



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“INFLUENCIA DE ZONAS AGROECOLÓGICAS Y MÉTODOS DE
SECADO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y
FUNCIONALES DE HARINA INSTANTÁNEA DE MASHUA
NEGRA (*Tropaeolum Tuberosum Ruiz & Pavón*) EN PERÚ.”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. GALINDO QUISPE, EDITH

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DE ZONAS AGROECOLÓGICAS Y MÉTODOS DE SECADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y FUNCION

AUTOR

Edith GALINDO QUISPE

RECuento de palabras

36699 Words

RECuento de caracteres

193052 Characters

RECuento de páginas

214 Pages

Tamaño del archivo

3.3MB

Fecha de entrega

May 25, 2023 12:28 PM GMT-5

Fecha del informe

May 25, 2023 12:30 PM GMT-5

● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

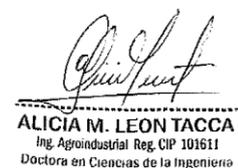
- 19% Base de datos de Internet
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



Dr. Alejandro Coloma Paxi
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
CIP: 68687



ALICIA M. LEON TACCA
Ing. Agroindustrial Reg. CIP 101611
Doctora en Ciencias de la Ingeniería

Resumen



DEDICATORIA

Dedico principalmente a Dios, y con mucho cariño a mis padres: Simón y Gregoria por su apoyo incondicional, por la motivación, confianza y consejos que siempre me dan para seguir adelante.

A mis hermanos, por su compañía en los buenos y malos momentos, así mismo a mi esposo y mis hijos por que significaron mi principal motivación para culminar esta investigación.

Edith.G.Q.



AGRADECIMIENTOS

Doy gracias de todo corazón primeramente a Dios por darme la vida y estar siempre conmigo, por ayudarme y darme fortaleza en todo momento.

A la universidad Nacional del Altiplano y a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial por haber contribuido en mi formación profesional. A mi asesor Dr. Alejandro ColomaPaxi y a los miembros de jurado, quienes contribuyeron con su comprensión, apoyo y orientación para la culminación de este trabajo. Finalmente agradezco a toda mi familia quienes han contribuido en mi desarrollo profesional, por compartir conocimientos y experiencias.

Edith G.Q.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 20

2.2. MARCO TEÓRICO..... 24

2.2.1. Mashua 24

2.2.1.1 Producción de la mashua en la región Puno. 26

2.2.1.2 Zona de producción de la Mashua en el Perú 26

2.2.1.3 Descripción Geográfica 30

2.2.2. Características del cultivo..... 30

2.2.3. Tipos de secado para producción de harina 31

2.2.3.1 Secador de rodillos o en tambor rotatorio..... 31

2.2.3.2 Secador por extrusión. 36

2.2.3.2.1 Principios de la extrusión..... 36

2.2.3.2.2 Extrusión en caliente 39

2.2.3.2.3 Extrusión en frio 40



2.2.3.2.4 Ventajas del proceso de extrusión	40
2.2.4. Composición fisicoquímica	42
2.2.5. Componentes funcionales.....	43
2.2.5.1. Capacidad Antioxidantes.....	43
2.2.5.1.1. Antioxidantes.....	44
2.2.5.1.2. Clasificación	45
2.2.5.1.3. Métodos de evaluación de capacidad antioxidante.....	46
2.2.5.2. Vitamina C.....	47
2.2.5.3. Carotenoides	49
2.2.5.4. Fenoles Totales.....	52
2.2.5.5. Flavonoides.....	55
2.2.5.6. Antocianinas	58
2.2.5.7. Glucosinolatos	61
2.2.5.7.1. Vía metabólica de los glucosinolatos	62
2.2.5.7.2. Formación de la estructura central del glucosinolato	63
2.2.5.7.3. Sistema mirosinasa- glucosinolato.....	64
2.2.5.8. Gelatinización.....	67
2.2.5.8.1. Grado de gelatinización.....	69
2.2.5.8.2. Factores que afectan la gelatinización	72
2.2.5.9. Índice de solubilidad.....	74

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO	76
3.2. TIPO DE ESTUDIO	76
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	76



3.4. MATERIALES	76
3.5. MÉTODO.....	77
3.5.1. Alcance de la investigación	77
3.5.2. Metodología de investigación.....	77
3.5.3. Operacionalización de variables	78
3.6. DISEÑO Y MATERIAL EXPERIMENTAL.....	79
3.6.1. Materiales para la obtención de harina instantánea de mashua negra mediante el proceso de secado rotatorio.....	79
3.6.1.1. Equipos.....	79
3.6.1.2. Instrumentos	79
3.6.1.3. Utensilios y otros.....	80
3.6.1.4. Flujograma secador rotatorio.....	80
3.6.2. Materiales para la obtención de harina instantánea de mashua negra mediante el proceso por extrusión.....	83
3.6.2.1. Equipo.....	83
3.6.2.2. Instrumentos:	83
3.6.2.3. Utensilios y otros:	83
3.6.2.4. Flujograma secador por extrusión.....	84
3.7. MÉTODOS DE ANALISIS.	86
3.7.1. Análisis fisicoquímico.....	86
3.7.1.1. Análisis químico proximal.....	86
3.7.1.2. Análisis fisicoquímico.....	87
3.7.2. Compuestos funcionales	87
3.7.2.1. Capacidades antioxidantes.....	87
3.7.2.2. Vitamina C.....	88



3.7.2.3. Carotenoides.....	88
3.7.2.4. Fenoles Totales.....	89
3.7.2.5. Flavonoides.....	89
3.7.2.6. Antocianinas.....	89
3.7.2.7. Pérdida de glucosinolatos.....	90
3.7.2.8. Índice de gelatinización.....	90
3.7.2.9. Índice de solubilidad.....	91
3.7.3. Diseño estadístico.....	91

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MASHUA NEGRA FRESCA JUNÍN – PUNO	93
4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE HARINA INSTANTÁNEA DE MASHUA NEGRA JUNÍN -PUNO.....	95
4.2.1. Harina instantánea obtenida por procesos extrusión.....	95
4.2.2. Harina instantánea obtenida por proceso de secado de tambor rotatorio	98
4.3. COMPUESTOS FUNCIONALES.....	100
4.3.2. Capacidad antioxidante	100
4.3.3. Vitamina C.....	102
4.3.4. Carotenoides	103
4.3.5. Fenoles Totales.....	105
4.3.6. Flavonoides.....	106
4.3.7. Antocianinas.....	107
4.3.8. Índice de Gelatinización	111
4.3.9. Solubilidad.....	112



4.3.9.1. Nivel de significación: 5%	113
4.3.9.2. Prueba estadística	113
V. CONCLUSIONES.....	115
VI. RECOMENDACIONES	116
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS.....	120

Área: Ingeniería y Tecnología

Línea: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

FECHA DE SUSTENTACION: 29 de mayo de 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Producción de Mashua en la Región Puno-Junín.....	26
Tabla 2	Zonas de Producción del Perú de Mashua Negra Expresados en Miles de TN	27
Tabla 3	Calendario de Producción de la Mashua Negra	28
Tabla 4	Clasificación Taxonómica de la Mashua según el ITIS	29
Tabla 5	Nombre Según la Región de la Mashua (Tropaeolum Tuberosum).....	30
Tabla 6	Aplicaciones del Proceso de Extrusión	41
Tabla 7	Composición Proximal de la Mashua Negra en 100 Gramos de Porción Comestible.....	42
Tabla 8	Reporte de la Composición Físicoquímica de Mashua	43
Tabla 9	Clasificación de los compuestos fenólicos en función de la estructura.	54
Tabla 10	Concentración de Algunos Compuestos Fenólicos	58
Tabla 11	Rango de Temperatura de Gelatinización del Camote (Ipomoea Batatas L.) Determinado por Calorimetría Diferencial de Barrido	71
Tabla 12	Operacionalización de Variables de Acuerdo con los Objetivos de Estudio.	78



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas Productoras de Mashua en el Perú.....	27
Figura 2	Zonas de Producción de Mashua Negra en Perú.....	29
Figura 3	Diferentes Accesiones de la Mashua.....	31
Figura 4	Diagrama de un Secador de Rodillos	32
Figura 5	Principio de Trabajo del Secador de Rodillos	33
Figura 6	Principio de Trabajo del Secador de Rodillos	34
Figura 7	Secado de Mashua Negra en el Secador de Rodillos o Secador de Tambor .	36
Figura 8	Diseño Genérico de un Extrusor de Tornillo Simple	37
Figura 9	Geometría del Conjunto Tornillo-Barril de Extrusora de Tornillo Único.....	38
Figura 10	Método del 2, 2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).....	46
Figura 11	Estructura Química del L- ácido Ascórbico	48
Figura 12	Oxidación de Acido L- ascórbico a Acido Deshidroascórbico	49
Figura 13	a) Isopreno, 2-metil-1,3-Butadieno, b) β -Caroteno está compuesto de ocho unidades de isopreno de cinco carbonos y c) En la estructura del β -Caroteno encontramos once dobles enlaces conjugados	51
Figura 14	Estructura Básica de los Compuestos.....	53
Figura 15	Estructura Básica de los Flavonoides	55
Figura 16	Estructura de los Diferentes Flavonoides	57
Figura 17	Estructura de las Diferentes Antocianinas.....	60
Figura 18	Efecto del Estrés Abiótico Postcosecha Sobre los Metabolitos.....	61
Figura 19	Estructura General del Glucosinolato.....	62
Figura 20	Biosíntesis de la Estructura Central del Glucosinolato	63
Figura 21	Representación de la Localización de los Componentes del Sistema Glucosinolato-mirosinasa Superpuesto en una Porción de una Sección	



Transversal del Tallo de Flor de Arabidopsis Thaliana.....	66
Figura 22 Hidrólisis de Glucosinolato-mirosinasa y Algunos de los Compuestos Formados Bajo Diferentes Condiciones de pH y la Influencia de las Proteínas Epitoespecificadoras (ESP).....	67
Figura 23 Termograma de una Suspensión de Endosperma al 70%.....	70
Figura 24 Flujograma de elaboración de Harina Instantánea de Mashua Negra.....	81
Figura 25 Flujograma de Elaboración de Harina Instantánea de Mashua.....	84
Figura 26 Análisis fisicoquímico de mashua negra fresca en base seca de las regiones de Puno y Junín.....	93
Figura 27 Resultados de análisis fisicoquímico de harina instantánea de mashua negra de Junín -Puno por el proceso de extrusión.....	96
Figura 28 Resultados de análisis fisicoquímico de harina instantánea de mashua negra de Junín -Puno por el proceso de secado rotatorio.....	98
Figura 29 Resultado de análisis en capacidad antioxidante de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín - Puno.....	101
Figura 30 Resultado de análisis en vitamina C de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno.....	103
Figura 31 Resultado de análisis en carotenoides de mashua negra en bulbo fresco en base seca y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno.....	104
Figura 32 Resultado de análisis en fenoles de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno.....	105
Figura 33 Resultado de análisis en flavonoides de mashua negra en bulbo fresco en base seca y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno.....	



.....	106
Figura 34 Resultado de análisis en antocianinas de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno	107
Figura 35 Resultados de análisis de glucosinolatos de mashua negra en bulbo y en harina Instantánea de los dos métodos de sedado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín – Puno.....	108
Figura 36 Resultados de análisis de glucosinolatos de mashua negra trabajado en base seca y enharina Instantánea de los dos métodos de sedado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín -Puno	109
Figura 37 Resultados de análisis índice de gelatinización de harina Instantánea demashua negra por los dos métodos de sedado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín –Puno).....	111
Figura 38 Resultados de la comparación entre los valores del bulbo fresco en Junín y en Puno	113
Figura 39 Gráfico de los Compuestos funcionales y sus variantes	114



RESUMEN

La mashua negra es un tubérculo oriundo de las zonas altoandinas, rica en sus propiedades fisicoquímicas, compuestos funcionales; por ende, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la influencia de zonas agroecológicas y los métodos de secado sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina instantánea de mashua negra del Perú. Las variables son: zonas agroecológicas (Puno y Junín) y proceso de obtención de harina instantánea (por extrusión y secado por rotación). Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos, acidez titulable y pH), los compuestos bioactivos (capacidad antioxidante, vitamina C, carotenoides totales, fenoles totales, flavonoides, antocianinas, glucosinolatos) y características funcionales (índice de gelatinización e índice de solubilidad). Los tubérculos de mashua negra se cultivaron en dos zonas agroecológicas del Perú, Junín (3384 m.s.n.m., latitud 11° 46' 45.89" S y longitud 75° 29' 45.00" W) y Puno (3880 m.s.n.m., latitud 15° 38' 30" S y longitud 69° 49' 50" O). El proceso de obtención de harina instantánea afecta significativamente ($p < 0.05$) sobre propiedades fisicoquímicas, compuestos bioactivos y componentes. El contenido de antocianinas, vitamina C, carotenoides totales y capacidad antioxidante han disminuido, mientras el contenido total de flavonoides y fenoles totales han aumentado con la aplicación de procesos de obtención de harina instantánea de mashua negra, tanto en la mashua proveniente de Junín y como también en la mashua proveniente de Puno.

PALABRAS CLAVES: Harina instantánea, mashua, componentes funcionales.



ABSTRACT

The black mashua is a tuber native to the high Andean areas, rich in its physicochemical properties, functional compounds; Finally, the main objective of this work is to determine the influence of agroecological zones and drying methods on the physicochemical and functional properties of instant black mashua flour from Peru. The variables are: agroecological zones (Puno and Junín) and process of obtaining instant flour (by extrusion and rotation drying). Physicochemical properties (moisture, protein, ash, fat, fiber, carbohydrates, titratable acidity and pH), bioactive compounds (antioxidant capacity, vitamin C, total carotenoids, total phenols, flavonoids, anthocyanins, glucosinolates) and functional characteristics (gelatinization index and solubility index). The black mashua tubers were grown in two agroecological zones of Peru, Junín (3384 m.s.n.m., latitude 11° 46' 45.89" S and longitude 75° 29' 45.00" W) and Puno (3880 m.s.n.m., latitude 15° 38' 30" S and longitude 69° 49' 50" W). The process of obtaining instant flour significantly affects ($p < 0.05$) on physicochemical properties, bioactive compounds and components. The content of anthocyanins, vitamin C, total carotenoids and antioxidant capacity have decreased, while the total content of flavonoids and total phenols have increased with the application of processes to obtain instant black mashua flour, both in the mashua from Junín and as well as in the mashua of Puno.

KEY WORDS: Instant flour, mashua, functional components.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La mashua negra es una planta originaria de la región andina, pertenece a la familia de las tropaeolaceas y está estrechamente relacionada con la capuchina ornamental de jardín (*Tropaeolum majus*). Su producción se distribuye desde Colombia hasta el norte de Argentina, desde los 2400 hasta 4300 msnm (Manrique et al., 2014).

La mashua tiene un elevado contenido de proteínas (mayores a los de la papa, oca y olluco), carbohidratos, fibra, grasa, cenizas, y ácido ascórbico (vitamina C). También contienen una elevada concentración de glucosinolatos aromáticos y compuestos fenólicos antioxidantes (Chirinos et al., 2007), considerando también los flavonoides, antocianinas, así como los polifenoles.

La mashua es utilizada como medicina natural por sus propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas, anticancerígenas y diuréticas. La síntesis y acumulación de metabolitos secundarios en vegetales está directamente afectada por el estrés abiótico durante la etapa de cultivo y postcosecha. Estos compuestos son sintetizados como mecanismos de defensa. También son utilizados como marcadores taxonómicos, pues confieren a grupos restringidos de plantas colores, olores y sabores característicos, y principalmente muchos poseen actividad nutraceutica (Cisneros-Zevallos, 2003). El uso medicinal popular de mashua afirma, mejoras en la salud relacionadas con el dolor de riñón e hígado, eczemas de la piel y trastornos de la próstata (Grau). Moreno (2017), menciona que el contenido de glucosinolatos en la mashua chispeada fresca es 18.23 $\mu\text{mol/g}$ y Pariona (2019) afirma que la mashua morada fresca tiene 17.78 $\mu\text{mol/g}$ de glucosinolatos. Los glucosinolatos e isotiosanatos son responsables de un sabor picante en la mashua, pero que con un proceso de cocción pierde esta característica (Pacco, 2015).



Existe un interés creciente en el uso de los antioxidantes para la prevención y el tratamiento de enfermedades, es por lo que desempeñan un papel importante las dietas ricas en antioxidantes que previenen el desarrollo de algunas enfermedades patológicas (Beltrán, A. 2014). Estudios recientes indican que la mashua es fuente importante de actividad antioxidante y es comparado con frutas como la tuna y arándano que tiene un alto contenido de antioxidantes determinando por esto ser excelente (Beltrán, A. 2014).

El mercado global de alimentos, considerando el proceso de alimentos instantáneos, crece a una tasa de alrededor del 15% anual, el consumo está concentrado en las personas que padecen enfermedades como la diabetes, cáncer a la próstata y entre otras. Los productos orgánicos son comercializados en diversos puntos, en las grandes ciudades ya existen supermercados y tiendas naturistas y ferias organizadas con la municipalidad de Lima, considerando también las municipalidades de cada región, solo de productos orgánicos, donde crece el mercado de venta directa con transacciones entre “productor-consumidor”. (Tiendas naturistas, ferias organizadas), Teniendo en cuenta que este tubérculo sólo se cosecha una vez al año su comercialización es en temporada de cosecha por lo tanto el producto no se encuentra disponible en el mercado, es necesario realizar una transformación que nos permita tenerlo a disposición y que este tratamiento no vaya en desmedro de sus propiedades antioxidantes (Chirinos et al., 2007). En consecuencia, la mashua negra puede desempeñar un papel preponderante en el desarrollo sustentable del área alimenticia.

La pérdida de capacidad antioxidante natural, durante el procesado de los alimentos se ha vuelto un problema, debido a su baja resistencia contra el oxígeno, catálisis del ion de metal, temperaturas altas, luz, secado y grado higrométrico; por lo tanto, se debe buscar procesos que minimicen la pérdida de estos compuestos bioactivos (Cuya, 2009).



Los procesos de secado (extrusión y secado rotatorio) son técnicas que permiten eliminar parcialmente el agua de los tejidos vegetales, de acuerdo con estos procesos se llagaron a mantener algunas propiedades del alimento y afectar desfavorablemente su calidad. El manejo de los parámetros óptimos de dicho proceso conduce a la extensión de la vida útil y reducción de los tiempos de procesado, mejora además las características organolépticas y nutricionales del producto (Rastogi & Raghavarao, 1996).

En el proceso de producción de harina instantáneas de mashua negra se puede ir implementándose procesos tecnológicos que sean aprovechados en beneficio y para el bienestar económico de nuestros pueblos como también para nuestros consumidores. Es por ello por lo que a raíz de este nuevo producto como es la harina instantánea de mashua negra, incentivaremos el consumo del producto, dando un valor agregado a la mashua negra; su producción y comercialización de este producto innovador será favorable para nuestros agricultores de la zona agroecológicas y se comercializaría como harina instantánea de mashua negra para poder posicionarnos en el mercado nacional con dicho producto.

El proceso técnico de secado (extrusión y secado por rotación) modifica muchas características químicas y físicas de la mashua negra; capacidad de antioxidante, propiedades funcionales y compuestos bioactivos. Estos procesos mejoran el valor nutricional (Palanisamy et al. 2018), En tal sentido, es necesario estudiar el efecto del proceso tecnológico durante la elaboración de los alimentos, con fines de obtener productos de alto valor nutricional con presencia de compuestos fisicoquímicos y funcionales. Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación fue, determinar la Influencia que tiene este producto en zonas agroecológicas y el afecto de los métodos de secado sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina instantánea de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*) producida en el Perú. Los objetivos



específicos de la investigación fueron: (1) Evaluar el efecto del tipo de secado (extrusión y secado rotatorio) sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina instantánea de mashua negra; (2) Comparar el efecto de las zonas agroecológicas (zona de Junín –zona Puno) sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina instantánea de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*) de Perú.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Idme (2010), realizó la evaluación nutricional durante el procesamiento de soleado (deshidratado), cocción-extrusión y obtención de harina instantánea de isaño (*Tropaeolum tuberosum* R. et P.), teniendo como indicador la eficiencia del proceso de deshidratación a la vitamina C. Se trabajó con muestras de isaño provenientes de la provincia de Huancané, del departamento de Puno, estas fueron sometidas a proceso de deshidratación en un deshidratador de bandejas, a tres temperaturas 40, 50 y 60°C, y para determinar el contenido de indicador de eficiencia se utilizó el equipo de cromatografía líquida de alta resolución. Posteriormente se realizó el tratamiento estadístico como también curvas de deshidratación obteniéndose tiempo y temperatura para cada muestra, el análisis de variancia y test de Tukey para comparar los promedios de contenido de vitamina C a las diferentes temperaturas. Determinando que la temperatura optima y mejor conservación de vitamina C, La evaluación nutricional en el proceso de Cocción-extrusión se ha determinado el isaño que ha sido tratado a temperatura de 60°C porque es el tratamiento que ha sufrido menos variación de contenido de vitamina C. En este caso la composición fisicoquímica en cuanto a la proteína ha incrementado significativamente al igual el carbohidrato y ceniza, en este proceso ha disminuido el contenido de humedad y fibra. El contenido de vitamina C ha disminuido a 36.6 mg/100g esto quiere que la vitamina C sometidos a temperaturas altas disminuye su contenido. El pH en el proceso de cocción-extrusión tiende a acercarse a punto neutro en este caso es 6 de pH.

Incahuanaco & Manzaneda (2009), realizaron una investigación en titulado "Determinación de parámetros en secado, cocción - extrusión y vida en anaquel en harinas



instantánea de isaño (*tropaeolum tuberosum* R. et P.)"; donde utilizaron un secador solar con aire forzado para deshidratar 18 Kg de isaño acondicionado en rodajas de 2 mm de espesor, en el cual la velocidad inicial ha sido 1.71 kg/hr. m² y durante el tiempo de 1.2 a 1.6 horas la velocidad fue casi constante (2.29 kg/hr.m²), una humedad crítica de 1.99 kg de agua, kg de sólido seco, y obtuvo 3.51 kg de isaño deshidratado, con un tiempo total en secado de 6 horas. En cocción extrusión la materia prima (gris de isaño) ha sido acondicionada con 12, 17 y 22 % de humedad y las temperaturas de cocción extrusión han sido de 120, 130 y 150°C. Para el análisis se ha utilizado el diseño estadístico DCA, en el cual el resultado óptimo fue el tratamiento 7, con 12 % de humedad a 150°C, con 92.83 % de grado de gelatinización y 1.06% de índice de expansión la vida en anaquel se determinó en diferentes temperaturas de almacenamiento: a 35°C tiene vida útil de 280 días con 9.9 mEq/kg y a 45°C tiene vida útil de 180 días con 9.94 mEq/kg de peróxidos. Las características fisicoquímicas se determinaron en 3 fases y son los siguientes: en tubérculo isaño 1.5 % de Proteína, 0.7 % de grasa 13.95 % de carbohidratos, 0.9 % de fibra, 0.6 % de ceniza y 82.35 % de humedad; en producto deshidratado se obtuvo 9.05 % de Proteína, 6.95 % de grasa, 69.43 % de carbohidratos, 0.92 % de fibra, 4.04 % de ceniza y 9.61 % de humedad; en harina instantánea para el tratamiento 7 se obtuvo 14.7 % de Proteína, 1.54 % de grasa 74~80 % de carbohidratos, 0.68 % de fibra, 4.33 % de ceniza y 4.28 % de humedad.

Taype (2017), realizó la investigación de “fenoles totales y actividad de antioxidante en mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en estado fresco, secado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra” donde obtuvo los siguientes resultados: la mashua soleada negra, presentó mayor contenido de compuesto fenólicos con 18,60 de ácido gálico/g (b.s.); obteniendo una mínima pérdida de 4,48 % y 1,33 % para la mashua negra y variedad amarilla respectivamente. Además, el contenido de compuestos fenólicos de



la mashua cocida y fresco no presentó diferencias significativas. La mayor retención de capacidad antioxidante de las dos variedades se obtuvo en la variedad negra tanto estado fresco, soleado y cocido con valores de 109,24; 114,50 y 110,83 $\mu\text{mol TE/g}$ (b.s.) respectivamente, presentado una mayor capacidad antioxidante en la mashua soleada en contraste con variedad amarillo zapallo, que a pesar de que evidenció un aumento considerable 35,44 % después del soleado, mientras que en la variedad negra solo se evidencio un incremento 4,82 %. Las dos variedades de mashua en sus tres estados (fresco, soleado y cocido) presentaron similar contenido de azúcares reductores, pero la mashua soleado presenta un mayor contenido ($\bar{x}=26,18$ g glucosa/100g de muestra b.s.), difiere al contenido de la mashua Fresco ($\bar{x}= 21,63$ g glucosa/100g de muestra (b.s.)) y cocida ($x=24,83$ g glucosa/100g de muestra (b.s.)). La mashua variedad negra presentó un mayor contenido de humedad (85,73 %), proteína (1,599 %), fibra cruda (0,616 %), ceniza (0,607 %) y grasa (0,452 %) que la variedad amarillo zapallo, y un menor contenido de carbohidratos (12,606 %). Después del proceso de soleado, la mashua negra mostró una mayor disminución del contenido del agua y un menor incremento de sus otros componentes que la mashua amarillo zapallo; por otro lado, en el proceso de cocción, el tubérculo mostró un aumento de la humedad, acercándolas a la humedad del tubérculo fresco. En las dos variedades se apreció un incremento de pH y una disminución de la acidez, el mayor aumento de pH (6,98) y la mayor disminución de la acidez (1,26 g de ácido oxálico) se obtuvo en la mashua variedad negra, después de haber recibido los dos tratamientos (soleado y cocción).

