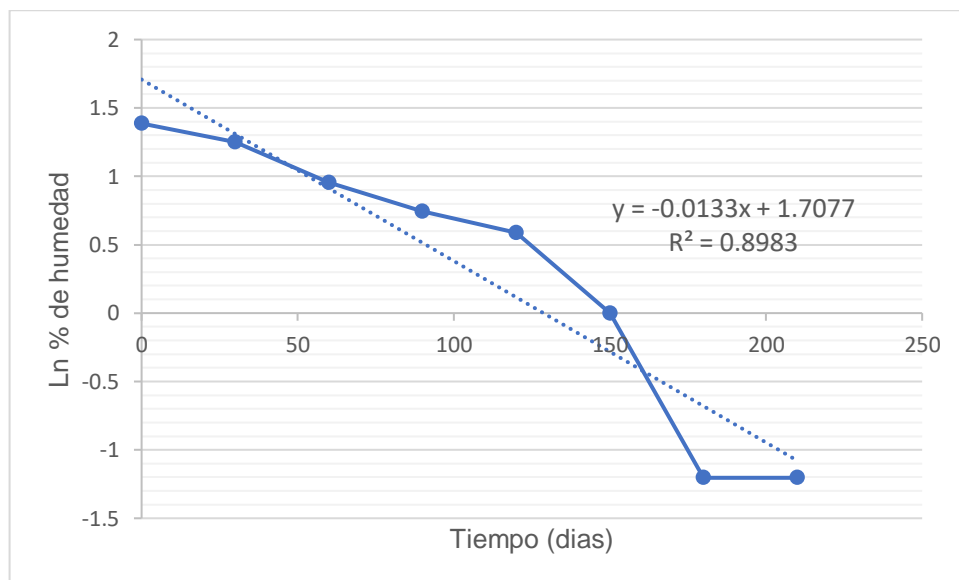


Orden de reacción uno

Anexo 29.Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C

Días	Ln % de humedad
0	1.386294361
30	1.252762968
60	0.955511445
90	0.741937345
120	0.587786665
150	0
180	-1.203972804
210	-1.203972804

Anexo 30.Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua amarilla 30°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 31. *Comparación de las ordenes de reacción para % de humedad, harina de mashua amarilla a 30°C*

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
ORDEN CERO	0.9798
ORDEN UNO	0.8983

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

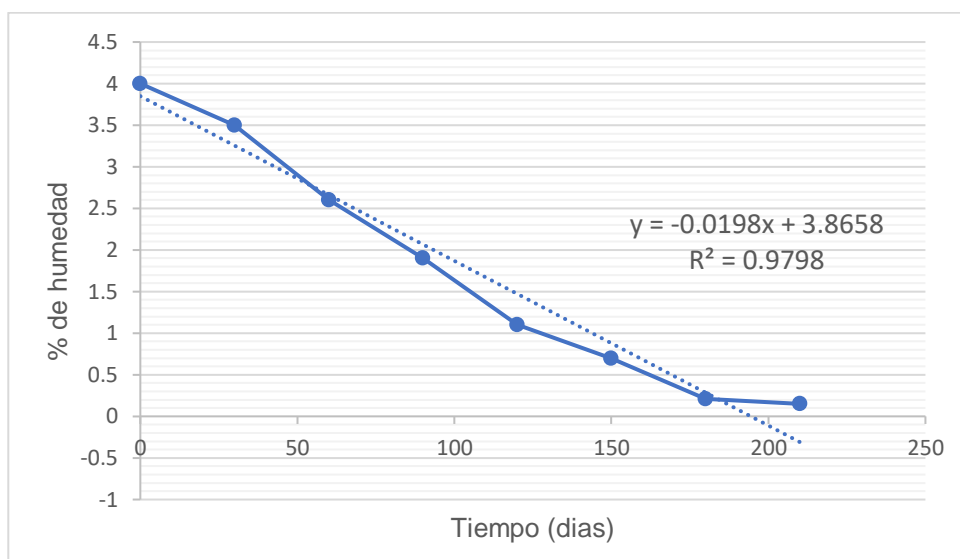
Temperatura: 40°C

Orden de reacción cero

Anexo 32. *Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C*

Días	% de humedad
0	4.1
30	3.4
60	2.7
90	1.9
120	1.3
150	0.7
180	0.2
210	0.1

Anexo 33. Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C

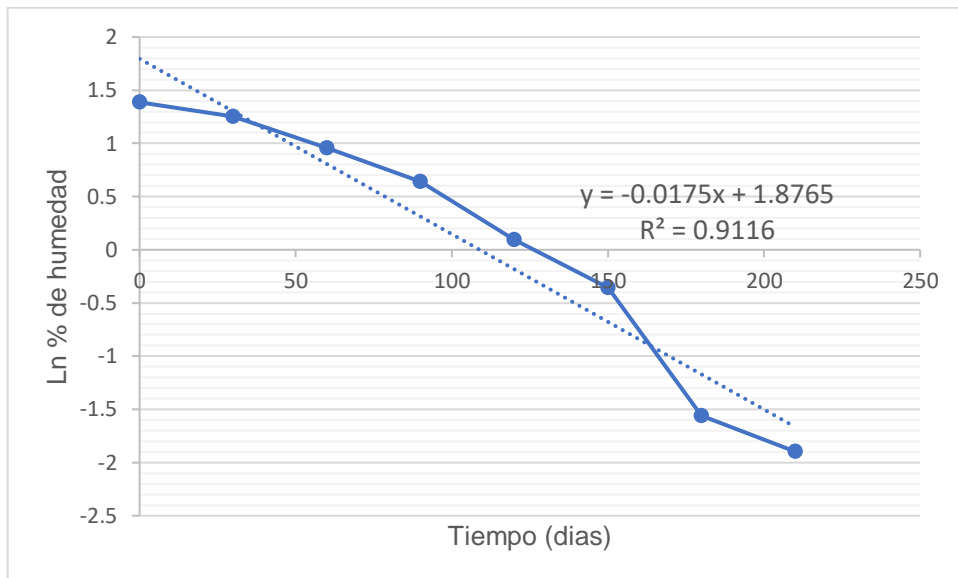


Orden de reacción uno

Anexo 34. Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C

Días	Ln % de humedad
0	1.38629436
30	1.22377543
60	0.99325177
90	0.64185389
120	0.26236426
150	-0.35667494
180	-1.56064775
210	-2.30258509

Anexo 35. Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua amarilla 40°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 36. Comparación de las ordenes de reacción para % de Humedad, harina de mashua amarilla a 40°C

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
ORDEN CERO	0.9798
ORDEN UNO	0.9116

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es mas cercano al valor de 1.