Huacho (2016), realizó la investigación: capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). El objetivo fue evaluar la capacidad antioxidante hidrofílica, el contenido de compuestos fenólicos, de antocianinas y de los carotenoides de 84



cultivares de mashua procedentes de cusco. La actividad antioxidante fue determinada por los métodos ABTS, FRAP Y ORAC. El contenido de compuestos fenólicos por (óxido reducción), las antocianinas con el método de pH diferencial, para los carotenoides se utilizó la metodología descrita por talcott y howard (BHT) respectivamente. Los resultados indican que los cultivares de mashua presentan una amplia y considerable capacidad antioxidante hidrofílica medida por tres métodos de ensayo diferentes: ABTS, FRAP Y ORAC (20.6 - 128.2; 22.7 - 173.2 y 35.1 - 158.8 $\mu\text{mol TE/g}$ (b.s.) respectivamente). En algunos cultivares estos valores fueron superiores a los reportados en frutas y vegetales reconocidos con alta capacidad antioxidante. Se encontró una buena correlación entre la capacidad antioxidante medida por los métodos ABTS y FRAP ($r^2 = 0.834$) siendo moderada entre los métodos ABTS Y ORAC, FRAP Y ORAC ($r^2 = 0.605$ y 0.500 , respectivamente). El contenido de compuestos fenólicos varió entre 5.5 y 16.7 mg ac. Galico eq/g (b.s.), el de antocianinas entre 0.09 y 2.68 mg cianidina-3-glucósido 22 equivalente (cge)/g (b.s.). (Sólo se detectó en 17 cultivares) y el de carotenoides entre 0.48 y 15.09 mg β -caroteno/100g (b.s.). Los cultivares con coloración morada destacaron en compuestos fenólicos y antocianinas y los de coloración amarilla en contenido de carotenoides. Los compuestos fenólicos mostraron entre una moderada y buena correlación con las diferentes capacidades antioxidantes ($r^2 = 0.44 - 0.75$) siendo entre moderada y baja la correlación entre la capacidad antioxidante y las antocianinas ($r^2 = 0.42 - 0.67$). Esto indicaría que los compuestos fenólicos contribuyen a la capacidad antioxidante del tubérculo de manera considerable. Los resultados del presente estudio indican que, en la región de cusco, se encuentran cultivares de mashua con características importantes en contenido de compuestos fenólicos, antocianinas, carotenoides y propiedades antioxidantes. Estos cultivares representan una fuente natural de fotoquímicos antioxidantes.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Mashua

La mashua es uno de los tubérculos más importantes después de la papa, olluco y oca; se cultiva en los valles húmedos de la zona andina de Perú, Colombia, Argentina, Ecuador y Bolivia (Nacional Research Council, 1989). Meza (1997). Así mismo mencionan que la planta es hereditaria de la Meseta Peruano Boliviano. Pero ahora puede encontrarse en lugares tan lejanos como Canadá, Europa y Nueva Zelanda (Nacional Research Council, 1989). Entre los tubérculos andinos, la mashua es de mayor rendimiento, se encuentra entre 9 y 70 toneladas por hectárea (Caicedo, C. & Ayala, G. 1999). Crece en alturas de 3000 a 4000 msnm, pero la planta produce sus mejores cosechas y alto rendimiento entre 3500 y 3800 msnm. Tineo (1993), menciona que los rendimientos de la mashua supera a la papa de dos por uno y crece en suelos pobres y sin fertilizantes.

Clasificación Taxonómica de la mashua (Temoche et al., 2004) menciona que la ubicación taxonómica de las mashua es la siguiente: Reino: Vegetal. Clase: Angiopermas. Subclase: Dicotiledoneas. Orden: Geraniales. Familia: Tropaeolaceae. Género: *tropaeolum*. Especie: *tuberosum* R. et P. Nombre Científico: *Tropaeolum tuberosum* R.et P. Nombres comunes: mashua, año, cubios, navios, isaño.

Descripción Botánica de la Mashua. Es una planta herbácea de 20 a 80 cm de alto, de tallos aéreos, cilíndricos y delgados de 2 a 4 mm de diámetro, ramificados de color púrpura. Tiene hojas de color verde oscuro brillante en el haz y verde claro en el envés, las flores son solitarias de diferentes colores que van de anaranjadas o rojizas (Hernández & León, 1992) señala que la planta es inicialmente erecta, aunque a la madurez es semi postrada la forma de la hoja es ovalada, la cara superior es verde y la cara inferior de un



verde claro. Puede ser de tres, cuatro o cinco lóbulos. Las flores solitarias nacen en las axilas o elipsoidal. La mashua a diferencia de la oca y del olluco, tiende a formar gran cantidad de semillas viables. Según su coloración se puede clasificar en:

- Tubérculos de color uniforme generalmente blanco, amarillo o anaranjado
- Tubérculos con pigmentos de antocianina ubicados solo en las yemas
- Tubérculos muy coloreados en las yemas con antocianinas
- Tubérculos con yemas pigmentadas y con franjas longitudinales rojas o Moradas.

Hernández & León (1992), describe dos variaciones dentro de la misma especie:

- Tuberosum var. Pilifer, de tubérculos blancos, delgados, de ápice violáceo y ojos o yemas provistos de pelos delgados, procedentes de Colombia,
- Tuberosum var. lineomaculata, de tubérculos profundamente manchados de líneas coloreadas, cultivados sobre todo en Perú y Bolivia.

Diferentes accesiones del tubérculo mashua (Hermann, 1991). Formas de utilización del tubérculo de mashua. Hernández & León (1992), describen algunos usos del tubérculo mashua.

- Alimento: Los tubérculos se consumen cocidos. Los brotes tiernos y las flores se comen cocidos como verduras
- Medicinal: Contra los cálculos renales. Como antibiótico contra *Cándida albicans*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus*, muy buena contra las dolencias genitourinarias.
- Antiafrodisíaco: Disminuye la cantidad de testosterona y dihidrotestosterona en la sangre. Se dice que reduce el instinto sexual y se cuenta que las tropas de los incas llevaban la mashua como fiambre para olvidarse de sus mujeres.

Más allá de su utilidad como repelentes de muchos insectos, nemátodos y otros patógenos. La mashua se destina una cierta cantidad para el consumo animal y otra cantidad se destina para el consumo humano, y se utiliza como ingredientes en sopas,



guisos, encurtidos, mermelada, postres (Ortega, 1992). En Nueva Zelanda, aparte de consumir sus tubérculos en sopas y estofados, también son consumidas las hojas jóvenes y las flores (National Research Council, 1989). Por su valor diurético y nutritivo es consumida con agrado por adultos y niños del área rural sancochada en una pachamanca, o en el horno, adquiere un sabor especial semejante al camote (Salas, 1998). Actualmente la mashua es muy escasa debido a que tiene poco valor comercial, ya que no es muy apetecido por el hombre porque tiene un sabor picante cuando está cruda, debido a los isotiocianatos en cocido pierde esta característica, pero aún es rechazada por las personas de sexo masculino porque se dice que es anafrodisiaco; aunque estudios realizados en ratas muestran que no afecta la fertilidad sin embargo hay un descenso en los niveles de testosterona. (Hernández & León, 1992). Esta especie se considera única, dentro de los alimentos se le incluye propiedades de reprimir el deseo sexual (Tapia et al., 2007).

2.2.1.1 Producción de la mashua en la región Puno.

Según la Dirección Regional Agraria-Puno (DRA) fue como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Producción de Mashua en la Región Puno-Junín

Años	PRODUCCIÓN (TN)	
	PUNO	JUNIN
2018	7579	3592
2019	7592	3307
2020	4896	3476
2021	9281	3601

Fuente: Boletín Informativo Dirección Regional Agraria-Puno

2.2.1.2 Zona de producción de la Mashua en el Perú

Las principales zonas de producción son: Ayacucho, Apurímac, cuzco,

Huancavelica, Junín, Puno, Huánuco y La Libertad.

Tabla 2

Zonas de Producción del Perú de Mashua Negra Expresados en Miles de TN

Departamento	AÑOS			
	2018	2019	2020	2021
Amazonas	77	80	70	83
Apurímac	7433	7087	6735	7787
Arequipa	10	-	-	-
Ayacucho	9946	8625	8362	7483
Cuzco	10485	10158	10567	10497
Huancavelica	1034	2295	2461	2843
Huánuco	1836	1728	1751	1922
Junín	3592	3307	3476	3601
La Libertad	634	513		46
Lima	25	10	4	
Moquegua	62	86	61	53
Pasco	165	84	42	74
Puno	7579	7592	4896	9281
TOTAL, NACIONAL	42877	41565	42026	43667

Fuente: MINAGRI

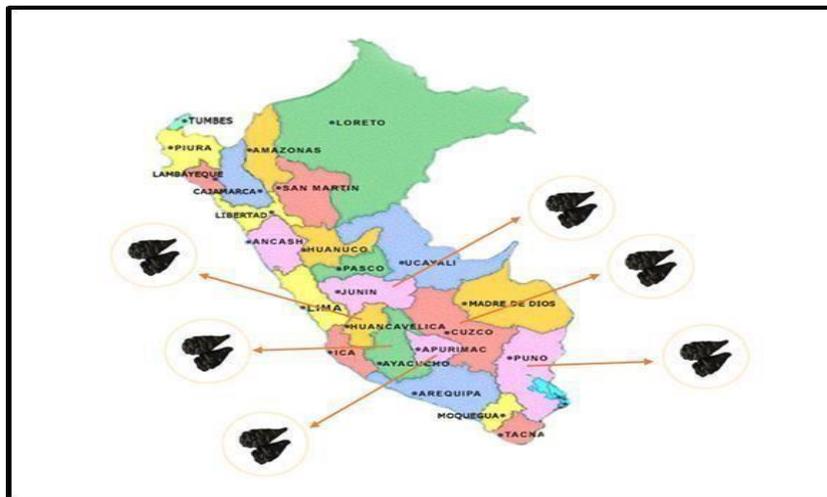


Figura 1. Zonas Productoras de Mashua en el Perú

Fuente: MINAGRI

Según la dirección regional Agraria de Ayacucho, se destacó que los productores ayacuchanos han logrado cultivar aproximadamente 15746 toneladas de mashua en los



últimos cuatro años (2011 – 2015). Este hecho permitió conservar 80 variedades del cultivo con los que se elaboran una serie de productos con valor agregado como mermelada, harina y almíbar de mashua. Así mismo, la actividad es rentable para los agricultores de la región porque permite que comercialicen los derivados de mashua en el mercado externo y logren incrementar sus ingresos económicos. Además, destacó que este cultivo es sumamente productivo y no requiere del uso de fertilizantes, ni pesticidas para crecer.

Desde el punto de vista agronómico la mashua es muy rústica porque se cultiva en suelos pobres, sin uso de fertilizantes y pesticidas químico-sintéticos; y aun en estas condiciones, su rendimiento puede duplicar al de la papa.

Este tubérculo tiene un periodo de siembra de 8 a 10 meses, posteriormente en los meses de abril (fines) y mayo (comienzos) se hace la respectiva recolección de estos tubérculos.

Tabla 3

Calendario de Producción de la Mashua Negra

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Siembra	Siembra	Siembra	Siembra	Cosecha	Cosecha

Fuente: MINAGRI

Estos tubérculos son la fuente principal de la alimentación de 9 millones de personas aproximadamente que viven a lo largo de toda la cordillera de los andes; siendo el cultivo andino con mayor rendimiento, mejor resistencia a las heladas y mayor facilidad de crecimiento.

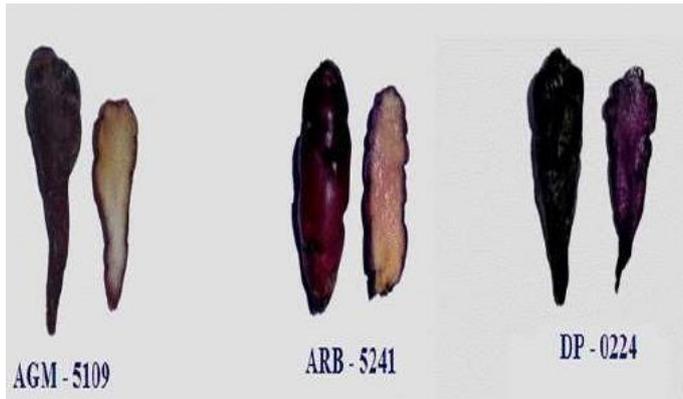


Figura 2. Zonas de Producción de Mashua Negra en Perú

Fuente: Tapia et al. (2007)

Según el catálogo de asociación de vida (CoLP) desarrollado por el Sistema de Información Taxonómica Integrado-ITIS (2013), la posición taxonómica de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón se muestra en la tabla 04.

Tabla 4

Clasificación Taxonómica de la Mashua según el ITIS

Clasificación taxonómica de la mashua.

Reino:	Plantae (Vegetal)
subreino:	Viridaeplantae (Plantas verdes)
Infrareino:	Streptophyta (Planta terrestre)
División:	Tracheophyta (Plantas vasculares)
Subdivisión:	Spermatophytina (Plantas de semillas, fanerógamas).
Tipo:	Angiospermae (Planta con flor)
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosanae
Orden:	Brassicales
Familia:	Tropaeolaceae
Género:	Tropaeolum
Especie:	Tropaeolum tuberosum

Fuente: Sistema de Información Taxonómica Integrado-ITIS (2013).

2.2.1.3 Descripción Geográfica

Grau et al. (2003), En las regiones de Perú (Ayacucho, Cajamarca, Huancayo, Cuzco y Puno) se cultivan sobre los 3.000 m.s.n.m. Según el país en donde se cultive, la “*Tropaeolum tuberosum*” es conocida con distintos nombres tal como se ver en la tabla 05.

Tabla 5

Nombre Según la Región de la Mashua (Tropaeolum Tuberosum)

Nombre según la región de la <i>Tropaeolum tuberosum</i>	
NOMBRE	PAÍS
Cubio	Colombia
Mashua o Mashua	Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia
Añu	Perú y Bolivia
Mishua	Perú y Bolivia
Isaño	Perú, Bolivia y Argentina
Apiña mama	Bolivia

Fuente: Grau et al. (2003)

2.2.2. Características del cultivo

Cuya (2010), Su cultivo de la mashua es similar al de la papa, se le cosecha entre los 6 y 8 meses que pueden almacenarse hasta seis meses en lugares fríos y ventilados. Es de alta productividad y crece mejor entre los 2,400 y 4,300 m.s.n.m. La mashua según su coloración se puede clasificar en:

- Tubérculos de color uniforme generalmente blanco, amarillo o anaranjado.
- Tubérculos con pigmentos de antocianina ubicados solo en las yemas.
- Tubérculos muy coloreados en las yemas con antocianinas.
- Tubérculos con yemas pigmentadas y con franjas longitudinales rojas o moradas.

Para los fines del presente trabajo, se cultivaron mashua negra en Junín a 3384 m sobre el nivel del mar, latitud $11^{\circ} 46' 45.89''$ S y longitud $75^{\circ} 29' 45.00''$ W (Región Junín, Perú) y en el distrito de Capachica que se encuentra localizada en la Región Puno, provincia de Puno, Departamento de Puno a una altitud de 3,880 m.s.n.m. latitud sur $15^{\circ} 38' 30''$ y longitud oeste $69^{\circ} 49' 50''$ del meridiano de Greenwich. Se ubica a 62 kilómetros al nor- oeste de la ciudad de Puno. (Región Puno, Perú).



Figura 3. Diferentes Accesiones de la Mashua

Fuente: Hermann, 1991

2.2.3. Tipos de secado para producción de harina

2.2.3.1 Secador de rodillos o en tambor rotatorio

Es un equipo de desecación por contacto, con una superficie caliente, la cual aporta el calor por conducción. Llamado también secador de película.

Este tipo de secador se considera indirecto y continuo, en este tipo de secado, el calor de desecación se transfiere al sólido húmedo a través de una pared de retención. El líquido vaporizado se separa independientemente del medio de calentamiento y la velocidad de desecación depende del contacto que se establezca entre el material húmedo y la superficie caliente.

En este tipo de secado, el líquido se distribuye sobre rodillos rotatorios calentados con vapor. El agua presente en el líquido se evapora y se separa mediante un flujo de aire,

cuando está en contacto con la superficie caliente del rodillo. En caso de utilizar leche, este intenso tratamiento térmico aumenta las propiedades de absorción de agua de la leche en polvo. Esta característica es útil en el caso de utilizar la leche en la industria de alimentos preparados.

Un secador de tambor consiste en uno o más rodillos metálicos calentado, en cuya superficie exterior se evapora hasta sequedad una delgada capa de líquido. El sólido seco es retirado de los rodillos a medida que estos giran lentamente. El líquido de alimentación queda confinado en la parte superior de los rodillos y limitado por placas estacionarias.

El líquido concentrado desciende formando una capa viscosa que recubre el resto de la superficie de los tambores, dejando una delgada capa de material seco que es retirado mediante cuchillas raspadoras y cae en los transportadores situados debajo. La humedad evaporada se recoge y retira a través de la campana situada encima de los tambores.

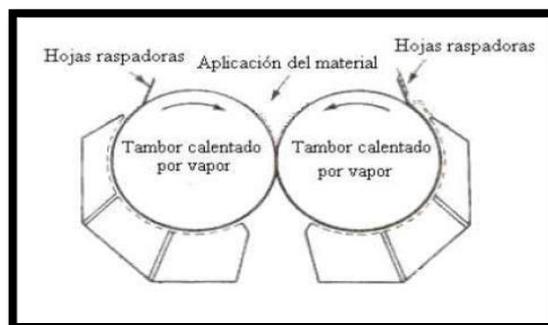


Figura 4. Diagrama de un Secador de Rodillos

Fuente: Acosta y Burgos, 2012.

Existen además dos tipos de secadores de rodillos o en tambor rotatorio, cada uno con un principio de funcionamiento similar.

El principio de trabajo de un secador de rodillos con alimentación por canal comienza en que la leche tratada previamente entra al canal formado por los rodillos de hierro fundido y las paredes de los extremos. Se forma una delgada capa de leche sobre

los rodillos que se calienta rápidamente al entrar en contacto con la superficie caliente de los mismos. El agua se evapora y la delgada capa de leche que se mantiene sobre la superficie del tambor se seca. Esta capa se rasca de forma continua mediante cuchillas que entran en contacto con la periferia de cada rodillo o tambor.

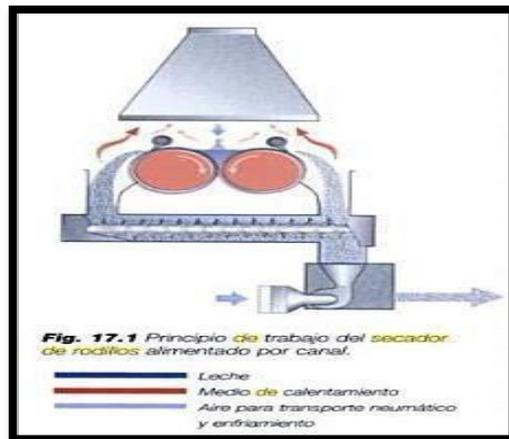


Figura 5. Principio de Trabajo del Secador de Rodillos

Fuente: Gosta, 2003

Dependiendo de la capacidad, el secador de doble rodillo es de 1.06 m de largo y diámetro de 0.6 – 3 m. El tamaño depende del espesor de la capa, temperatura, velocidad del tambor y del contenido de masa seca requerido en el producto final. El espesor de la capa de producto seco puede variarse ajustando el espacio existente entre los rodillos.

En el caso de un secador de rodillo con alimentación por rociado, el principio de funcionamiento es el siguiente: las boquillas colocadas encima de los tambores rocían la leche formando una delgada capa de leche pretratada sobre las superficies calientes de los rodillos. Con esta solución de distribución, se utiliza casi el 90% del área de transferencia térmica, lo que contrasta con lo que ocurre en el tipo de secador alimentado por canal, donde la superficie empleada es menos del 75%.

El espesor de la capa viene determinado por la presión de suministro a las boquillas de rociado. El tiempo de secado puede ser también controlado ajustando la

temperatura y la velocidad de los rodillos. De esta forma se pueden controlar las características del polvo dentro de ciertos límites. Si los parámetros de proceso son correctos, la capa de leche debe estar casi seca cuando es rascada de los rodillos. Dicha capa seca después de rascada de los rodillos se somete al mismo tratamiento que se ha visto para la obtenida en el secador de rodillos alimentado con canal.

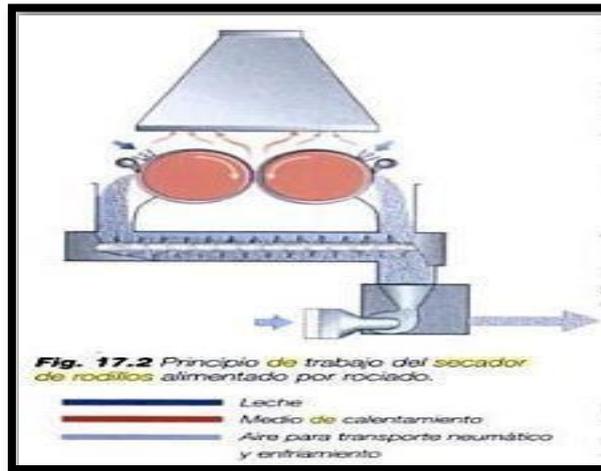


Figura 6. Principio de Trabajo del Secador de Rodillos

Fuente: Gosta, 2003.

Entre sus principales ventajas se encuentran las siguientes:

- Alta velocidad de secado
- Economía en el uso del calor.

Y los principales inconvenientes de su uso son:

- Sólo puede aplicarse a líquidos o papillas capaces de soportar temperaturas elevadas entre 2-30 s.
- El coste de los secaderos a vacío es muy elevado y sólo se justifica para alimentos muy termosensibles.

Las variables de proceso manipuladas en el equipo son: velocidad de los rodillos y concentración de sólidos en la muestra, mientras que las variables fijas son: la



separación entre rodillos y la temperatura del vapor.

a) Características y consideraciones

El interior de los cilindros se calienta con vapor, agua o algún otro medio.

En el caso de trabajar con productos termosensibles se puede operar con tambores en cámaras herméticas a vacío.

Factores que determinan la humedad del producto final:

- Velocidad de rotación del tambor.
- Presión del vapor o temperatura del agua.
- Grosor de la película.

b) Principales aplicaciones

Los secaderos de doble tambor son eficaces con disoluciones diluidas, disoluciones concentradas de materiales muy solubles, así como con suspensiones de partículas relativamente finas. No son adecuados para disoluciones de sales de solubilidad baja o para suspensiones de sólidos abrasivos que sedimentan y crean una presión excesiva entre los tambores. Por ejemplo: Leche, sopas, alimentos para bebés (papillas instantáneas), purés de papas y productos diversos para la investigación.



Figura 7. Secado de Mashua Negra en el Secador de Rodillos o Secador de Tambor

Fuente: INDDA

2.2.3.2 Secador por extrusión.

2.2.3.2.1 Principios de la extrusión

La extrusión es un proceso en el cual un sólido o un semisólido es forzado mediante altas presiones a fluir a través de una boquilla de salida del extrusor de diferentes diámetros (Bouvier & Campanella, 2014). La tecnología básica aplicada en los sistemas de extrusión de alimentos no ha variado en más de 60 años. Sin embargo, las nuevas aplicaciones, la diversidad de materias primas, la eficiencia de uso y el diseño simple de los extrusores han hecho que el procesamiento de alimentos sea más sencillo y confiable, además de ser un proceso continuo y de autocorrección (Altan, 2012). En la actualidad la cocción por extrusión presenta algunas ventajas que favorecen las condiciones de operación y la oferta de nuevos productos, mismos que bajo otros métodos de producción no serían posibles desarrollar (Kokini & Cisneros, 2002). Por lo tanto, las principales ventajas de la extrusión son la adaptabilidad de las materias primas utilizadas, las características nutricionales y funcionales de los alimentos obtenidos, innovación de nuevos productos, snacks de alta calidad y productividad, así como controles automatizados, lo más importante a bajos costos de producción y con eficiencia energética (Sevatson & Huber, 2000). De la misma manera, las materias primas utilizadas para la

extrusión son principalmente las ricas en almidones de cereales como maíz y en presencia de mínimas cantidades de lípidos, compuestos menores y proteínas vegetales. Además, existen aplicaciones adicionales para algunas de las proteínas animales las cuales 7 pueden ser mezcladas con cereales, granos y tubérculos para producir una matriz compleja que satisfaga las necesidades de un mercado específico (Altan, 2012).

La extrusión de alimentos se desarrolla bajo diferentes condiciones como son: mezclado, calentado y cizalla, mediante un tornillo sin fin el cual empuja la mezcla para que salga a través de una boquilla de dada geometría y diámetro, como muestra la Figura 09, este proceso sirve para dar forma o expandir los ingredientes (Llopart, 2011).

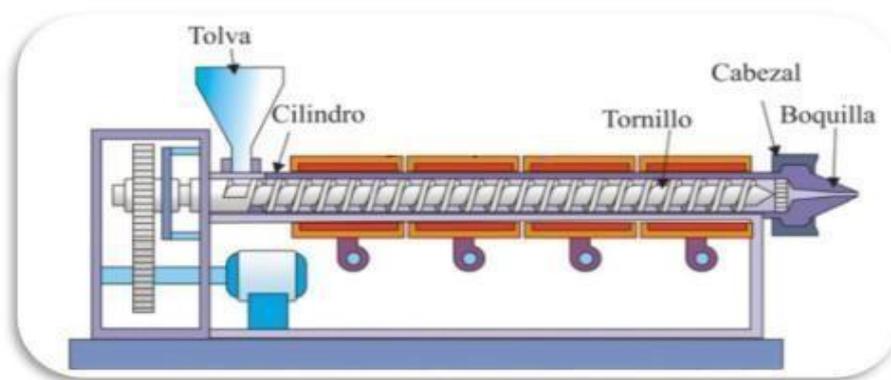


Figura 8. Diseño Genérico de un Extrusor de Tornillo Simple

Fuente: Beltrán & Marcilla, 2012.

En general todos los diseños de extrusores están divididos en tres zonas como se aprecia en la Figura 9, cada zona tiene una función específica.

La primera sección llamada de alimentación tiene vuelos profundos con el fin de ofrecer una alta capacidad de transporte de materia prima sólida y particulada (polvos sólidos y partículas). Su función es trasladar el material hacia abajo del tornillo (Bouvier & Campanella, 2014).

La siguiente sección llamada de compresión, con un canal de profundidad

decreciente, es donde el material se comprime por efecto del tornillo. Asimismo, el material se calienta por fricción entre partículas y transferencia de calor hasta que se produce la fusión. En esta sección el material cambia de un estado de partículas sólidas a un estado de fluido viscoso. Esta es la sección más larga y es esencial para el funcionamiento correcto de la extrusora ya que debe diseñarse de manera que se fundan completamente los materiales poliméricos (Bouvier & Campanella, 2014).

La tercera sección llamada de fusión es donde el material está idealmente en un estado fundido. Esta es una sección de bombeo en la que se acumula la presión necesaria para transportar y alimentar el material fundido a través de la abertura del troquel. También se puede usar para afinar la conversión de material. De hecho, la sección de medición se caracteriza por vuelos poco profundos que generan altas condiciones de cizallamiento. La energía mecánica disipada permite que el material se convierta en un estado reológico que sea compatible con un procesamiento y formación satisfactorios (Bouvier & Campanella, 2014).

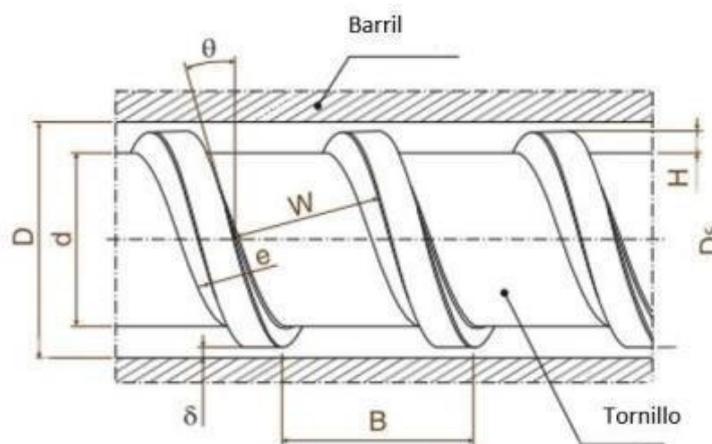


Figura 9. Geometría del Conjunto Tornillo-Barril de Extrusora de Tornillo Único

Fuente: (Bouvier & Campanella, 2014).

Bouvier & Campanella, (2014) mencionan las partes de un extrusor detallado en la Figura 9: D: altura del cañón, hace referencia a la apertura del cañón en el cual tiene



lugar la rotación del tornillo. H : es la distancia entre la altura del diámetro del vuelo y el diámetro de la raíz del tornillo. d : se considera el diámetro de la raíz del tornillo, en la que están contruidos los filetes. 2δ : es la anchura del tornillo es la diferencia entre el diámetro del tornillo y la abertura del barril. Paso (β): Es la distancia axial entre el borde del filete del diámetro exterior y el borde del filete de en frente. (θ): Se conoce como el ángulo del filete o vuelco con respecto al plano normal del eje del tornillo. $12 (W)$: El ancho axial del canal se mide desde el lado interno del filete al siguiente dentro del canal, perpendicular al ángulo del vuelo o filete. (b): es el ancho del filete del tornillo en la dirección axial. El ancho del filete está relacionado con el avance y la distancia entre los filetes. (e): es el ancho del filete del tornillo medido perpendicularmente a la cara del filete, el cual a veces es referido como el grosor del hombro del filete. Cono o ingreso a la boquilla de salida: se refiere al final de la última sección del extrusor y la entrada a la cavidad de la boquilla. Este accesorio tiene una forma de cono y es añadido al final del tornillo para dirigir a la masa fundida al interior del área de la boquilla con una mínima restricción y desarrollo de presión.

2.2.3.2 Extrusión en caliente

Consiste en la transformación termo mecánica de las materias primas, su función principal es la cocción de la mezcla a extruir para producir alimentos texturizados y productos alimenticios, tales como: cereales para el desayuno listos para ser saboreados, aperitivos (salados y dulces), alimento para mascotas, pellets (Clextral S.A., 2011). Asimismo, para elaborar alimentos extruidos expandidos se utilizan mezclas con humedades de entre 16-20%, velocidad del tornillo desde 200-450 rpm, altas temperaturas de cocción de 150-180° C (Guy et al., 2001). Los cambios de presión a la salida del producto favorecen para obtener una expansión instantánea del vapor de agua que se encuentra en el interior del material extruido, por lo que se obtienen productos de



baja densidad (Moscicki & Zuilichem, 2011). Por otra parte, la extrusión en caliente es un proceso HTST que reduce la pérdida de nutrientes y la contaminación microbiana. A los productos, como aperitivos o cereales para desayuno se los conoce como productos terminados únicamente después de realizar la etapa de secado después de la extrusión, esto es para reducir el contenido de agua y alargar la vida útil de los snacks (Fellows, 2007).

2.2.3.2.3 Extrusión en frío

En este tipo de extrusión, el alimento se extruye en tiras sin cocción o sin la torcedura que produce la expansión del vapor de agua. Es decir, la materia prima se someta a la mínima fricción posible, los tornillos de este tipo de extrusores tienen filetes muy profundos por esta razón ruedan a poca velocidad en un tubo de superficie interna lisa. La extrusión en frío se utiliza para producir pastas, masas para salchicha cocidas, pastas para pastelería y confitería (Fellows, 2007). Además, se utiliza para realizar mezclas suaves y moldear pasta, sin utilizar calor directo ni procesos de cocción dentro de la extrusora (Altan, 2012).

En cuanto al procesamiento de alimentos, se usa principalmente para la producción de pasta y masa. Estos productos pueden ser procesados de manera consecutiva: secados, cocidos, envasados al vacío, congelados (Clextral S.A., 2011).

2.2.3.2.4 Ventajas del proceso de extrusión

Según Guy et al., (2001) la extrusión se caracteriza por ser un proceso altamente eficiente, con un sin número de ventajas como por ejemplo: facilidad de operación, innovación de nuevos productos extruidos, facilidad de procesar materias primas de diversas fuentes naturales con nuevas formulaciones permitiendo adecuar el valor nutricional según las diferentes necesidades, bajo costo de producción, tecnología de fácil

manejo, reducidas pérdidas de nutrientes durante el proceso gracias al sistema de HTST, eficiencia energética durante el proceso, inactivación de enzimas y factores anti nutricionales y por último productos con bajas cargas microbianas.

La extrusión posee diferentes tipos de aplicaciones como se observa en la tabla 06

Tabla 6

Aplicaciones del Proceso de Extrusión

Aplicaciones del proceso de extrusión		
ALIMENTACIÓN HUMANA	ALIMENTACIÓN ANIMAL	USO INDUSTRIAL
Cereales de desayuno listos para comer	Cereales, oleaginosas y legumbres precocidas o ingredientes para alimentos	Industria del papel
Snacks (salados y dulces)	Balanceados	Industria textil
Alimentos para bebés	Alimentos para rumiantes, cerdos, aves, animales de piel, peces, etc.	Fundiciones metalúrgicas
Sopas instantáneas	Procesamiento de subproductos o desechos de la industria alimentaria:	Perforación de pozos de petróleo
Sustitutos de carne	Residuos de la industria de la pesca	Adhesivos y agentes ligantes
Proteínas vegetales texturizadas	Residuos de la industrialización de aves, cerdos y vacunos	Coadyuvantes de insecticidas y fungicidas
Harinas compuestas y enriquecidas	Residuos de la industrialización de lácteos, panificación y frutas	
Sustitutos lácteos		
Aditivos de panificación		
Almidones modificados		
Productos de confitería		
Productos de confitería		
Pastas (fideos)		
Bebidas en polvo		
Ingredientes de sopas		
Galletitas		

Fuente: (Apró, Rodríguez, Gornatti, TSIA, & Cuadrado, 2000).

a) Materias primas utilizadas en la investigación

Las materias primas (MP) indicadas en la formulación de alimentos extruidos son las que poseen un alto contenido de almidones tales como tubérculos y cereales, en caso

de la investigación de este proyecto se está utilizando la mashua negra.

2.2.4. Composición fisicoquímica

Tapia et al. (2007), el valor nutritivo de la mashua supera al de algunos cereales y de la papa; en algunas variedades de la mashua se aprecia cantidades máximas de carotenos (vitamina A) y de vitamina C (77 mg en 100 gramos de materia fresca comestible), siendo cuatro veces más que la cantidad de esta vitamina encontrada en la papa. Los glucosinalatos de este tubérculo tienen efectos beneficiosos para el sistema inmunológico y podrían proteger al organismo humano contra el cáncer, pero, al mismo tiempo, podrían tener efectos perjudiciales sobre el sistema nervioso cuando se consumen en grandes cantidades.

Tabla 7

Composición Proximal de la Mashua Negra en 100 Gramos de Porción

Comestible

Composición proximal de la mashua en 100 g de porción comestible		
Composición	Mashua Fresca	Mashua Deshidratada
	Cantidad (1) y (2)	Cantidad (3)
Humedad (%)	79,2 - 93,8	15,3
Carbohidratos (g)	7,0 - 13,1	75,4
Proteína (g)	1,1 - 2,7	4,3
Grasa (g)	0,5 - 0,9	1,1
Ceniza (g)	0,6 - 1,1	3,9
Fibra (g)	0,5 - 1,5	3,4
Azúcares reductores (mg)	5,37 - 9,33 (2)	-
Vitamina C (mg)	77,5 (2)	-
Antocianina (mg)	50 - 250 (1)	-

Fuente: (1) Cuya (2009), (2) Grau et al. (2003) y (3) Collazos et al. (1993), en Paredes (2012).

Tabla 8

Reporte de la Composición Fisicoquímica de Mashua

Composición	Mashua Fresca (1)	Mashua Deshidratada (2)
pH	5,56 - 6,22	6,1
Acidez (% de ácido málico)		5.5
Sólidos solubles (°Brix)	6,61 - 10,10	-

Fuente: (1) Samaniego (2010), (2) Fernández y Martínez (2015).

2.2.5. Componentes funcionales

Pinciroli (2011) menciona que las propiedades funcionales dependen de muchos factores físicos como la forma y tamaño de la molécula, composición aminoacídica, por lo tanto, las propiedades funcionales son todas aquellas propiedades no nutricionales que definen la calidad del producto final, las cuales nos ayudan a mejorar el proceso de producción de un alimento.

2.2.5.1. Capacidad Antioxidantes.

La capacidad antioxidante (CAOX) de los alimentos depende de muchos factores, incluyendo las propiedades de los sustratos, las condiciones y etapas de la oxidación y, la localización de los antioxidantes en diferentes fases: hidrofílica o lipofílica. De otro lado la CAOX medida en una muestra también depende de la tecnología empleada, del generador de los radicales libres u agente oxidante que se utiliza en la medición y, de las condiciones de ensayo.

Según Huang et al. (2005), los métodos para medir la CAOX se clasifican básicamente en dos grupos dependiendo del mecanismo de reacción así se tiene a los métodos basados en la transferencia de un átomo de hidrógeno (TAH) y métodos basados en la transferencia de electrones (TE). La mayoría de los ensayos basados en TAH aplica



un esquema competitivo en el cual el antioxidante y el sustrato compiten por estabilizar a los radicales generados (ejemplo: radical peroxilo) a través de la donación de un átomo de hidrógeno. Los ensayos basados en la TE miden la capacidad de un antioxidante en la reducción de un oxidante, que cambia de color cuando se reduce; así el grado de cambio de color se correlaciona con las concentraciones de antioxidantes de la muestra.

Bioquímicamente los compuestos antioxidantes tienen la capacidad de catalizar el transporte de electrones y capturar radicales libres, estas propiedades solo han podido ser puestos de manifiesto en ensayos in vitro sobre la inhibición de enzimas, efectos antiinflamatorios, acción antibacteriana-antiviral, secuestro de metales, actividad vascular, envejecimiento, anticancerígeno; las sustancias antioxidantes de las bebidas reaccionan con el DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil) y la reducción del reactivo es seguido midiendo la disminución de la absorbancia (descrito por Cao (1966) citado por Durand (2015)).

2.2.5.1.1. Antioxidantes

En la actualidad los consumidores se preocupan por una dieta saludable, y los términos “radicales libres” y “antioxidantes” están de moda, va más allá de una dieta adecuada en el sentido de aportar nutrientes para satisfacer necesidades metabólicas y saciar su sensación de hambre. Hoy en día se acentúa la potencialidad de los alimentos para la promoción de la salud, mejorar el bienestar y reducir el riesgo de enfermedades. El concepto de “nutrición adecuada”, tiende a ser sustituido por el de “nutrición óptima”, en este ámbito aparecen los alimentos “funcionales” si su aporte es beneficioso para las funciones del organismo, (Murcia, Vera, & Martínez-Tomé, 2003)

Los antioxidantes son sustancias cuya acción consiste en inhibir la oxidación provocada por la acción de radicales libres (disminuyen las defensas, producen daño



celular con la posibilidad de producir cáncer, arteriosclerosis y envejecimiento). El antioxidante al chocar con un radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico descrito por Cárdenas (2001), citado por Durand (2015).

Un antioxidante se puede definir como una sustancia capaz de retrasar o prevenir la oxidación de sustrato, (Murcia, et al., 2003). Entre estos componentes antioxidantes están los carotenos, flavonoides, vitamina C y E, y otros fitoquímicos (Medrano, 2005).

2.2.5.1.2. Clasificación

Cömert & Gökmen (2017), Los antioxidantes se puede clasificar en 2 grupos por solubilidad: compuestos antioxidantes solubles (en agua y en lípidos) y compuestos antioxidantes insolubles. Los carotenoides y tocoferoles se encuentran entre los antioxidantes liposolubles, mientras que los compuestos fenólicos y el ácido ascórbico son antioxidantes hidrosolubles. Su solubilidad depende de su ubicación en los alimentos y las macromoléculas con las que están vinculados en la matriz alimentaria.

Según Moharram & Youssef (2014), los antioxidantes pueden clasificarse de acuerdo con su función como: Antioxidantes primarios y Antioxidantes secundarios. Los antioxidantes primarios son los que rompen la cadena que reaccionan con los radicales lipídicos y los convierten en productos más estables. Son principalmente fenólicos, en estructura: minerales antioxidantes, vitaminas antioxidantes y fitoquímicos.

Los antioxidantes secundarios son compuestos fenólicos que realizan la función de capturar radicales libres y detener las reacciones en cadena. Los compuestos incluyen: hidroxil anisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT) y galato de propilo (PG) (Moharram & Youssef, 2014).

2.2.5.1.3. Métodos de evaluación de capacidad antioxidante

La cantidad de métodos para la evaluación de la capacidad antioxidante son variados y acorde pasan los años se muestran métodos aún más sofisticados para la evaluación, a continuación, se muestran 4 métodos más usados.

Método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo): La molécula 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) es un radical libre estable en medio metanólico por tener un electrón desapareado sobre su molécula que no se dimeriza. La deslocalización del electrón intensifica su color violeta intenso, el cual absorbe a 515 nm al reaccionar con el sustrato antioxidante, por que éste le dona un átomo de hidrógeno y su color violeta se desvanece, este cambio de color en absorbancia es cuantificado como capacidad antioxidante TEAC DPPH después de 30 a 120 minutos de reacción redox.

El Fundamento del método desarrollado por Brand-Willams et al, DPPH, consiste en que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por reacción con una sustancia antioxidante; la absorbancia es medida espectrofotométricamente a 517 nm. La diferencia de absorbancias permite obtener el porcentaje de captación de radicales libres.

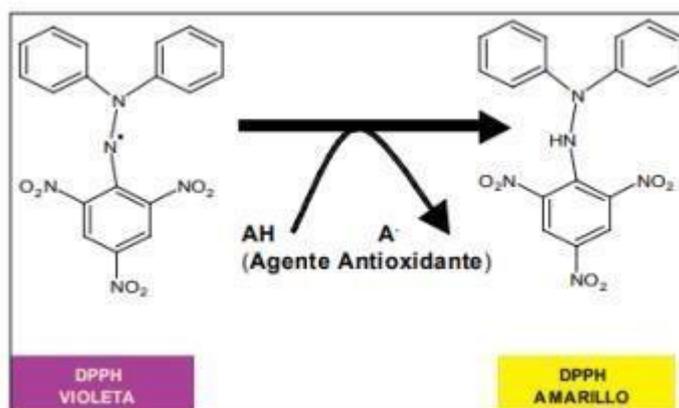


Figura 10. Método del 2, 2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

Fuente: Brand-Willams et.



Método ABTS (2,2-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate): El método de inhibición de radicales ABTS fue desarrollado por Rice-Evans y Miller en 1994 y fue luego modificado por Re et al., en el año 1999. El método para la detección de la CAOX se informa como un ensayo de decoloración. El radical mono catión preformado el 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) (ABTS) se genera por la oxidación de ABTS con persulfato de potasio y se reduce en presencia de donantes de hidrógenos antioxidantes.

El trolox, un análogo hidrosoluble de la vitamina E, se utiliza como control positivo. La actividad se expresa en términos de la capacidad antioxidante equivalente trolox del producto (TEAC/g o L).

Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity): La actividad antioxidante se cuantifica de acuerdo con la metodología descrita por Cao et al. (1993), la que posteriormente fue modificada por Ou et al. (2001). El método se basa en la medición de la fluorescencia de una molécula a la que se le somete a la acción de un generador de radicales libres (como el AAPH (2,2'-azobis (2-amidino-propane) dihydrochloride)). A medida que la molécula fluorescente es atacada y dañada por los radicales peroxil va perdiendo su fluorescencia. La labor de los antioxidantes es la de proteger la molécula y cuanto más CAOX tiene un compuesto o alimento más se preserva la capacidad de emitir luz fluorescente de la molécula en cuestión. El grado de protección se mide con un medidor de fluorescencia.

2.2.5.2. Vitamina C

Estructura Badui (1993), la vitamina C es una cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-1 gulofuranolactona; contiene un enol entre los carbonos 2 y 3, que la hacen un agente ácido y muy reductor por lo que se oxida fácilmente. Fennema

(2000), la forma natural de la vitamina es el isómero L; el isómero D tiene alrededor de 10% de la actividad de L- y se añade a los alimentos con fines vitamínicos.

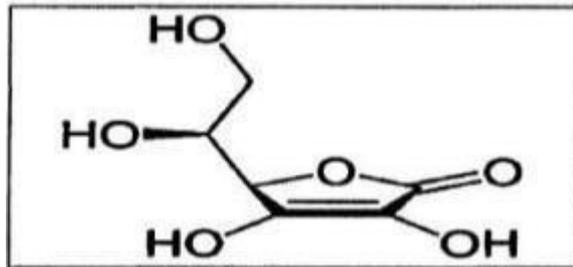


Figura 11. Estructura Química del L- ácido Ascórbico

Fuente: Fennema (2000).

a) Factores que afectan la estabilidad del ácido ascórbico

Ramírez (2008), indica que en la oxidación de la vitamina C está en función a las siguientes variables; la temperatura, el pH, la disponibilidad de oxígeno, los metales de transición y las radiaciones electromagnéticas; también influyen los azúcares reductores, algunas sales y al incrementarse acidez se reduce la pérdida. Fennema (2000), indica que el ácido ascórbico es soluble en agua, se pierde fácilmente por lixiviación en las superficies cortadas o trituradas de los alimentos; la característica más importante es su oxidación reversible para formar ácido dehidroascórbico. En presencia de oxígeno, el ácido ascórbico se degrada fundamentalmente vía su monoanión (HA^{\cdot}) rindiendo ácido dehidroascórbico.

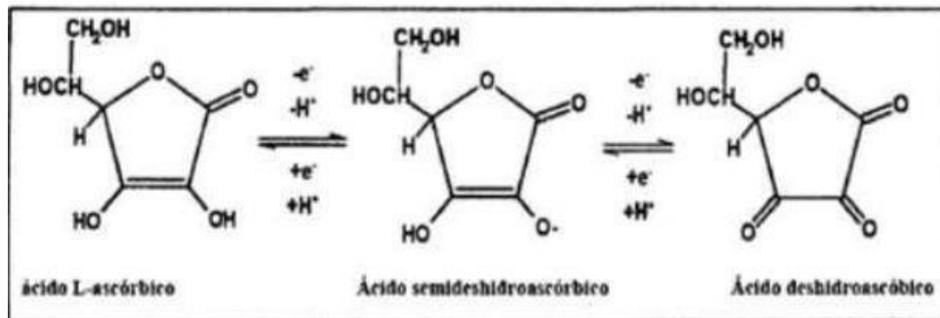


Figura 12. Oxidación de Acido L- ascórbico a Acido Deshidroascórbico

Fuente: Fennema (2000).

Cahuapaza y Matos (2011), en su investigación de la pérdida de vitamina C menciona que el ácido L-ascórbico tiene una oxidación reversible a ácido dehidroascórbico, y este es inestable a la acción del calor. Los factores que aceleran la reacción de oxidación son; la presencia de la luz, el oxígeno del ambiente, los álcalis y la presencia de metales como el cobre. Badui (1995), menciona que, de todas las vitaminas, la vitamina C es la más inestable y lábil; el contenido de ácido ascórbico en las papas se reduce, porque al ser cortados provocan un gran aumento de la actividad respiratoria y de la división celular. El frío inhibe su síntesis, la temperatura ambiente y la oscuridad la favorecen para lograr mayor retención de la vitamina C, esto significa que los demás nutrientes se verán poco afectados; en los alimentos deshidratados se destruye durante su procesamiento debido a su alta termo sensibilidad.

2.2.5.3. Carotenoides

Los carotenoides son los segundos pigmentos naturales más abundantes en la tierra, con más de 750 miembros (Nizar et al., 2015). Pero sólo unos 50 tienen actividad pro-vitamina A. De los cuales los precursores más importantes en humanos son tres: el α -caroteno, la β criptoxantina y el β -caroteno, que son los principales componentes pro-vitamina A de la mayoría de los alimentos que contienen carotenoides (Noviendri et al., 2011). Los carotenoides de las plantas son isoprenoides de 40 carbonos con cadenas de



polieno que pueden contener hasta 15 enlaces dobles conjugados (Hirschberg, 2001; Cazzonelli y Pogson, 2010). Los carotenoides de los alimentos principalmente se encuentran en forma de trans, y los hidroxicarotenoides en la forma libre (Juárez et al., 2005). Los carotenoides varían de incoloro a amarillo, naranja y rojo, con variaciones reflejadas en muchas frutas, flores y verduras, que también contribuyen a su valor económico. Varios ejemplos llamativos incluyen β -caroteno de zanahorias y camotes, licopeno de tomates y sandía, capsantina y capsorubina de pimientos rojos, y luteína de flores de caléndula (Nizar et al., 2015). Estos compuestos también presentan una gran relevancia para la nutrición y la alimentación humana, y la industria correspondiente, debido a su capacidad antioxidante y como precursores de la vitamina A, además de su utilización como colorantes en alimentos y suplementos nutricionales (Fraser y Bramley, 2004).

Los carotenoides pertenecen a la enorme familia de terpenoides y, en consecuencia, se componen de las unidades de cinco carbonos 2-metil-1,3-butadieno, también conocido como isopreno. Los carotenoides son tetraterpenoides, que están compuestos de ocho precursores condensados de isopreno de 5 carbonos, que generan un esqueleto lineal de cuarenta carbonos (Figura 13) (Domonkos et al., 2013). El número de dobles enlaces conjugados determina el cromóforo y el espectro de absorción de la molécula y, por lo tanto, su coloración (Fraser y Bramley, 2004). Pueden dividirse en dos grupos: las xantofilas, aquellas moléculas que contienen oxígeno, como luteína y zeaxantina; y carotenos, moléculas no oxigenadas como el β -caroteno, α -24 caroteno y el licopeno; entre la gran cantidad de carotenoides descritos, sin duda los más estudiados son los mencionados anteriormente (Shen et al., 2009; Muñoz et al., 2010).