Harina de mashua negra

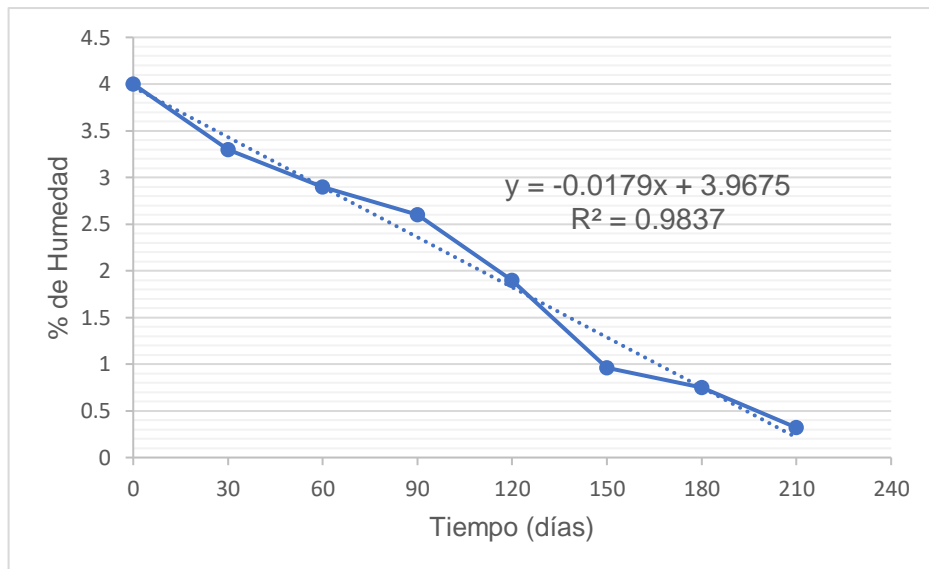
Temperatura: 30°C

Orden de reacción cero

Anexo 37.*Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C*

Días	% de humedad
0	4
30	3.3
60	2.9
90	2.6
120	1.9
150	0.96
180	0.75
210	0.32

Anexo 38.*Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C*

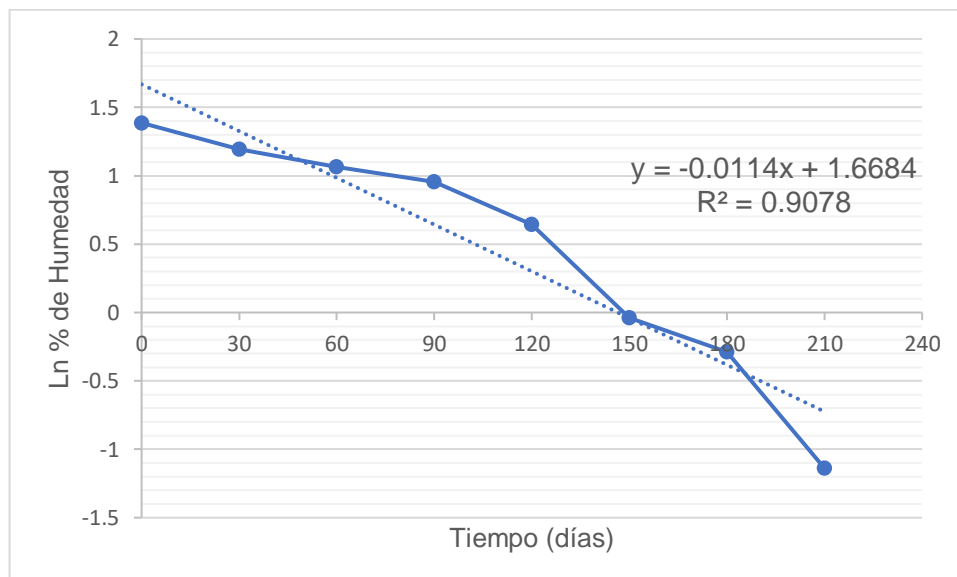


Orden de reacción uno

Anexo 39.Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 30°C

Días	Ln % de humedad
0	1.38629436
30	1.19392247
60	1.06471074
90	0.95551145
120	0.64185389
150	-0.04082199
180	-0.28768207
210	-1.13943428

Anexo 40.Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua negra 30°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 41. *Comparación de las ordenes de reacción para % de humedad, harina de mashua negra a 30°C*

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
ORDEN CERO	0.9837
ORDEN UNO	0.9078

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

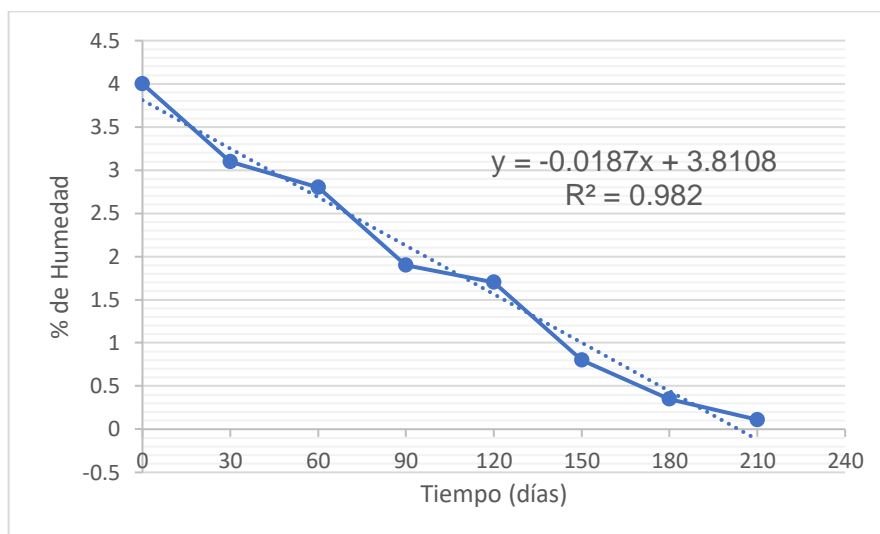
Resultados a 40°C

Orden de reacción cero

Anexo 42. *Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C*

Días	% de humedad
0	4
30	3.1
60	2.8
90	1.9
120	1.7
150	0.8
180	0.35
210	0.11

Anexo 43. Regresión lineal Tiempo vs promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C

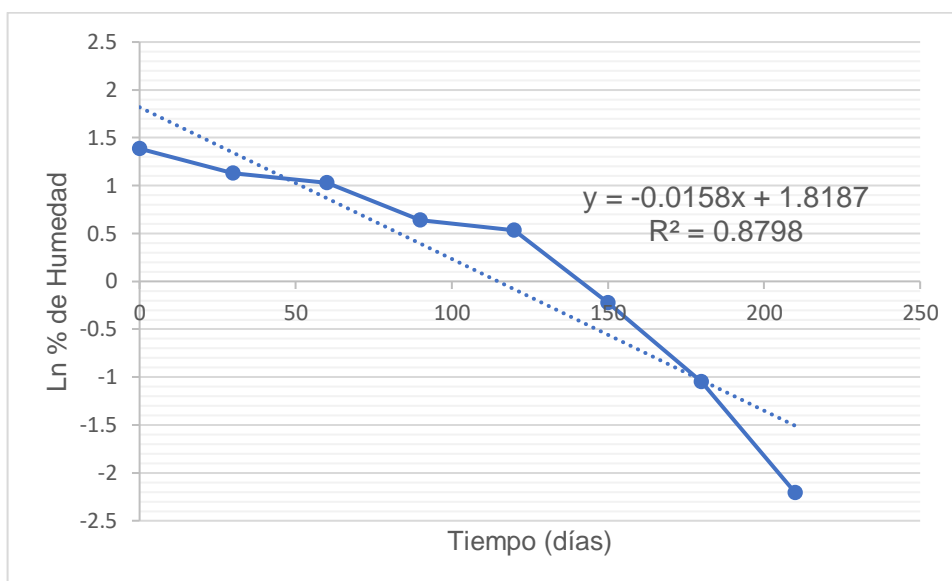


Orden de reacción uno

Anexo 44. Ln Promedio del % de Humedad, harina de mashua negra 40°C

Días	Ln % de humedad
0	1.38629436
30	1.13140211
60	1.02961942
90	0.64185389
120	0.53062825
150	-0.22314355
180	-1.04982212
210	-2.20727491

Anexo 45. Regresión lineal Tiempo vs Ln % de Humedad, harina de mashua negra 40°C



Para determinar el orden se realiza la comparación de las R^2

Anexo 46. Comparación de las ordenes de reacción para % de Humedad, harina de mashua negra a 40°C

ORDEN DE REACCIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)
ORDEN CERO	0.9820
ORDEN UNO	0.8798

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de humedad es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es mas cercano al valor de 1.

Anexo 47. Prueba de T-Student para el análisis de contenido de cenizas en harina de mashua amarilla y negra

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	antes - despues	-,95500	,13435	,09500	-2,16209	,25209	-10,053	1	,063	

Nota: La tabla presenta los resultados de la prueba t de Student para muestras emparejadas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones realizadas en el contenido de cenizas de harina de mashua amarilla y negra ($p > .05$).

Anexo 48. Prueba de T-Student para el análisis de contenido de proteínas en harina de mashua amarilla y negra

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	antes - despues	-,89500	,37477	,26500	-4,26214	2,47214	-3,377	1	,183	

Nota: La tabla presenta los resultados de la prueba t de Student para muestras emparejadas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones realizadas en el contenido de cenizas de harina de mashua amarilla y negra ($p > .05$).

Anexo 49. Análisis de varianza, para el recuento de mohos, en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C

ANOVA					
RECuento DE MOHOS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	183843750,000	3	61281250,000	,291	,831
Dentro de grupos	5888375000,000	28	210299107,143		
Total	6072218750,000	31			

Nota: El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el parámetro de recuento de mohos, de las muestras de harina de mashua amarilla y negra, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, ya que el valor de p fue superior a 0.05. Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones evaluadas, el color de la harina de mashua no generó variaciones significativas en la característica analizadas.

Anexo 50. Prueba de HSD Tukey para el recuento de mohos en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C y harina de mashua negra a 30°C y 40°C

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: recuento de mohos

HSD Tukey^a

HARINA DE MASHUA	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
MN40	8	24250,0000
MN30	8	27250,0000
MA40	8	29250,0000
MA30	8	30625,0000
Sig.		,816

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Nota. Según el análisis post hoc mediante la prueba de Tukey HSD para el recuento de mohos, en harina de mashua amarilla y negra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.816$). Todos los tratamientos (MN40, MN30, MA40 y MA30) conforman un único subconjunto homogéneo, lo cual indica que, bajo el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), las medias comparadas son estadísticamente equivalentes. Por tanto, no se evidencian efectos diferenciadores atribuibles a los tratamientos aplicados.

Anexo 51. Análisis de Varianza para % de humedad, en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C

ANOVA					
% DE HUMEDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,427	3	,142	,073	,974
Dentro de grupos	54,311	28	1,940		
Total	54,738	31			

Nota: El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el parámetro de recuento de mohos, de las muestras de harina de mashua amarilla y negra, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, ya que el valor de p fue superior a 0.05. Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones evaluadas, el color de la harina de mashua no generó variaciones significativas en la característica analizadas

Anexo 52. Prueba de HSD Tukey para el % de humedad en harina de mashua amarilla a 30°C y 40°C, y en harina de mashua negra a 30°C y 40°C

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: % DE HUMEDAD
HSD Tukey^a

HARINA DE MASHUA	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
MA40	8	1,7875
MN40	8	1,8450
MA30	8	1,9500
MN30	8	2,0913
Sig.		,972

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Nota. Según el análisis post hoc mediante la prueba de Tukey HSD para la determinación del % de humedad, en harina de mashua amarilla y negra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.972$). Todos los tratamientos (MN40, MN30, MA40 y MA30) conforman un único subconjunto homogéneo, lo cual indica que, bajo el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), las medias comparadas son estadísticamente equivalentes. Por tanto, no se evidencian efectos diferenciadores atribuibles a los tratamientos aplicados.

Anexo 53. Análisis de Varianza para el recuento de mohos en harina de mashua amarilla 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)

ANOVA					
RECuento DE MOHOS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3302437500,000	7	471776785,714	204,012	,000
Dentro de grupos	18500000,000	8	2312500,000		
Total	3320937500,000	15			

NOTA: El análisis de varianza (ANOVA) arrojó un valor de $p = 0,000$, lo cual evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados. Dado que el p valor es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que al menos uno de los grupos presenta una media significativamente diferente. Este resultado refuerza la validez de las diferencias observadas y descarta que sean producto del azar.