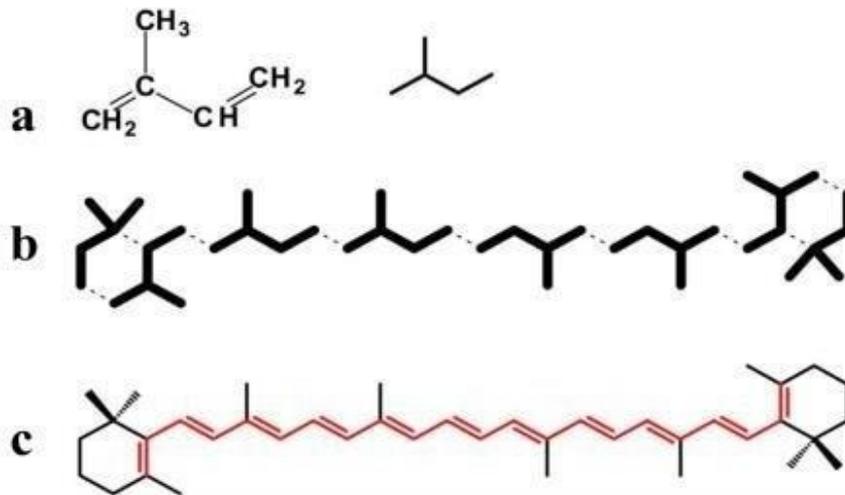


Figura 13. a) Isopreno, 2-metil-1,3-Butadieno, b) β -Caroteno está compuesto de ocho unidades de isopreno de cinco carbonos y c) En la estructura del β -Caroteno encontramos once dobles enlaces conjugados

Fuente: Domonkos et al. (2013).

a) Propiedades y funciones de los carotenoides

Los carotenoides son pigmentos liposolubles responsables del color de una amplia variedad de alimentos. Debido a sus propiedades químicas, los carotenoides son componentes esenciales de todos los organismos fotosintéticos (bacterias, algas y plantas), así como en algunas bacterias y hongos no fotosintéticos (Nizar et al., 2015). Se encuentran en los tejidos vegetales formando parte del sistema fotosintético, disueltos en gotitas de aceite, o como sólidos unidos a membranas en forma semicristalina. Estas diferencias en la localización y forma afectan considerablemente la absorción, y explican la aparente mayor absorción del betacaroteno a partir de frutos anaranjados (donde se encuentra formando parte del sistema fotosintético) (Juárez et al., 2005).

Casi todos los carotenoides, en mayor o menor grado, muestran propiedades de barrido contra un número excesivo de radicales libres que pueden producirse a lo largo del ciclo de vida de una célula (Santocono et al., 2007), que se producen durante la fotosíntesis, la respiración, o ante distintos tipos de estreses (Hannoufa y Hossain, 2012).

Las especies reactivas de oxígeno (ROS) pueden provocar daños importantes en las células, afectando a la estructura de proteínas, lípidos, carbohidratos y ADN, lo que se conoce como daño oxidativo (Gill y Tuteja, 2010). El daño oxidativo se manifiesta cuando la concentración de ROS excede a la capacidad de la célula de eliminarlas, como ocurre por ejemplo cuando se someten las plantas a un exceso de luz. El comportamiento antioxidante de los carotenoides depende estrechamente de su estructura química, concentración y localización (Edreva, 2005); así, la capacidad antioxidante de los carotenoides está determinada por el número de dobles enlaces conjugados que posee, siendo mayor en el caso del licopeno (11), seguido por el β -caroteno (9 más dos en los anillos β), luteína y α -caroteno (9 más uno en el anillo β) y las xantofilas violaxantina y neoxantina (Meléndez-Martínez et al., 2007).

2.2.5.4. Fenoles Totales.

a) Compuestos fenólicos.

Los fenoles son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Se localizan en todas las partes de las plantas y su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo. Estos compuestos participan en diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, la síntesis proteica, la actividad enzimática, la fotosíntesis, la formación de componentes estructurales, la alelopatía y la defensa ante los factores adversos del ambiente, como la protección frente a herbívoros e infecciones microbianas, así como en el proceso de atracción de polinizadores (Gil, 2010).

Los compuestos fenólicos o polifenoles son las sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilo, incluyendo derivados funcionales (ésteres, glucósidos, etc.) (Figura 15) (Macheix et al., 1990). Se han identificado más de 8000 estructuras fenólicas que se encuentran ampliamente distribuidas en el reino vegetal.

Los hay simples, de bajo peso molecular con un único anillo aromático y complejos como los taninos y los derivados polifenólicos (Díaz, 2009).

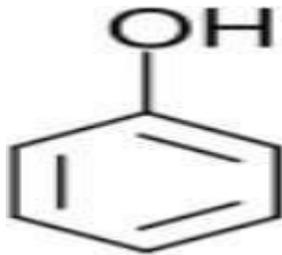


Figura 14. Estructura Básica de los Compuestos

Fuente: wikipedia

En los últimos años, diferentes líneas de investigación en el campo de la nutrición humana han estudiado la importancia de estos compuestos y su efecto positivo a medio y largo plazo. Se ha demostrado su influencia positiva sobre algunos tipos de cáncer y enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares obstructivas y diabetes tipo 2 (Gil, 2010).

Los compuestos fenólicos o polifenoles son sustancias orgánicas responsables de las propiedades del color, la astringencia, el flavor (sabor y aroma), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal. Esta última, se debe a la reactividad del grupo fenol. La distribución de los compuestos fenólicos en los tejidos y células vegetales varía considerablemente de acuerdo con el tipo de compuesto químico que se trate, situándose en el interior de las células o en la pared celular. Los compuestos fenólicos forman compuestos de bajo peso molecular como flavonoles, flavonas, flavanonas, antocianinas (responsables de los colores rojo, azul, violeta, naranja y púrpura de la mayoría de las plantas), isoflavonas, la mayoría se caracterizan por ser hidrosolubles y estables al calor siendo susceptibles a los cambios químicos como la maduración de las frutas, físicos como picado, trituración y tratamientos térmicos, ya que el calor excesivo altera los pigmentos de los alimentos

(Díaz, 2009).

b) Clasificación de los compuestos fenólicos

Dada la gran cantidad de compuestos fenólicos identificados, su clasificación es una tarea compleja. Una de las más utilizadas es la propuesta por Waterhouse (2002), que agrupa a los fenoles en función de su estructura química básica. La clasificación se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Clasificación de los compuestos fenólicos en función de la estructura.

	Estructura	Clasificación
Flavonoides	$C_6-C_3-C_6$	Flavonoles
		Flavonas
		Flavan-3-oles
		Proantocianidinas (taninos no hidrolizables)
		Antocianidinas (antocianos)
		Flavonas
No Flavonoides	C_6-C_3 C_6-C_1 } C_6-C_1 } C_6-C_3 + Azúcar $C_6-C_2-C_6$	Isoflavonas
		Ácidos hidroxicinámicos
		Ácidos Hidroxibenzoicos
		Taninos Hidrolizables
		Estilbenos

Fuente: Waterhouse (2002)

Siguiendo esta clasificación, distinguiremos los compuestos fenólicos en flavonoides y no flavonoides. Los flavonoides constituyen el grupo de compuestos fenólicos más importante por su gran variabilidad estructural y su presencia en la mayoría de los alimentos de origen vegetal (Harborne y Williams, 2000). Los flavonoides se caracterizan por un sistema específico C₁₅ (C₆ - C₃ - C₆) de tres anillos, dos de ellos aromáticos y un tercero, tipo pirano (Figura 15).

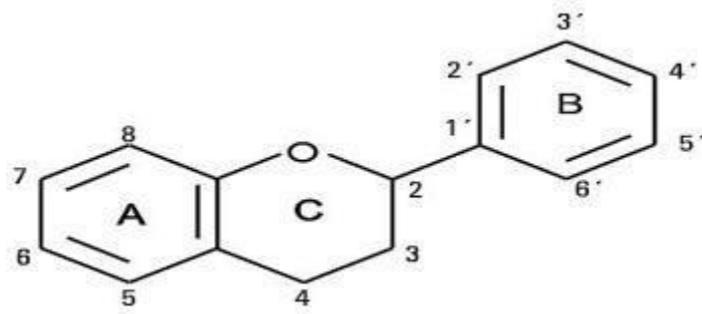


Figura 15. Estructura Básica de los Flavonoides

Fuente: Rice-Evans et al. 1997, citado en Díaz, 2009.

Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos se ve determinada por su estructura química, por lo que existen grandes diferencias en la efectividad como antioxidantes entre los distintos grupos de compuestos. Los compuestos fenólicos pueden actuar como antioxidantes mediante dos mecanismos principales (Rice-Evans et al. 1997, citado en Díaz, 2009).

Como captadores de radicales libres. Los compuestos fenólicos pueden actuar como donantes de hidrógeno o electrones en reacciones de terminación que rompen el ciclo de generación de nuevos radicales libres, deteniendo las reacciones en cadena en las que están implicados los radicales libres.

Por ello, los compuestos fenólicos con más afinidad por los ambientes lipídicos del organismo podrían tener una mayor relevancia en la prevención de enfermedades.

2.2.5.5. Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en las frutas y en los vegetales, protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes. La actividad antioxidante de los flavonoides resulta de una combinación de sus excelentes propiedades, intervienen en procesos de defensa ante los radicales libres y actúan como captadores de estos radicales una vez formados, por ello desempeñan un papel esencial



en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo (Flórez et al., 2002 cita en Cerrón, 2012).

La clasificación de estos compuestos se hace en función del estado de oxidación del anillo heterocíclico (anillo C) y de la posición del anillo B. Los principales subgrupos de compuestos flavonoides son: flavonoles, flavonas, flavanonas (dihidroflavonas), isoflavonas y antocianidinas (Rivas y García, 2002). Otros grupos de flavonoides, que cuantitativamente se encuentran en menor número en la dieta, son los dihidroflavonoles, flavan-3,4-dioles, cumarinas, chalconas, dihidrochalconas y auronas.

La estructura básica de los flavonoides puede tener numerosos sustituyentes. Los grupos hidroxilo generalmente están presentes en las posiciones 4', 5 y 7 y los azúcares son muy comunes en la mayoría de los flavonoides, de forma general como glicósidos. Mientras que los azúcares y los grupos hidroxilo incrementan la solubilidad en agua de los flavonoides, los grupos metilo y las unidades de isopentilo confieren a los flavonoides un carácter lipofílico (Decker, 1997 citado en Cerrón, 2012).

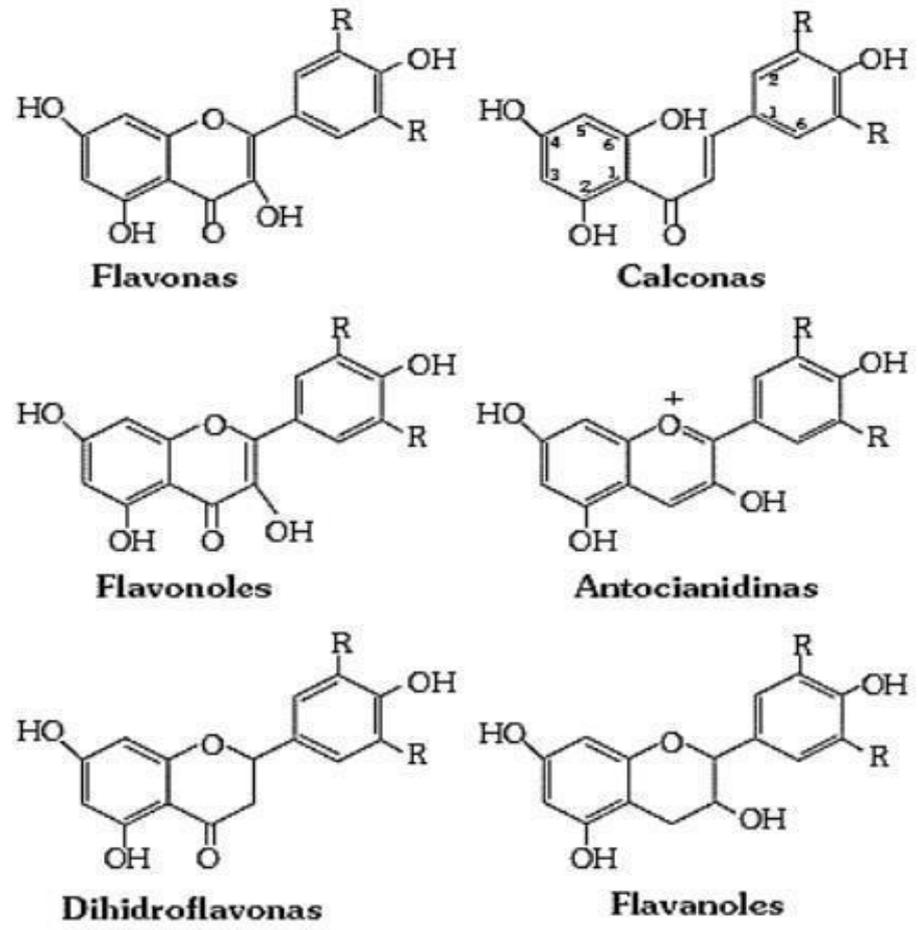


Figura 16. Estructura de los Diferentes Flavonoides

Fuente: Rivas y García (2002).

Tabla 10*Concentración de Algunos Compuestos Fenólicos*

Material vegetal	Concentración
Purpura 1	Fresco:3588,4 mg GAE/g 100g de muestra Cocido:1707,8 mg GAE/g 100g de muestra
Roja peruanita1	Fresco:2949,1 mg GAE/g 100g de muestra Cocido:1166,75 mg GAE/g 100g de muestra
Oca	
Rosada1	Fresco:1034,3 mg GAE/g 100g de muestra Cocido:148,0 mg GAE/g 100g de muestra 21,2 μ mol TE/g (b.s.) 3115,2 \pm 1,96 mg GAE/g 100g de muestra b.s. 210,2 mg GAE/g 100g de muestra b. s.
Yacón	31017 \pm 6,09 mg GAE/g 100g de muestra b. s.
Papa Nativa	2.87-10,02 mg de ácido clorogénico

Fuente: 1 Gamarra et al. (2011) ,2 Chirinos et al. (2007) ,3 Ramos (2011) y Castillo (2012).

2.2.5.6. Antocianinas

Las antocianinas representan un grupo muy amplio de compuestos fenólicos vegetales, estos son los pigmentos hidrosolubles rojos, azules y púrpuras de las flores, frutas y verduras. Estas poseen una estructura básica en común, químicamente son glicósidos de las antocianinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico.

Estos pigmentos son solubles en agua y esta propiedad facilita su incorporación en numerosos sistemas alimentarios acuosos. Estas cualidades hacen que las antocianinas sean colorantes naturales atractivos. El interés por los pigmentos antociánicos en investigaciones científicas se han incrementado en los últimos años, debido no sólo al



color que confieren a los productos que las contienen sino en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, efectos antiinflamatorios, mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo; estos efectos terapéuticos positivos, están principalmente asociados con sus propiedades antioxidantes. Las antocianinas representan los principales pigmentos solubles en agua pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es un núcleo de flavón, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos.

A) Estructura química

La estructura básica de las antocianinas es el 2-fenilbenzopirilo de la sal de flavilio (figura 17). Las antocianinas existen como glucosidos de polihidroxi/polimetoxi derivados de la sal. Difieren en el número de grupos hidroxilo y/o metoxilos presentes, sitio, tipo y numero de uniones de los azucres a la molécula, además del tipo y numero de ácidos alifáticos o aromáticos unidos a los azucres. Los azucres más comunes son glucosa, galactosa, arabinosa y xilosa.

Estos azucres pueden encontrarse en forma de di y trisacáridos formados por la combinación de estas. Los ácidos mayormente encontrados son el ácido cafeico, p-cumárico, sináptico, p-hidroxibenzoico, ferúlico, malónico, succínico y acético. Cuando el azúcar es hidrolizado de la antocianidina, el producto es una aglicona denominada antocianidina, de las cuales existen diversa en la naturaleza. Las antocianidinas más importantes son 6: pelargonidina, clanidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y malvinidina. Cada una de ellas genera una intensidad de rojo diferente. El incremento de color es originado por la presencia de grupos auxóchromos, los cuales se caracterizan por ser electrodonadores, y cuando están en contacto con la antocianina producen el efecto mencionado.

Debido a la poca solubilidad de las antocianinas en agua, estas no se encuentran de manera libre en la naturaleza, sino en su forma glicosilada (antocianidinas). En esta estructura encontramos que el grupo hidroxilo de la posición.

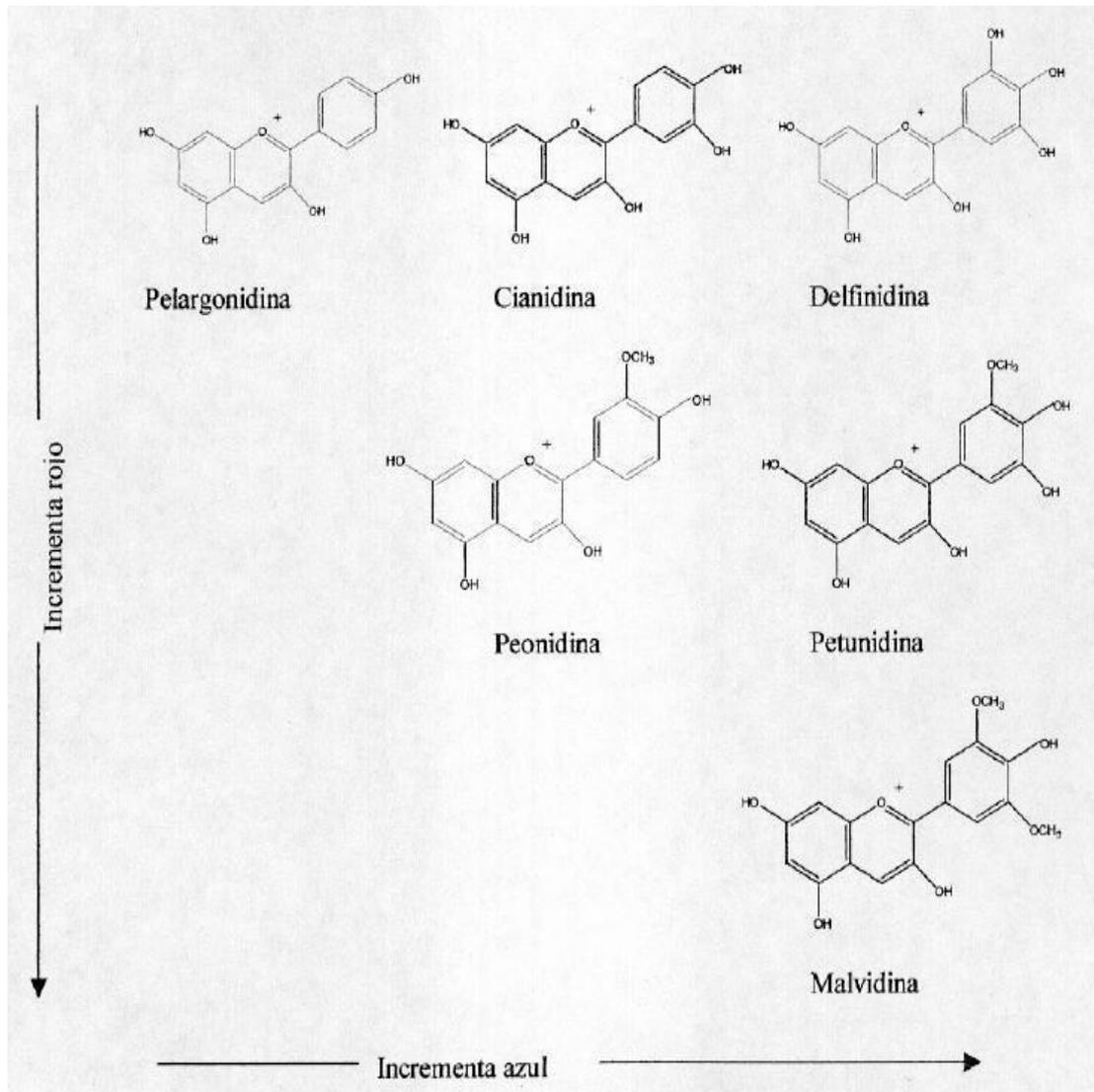


Figura 17. Estructura de las Diferentes Antocianinas

Fuente: Gosta, 2003

2.2.5.7. Glucosinolatos .

Los glucosinolatos son metabolitos secundarios tioglucosídicos que se encuentran en las familias de las plantas angiospermas, principalmente en el orden Brassicales (Clarke, 2010, Muñoz et al., 2010). Son aniones orgánicos solubles en agua que derivan del metabolismo de los aminoácidos y comparten una estructura básica común que consiste en un resto β -Dtioglucosa, un grupo oxima sulfonado y una aglicona variable (Wittstock y Halkier, 2002; Agerbirk y Olsen, 2012; Avato y Argentieri, 2015). La estructura general de los glucosinolatos se muestra en la Figura 18.

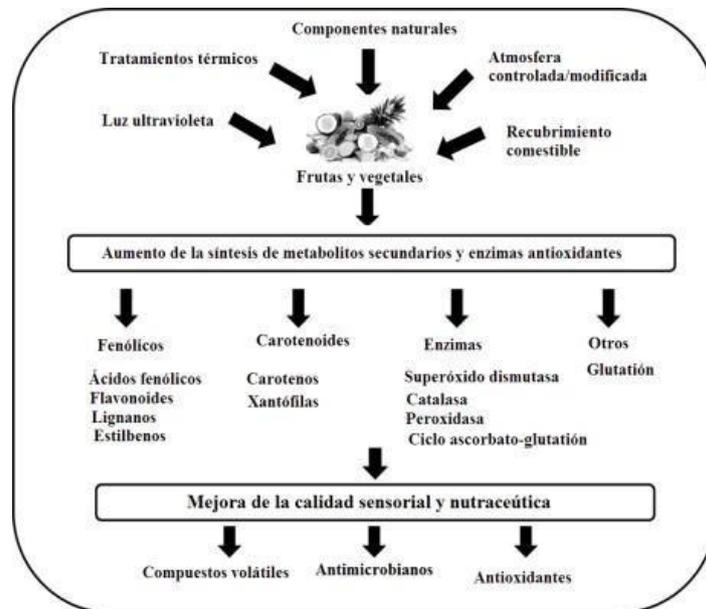


Figura 18. Efecto del Estrés Abiótico Postcosecha Sobre los Metabolitos

Fuente: Adaptado de Gonzalez et al. (2010).

La aglicona puede originarse de uno de los ocho aminoácidos naturales según los cuales los glucosinolatos pueden clasificarse en: alifático (derivado de alanina, leucina, isoleucina, metionina o valina), aromático (derivado de fenilalanina o tirosina) o indólico (derivado de triptófano) (Wittstock y Halkier, 2002; Sønderby et al., 2010; Avato y Argentieri, 2015). Sin embargo, las cadenas laterales de glucosinolatos se caracterizan por

una amplia variedad de estructuras químicas. Los glucosinolatos más numerosos son aquellos que contienen cadenas de carbono lineales o ramificadas. Muchos de estos compuestos también contienen enlaces dobles (olefinas), grupos hidroxilo o carbonilo, o enlaces de azufre en diversos estados de oxidación. El grupo más grande (un tercio de todos los glucosinolatos) contiene un átomo de azufre en diversos estados de oxidación (por ejemplo, metiltioalquilo, metilsulfinilalquilo o metilsulfonilalquilo). Otro pequeño grupo de glucosinolatos de bencilo tiene un resto de azúcar adicional, ramnosa o arabinosa, en el enlace glicosídico unido al anillo aromático (Fahey et al., 2001). Hasta la fecha se han informado más de 130 glucosinolatos estructuralmente diferentes (Clarke, 2010).

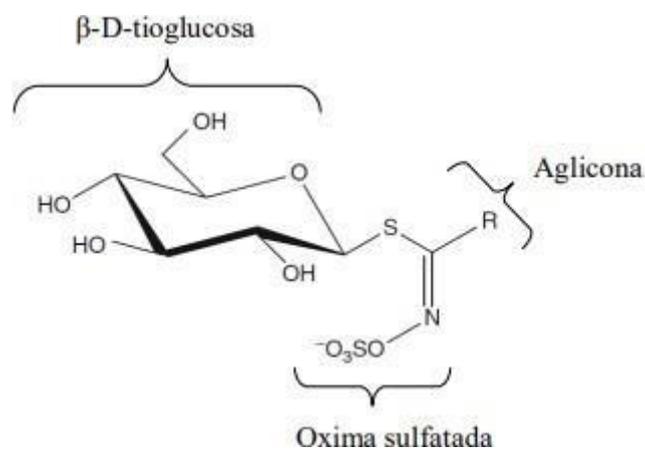


Figura 19. Estructura General del Glucosinolato

Fuente: Adaptado de Avato y Argentieri (2015)

2.2.5.7.1. Vía metabólica de los glucosinolatos

La formación de glucosinolatos puede dividirse convenientemente en tres formas diferenciadas. En primer lugar, ciertos aminoácidos alifáticos y aromáticos son alargados insertando grupos metileno en sus cadenas laterales. En segundo lugar, el propio resto de aminoácido ya sea alargado o no, se reconfigura metabólicamente para dar la estructura

de núcleo de glucosinolatos. En tercer lugar, los glucosinolatos formados inicialmente se modifican mediante diversas transformaciones secundarias (Gershenzon y Halkier, 2006).

La Figura 20 muestra la biosíntesis de la estructura central del glucosinolato, la cual es descrita a continuación.