Anexo 54. Análisis de Varianza para el recuento de mohos en harina de mashua negra de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)

ANOVA					
RECuento DE MOHOS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2550000000,000	7	364285714,286	47,775	,000
Dentro de grupos	61000000,000	8	7625000,000		
Total	2611000000,000	15			

NOTA: El análisis de varianza (ANOVA) arrojó un valor de $p = 0,000$, lo cual evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados. Dado que el p valor es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que al menos uno de los grupos presenta una media significativamente diferente. Este resultado refuerza la validez de las diferencias observadas y descarta que sean producto del azar.

Anexo 55. Análisis de Varianza para la determinación del % de humedad en harina de mashua amarilla de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)

ANOVA					
% DE HUMEDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28,429	7	4,061	144,403	,000
Dentro de grupos	,225	8	,028		
Total	28,654	15			

NOTA: El análisis de varianza (ANOVA) arrojó un valor de $p = 0,000$, lo cual evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados. Dado que el p valor es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que al menos uno de los grupos presenta una media significativamente diferente. Este resultado refuerza la validez de las diferencias observadas y descarta que sean producto del azar.

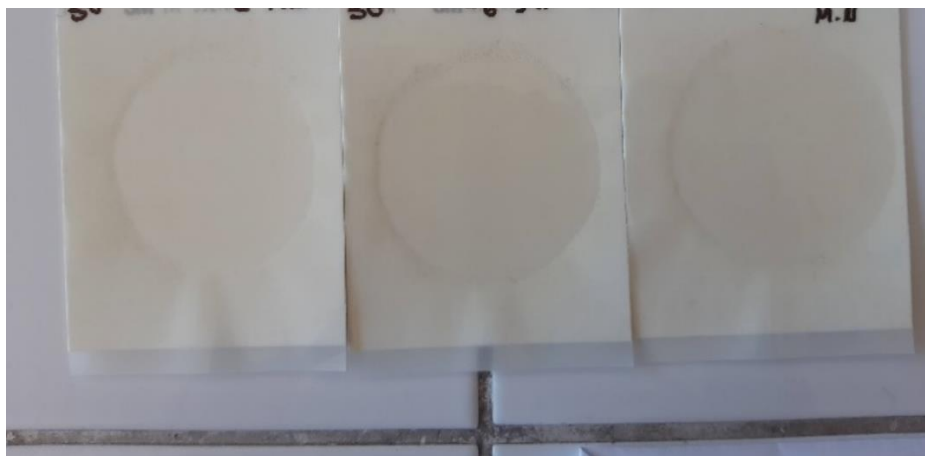
Anexo 56. Análisis de Varianza para la determinación del % de humedad en harina de mashua negra de 30° y 40°, en relación a los 8 puntos de control (día 0 al día 210)

ANOVA					
% DE HUMEDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25,600	7	3,657	72,267	,000
Dentro de grupos	,405	8	,051		
Total	26,005	15			

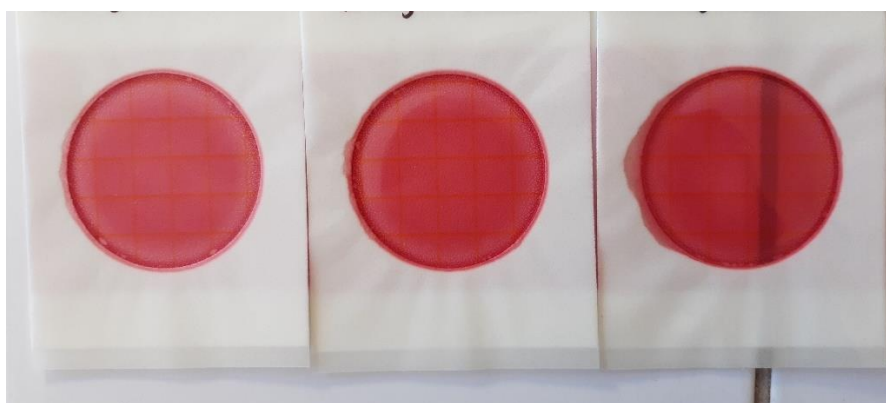
NOTA: El análisis de varianza (ANOVA) arrojó un valor de $p = 0,000$, lo cual evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados. Dado que el p valor es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que al menos uno de los grupos presenta una media significativamente diferente. Este resultado refuerza la validez de las diferencias observadas y descarta que sean producto del azar.