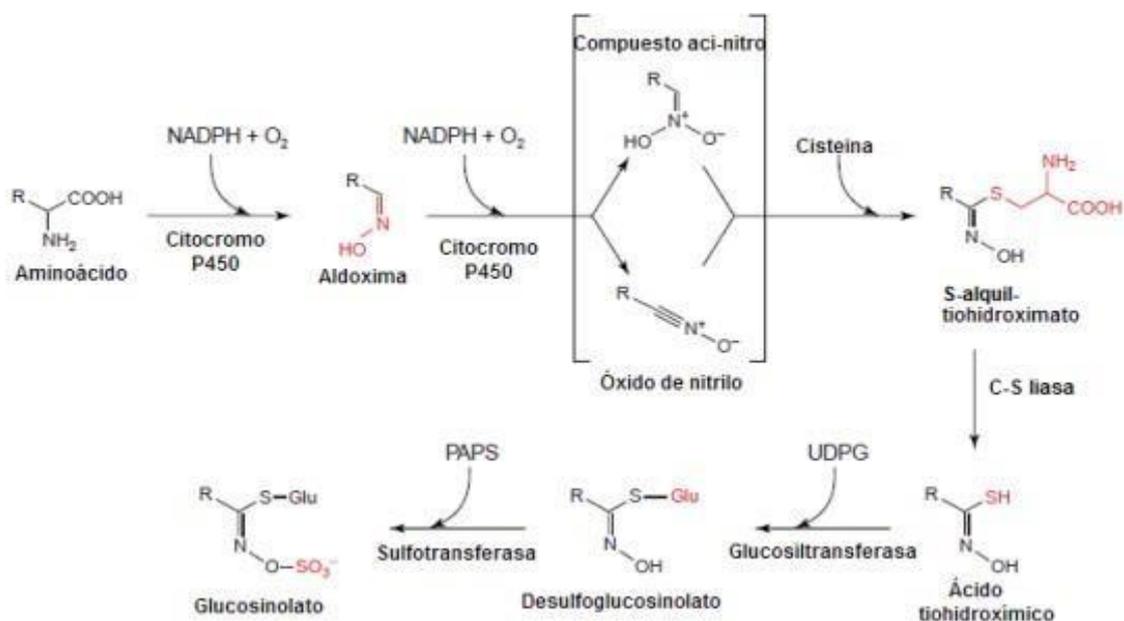


Figura 20. Biosíntesis de la Estructura Central del Glucosinolato

Fuente: Adaptado de Wittstock y Halkier (2002)

2.2.5.7.2. Formación de la estructura central del glucosinolato

La primera etapa de la elongación de la cadena de la biosíntesis de glucosinolatos comienza en el citosol, y pasos posteriores se producen en el cloroplasto (Gershenzon y Halkier, 2006). Sin embargo, la formación de la estructura del núcleo tiene lugar en el citosol. Esto implica la necesidad de un transportador que pueda trasladar entre el citoplasma y las membranas de cloroplasto. Gigolashvili et al. (2009) han demostrado que el transportador del ácido biliar está involucrado en el transporte de ácido 4-metil-



2-oxobutanoico y cetoácidos de cadena larga a través de la membrana de cloroplasto antes, durante y después de la elongación de cadenas laterales de cetoácidos. Una vez lograda la elongación del aminoácido se iniciará la formación de la estructura base, a través de la conversión del aminoácido a aldoxima inducida por el citocromo P450, el cual pertenece a la familia CYP79, y es responsable de catalizar esta conversión, (Wittstock y Halkier, 2002). Al ser obtenida la aldoxima, otro citocromo P450 que pertenece a la familia CYP83 produce una forma oxidada de la oxima, conocido como compuesto acinitro, el cual presenta una gran inestabilidad, este reacciona eficientemente con los donadores de azufre (S) y forma el S-alquiltiohidroximato. Esto sugiere que esta reacción debe estar controlada por una glutatión-S-transferasa la cual logrará la conjugación del compuesto con un donador de azufre (Hansen et al., 2001).

De esta forma el S-alquiltiohidroximato es metabolizado por la enzima C-S liasa que actúa sobre el compuesto produciendo ácido tiohidroxímico. Consecuentemente, los tiohidroximatos formados experimentan una reacción de glucosilación catalizada por la glucosiltransferasa para generar desulfoglucosinolatos, el que posteriormente será sulfatado por la acción de la enzima desulfoglucosinolato sulfotransferasa, obteniéndose así la estructura final del glucosinolato (Piotrowski et al., 2004).

2.2.5.7.3. Sistema mirosinasa- glucosinolato.

La mirosinasa (tioglucósido glucohidrolasa, está presente en todas las plantas que contienen glucosinolatos (Fenwick et al., 1983). El complejo enzimático glucosinolatomirosinasa, denominado de otra forma la “bomba de aceite de mostaza”, es un sistema bioquímico muy complejo, caracterizado por la ubicación de la mirosinasa y su sustrato a nivel celular y subcelular en compartimientos separados (Yan y Chen 2007; Oerlemans et al., 2006; Kissen et al. 2009), como se demostró en Arabidopsis, por la identificación de células ricas en sulfuro entre el floema y la endodermis del pedúnculo



de la flor, las cuales presumiblemente contenían altas concentraciones de glucosinolatos (Oerlemans et al., 2006). Las mirosinasas se expresan en “células de mirosina” específicas en estrecha proximidad a las células que acumulan glucosinolatos, mientras que, a nivel subcelular, tanto la mirosinasa como los glucosinolatos se almacenan en la vacuola (Yan y Chen 2007; Kissen et al. 2009; Becker, 2015).

En la Figura 21 se muestra la localización de los componentes del sistema glucosinolato-mirosinasa. La ubicación de los componentes del sistema de mirosinasa-glucosinolato y la expresión específica de células de la mirosinasa en compartimientos separados, representa un sistema de defensa única en la planta (Bones y Rossiter, 1996), debido a que las mirosinasas se encuentran separadas de los glucosinolatos en la planta en crecimiento, entrando en contacto solamente cuando el tejido vegetal sufre rupturas o es atacado por herbívoros (Angelino y Jeffery, 2014).

El sistema de mirosinasa-glucosinolato está implicado en una serie de actividades biológicas que afectan a insectos herbívoros, plantas y hongos. El sistema característico del orden Capparales incluye sustratos que contienen azufre, enzimas de degradación mirosinasas y cofactores (Bones y Rossiter, 1996).

La hidrólisis de glucosinolatos es el proceso de escisión del enlace glucosídico por la mirosinasa, dando como resultado una molécula de glucosa y un tiohidroximato-O-sulfato inestable que se reorganiza espontáneamente (Bones y Rossiter, 1996; Oerlemans et al., 2006; Angelino y Jeffery, 2014; Becker, 2015) para producir compuestos biológicamente activos como por ejemplo isotiocianatos, tiocianatos, tionos, epitionitros y nitrilos, a partir 19 del cual los isotiocianatos e indoles en particular, han sido relacionados con propiedades anticancerígenas (Oerlemans et al., 2006).

La formación de estos productos depende de varios factores, entre los factores intrínsecos se puede citar, la coexistencia de la mirosinasa y cofactores como el ácido ascórbico, proteína epitoespecificadora (ESP), la estructura de la cadena del glucosinolato, sustrato o disponibilidad de iones ferrosos y como factores extrínsecos, el pH y la temperatura, pueden afectar la hidrólisis de glucosinolatos (Bones y Rossiter, 1996; Oerlemans et al., 2006), algunos de estos factores están representados en la Figura 21. Al respecto, los métodos de procesamiento, tales como el corte y cocción pueden influir en el grado de hidrólisis de glucosinolatos y la relación de los derivados producidos (Rungapamestry et al., 2006).

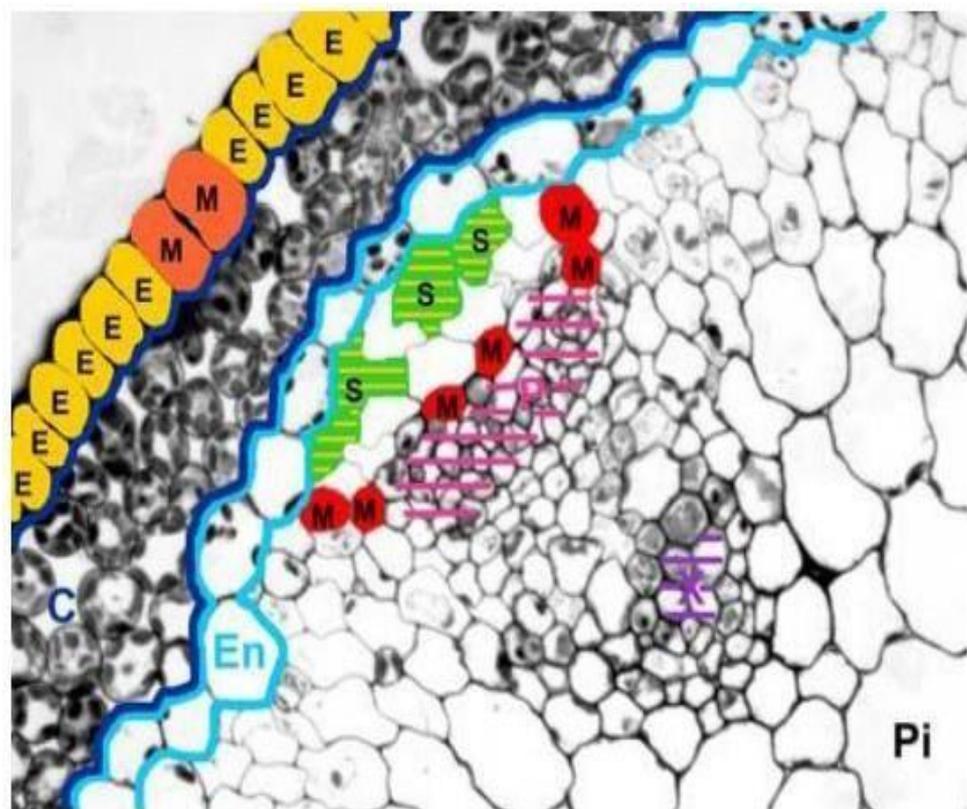


Figura 21. Representación de la Localización de los Componentes del Sistema Glucosinolato-mirosinasa Superpuesto en una Porción de una Sección Transversal del Tallo de Flor de *Arabidopsis Thaliana*.

Fuente: Adaptado de Kissen et al. (2009)

Células que contienen glucosinolatos (verde); M, células del floema (rojo) y células guarda (anaranjado) que contienen a la mirosinasa; E, células epidérmicas que expresan la proteína ESP; las rayas en células S indican localización de glucosinolatos y ESP; C, corteza. En, endodermis; rayas rosas, floema; rayas púrpuras, xilema; Pi, médula.

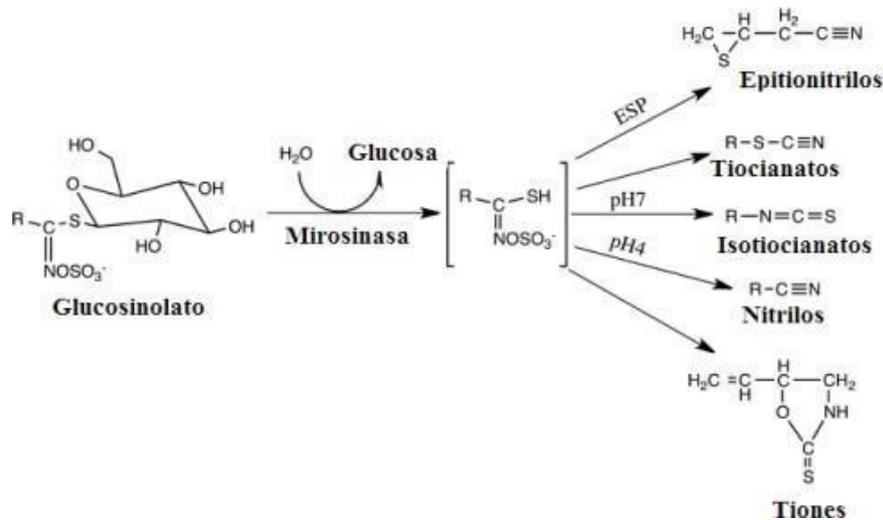


Figura 22. Hidrólisis de Glucosinolato-mirosinasa y Algunos de los Compuestos Formados Bajo Diferentes Condiciones de pH y la Influencia de las Proteínas Epitoespecificadoras (ESP).

Fuente: Adaptado de Bell y Wagstaff (2014)

2.2.5.8. Gelatinización

Cuando el gránulo de almidón se pone en contacto con agua caliente comienza a hincharse irreversiblemente, estando este proceso acompañado por la pérdida de birrefringencia y cristalinidad (Juliano, 1985). La desnaturalización o fisión del almidón debida a la acción del calor en presencia de agua se conoce como “gelatinización”. La fusión de los segmentos en 'salinos del almidón produce un sistema completamente amorfo, el cual al ser sometido a un rápido enfriamiento puede producir material en otros estados que van desde el vítreo al gomoso dependiendo del contenido de humedad. El



reordenamiento parcial del sistema amorfo se conoce como retrogradación o recristalización y es un proceso dependiente de la temperatura y el contenido de humedad.

La aplicación de la ciencia de los polímeros ha servido para estudiar la gelatinización del almidón. Diferentes hipótesis han sido planteadas para explicar el comportamiento térmico asociado con la gelatinización del almidón. La más aceptada considera al almidón nativo como un polímero parcialmente cristalino que al ser calentado en presencia de agua sufre primeramente una transición vítrea o ablandamiento de la fase amorfa seguido por una reacción irreversible de primer orden donde se funden los cristalitas (Maurice y col, 1985; Slade y Levine, 1988; Biliaderis y col, 1986). Este enfoque postula que el agua actúa como plastificante efectivo disminuyendo la temperatura de transición vítrea de la región amorfa, facilitando de este modo la fusión de los cristalitas de amilopectina.

En presencia de exceso de agua, la transición vítrea y la fusión ocurren cooperativa y simultáneamente debido a que en estas condiciones la plastificación del sistema es total. Por lo tanto, cuando la gelatinización se sigue calorimétricamente, aparece un único pico endotérmico. A niveles de humedad intermedios aparecen endotermias bifásicas. Donde el primer pico representa probablemente la transición desde el estado vítreo al gomoso, mientras que el segundo estaría asociado a la fusión de los cristalitas (Seow and Teo, 1993). Cuando el agua es limitante, cualquier hinchamiento de la región amorfa tiene poco efecto en el “ablandamiento” de los cristalitas que funden a alta temperatura. Para mejorar la definición de las termogramas se aplica en ocasiones un pretratamiento térmico o “annealing” Si la temperatura usada está comprendida entre la temperatura de transición vítrea y la temperatura donde comienza la gelatinización, tiene lugar una rápida relajación molecular en las regiones amorfas que induce el crecimiento tales y provoca un incremento del grado de cristalinidad. Calorimétricamente, estos cambios se



manifiestan como un incremento de la temperatura de fusión y provocan un estrechamiento de los rangos de fusión (amplitud de pico) tal como lo evidencia la forma de las endotermas de fusión observadas por muchos investigadores (Krueger y col., 1987', Paredes-López y Hernández-López, 1991).

2.2.5.8.1. Grado de gelatinización

El grado de gelatinización permite conocer en qué proporción este cocido el almidón y basado en las propiedades de este compuesto, se calcula con los siguientes métodos:

Calorimetría diferencial de barrido (CDB). - Se basa en la correlación cuantitativa entre la pérdida de la cristalinidad, los cambios térmicos de orden y desorden durante la gelatinización y retrogradación de una suspensión de almidón (Baks, Ngene, Soest, Janssen y Boom, 2007; Konishi, Arnao y Calixto, 2006). A través de este método con sus siglas en inglés "DSC", se puede determinar las temperaturas y entalpías de gelatinización para una gran cantidad de almidones (Lajolo y Menezes, 2006). En la Figura 25, se observa la endoterma del CDB, donde se puede identificar tres temperaturas: T_0 que es la temperatura inicial de gelatinización; T_c es la temperatura final de gelatinización y T_p que es la temperatura pico (Rodríguez et al., 2001; Flores, 2004).

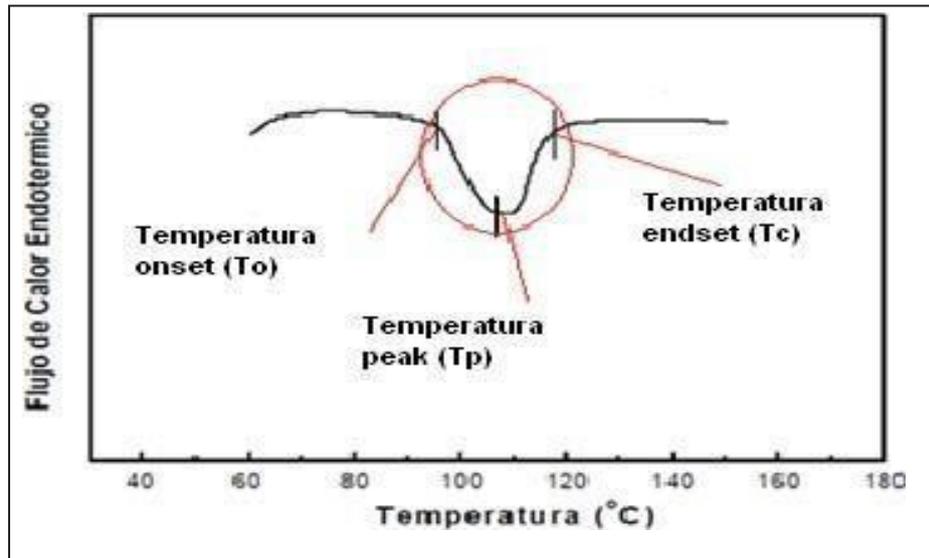


Figura 23. Termograma de una Suspensión de Endosperma al 70%

Fuente: Rodríguez et al., 2001

Birrefringencia. Se fundamenta en la pérdida de la cruz malta, que se puede evidenciar cuando los gránulos de almidón se han gelatinizado (Vaclavik, 1998).

Difracción de rayos X.- Se basa en la propiedad de cristalinidad del almidón y la pérdida de esta, cuando se ha gelatinizado (Baks et al., 2007).

Métodos enzimáticos. El almidón gelatinizado es susceptible al ataque de enzimas, por lo que es una forma indirecta de medir el grado de gelatinización (Baks et al., 2007).

Reológicos. El incremento de la viscosidad de una suspensión de almidón por efecto de la gelatinización se detecta en un amilógrafo o viscosímetro (Cauvain y Young, 2009).

En el caso de alimentos semisólidos en lugar de viscosidad se habla más bien de consistencia y esta podría ser otra forma muy válida de medir el grado de gelatinización, puesto que “a medida que el almidón se gelatiniza, el material se vuelve más viscoso, con lo cual el indicador de la consistencia disminuye” (Vaclavik, 1998; Combariza y Sánchez,

2006).

El uso del consistómetro Botswick se ha reportado, por varios autores entre ellos: González (2003) y Salcedo (2003) en soluciones de muestras precocidas de banano y plátano); Combariza y Sánchez (2006), en soluciones acuosas de harinas extruidas y crudas de arroz, maíz, frijol, yuca y camote y en muestras de maíz tratado a diferentes tiempos de cocción en microondas por Yépez (2012). Por lo tanto, mediante este instrumento, también, se puede determinar indirectamente el grado de gelatinización, al medir la consistencia de la suspensión de una misma gelatinizada y sin gelatinizar, a igual concentración de sólidos totales en base seca.

De acuerdo con la bibliografía consultada el rango de temperatura de gelatinización del almidón de camote es entre 61,1 a 76,6 °C como se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11

Rango de Temperatura de Gelatinización del Camote (Ipomoea Batatas L.)

Determinado por Calorimetría Diferencial de Barrido

Nº	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)
1	61,0	70,0
2	61,1	76,6
3	66,6	71,4
4	61,4	73,0

Fuente: ([Choi y Yoo., 2009]; 2[Wickramasinghe, Takigawa, Matsuura-Endo, Yamauchi, y Noda,2009]; 3[Barba, 2005]; 4[Lajolo y Menezes, 2006])



2.2.5.8.2. Factores que afectan la gelatinización

Los factores más importantes en la gelatinización son el agua y la temperatura, por lo que se requiere de determinadas cantidades de la primera y específicos intervalos de la segunda, para lograr un alto grado de gelatinización (Baks et al., 2007). Además, existen otros factores que también pueden influir en este proceso, entre los cuales se tiene:

Agitación. Esta acción mecánica, durante el proceso de gelatinización, permite que los gránulos de almidón se hinchen independientemente, favoreciendo el proceso (Vaclavik, 1998).

Lípidos y proteínas. Recubren o absorben la superficie de los gránulos de almidón, lo que retrasa su hidratación (Vaclavik, 1998).

Azúcar. Compite con el almidón por agua, por tanto, retrasa el hinchamiento del gránulo e incrementa la temperatura regular de gelatinización (Lajolo, 2006 y Menezes).

Presencia de mucílago. Su efecto depende de la fuente y concentración presente en el almidón. La combinación de mucilago de ñame (*Dioscorea sp*), taro (*Colacasia esculenta*) y camote (*Ipomoea batatas L.*), con almidón de la misma fuente vegetal, incrementa la temperatura inicial de gelatinización, disminuye al rango de temperatura y la entalpía (Huang, Phoency, Chen, Liu y Wang, 2010).

Características del gránulo. La proporción de amilosa, tamaño del gránulo, distribución de las longitudes de cadena también afecta la gelatinización (Lajolo y Menezes, 2006; Singh et al., 2003).

Los almidones con una mayor proporción de cadenas largas de amilopectina requieren de una mayor energía para disociarse completamente, por lo que la temperatura pico y entalpía en estos casos son más altos (Ahmed, Tiwari, Imam y Rao, 2012). En



cambio, aquellos almidones con mayor contenido de amilosa presentan una mayor cantidad de regiones amorfas, menos cristalinas y por tanto la temperatura y entalpía son más bajas (Singh et al., 2003). La temperatura de gelatinización en almidones con elevada cristalinidad como los de tipo A es más alta, que los de tipo B (Tan et al., 2009). Los almidones con un patrón de difracción tipo C, que generalmente corresponde a las leguminosas, tienen un arreglo cristalino en forma de malla hexagonal y requieren temperaturas mayores para la gelatinización (Lajolo y Menezes, 2006).

El tamaño de los almidones también influye, así los más grandes tienden a hincharse y absorben agua más rápido que los pequeños (Konishi et al., 2006).

Condiciones ambientales y período de desarrollo del cultivo. - Los almidones de taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) extraídos en época de verano, tienen valores de temperatura inicial y pico de gelatinización menores a los analizados en invierno y primavera (Lu, Chen, Lin y Chang, 2005).

Mientras que en el camote (*Ipomoea batatas* L.), la siembra y cosecha temprana incrementa la temperatura inicial y pico de gelatinización (Noda et al., 1997).

Composición del almidón. El incremento de fosfato disminuye la temperatura inicial y pico de gelatinización (Bharat, 2010) mientras que altos contenidos de proteína, incrementan la temperatura pico de gelatinización, por la interacción proteína-almidón (Abdellatif y Rayas, 2003).

Tipo de calor. El calor húmedo es ideal para la gelatinización, la aplicación de calor seco provoca la hidrólisis del almidón, con que lo que se forman cadenas cortas de dextrinas (Vaclavik, 1998).



2.2.5.9. Índice de solubilidad

A, G & W (2018) establecen que de todas las propiedades funcionales las de mayor importancia son la solubilidad, absorción de agua, emulsificación, propiedades espumantes y de gasificación debido a que de estas propiedades dependen los diferentes alimentos, es decir, nos permitirán anticipar como actuarán en sus etapas de producción, fabricación, procesamiento, almacenamiento y consumo por lo cual ayuda a muchos usos industriales.

El estudio de la solubilidad de la proteína es de ayuda debido a que de esta dependen muchos de los productos que se desea elaborar ya sean por sus nutrientes o por la fórmula de los alimentos que se desea mejorar por lo cual la solubilidad ayuda al enriquecimiento de los mismos Rondón & Luisa (2006).

Por lo tanto, la solubilidad de la proteína depende del peso molecular de la secuencia de aminoácidos, del comportamiento de asociación, el número de cadenas laterales iónicas expuestas y la hidrofobicidad de la proteína (Totosaus, 2006).

La solubilidad se ve influenciada a diferentes valores de temperatura, pH, fuerza iónica y perfil de solubilidad, que es un índice de la funcionalidad de las proteínas que permite definir las zonas de máxima solubilidad y mínima solubilidad (punto isoelectrico) (Söderberg, 2013).

Guillén (2009) menciona dos factores importantes como son la temperatura y el pH los cuales se debe tomar en cuenta al momento de medir la solubilidad ya que estos afectan directamente a la solubilidad de la proteína, por lo que recomienda que estas se realicen mediante la estandarización de los métodos con el fin de que los procedimientos ayuden a la correcta cuantificación de la solubilidad, siempre tomando en cuenta sus demás 5 propiedades como son la gelificación, espumación y emulsión. Kramer et al.



(2012) ratifica que además de los factores mencionados se debe tomar en cuenta los factores intrínsecos como son los aminoácidos presentes en la superficie de la proteína y los factores extrínsecos como son la fuerza iónica, pH y temperatura, tomando en cuenta siempre el no alterar las condiciones en que este se modifique o sufran alteraciones.

Las zonas agroecológicas (zona de Junín –zona Puno) afectaran sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las harinas instantáneas de mashua negra obtenidos a partir los procesos de secado por extrusión y secado rotatorio.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

Las zonas de estudio fueron el departamento de Junín y el departamento de Puno en la república del Perú.

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio de la presente investigación es del tipo aplicado, desde un enfoque cuantitativo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está constituida por la producción de mashua negra tanto en el departamento de Junín como en el departamento de Puno.

La muestra lo constituye los productos de mashua negra. Para los fines del presente trabajo, se cultivaron mashua negra en Junín a 3384 m sobre el nivel del mar, latitud $11^{\circ} 46' 45.89''$ S y longitud $75^{\circ} 29' 45.00''$ W (Región Junín, Perú) y en el distrito de Capachica que se encuentra localizada en la Región Puno, provincia de Puno, Departamento de Puno a una altitud de 3,880 m.s.n.m. latitud sur $15^{\circ} 38' 30''$ y longitud oeste $69^{\circ} 49' 50''$ del meridiano de Greenwich. Se ubica a 62 kilómetros al nor-oeste de la ciudad de Puno. (Región Puno, Perú).

3.4. MATERIALES

Los medios o materiales de obtención de datos podemos describirlo de la siguiente manera.

- Observación directa: Guía de observación, análisis de documentos e introspección.



- Registro sistemático: de los resultados obtenidos a partir de los instrumentos de laboratorio utilizados.
- Procesamiento de datos: Tabla comparativa de forma sistemática, teniendo presente los principios de: Constancia, Control de sesgo de observador y orientación teórica.

3.5. MÉTODO

Para encontrar cuál de los métodos de secado es el más idóneo para conservar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las mashua negra, se ha diseñado o procedido de la siguiente manera:

Se extrajeron muestras de cada región en este caso de Junín y de Puno, bajo las mismas condiciones, cuidando que estas mantengan la aleatoriedad de las muestras.

Posteriormente, se ha procedido a clasificar las muestras por zona y analizar las propiedades fisicoquímicas de cada una de ellas, haciendo uso de experimentos controlados en laboratorio y de análisis de laboratorio para encontrar estas diferencias.

El proyecto de investigación se desarrolló siguiendo el diseño de investigación cuantitativa EXPERIMENTAL, recogiendo los datos en hojas de cálculo en Excel y los resultados de laboratorio, para su posterior análisis estadístico y prueba de hipótesis.

3.5.1. Alcance de la investigación

Tratándose de identificar las características de nuestra investigación, podemos deducir que, al observar las casualidades e implicaciones, el alcance es causal y correlacional.

3.5.2. Metodología de investigación.

La metodología de investigación que más se ha adecuado en el proceso desde el punto de vista teórico es el método experimental.

3.5.3. Operacionalización de variables

El siguiente cuadro muestra las variables dependientes e independientes con sus respectivas dimensiones e indicadores.

Tabla 12

Operacionalización de Variables de Acuerdo con los Objetivos de Estudio.

VARIABLE	DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE:			
<i>Tipo de proceso:</i>	<i>Extrusión</i>	Temperatura Velocidad de los tornillos	Grados Celsius (°C) Revoluciones por minuto (RPM)
	<i>Secado por tambor rotatorio</i>	Temperatura Velocidad de los tambores. Ingreso de Vapor	Grados Celsius (°C) Revoluciones por minuto (RPM). Pascal
<i>Zonas Agroecológicas:</i>	<i>Junín</i>	<i>Harina instantánea de mashua negra de Junín</i>	<i>Kg</i>
	<i>Puno</i>	<i>Harina instantánea de mashua negra de Junín</i>	<i>Kg</i>
VARIABLE DEPENDIENTE:			
Propiedades fisicoquímicas	<i>Análisis fisicoquímico</i>	<i>Humedad</i>	%
		<i>Proteína</i>	%
		<i>Grasa</i>	%
		<i>Cenizas</i>	%
		<i>Fibra</i>	%
		<i>Carbohidrato</i>	%
		<i>Acidez</i>	%
Propiedades funcionales	<i>Compuestos funcionales</i>	<i>pH</i>	%
		<i>Capacidad de antioxidante</i>	mg/100 gr
		<i>Vitamina C</i>	mg/100 gr
		<i>Carotenoides</i>	mg/100 gr
		<i>Fenoles Totales</i>	mg/100 gr
		<i>Flavonoides</i>	mg/100 gr
		<i>Antocianinas</i>	mg/100 gr
<i>Perdida de</i>	mg/100 gr		



glucosinolatos

Índice de Gelatinización mg/100 gr

Índice de solubilidad mg/100 gr

Fuente: Elaboración propia

Las variables están de acuerdo con el objeto del proyecto en su conjunto.

3.6. DISEÑO Y MATERIAL EXPERIMENTAL

Los materiales utilizados para la obtención de harina de mashua negra son los siguientes.

3.6.1. Materiales para la obtención de harina instantánea de mashua negra mediante el proceso de secado rotatorio.

Para obtener la harina instantánea de mashua negra, cuyo nombre científico es *Tropaeolum Tuberosum Ruiz & Pavón*, mediante el proceso de secado rotatorio se ha requerido los siguientes equipos, materiales o instrumentos.

3.6.1.1. Equipos

- Máquina de secado rotatorio (flujo de vapor en los cilindros) - alemana –volcánica, capacidad 40 kg/h

3.6.1.2. Instrumentos

- Balanza plataforma (SAGUITA. Capacidad 0-1500 kg.)
- Marmita enchaquetada (VULCANICA -capacidad 20L.– a vapor con agitador.)
- Balanza analítica (OHAUS - capacidad 0-1500gr de +/- 0.0001 g.)
- Balanza de humedad (OHAUS -digital , laser capacidad de platillo 3gr.)
- Molino trozador. (VULCANO- capacidad 200 kg./h.)
- Molino de martillo. (VULCANO - capacidad 100 kg./h, malla 0.5 micras)



- Termómetro laser (CAUTION- T°maxima =300°C.)

3.6.1.3. Utensilios y otros.

- Javas
- Mesas de acero inoxidable
- Tinas de acero inoxidable
- Baldes de acero inoxidable
- Utensilios en general

3.6.1.4. Flujograma secador rotatorio.

A continuación, diseñamos un flujograma en el cual describimos el procedimiento la metodología para la obtención de harina instantánea de mashua negra por el proceso de secador rotatorio.

FLUJOGRAMA DE ELABORACION DE HARINA INSTANTANEA DE MASHUA NEGRA.

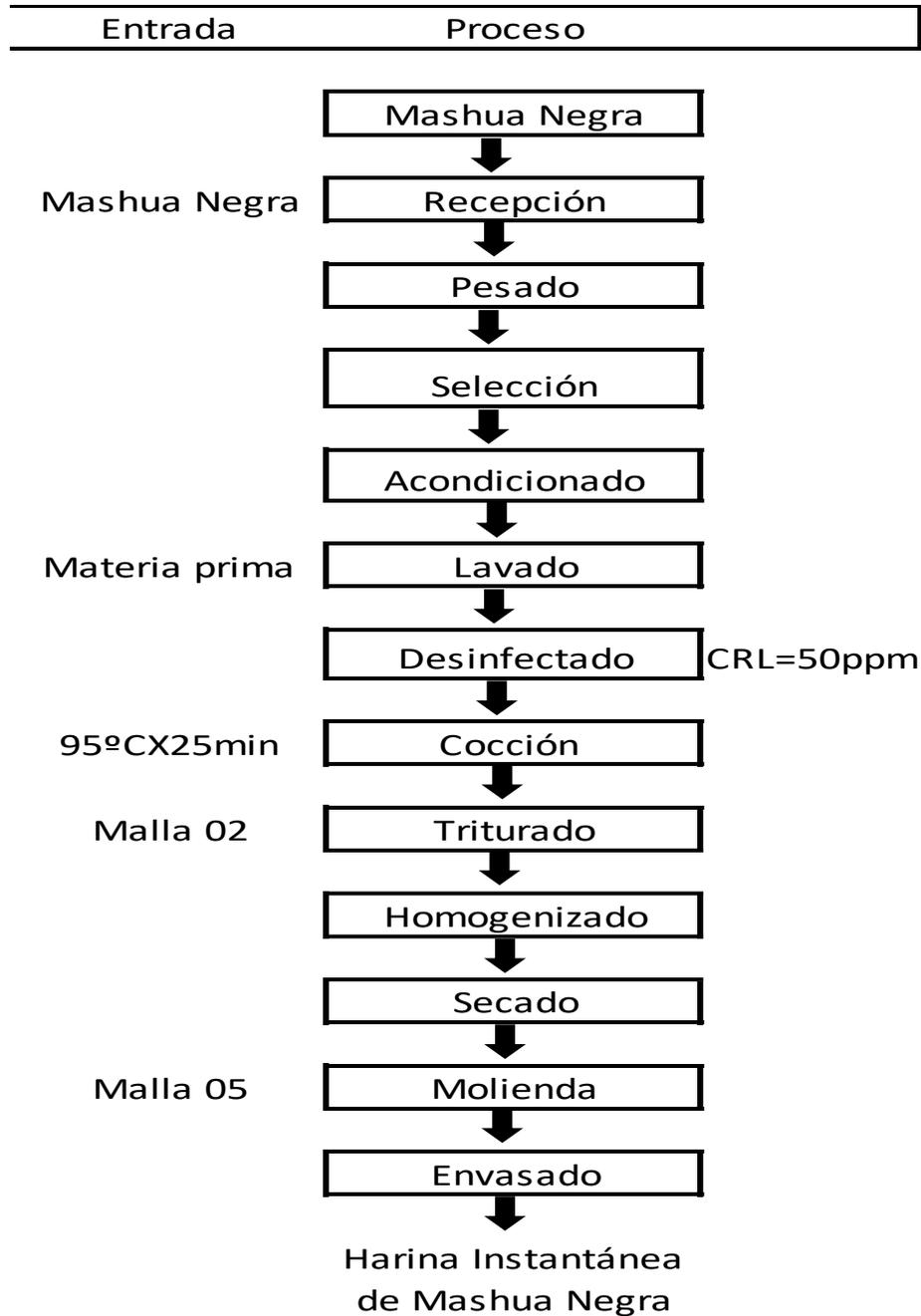


Figura 24. Flujograma de elaboración de Harina Instantánea de Mashua Negra por el Método de Secado Rotatorio



Se ha seguido el flujo de operaciones planteado para la elaboración de harina instantánea de mashua negra por el proceso de secador rotatorio. Entonces describimos algunos conceptos del procedimiento.

RECEPCIÓN: La materia prima (mashua negra) se recepcionó en jabas y se pesó en una balanza plataforma de capacidad 1500kgr.

SELECCIÓN: En esta etapa se eliminó todo lo que no sirve.

LAVADO: La mashua se lavó en tinas de acero inoxidable con agua potable.

DESINFECTADO: La mashua negra se desinfectó sumergiéndola en tinas de acero con una solución de agua con hipoclorito de sodio a 50 ppm Cloro libre residual (CLR) por 10 minutos, con el objetivo de disminuir la carga microbiana.

COCCIÓN: En esta etapa se sancocho la mashua a una $T^{\circ}= 95^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 25 min. En la marmita enchaquetada volcánica. Marca (Inox Perú).

TRITURADO: En este proceso con ayuda de molino trozador (marca Vulcano) se trituró la mashua ya cocinada.

HOMOGENIZADO: En esta etapa se homogenizó el puré de mashua negra hasta obtener la textura adecuada para poder realizar el proceso de secado.

SECADO: La masa obtenida como puré se colocó en la tolva del secador rotatorio con las siguientes evaluaciones que se tomaron en cuenta la $T^{\circ}=160^{\circ}\text{C}$ y la velocidad de rotación del secador de tambor. Equipo a utilizar Secador Rotatorio.

MOLIENDA: En esta etapa se procedió con la molienda en un molino de martillo (marca vulcana) con una malla 0.5 micras (molienda fina).

ENVASADO: En esta etapa se procedió con el dosificado en bolsas de polietileno de alta



densidad.

3.6.2. Materiales para la obtención de harina instantánea de mashua negra mediante el proceso por extrusión.

Para obtener la harina instantánea de mashua negra, (cuyo nombre científico es *Tropaeolum Tuberosum Ruiz & Pavón*), mediante el proceso de secado por extrusión se ha requerido los siguientes equipos, materiales o instrumentos.

3.6.2.1. Equipo

- Máquina de secado por extrusión - Extrusor –Marca Imbramac- de doble tornillo sin fin, Capacidad 30 Kg/h.

3.6.2.2. Instrumentos:

- Balanza plataforma (SAGUITA- capacidad 1500kgr.)
- Secador de bandeja (INOX PERU- capacidad 20 kilos cámara con flujo de aire.)
- Balanza analítica (OHAUS, capacidad 0-1500 gr.- 0.0001g.)
- Balanza de humedad (OHAUS-digital , laser capacidad de platillo 5 gr.)
- Molino trozador. (VULCANO - capacidad 200 kg./h.)

3.6.2.3. Utensilios y otros:

- Javas.
- Mesa de acero inoxidable.
- Tinas de acero inoxidable.
- Balde de acero inoxidable.
- Utensilios en general.

3.6.2.4. Flujograma secador por extrusión.

Para obtener la harina instantánea de mashua negra, se realizó el procedimiento siguiente:

FLUJOGRAMA DE ELABORACION DE HARINA INSTANTANEA DE MASHUA NEGRA

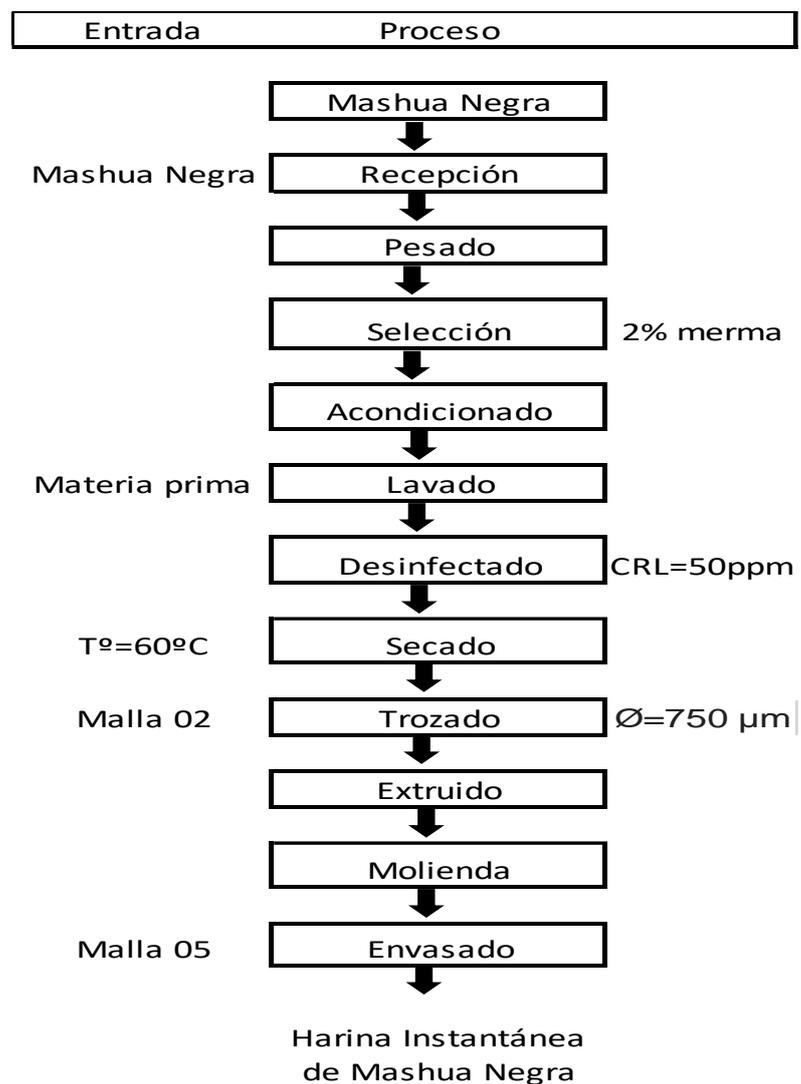


Figura 25. Flujograma de Elaboración de Harina Instantánea de Mashua

Fuente: Propia



Se ha seguido el flujo de operaciones planteado para la elaboración de harina instantánea de mashua negra por el proceso de extrusión. Entonces describimos algunos conceptos del procedimiento.

RECEPCIÓN: La mashua negra, se recepcionó en jabas y se pesó en una balanza plataforma.

SELECCIÓN: En esta etapa se eliminó todo lo que no sirve.

ACONDICIONADO: En esta etapa se acondicionó la materia prima para iniciar el proceso, considerando los equipos que se utilizó.

PESADO: La materia prima se pesó, para que sea apta y ser procesado. En este proceso se utilizó la balanza plataforma.

LAVADO: La mashua negra es lavado en tinas de acero inoxidable con agua potable.

DESINFECTADO: La mashua negra se desinfectó sumergiéndola en tinas de acero con una solución de agua con hipoclorito de sodio 50 ppm cloro libre residual 10 ppm por 10 minutos, con el objetivo de disminuir la carga microbiana.

SECADO: Se colocó en el secador de bandeja a una temperatura de 60° C por un tiempo de 10 horas, teniendo en cuenta el diámetro de la mashua será de 2 mm de espesor. Equipo que se utilizo es el secador de bandeja, marca Vulcano.

TROZADO: En esta etapa se procedió a moler la mashua con malla 2 que con evaluación de un tamiz se obtiene 750 μ m. Equipo que se utilizo es el molino de martillo (marca Vulcano).

EXTRUIDO: En esta etapa se procedió con el extruido a una T= 120° C considerando el % de humedad en la harina triturada de 4-6 HR %. El equipo que se utilizó es un extrusor de doble tornillo sin fin.



Se realizó el proceso de extruido de harina instantánea y se toman en cuenta los parámetros se regulo el % de humedad a 22-24 % para poder extruir la muestraesto se regulo con el propio equipo que tiene un dosificador de adición de agua por goteo.

MOLIENDA: En esta etapa se procedió a moler con una malla 05, el equipo que seutilizó es molino de martillo marca vulcano.

ENVASADO: En esta etapa se procedió con el dosificado en bolsas, las bolsas son depolietileno de alta densidad para impedir el ingreso de humedad al producto.

3.7. MÉTODOS DE ANALISIS.

Los métodos de análisis se realizaron de la siguiente manera. Una vez obtenida las harinas instantáneas de mashua negra de los tipos de secado (secado por rotación y secado por extrusión), se realizarán los análisis correspondientes para cada método de secado que son los análisis fisicoquímicos, compuestos funcionales, también se realizaran los análisis al tubérculopara así determinar en cuál de estos dos métodos de secado se mantiene las propiedades beneficiosas de la mashua negra como harina instantánea.

3.7.1. Análisis fisicoquímico.

3.7.1.1. Análisis químico proximal

Humedad: Se determinó por el método de secado en estufa que se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación de agua, hasta obtener un peso constante (A.O.A.C., 2000).

Proteína: Se determinó a través del método semi-micro Kjeldahl, el porcentaje que se obtuvo multiplicando la cantidad de nitrógeno obtenido por 6,25 (A.O.A.C., 2000).

Grasa: Se determinó por el método de Soxhlet empleando hexano para su extracción



(A.O.A.C., 2000).

Fibra: Método de hidrolisis ácida y alcalina (A.O.A.C., 2000).

Ceniza: Calcinación de la muestra a 600 °C por 4 horas para quemar todo el material orgánico (A.O.A.C., 2000).

Carbohidratos: Se determinó por diferencia de (100 - (% humedad + % proteína + % grasa + % fibra + % ceniza)) (A.O.A.C., 2000).

3.7.1.2. Análisis fisicoquímico.

pH: Método pH metro, recomendado por (A.O.A.C., 2000)

Acidez: Se determinó por el método potenciométrico, en función al ácido málico.(A.O.A.C., 2000).

3.7.2. Compuestos funcionales

3.7.2.1. Capacidades antioxidantes.

Para determinar la capacidad antioxidante se realizó por el método DPPH se basa en la estabilidad del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo, cuyo análisis se desarrollará de acuerdo con el método de (Shimada et al., 1992). Para su determinación a la muestra seca se homogenizará con etanol al 80%, con respecto a la cuantificación de la capacidad de antioxidante se realizaron tomando 0,1 ml que se adicionará 2.9 ml a la solución de DPPH y se registró la lectura a 517 nm en el espectrofotómetro.

Se realizó una curva de calibración con soluciones de una solución de trolox en un rango de concentración de (100 a 800) $\mu\text{mol/L}$.

Los resultados se obtuvieron por la interpolación de la curva estándar de trolox y se expresarán en un $\mu\text{mol trolox/g}$ muestra seca utilizando las ecuaciones.



$$Abs_{real} = (Bl_M - Abs_M)$$

Ec i= ecuación de absorbancia real.

$$DPPH = \frac{Abs - b}{a} * \frac{V * FD * 100}{PM * 1000}$$

Ec ii. Cálculo de capacidad de antioxidantes por DPPH.

Donde DPPH es la capacidad de antioxidantes en $\mu\text{mol trolox/g}$, Abs es la absorbancia. A y b son la pendiente de la curva de calibración trolox y el punto de corte respectivamente, V es el volumen total en ml, PM es el peso de la muestra seca en gr., FD es el factor de dilución.

3.7.2.2. Vitamina C.

La metodología que se utilizó es por el método del Diclorofenol –Indofenol. La vitamina "C" o ácido ascórbico puede ser determinada de una forma química debido a la propiedad altamente reductora de la vitamina, de tal forma que cuando reaccionó con colorantes oxidantes como el diclorofenol-indofenol, produce un compuesto incoloro perceptible a simple vista.

3.7.2.3. Carotenoides.

La extracción de carotenoides se realizó utilizando una mezcla de acetona: hexano (1:1, v/v). El extracto fue evaporado a sequedad y re-suspendido en acetona. El extracto fue usado para la determinación de carotenoides totales por espectrofotometría y una fracción fue sometida a saponificación para la cuantificación de β -caroteno e identificación de carotenoides por HPLC-DAD. La cuantificación de carotenoides totales



se realizó a 450 nm, previamente se establecerá una curva estándar y acetona como blanco. El contenido de carotenoides fue expresado en mg de β -caroteno por 100 gr. de materia seca.

3.7.2.4. Fenoles Totales.

Para determinar los fenoles totales, se determinó por el método de Folin–Ciocalteu (FD) aplicando por Yoo et al. (2004). Se añadió 1 ml. De Folin –Ciocalteu y se mezcló durante 5 minutos después de adicionar 10 ml de solución de Na_2CO_3 , se mezcló en tubos con agua destilada. luego, el contenido fenólico total se determinó a 750 nm un espectrofotómetro, se utilizó ácido gálico (2-20 mg/ml) como patrón para la curva de calibración.

3.7.2.5. Flavonoides.

Para la determinación de la concentración de flavonoides en las muestras se utilizó el espectrofotómetro UV-visible según el método (Quettier-Deleu et al., 2000) para lo cual, se pesó aproximadamente 1 gr. de muestra seca y se diluyó con una cantidad de solvente (metanol al 80%). La cuantificación se realizó con 6 ml de cloruro de aluminio metanolito al 2% para formar un complejo amarillo. Transcurridos 10 min de reposó en la oscuridad, se realizó la lectura a 430 nm en el equipo.

3.7.2.6. Antocianinas.

Los contenidos de antocianinas totales se analizaron por el método descrito por (Jansen & Flamme, 2006). A la muestra seca se añadió 5 ml de solución extractante, una mezcla de etanol al 95% /ácido clorhídrico 1.5 M en proporción 80:20 (v/v). La extracción se realizó obteniendo la extracción total de antocianinas. La cuantificación de las antocianinas totales se realizó en el espectrofotómetro a distintas longitudes de onda máximas: 700nm, 545nm y 515nm utilizando como referencia el coeficiente de extinción



$3,04 \times 10^4$ de la malvidina-3-O-glucósido y el $2,73 \times 10^4$ de la pelargonidina-3- glucósido.

3.7.2.7. Perdida de glucosinolatos.

Para poder determinar la perdida de Los glucosinolatos se extrajo de acuerdo con el método descrito por Verkerk et al. (2001). Se pesaron 5 g de mashua en tubérculo triturado se colocará en un tubo de 50 ml y se añadió 10 ml de metanol al 70 por ciento caliente (75 ° C). Las muestras se incubaron a 75° C durante 30 minutos en baño maría. La mezcla se centrifugará a 1520 x g por 10 min a 4° C sobrenadante se decantó en otro tubo. La extracción se repitió a partir del precipitado usando el mismo procedimiento. Los dos sobrenadantes se combinaron y se añadieron 2 ml del extracto de glucosinolatos a una columna cromatografía conteniendo dietilaminoetanol (DEAE) Sephadex A-25 activada con 20 mm de acetato de sodio, y desulfatada por sulfatasa. Después de la reacción a temperatura ambiente durante 18 horas, los glucosinolatos desulfatados se eluyeron con agua milliQ hasta un volumen final de 5 ml. el diluido se concentró a 40° C por un tiempo de 150 minutos y se almacenó a -20° C antes del análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), este mismo procedimiento se aplicará los dos tipos de procesos de secado (Extrusión-Rotatorio) para comprobar el % de perdida de los glucosinolatos.