Anexo 57. *Uso de las láminas PETRIFILM a) recuento de mohos, b) recuento de coliformes, c) determinación de ausencia y/o presencia de Salmonella sp* **Uso de las láminas PETRIFILM a) recuento de mohos, b) recuento de coliformes, c) determinación de ausencia y/o presencia de Salmonella sp**

a



b



C



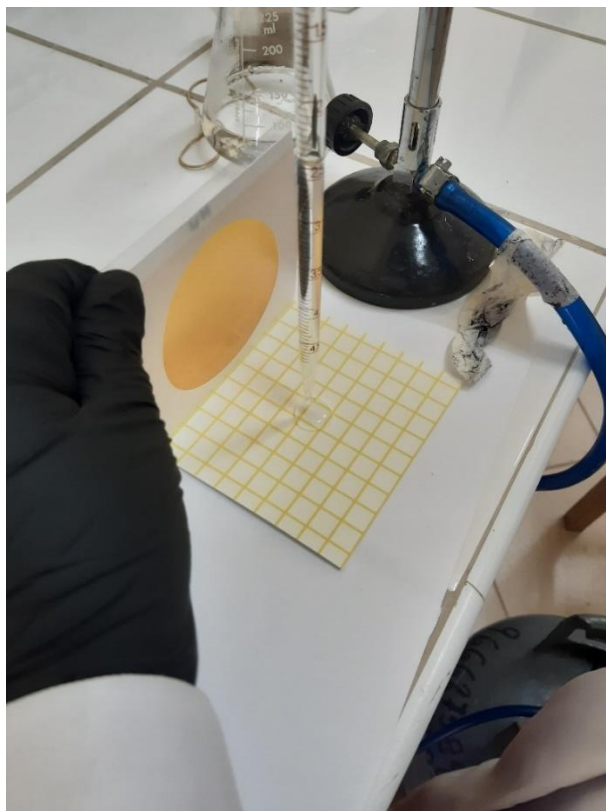
Anexo 58. Enriquecimiento para la determinación de ausencia/presencia de *Salmonella* sp



Anexo 59. Muestras diluidas



Anexo 60. *Inoculación de las muestras diluidas, se trabajó en mechero como en cabina de flujo laminar*



Anexo 61. Preparación de las muestras para determinación de % de humedad



Anexo 62. Determinación de cenizas



Anexo 63. Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl



Anexo 64. Certificado de identificación taxonómica de *Tropaeolum tuberosum* "mashua negra". Ayacucho – 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232970 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232298 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

HERBARIO VARGAS CUZ

CERTIFICADO DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA N° 002-2022-HVC-FC-UNSAAC

La Directora del Herbario Vargas CUZ, Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), deja constancia que: el señor **Gilmar Peña Rojas**, con DNI N° 10459624, investigador del proyecto de investigación denominado: "Aislamiento y caracterización de compuestos heterocíclicos de tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" con actividad antiinflamatoria y antitumoral" de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ha presentado a la Dirección del Herbario Vargas CUZ una muestra botánica para su determinación taxonómica (expediente N° 402268). La que al ser diagnosticada por el Mgt. Abel Monteagudo Mendoza, utilizando claves dicotómicas, consulta con bibliografía especializada, y comparación con muestras del herbario, concuerdan con la siguiente especie; de acuerdo a la clasificación del Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group-APG IV, 2016).

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL
1	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pav.	"mashua"

Se le expide la presente certificación a petición formal del interesado, para los fines que vieran por conveniente.

Cusco, 20 de Enero del 2022

Blga. María Luisa Ochoa Cámara
Directora del Herbario Vargas CUZ



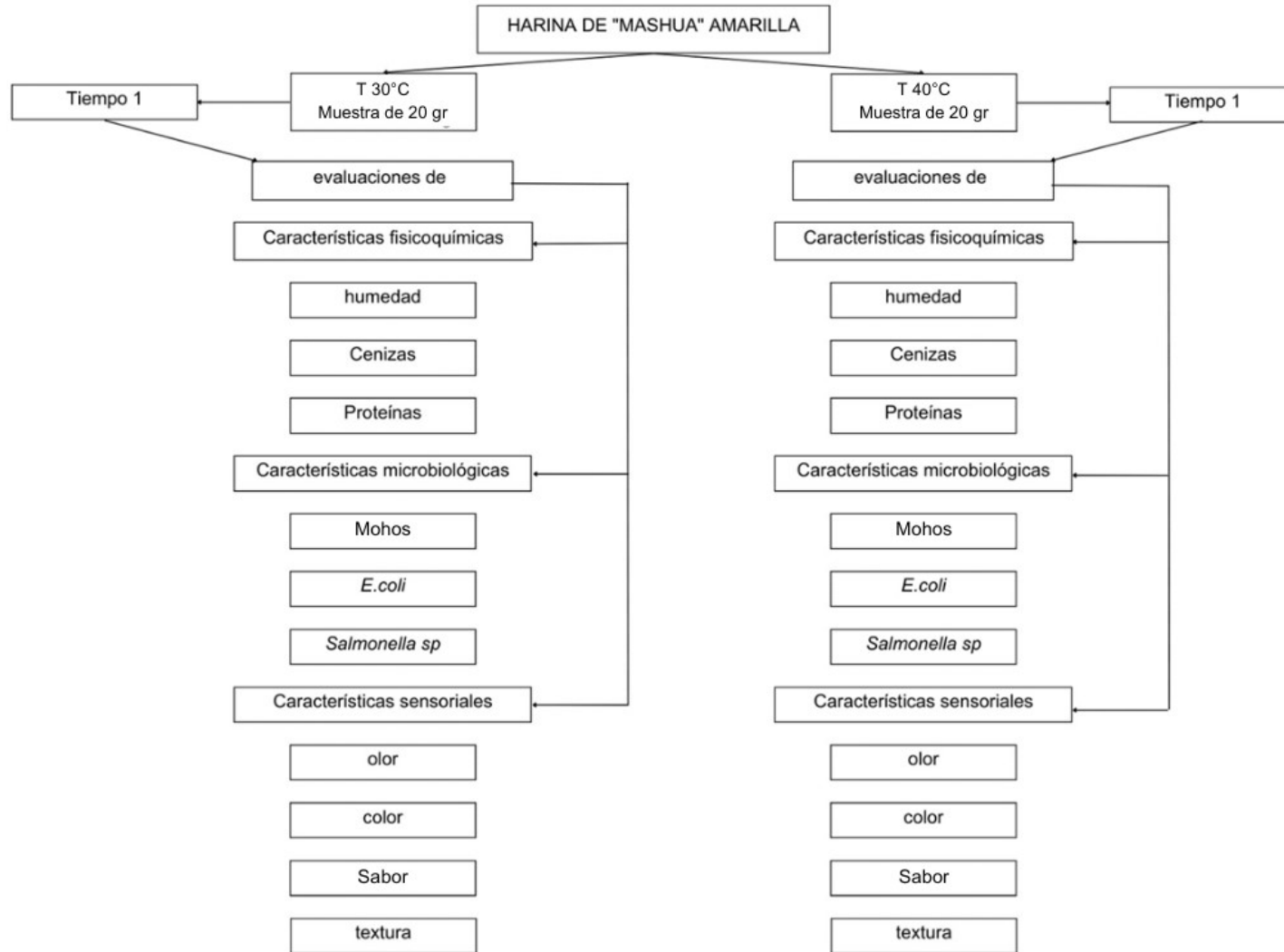
Anexo 65. Matriz de consistencia

TÍTULO DEL PROYECTO: Vida útil de harina de dos morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIÓTESIS	METODOLOGIA	VARIABLE E INDICADORES	ASPECTOS METODOLÓGICOS
¿Cuál será el tiempo de vida útil de la harina de dos morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”, en relación a sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales?	<p>Objetivo general Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua negra y mashua amarilla</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y mashua negra, en relación a sus características fisicoquímicas. ❖ Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y mashua negra, en relación a sus características microbiológicas. ❖ Determinar el tiempo de vida útil de la harina de mashua amarilla y 	<p>ANTECEDENTES TEORÍAS Y ENFOQUES Mashua Composición química - nutricional Harinas Límite de aceptabilidad de harinas Requisitos microbiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mohos • <i>E.coli</i> • <i>Salmonella sp</i> <p>Características fisicoquímicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteínas • Cenizas <p>Características sensoriales Formas de deterioro de la Harina Vida útil de la Harina Estudio acelerado de Vida Útil Tipos de empaque usados en la industria alimentaria</p> <p>MARCO LEGAL Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Directiva sanitaria N°032 – MINSA – DIGESA – V01. Procedimiento para la recepción de muestras de alimentos y bebidas de consumo</p>	El tiempo de vida útil de la harina de mashua negra y amarilla superan los 100 días, considerando estables todas sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, garantizando así que el alimento sea apto para el consumo humano.	<p>1.Proceso de pulverización de la harina de <i>Tropaeolum tuberosum</i></p> <p>2.Acondicionamiento de muestras</p> <p>3.Exámenes: <u>Evaluación Microbiológica de la harina de mashua amarilla y negra</u> Se realizará el recuento de Mohos y levaduras mediante Técnica PETRIFILM AOAC Recuento de coliformes – <i>E. coli</i> mediante Técnica de PETRIFILM AOAC, Detección de Salmonella mediante Técnica PETRIFILM AOAC</p> <p><u>Evaluación Físico-química de la harina de mashua amarilla y negra</u> Humedad Se realizará usando la metodología descrita en la NTP 205.037 – 2022 Proteínas Se realizará usando la metodología descrita en la NTP 205.042 – 1976 Cenizas</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30° • 40° <p>Tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 días • 60 días • 90 días • 120 días <p>VARIABLE DEPENDIENTE Características fisicoquímicas Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Acidez <p>Características microbiológicas Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mohos y levaduras • Coliformes • Salmonella sp <p>Características sensoriales Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Sabor • Textura 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Básica</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Cuasi-experimental</p> <p>DISEÑO DE MUESTREO Explicativo- descriptivo</p> <p>POBLACIÓN Harina de dos morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”</p> <p>MUESTRA Está conformado por una muestra no aleatoria que consiste en partes de la totalidad de la población de harina pulverizada de dos morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”</p> <p>INSTRUMENTOS Cabinas de bioseguridad Cuenta colonias Balanza Estufa Autoclave Medidor de actividad del agua Horno</p>