3.7.2.8. Índice de gelatinización

Se determino por el método citado por Anderson (1999), que consiste en la razón entre el almidón gelatinizado y el almidón total, calculados por medio de mediciones espectrofotométricas del complejo almidón – yodo formando una suspensión acuosa de muestra antes y después de una solubilización. (Chinma e Igyor, 2008).

El índice de gelatinización se calcula con la siguiente Formula.



$$\text{Grado de gelatinización (\%)} = \frac{A_1}{A_2} * 100$$

Dónde:

A_1 = Absorbancia de muestra ante la solución con álcali.

A_2 =Absorbancia de muestra después de la solución con álcali.

3.7.2.9. Índice de solubilidad

Se determino por el método reportado por Astuhuaman (2007). La solubilidad de agua constituye la cantidad de solidos solubles en una muestra seca y es empleada como una medida de dextrinizacion, que consiste en pesar 2.5 g de muestra insuflada con tamaños de partículas menores a 0.14 mm (malla #100), en un tubo de centrifuga luego agregar 30 ml de agua destilada a 30° C, posteriormente someter a agitación intermitente el tubo por 30 minutos, luego colocar a una centrifuga de 300 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se pasa a un vaso previamente tarado, el que se evaporó a 90° C. La solubilidad se determinó expresando el peso de solidos solubles en porcentajes respecto a los 2.5 gr.

La solubilidad se determinó con la siguiente formula.

$$\text{Indice de solubilidad de agua} = \frac{\text{Peso sobredanante seco}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

3.7.3. Diseño estadístico

Se utilizó mashua negra de dos zonas agroecológicas , para la obtención de harina instantánea de mashua negra, utilizando dos tipos de proceso. En la que se utilizò Diseño Completamente Aletario con tres tratamientos (muestra fresca, extrusión y secados por tambor rotatorio) con tres repeticiones para cada zona agroecológica (Puno



y Junín), con el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

Donde :

Y_{ij} = es una variable aleatoria que denota la (ij)-ésima observación .

μ = es un parámetro común a todos los tratamientos denominado media global.

T_i = es un parámetro asociado con el i-ésimo tratamiento denominado efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = es un componente de error aleatorio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MASHUA NEGRA FRESCA JUNÍN – PUNO

En la figura 26 se presenta los resultados de análisis fisicoquímico en mashua negra en fresco proveniente de las regiones de Puno y Junín, en donde se observa que la mashua proveniente de Junín, tiene mayor contenido de humedad (71.7%) comparando con la mashua negra proveniente de puno (68.9%). En cuanto a proteínas la mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (9.96% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (9.32% en base seca) estos resultados son superiores a lo reportado por Coloma (2022), donde señala que la mashua negra tiene 4.57 ± 0.02 % de proteínas. Así mismo Grau et al (2003) y Collazos et al.(1993) reportan similares resultados con 8.96% en base húmeda.

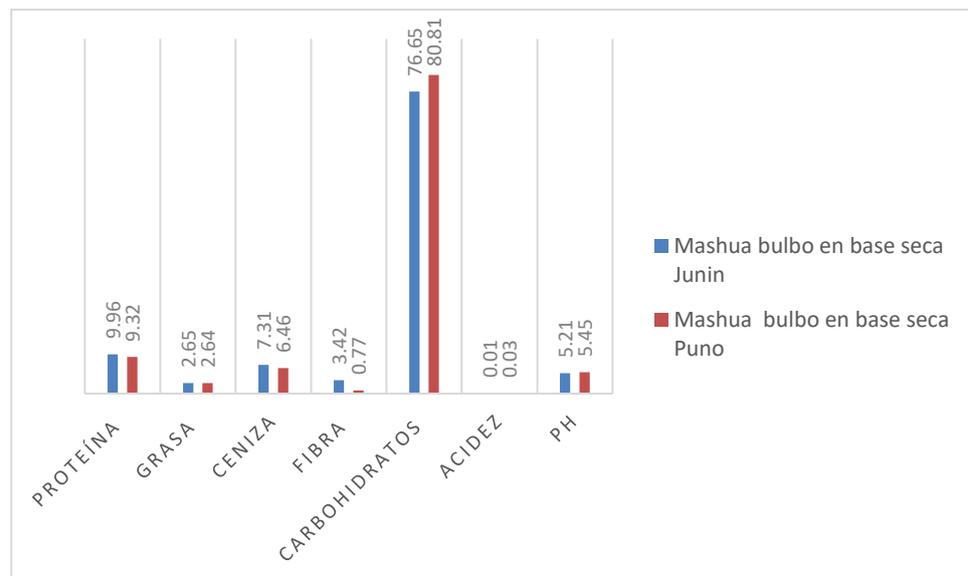


Figura 26. Análisis fisicoquímico de mashua negra fresca en base seca de las regiones de Puno y Junín.

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC).



Estas diferencias según Noda et al. (2001) se deben a las condiciones climáticas y el tipo de suelo donde fueron cultivadas. Como también. esta podría atribuirse a las condiciones agroecológicas de la zona de cultivo, tales como condiciones de suelo, suministro de riego, la altitud, etc.

En cuanto a grasa la mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (2.65% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (2.64% en base seca) estos resultados son superiores a lo reportado presentan valores aproximados según lo reportado por Grau et al. (2003) y Cuya (2009); quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a cenizas la mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (7.31% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (6.46% en base seca) estos resultados son superiores a lo reportado presentan valores aproximados según lo reportado por Grau et al. (2003) y Cuya (2009); quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a fibra la mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (3.42% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (0.47% en base seca) estos resultados son superiores a lo reportado presentan valores aproximados según lo reportado por Grau et al. (2003) y Cuya (2009); quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a carbohidratos la mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (80.81% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (76.65% en base seca) estos resultados son superiores a lo reportado por Meza et.al.(1997) donde reporta el valor de 11 g/100g de muestra y por otro lado (Moncada *et al.*, 2006).menciona que los carbohidratos aumentan por intercambio de nutrientes entre los alimentos y los medios de



cocción.

En cuanto a pH la mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (5.45% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (5.21% en base seca). Espinosa (2007) señala que los valores de pH varían en cada estado de madurez y que dicha variación depende del incremento de síntesis de ácidos orgánicos del ciclo de Krebs o a una fijación de CO₂ en el ácido.

En cuanto a acidez la mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (0.03 % en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (0.01% en base seca). García et al. (2003) indican que los niveles de acidez expresados en el ácido predominante varían, y que su variabilidad se debe principalmente a la altura sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo donde se maneja el cultivo.

4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE HARINA INSTANTÁNEA DE MASHUA NEGRA JUNÍN -PUNO.

4.2.1 Harina instantánea obtenida por procesos extrusión

En la figura 27, podemos observar que, luego de ser procesada la mashua negra, por el método de extrusión se puede observar, los resultados de análisis fisicoquímico en harina instantánea de mashua negra proveniente de las regiones de Puno y Junín, en donde se observa que la harina instantánea de mashua proveniente de Junín, tiene mayor contenido de humedad (11.64%) comparando con la harina instantánea mashua negra proveniente de Puno (9.72%). En cuanto a proteínas en harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (11.91% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno (10.22% en base seca) .

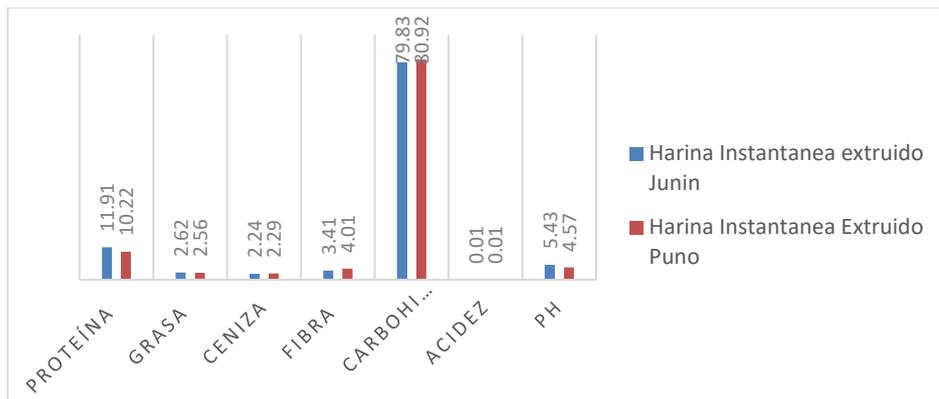


Figura 27. Resultados de análisis fisicoquímico de harina instantánea de mashua negra de Junín -Puno por el proceso de extrusión.

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC)

Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango de proteína (6,7- 15,7 %).

En cuanto al contenido de grasa de harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (2.62% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (2.56% en base seca) Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (0,1- 4,4 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a cenizas de harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (2.29% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (2.24% en base seca). Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (4,2-6,5 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a fibra de harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno



contiene mayor contenido (4.01% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (3.41% en base seca) Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (7,8-8,6 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a carbohidratos en harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (80.92% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín (79.83% en base seca) reportado por Meza et.al.(1997) donde reporta el valor de 11 g/100g de muestra y por otro lado (Moncada *et al.*, 2006).menciona que los carbohidratos aumentan por intercambio de nutrientes entre los alimentos y los medios de cocción.

En cuanto a pH en harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (5.43% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno (4.57% en base seca) García et al. (2003) indican que los niveles de acidez expresados en el ácido predominante varían, y que su variabilidad se debe principalmente a la altura sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo donde se maneja el cultivo.

En cuanto a acidez en harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno y Junín tienen el mismo contenido (0.01% en base seca) García et al. (2003) indican que los niveles de acidez expresados en el ácido predominante varían, y que su variabilidad se debe principalmente a la altura sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo donde se maneja el cultivo.

4.2.2. Harina instantánea obtenida por proceso de secado de tambor rotatorio

En la figura 28 podemos observar que, luego de ser procesada la mashua negra, por el método del proceso de secado por tambor se puede observar, los resultados de análisis fisicoquímico en harina instantánea de mashua negra proveniente de las regiones de Puno y Junín, en donde se observa que la harina instantánea de mashua proveniente de Junín, tiene mayor contenido de humedad (8.40%) comparando con la harina instantánea mashua negra proveniente de Puno (7.18%).

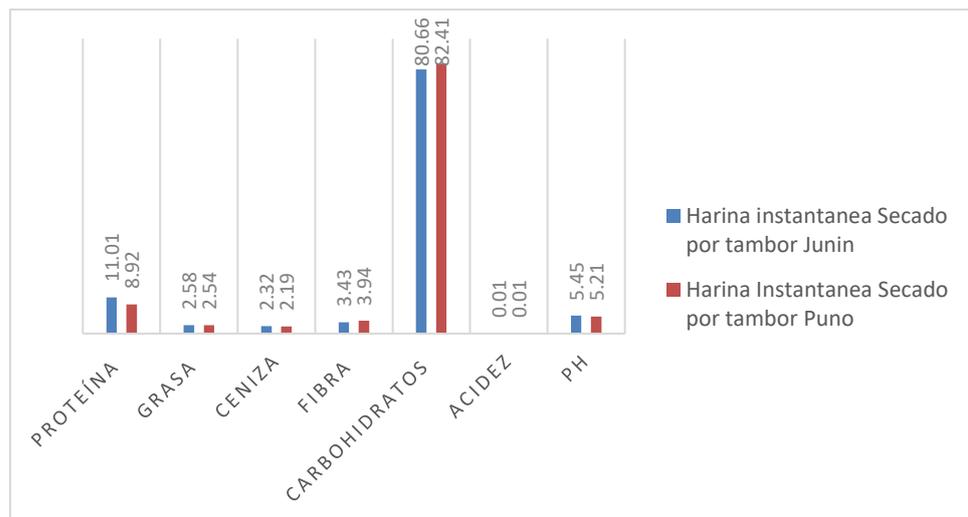


Figura 28. Resultados de análisis fisicoquímico de harina instantánea de mashua negra de Junín -Puno por el proceso de secado rotatorio

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC).

En cuanto a proteínas en harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (11.01% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno (8.92% en base seca) . Según King (1986), citado por Ramallo



(1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango de proteína (6,7- 15,7 %).

En cuanto a grasa de harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (2.58% en base seca) que la mashua negra proveniente de Puno (2.54% en base seca) Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (0,1- 4,4 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a cenizas de harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (2.32% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (2.19% en base seca) Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (4,2-6,5 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a fibra de harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (3.94% en base seca) que la mashua negra proveniente de Junín (3.43% en base seca) Según King (1986), citado por Ramallo (1999) nos reporta que el contenido de componentes en base seca se encuentra dentro de un rango (7,8-8,6 %), los valores determinados en base seca en esta investigación se encuentran dentro de este rango quienes estudiaron las características principales de la mashua.

En cuanto a carbohidratos en harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno contiene mayor contenido (82.45% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín (80.66% en base seca) reportado por Meza et.al.(1997) donde reporta el valor de 11 g/100g de muestra y por otro lado (Moncada *et al.*,



2006), menciona que los carbohidratos aumentan por intercambio de nutrientes entre los alimentos y los medios de cocción.

En cuanto a pH en harina instantánea de mashua negra proveniente de Junín contiene mayor contenido (5.45% en base seca) que la harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno (5.21% en base seca). Espinosa (2007) señala que los valores de pH varían en cada estado de madurez y que dicha variación depende del incremento de síntesis de ácidos orgánicos del ciclo de Krebs o a una fijación de CO₂ en el ácido.

En cuanto a acidez en harina instantánea de mashua negra proveniente de Puno y Junín tienen el mismo contenido (0.01% en base seca) García et al. (2003) indican que los niveles de acidez expresados en el ácido predominante varían, y que su variabilidad se debe principalmente a la altura sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo donde se maneja el cultivo.

Los resultados antes mencionados podrían atribuirse también a la temperatura a la que fueron sometidos durante el procesado de harina instantánea, ya que el equipo secador de tambor o rotatorio se trabajó a una temperatura de 160°C -165°C y el equipo de extrusión se trabajó con una temperatura de 120°C-122°C.

4.3. COMPUESTOS FUNCIONALES.

4.3.2. Capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresan el coeficiente de inhibición al 50% (CI50 o IC50) en miligramos equivalentes Trolox que están presente en 1 gramo de muestra. Los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante 2,6.

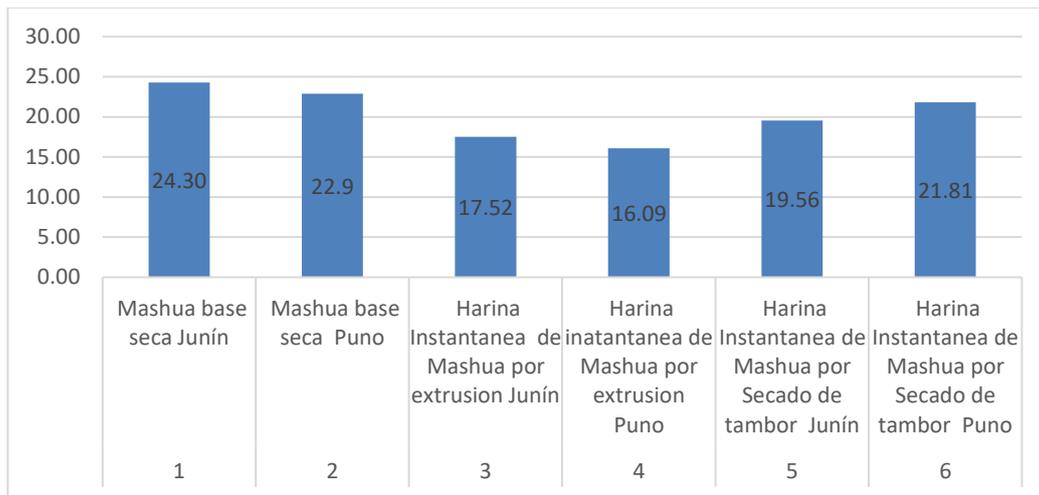


Figura 29. Resultado de análisis en capacidad antioxidante de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC)

En figura 29, se observa que la harina instantánea de mashua negra de Puno, contiene una concentración significativa de Capacidad antioxidantes obtenidos por los dos procesos de secado (secado de Tambor y secado por extrusión). Considerando los datos de la mashua fresca convertido en base seca, la mashua negra de Junín en bulbo fresco tiene una concentración de 24.30 en capacidad antioxidante y la mashua de Puno contiene 22.9 de capacidad antioxidante, estos valores se realizaron al convertir en base seca, para poder realizar las comparaciones de harina instantánea por el proceso de extrusión y el proceso por secado rotatorio, en donde se observa que la harina instantánea de mashua negra de Junín por el proceso de secado por rotación contiene 21.81 y la de Puno contiene 19.56 como también se observa que la harina instantánea de mashua negra de Junín por el proceso de extrusión 17.52 y de Puno contiene 16.09 en capacidad de antioxidante.

La actividad antioxidante por DPPH en mashua bulbo fresco negra, y harina instantáneas obtenida por dos procesos de secado (extrusión y secado de Tambor) cultivada en dos zonas agroecológicas (Junín -Puno) el contenido de capacidad



antioxidante por el método de DPPH observa que la concentración alta está en el proceso de harina instantáneas por el secado de tambor de la región Puno con 21.81 que se expresan el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI50 o IC50) en miligramos equivalentes Trolox que está presente en 1 gramo de muestra en la figura.

Según Chirinos et al. (2007), la capacidad antioxidante por el método de ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), en mashua morada y amarilla fue de 445,6 y 127,0 $\mu\text{mol TE/g b.s}$ (111,53 y 31,79 mg TE/ g de muestra), comparado con los resultados que se expresan el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI50 o IC50) en miligramos equivalentes Trolox que están presente en 1 gramo de muestra.

4.3.3. Vitamina C

En figura 30, Se muestra que la determinación de vitamina C en mashua bulbo fresco negra, y harinas instantáneas obtenida por dos procesos de secado (extrusión y secado de Tambor) cultivada en dos zonas agroecológicas (Junín y Puno), el contenido de ~~á~~ascórbico la concentración alta está en el proceso de secado de tambor en la harina instantánea de Junín donde muestra su concentración de 177.52 mg ácido ascórbico/100 gr de muestra seca.

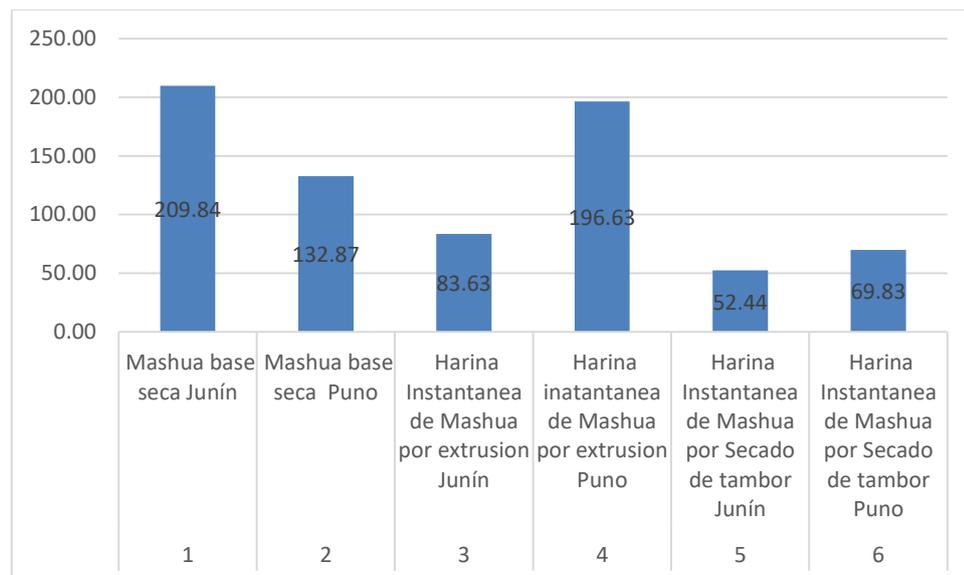


Figura 30. Resultado de análisis en vitamina C de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC)

De acuerdo con, Mendoza y Quiñonez (2005), menciona que a mayor temperatura se incrementa la eliminación del agua en los frutos. Vega et al. (2005), indica que los factores que afectan la degradación del ácido ascórbico con facilidad son: la acción del calor, el oxígeno del aire y la presencia de la luz. A 60° C se incrementa la eliminación de agua del tubérculo en comparación a 40° C, durante todo el proceso de secado mientras se conserve el contenido de vitamina C. en la investigación los procesos que se realizó en obtención de harina instantánea de mashua negra se trabajó a una T°=120°C en extrusión y T°=160°C por secado por rotación donde se observa que la vitamina C se conserva en los dos procesos de secado.

4.3.4. Carotenoides

En la figura 31 se observa que la cantidad de carotenoides en harina instantánea de mashua negra de Junín por el método de secado de extrusión 29.01 y el método de secado por secador rotatorio o secador de tambor es de 13.04 que contienen los

carotenoides se observa que la mashua negra de Puno tiene un alto contenido de carotenoides en base seca más que la harina instantánea de Junín considerando los dos métodos de secado y al trabajar en base seca los resultados de mashua bulbo fresco.

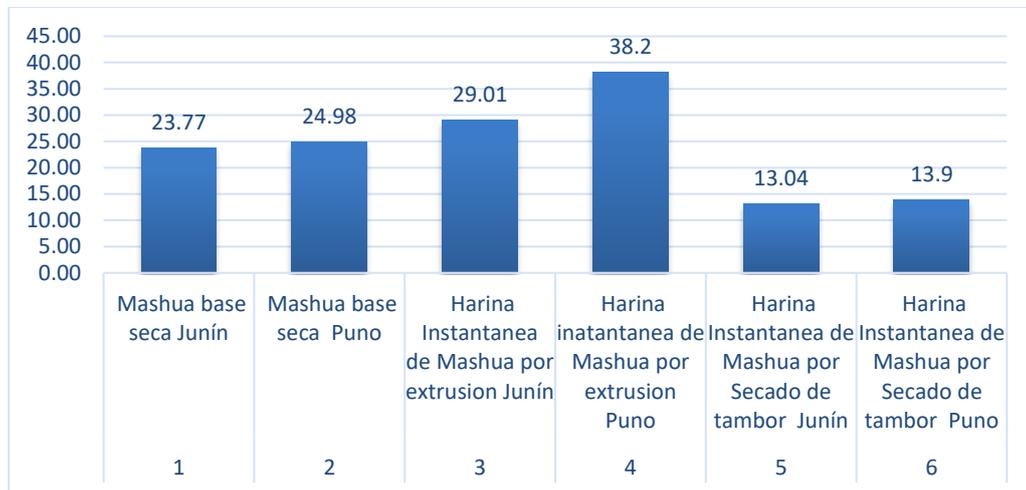


Figura 31. Resultado de análisis en carotenoides de mashua negra en bulbo fresco en base seca y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC).

Los valores de contenido de carotenoides totales en la mashua bulbo fresco negro se trabajó por ende en convertir a base seca teniendo los resultados de la zona agroecológica Puno fue de 24.98 mg/100 gr. Y de Junín es de 23.77 mg/100 gr. Temoche (2003) reportó el contenido de carotenoides totales en 6 clones de mashua morada los cuales estuvieron entre 0.70 y 2.85 mg de β -caroteno/100g bs, así algunos clones amarillos exhibieron valores de carotenoides más altos. Chirinos et al. (2007) obtuvieron el contenido total de carotenoides en 3 cultivares de tubérculos de mashua morada cosechadas a los 7.5 meses, dicho valor se encontró entre 1.0 y 5.0 mg β -caroteno equivalente/100 g bs. Estos valores son altos al valor encontrado en la presente investigación. Sin embargo, la mashua negra de Puno parece presentar valores mayores de carotenoides totales (7.77 mg/100 gr) tal como lo reporta Chirinos et al. (2007).

Huacho (2016) reportó valores de carotenoides en 48 cultivares de tubérculos de mashua amarilla en un rango entre 0.48 a 15.09 mg β -caroteno equivalente/100 g bs.

4.3.5. Fenoles Totales.

En la figura 32, se observa la concentración de fenoles favorables es en la harina instantánea de mashua negra de Junín por el método de secado por extrusión y por el método de secado rotatorio o secado de tambor, por ello se realizó la conversión en base seca a la mashua en bulbo fresco para poder realizar las comparaciones respectivas, por lo tanto, la harina instantánea de Junín por el método de extrusión es de 3.21 equivalente al Ac. Gálico mg/100 gr. Como también en el proceso de secado por rotación son significativamente favorables donde el color púrpura se mantienen.

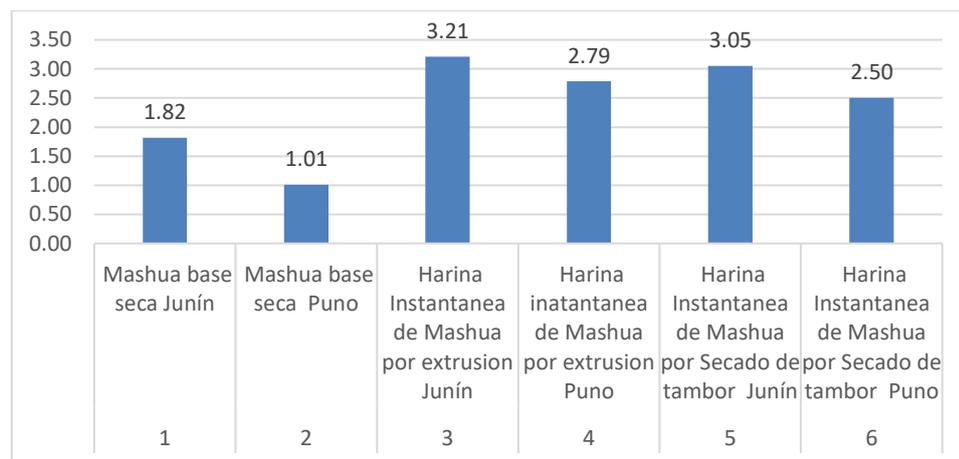


Figura 32. Resultado de análisis en fenoles de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC)

Chirinos et al. (2007) y Campos et al. (2006); nos mencionan que el contenido de fenoles totales de la mashua color púrpura, fueron comparados con frutos que presentan alto contenido de fenoles totales como la fresa, frambuesa, zarzamora y también con otros tubérculos; está comparación están relacionados con el color púrpura oscuro que poseen

estos alimentos.

4.3.6. Flavonoides

En la figura 33, se observa que la concentración de flavonoides en harina instantánea de mashua negra de Puno de acuerdo con el laboratorio los resultados obtenidos es relevante a la harina instantánea de mashua negra de Junín que fue elaborado por los dos métodos de secado rotatorio y por el método extrusión son favorables, por ello se trabajó con base seca en la mashua bulbo fresco para poder realizar las comparaciones correspondientes.

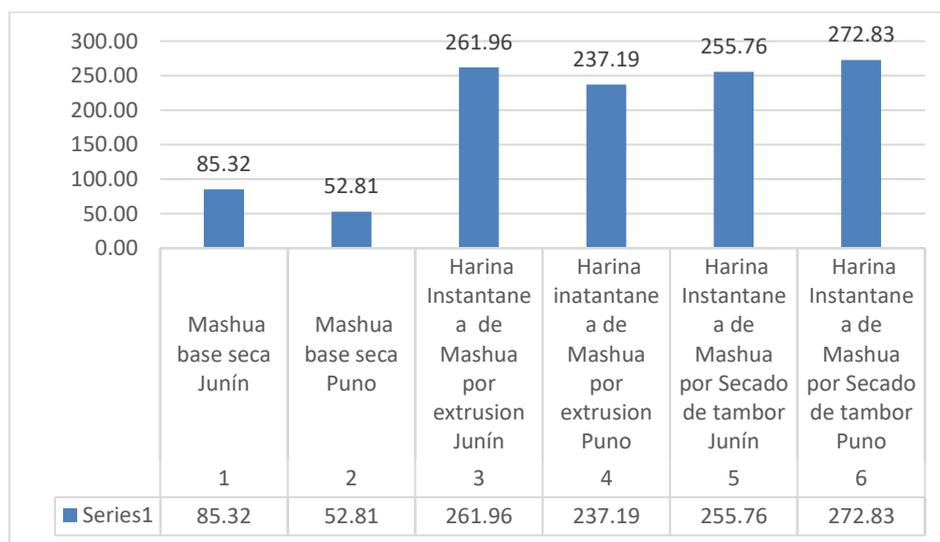


Figura 33. Resultado de análisis en flavonoides de mashua negra en bulbo fresco en base seca y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC)

La diferencia entre los dos procesos de secado para obtener harina instantánea se debe a que existen una gran variedad de polifenoles en diferentes plantas y esto supone la riqueza de compuestos fenólicos que se encuentran en contenidos naturalmente en

todas las frutas y vegetales, como los tubérculos andinos; así no solo se encuentran los flavonoides(antocianinas), sino también los no flavonoides (Gil, 2010 y Waterhouse,2002.

4.3.7. Antocianinas.

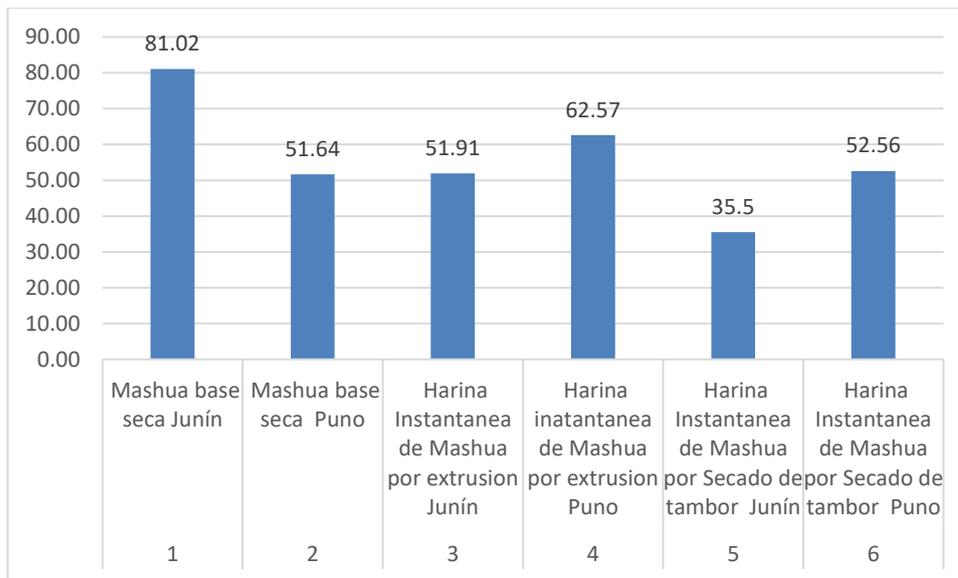


Figura 34. Resultado de análisis en antocianinas de mashua negra en bulbo fresco y harina instantánea obtenidos por dos procesos de secado de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC)

La figura 34, muestra que la harina instantánea de mashua negra Puno de acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio contiene alta concentración de Antocianinas obtenido por el método de proceso por extrusión que es de 62.57 mg/100 gr. más que la harina instantánea de mashua de Junín que es 51.91 mg/100 gr. a diferencia de los método de secado de tambor Junín 35.5 mg/100 gr. y Puno =52.56 mg/100 gr. haciendo las comparaciones de mashua negra en bulbo fresco convertido en base seca para poder realizar las comparaciones correspondientes donde la mashua negra de bulbo fresco en base seca Junín (81.02 mg/100 gr) y la mashua negra en bulbo fresco base seca Puno (51.64 mg/100 gr), podemos determinas que la mashua bulbo fresco de Junín tiene ato

contenido de antocianinas, donde también observamos al realizar el proceso de secado por extrusión disminuya significativamente.

Según, Mendoza y Quiñonez (2005), menciona que a mayor temperatura se incrementa la eliminación del agua en los frutos. Vega et al. (2005), indica que los factores que afectan la degradación del ácido ascórbico con facilidad son: la acción del calor, el oxígeno del aire y la presencia de la luz. A 60°C se incrementa la eliminación de agua del tubérculo en comparación a 40°C, durante todo el proceso de secado mientras se conserve el contenido de vitamina C, se conserva las antocianinas en la mashua negra deshidratada.

4.3.7.1. Contenido de glucosinolatos

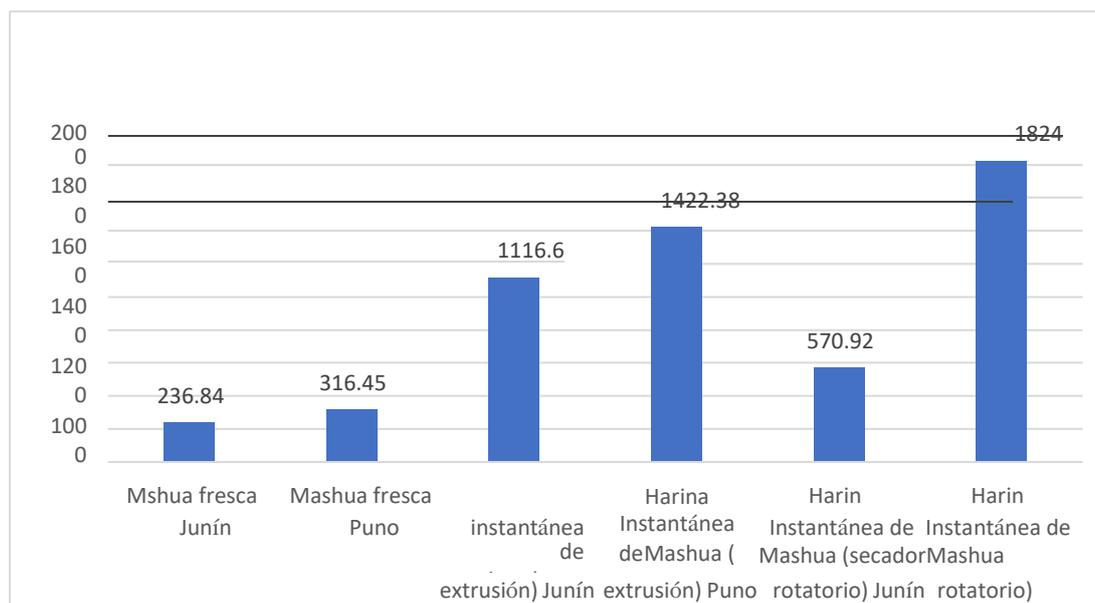


Figura 35. Resultados de análisis de glucosinolatos de mashua negra en bulbo y en harina Instantánea de los dos métodos de sedado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín – Puno.

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

En la figura 35. se observa que, luego de realizar los análisis de glucosinolatos de la mashua negra fresca como también en harina instantánea de mashua negra obtenidos de dos procesos de secado (extrusión y secado rotatorio) se puede observar que la harina instantánea de mashua negra de Puno obtenida por el secador rotatorio contiene alta cantidad de glucosinolatos 1824 (mg/100 g) la harina instantánea de Junín 570.92 (mg/100 g) y también se ve en el grafico que la harina instantánea de mashua negra Puno obtenido por extrusión contiene 1422.38 (mg/100 g), más que la harina instantánea de Junín =1116.6 (mg/100 g), también observamos que la mashua negra bulbo fresco de Junín =236.84(mg/100 g), y la mashua negra de Puno bulbo fresco = 316.45 (mg/100 g), donde se determina que la mashua negra de Junín al realizar el proceso de harina instantánea por los dos procesos secado de (tambor y Rotación) tienden aumentar significativa té y la mashua negra de Puno al ser procesado por el proceso de extrusión aumenta significativamente y por el proceso de secado rotatorio disminuye 51%.

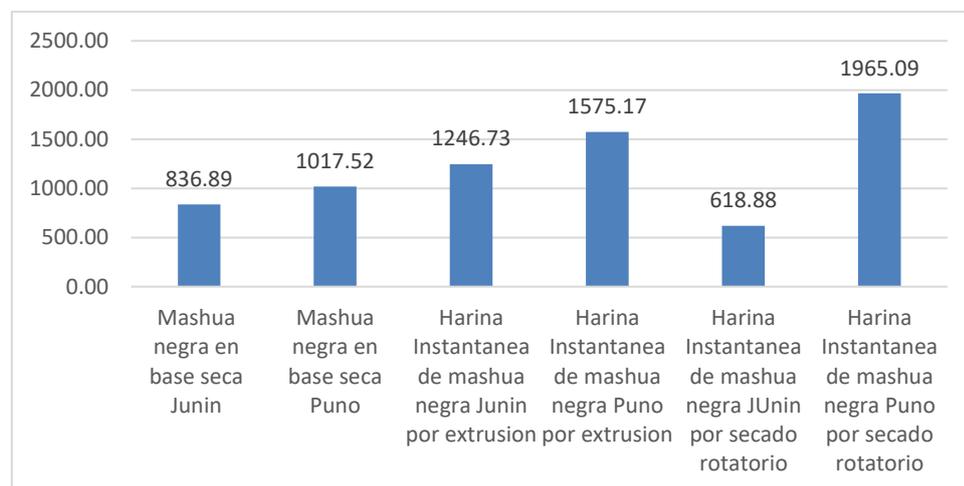


Figura 36. Resultados de análisis de glucosinolatos de mashua negra trabajado en base seca y enharina Instantánea de los dos métodos de sedado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín -Puno

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM



En la figura 36. se observa que, luego de realizar los análisis de glucosinolatos de la mashua negra fresca realizando la conversión en base seca para los datos de mashua bulbo fresco como también en harina instantánea de mashua negra obtenidos de dos procesos de secado (extrusión y secado rotatorio) se puede observar que la harina instantánea de mashua negra de Puno obtenida por el secador rotatorio contiene cantidad de glucosinolatos 618.8 (mg/100 g) menos que la harina instantánea de Junín 1965.09 (mg/100 g) y también se ve en el grafico que la harina instantánea de mashua negra Puno obtenido por extrusión contiene 1575.17 (mg/100 g), más que la harina instantánea de Junín =1246.73(mg/100 g), también observamos que la mashua negra bulbo fresco convertido en base seca de Junín =836.84 y la mashua negra de Puno bulbo fresco convertido en base seca =1017.52 donde se determina que la mashua negra de Junín al realizar el proceso de harina instantánea por los dos procesos secado de (tambor y Rotación) tienden aumentar significativamente y la mashua negra de Puno al ser procesado por el proceso de extrusión aumenta significativamente y por el proceso de secado rotatorio disminuye 57.5%.

Los glucosinolatos son favorables en la harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado el de la región Puno.

Mencionamos que los resultados de contenido de glucosinolatos en mashua fresca de las dos zonas agroecológicas de Puno 316.45(mg/100 g). y Junín es de 236.84(mg/100 g). donde se observa en la figura 36.

Según Arias (2011) Determinó la concentración de glucosinolatos totales de la mashua: Amarilla de 27,69 umol/g a 12,96 umol/g; morada 22.54 umol/g a 19,32 umol/g; Ortega, Kliebenstein, Arbizu, Ortega, y Quiros, (2006), mencionan que la concentración

de glucosinolatos totales en la mashua es de 0.27 umol/g hasta 50,74 umol/g. Moreno (2017) menciona que la mashua chispeada contiene 18.23 umol/g. Pariona (2019) afirma que la mashua morada tiene 18.78 umol/g de glucosinolatos totales. Los valores determinados en comparación con los autores citados tienen mucha diferencia en los resultados de obtención de contenido de glucosinolatos en mashua negra bulbo fresco de dos zonas agroecológicas de Junín y Puno, debido que la extracción y cuantificación de los glucosinolatos se realizaron con los métodos Método adaptado de: Campos, D., Aguilar-Galvez, A., García-Ríos, D., Chirinos, R., Limaymanta, E., & Pedreschi, R. (2019). Postharvest storage and cooking techniques affect the stability of glucosinolates and myrosinase activity of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum*). *International Journal of Food Science and Technology*.

4.3.8. Índice de Gelatinización

Índice de gelatinización de harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado (Junín -Puno).

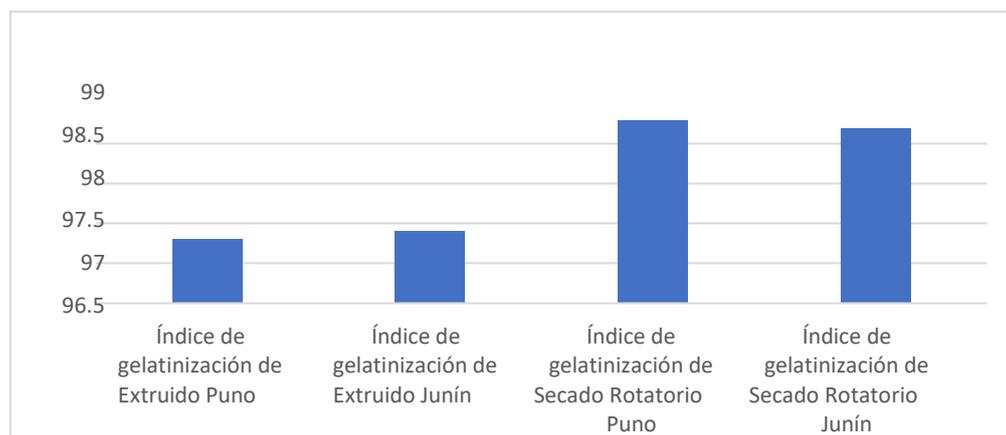


Figura 37. Resultados de análisis índice de gelatinización de harina Instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado (extrusión y secado Rotatorio) de Junín – Puno).

Fuente: Laboratorio ITS



Los resultados de índice de gelatinización muestran que el procedimiento en secado de tambor de acuerdo con los criterios fisicoquímicos se sustenta en lo dispuesto por el Codex Alimentarius quedando sujetos a las enmiendas y actualizaciones correspondientes que es mayores de 94% en relacionados a la calidad nutricional se sujetarán a lo dispuesto por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud.

En esta investigación se realizó la prueba del índice de gelatinización en harina instantánea de mashua negra de la zona agroecológica de Junín por el método de secado por extrusión de que resultó en un porcentaje de 97.40%. y por el método de secado rotatorio es de 98.7% en base a los resultados obtenidos con un producto instantáneo de mashua negra, por otro lado, la mashua negra de la zona agroecológica de Puno por el método de secado por extrusión de que resultó en un porcentaje de 97.30%. y por el método de secado rotatorio es de 98.8% en base a los resultados obtenidos con un producto instantáneo de mashua negra. El efecto del procesamiento cocción – extrusión realizada tomando en cuenta estas consideraciones se obtuvo un alto índice de gelatinización instantánea a base de tarwi, quinua y maca, lo cual indica que durante el procesamiento la cantidad de gránulos de almidón que al ser expuestos al mismo tiempo el calor y la humedad se gelatinizaron casi en su totalidad (Cheftel y Cheftel, 1994)

4.3.9. Solubilidad

Para poder determinar la solubilidad en un alimento instantáneo debe de contener un porcentaje de almidón ya que es un alimento procesado los almidones consta de dos tipos de polímeros de glucosa químicamente el almidón se dice que es un glucano o un mezcal d glucanos que es un sistema heterogéneo que principalmente está compuesto por:

Amilosa: Que es esencialmente un polímero lineal Amilopectina: Que es un

polímero muy ramificado.

Por ende, la proporción relativa de la amilosa y amilopectina varía de un almidón a otro, por ello consideramos que la harina instantánea de mashua elaborado por el proceso de extrusor y el proceso de secador rotatorio no son solubles en agua ya que al realizar la prueba hay sedimentos y consideramos que un producto soluble es la extracción de los sólidos de cada alimento.

4.3.9.1. Nivel de significación: 5%

4.3.9.2. Prueba estadística

Para esta prueba de hipótesis haremos uso del estadístico de Kolmogorov-smirnov para la prueba de normalidad son los siguientes resultados.

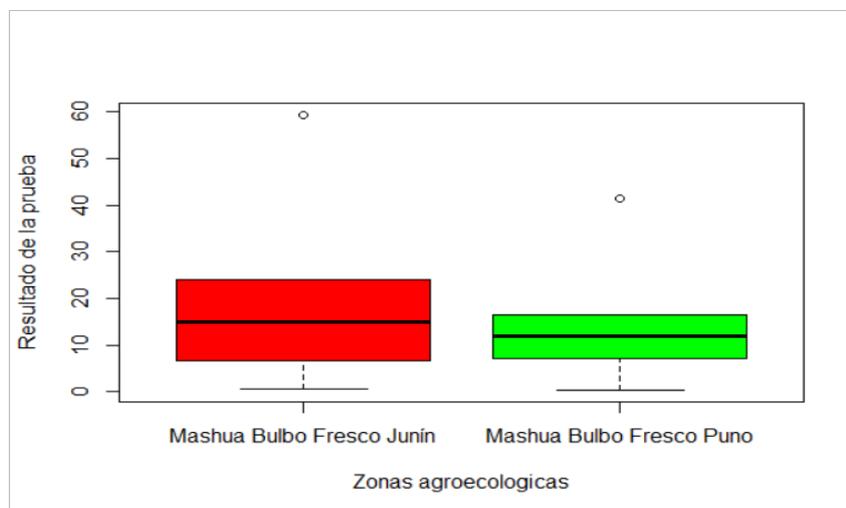


Figura 38. Resultados de la comparación entre los valores del bulbo fresco en Junín y en Puno

Gráficamente se puede apreciar que las zonas agroecológicas de Junín y Puno son las mismas, debido a que el valor de la mediana se ve reflejada en la otra caja y viceversa.

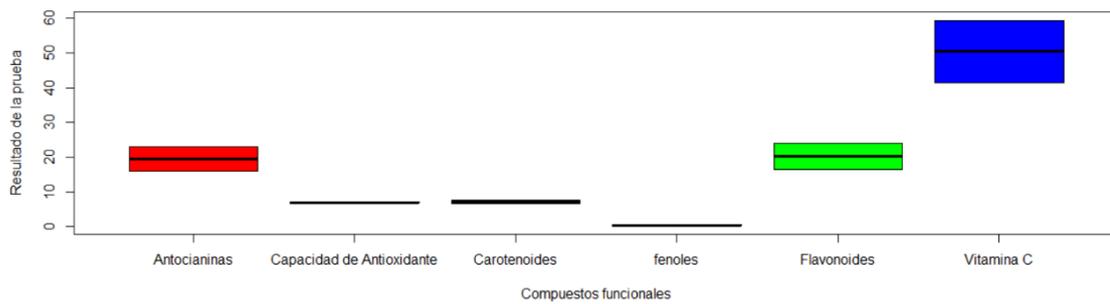


Figura 39. Gráfico de los Compuestos funcionales y sus variantes

Del gráfico podemos observar que para el mashua fresco tanto en Junín como en Puno, se puede apreciar que las Antocianinas con los flavonoides son iguales (lo que debemos comprobar). Otros compuestos funcionales similares presentan la capacidad antioxidante es lo mismo con los Carotenoides.

De los compuestos independientes, el que presenta una mayor cantidad de resultados es la Vitamina C, que no se compara con otra, y por otro lado la más baja parecen ser los Fenoles, que presentan la menor cantidad de valores en los resultados aplicados.



V. CONCLUSIONES

El método de obtención de harina instantánea afecta significativamente ($p < 0.05$) el contenido de humedad, proteínas y acidez titulable de mashua negra provenientes de dos zonas agroecológicas (Junín y Puno), mientras el contenido grasa, ceniza, fibra y carbohidratos se mantienen en comparación con la muestra fresca.

El método de obtención de harina instantánea afecta significativamente ($p < 0.05$) en la composición de glucosinolatos en mashua negra provenientes de dos zonas agroecológicas (Junin y Puno), el contenido de Glucosinalbin ha disminuido y Glucotropaeolin y Glucoaubrietin han aumentado con el proceso de obtención comparado con la muestra fresca.

El método de obtención de harina instantánea afecta significativamente ($p < 0.05$) a las propiedades funcionales de mashua negra provenientes de dos zonas agroecológicas (Junin y Puno), el contenido de antocianinas, vitamina C, carotenoides totales y capacidad antioxidante han disminuido, mientras el contenido total de flavonoides y fenoles totales han aumentado con la aplicación de procesos de obtención de harina instantánea de mashua negra.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda el proceso de harina instantánea de mashua negra por el método de extrusión por su costo y la viabilidad que se puede encontrar con facilidad empresas maquiladoras de harina extruida de mashua negra ya que según los resultados obtenidos no afectan en la degradación de sus propiedades funcionales y zonas agroecológicas.

También se recomienda incentivar a los agricultores el cultivo de la mashua negra ya esto mejoraría en el aspecto económico para las familias que se dedican al cultivo de mashua negra y poder ofrecer su producto con un valor agregado y el costo accesible para los consumidores finales con la garantía que la investigación que se realizó en la mashua negra conserva sus propiedades fisicoquímicas y funcionales de harina instantánea de mashua negra de dos zonas agroecológicas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón (2015). “Viabilidad para la comercialización de infusión de hoja de arándano en la ciudad de Chiclayo año 2015”. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Altamirano. (2013). Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle. Tesis. Universidad Veracruz. México. Recuperado de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/35092/1/altamiranojacomesilvia.pdf>
- Álvaro, L & Núñez, M. (2012). Proyecto de factibilidad para la elaboración y comercialización de té de chaya para la ciudad de Guayaquil. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/7255/1/27078_1.pdf
- Amador, M.G. (2010). <http://manuelgalan.blogspot.pe>. Obtenido de <http://manuelgalan.blogspot.pe>: <http://manuelgalan.blogspot.pe/2010/01/el-metodo-cientifico-en-lade.html>
- Apeim (2016). Niveles socioeconómicos. Recuperado de <http://www.apeim.com.pe/wp-content/themes/apeim/docs/nse/APEIM-NSE2016.pdf>
- Araneda, M. (2015). <http://www.edualimentaria.com>. Obtenido de <http://www.edualimentaria.com>: <http://www.edualimentaria.com/alimentacionsaludable-concepto-y-principios>
- AYALA, G. 2011. “Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana”, (Aspectos generales y recursos genéticos de las raíces andinas), Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.



- ÁVALOS M, C., VIVERO, M., 2013. “PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE UN NUEVO PRODUCTO A BASE DE MASHUA”, (Tesis inédita), Guayaquil – Ecuador.
- ARCA, R. 1977. Nutrición y Alimentos. Ed. Acriba. Zaragoza España.
- BECERRA, A. 2008 Aspectos básicos de marketing para la micro y pequeña empresa Universidad del Pacífico, Lima – Perú.
- BERNAL, J. 1996 La Uchuva *Physalis peruviana* L, Historia, Taxonomía y Biología. Primer curso Nacional de Uchuva, Universidad Pedagógica, Tecnológica