	<p>mashua negra, relación a sus características sensoriales.</p>	<p>humano en el laboratorio de Control Ambiental de la dirección general de salud ambiental del Ministerio de Salud</p> <p>Manual DIGESA. Manual de análisis microbiológicos de alimentos. Dirección general de salud ambiental 2001</p> <p>Norma Técnica Peruana NTP 205.039-2022. CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS. HARINAS. Determinación de la acidez titulable.</p> <p>Norma Técnica Peruana NTP 205.037-2022 CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS. HARINAS. Determinación de humedad</p>		<p>Se realizará usando la metodología descrita en la NTP 205.039 – 2022</p> <p><u>Evaluación Sensorial de la harina de mashua amarilla y negra</u></p> <p>Se realizará utilizando la Metodología descrito por Toricella y col en el año1989</p>		<p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</p> <p>Para llevar a cabo estas pruebas estadísticas, se utilizarán dos programas estadísticos, específicamente el programa Excel y SPSS 23.</p>
--	--	--	--	--	--	---

Anexo 66. Diagrama de métodos de análisis (microbiológico, fisicoquímico, sensorial)

Se consideró el diagrama para los días 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210; así como para la harina de mashua negra. Hubo una excepción en las determinaciones de proteínas y cenizas, donde solo se evaluó este parámetro en los días 0 y 210.





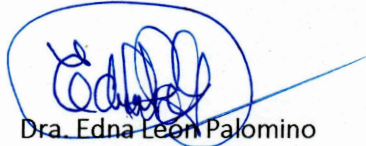
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Rosario Del Pilar TAIBE SANTIAGO
RESOLUCIÓN DECANAL N° 379-2025-UNSCH-FCB-D

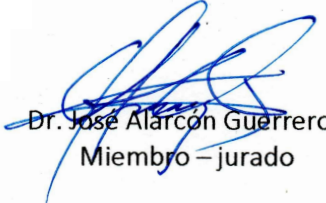
En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día viernes diecisiete de octubre del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargado el Dr. Serapio Romero Gavilán con memorando N° 240-2025-UNSCH-EDU-FCB con fecha diecisiete de octubre del año dos mil veinticinco, la Dra. Edna León Palomino (miembro – jurado), el Dr. José Alarcón Guerrero (miembro – jurado), el Ing. Jack Edson Hernández Mavila (miembro – jurado), la Dra. Vidalina Andía Ayme (miembro – asesor) y actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García, para presenciar la sustentación de tesis titulada: Vida útil de harina de dos morfotipos de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2023, presentado por la Bach. Rosario Del Pilar TAIBE SANTIAGO; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:


Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dra. Edna León Palomino	17	17	17
Dr. José Alarcón Guerrero	16	16	16
Ing. Jack Edson Hernández Mavila	16	16	16
PROMEDIO			16

El sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

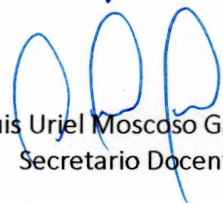

Dr. Serapio Romero Gavilán
Presidente (e)


Dra. Edna León Palomino
Miembro - jurado


Dr. José Alarcón Guerrero
Miembro – jurado


Ing. Jack Edson Hernández Mavila
Miembro - jurado


Dra. Vidalina Andía Ayme
Miembro - asesor


Mg. Luis Uriel Moscoso García
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA-ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N°12-2026-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Vida útil de harina de dos morfotipos de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2023**, por ROSARIO DEL PILAR TAÍPE SANTIAGO; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 9%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 14 de abril del 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Vida útil de harina de dos morfotipos de *Tropaeolum tuberosum* “mashua”. Ayacucho, 2023

por Rosario Del Pilar Taipe Santiago

Fecha de entrega: 13-abr-2026 07:36p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2931173155

Nombre del archivo: AIPE_SANTIAGO_-_Rosario_Del_Pilar_-_pregrado_-_2025_TURNITIN.pdf (696.93K)

Total de palabras: 14081

Total de caracteres: 74280

Vida útil de harina de dos morfotipos de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 32 (2016)", Brill, 2018 Publicación	<1%
6	d.documentop.com Fuente de Internet	<1%
7	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	dspace.umh.es Fuente de Internet	<1%
9	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

10

repositorio.usfq.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo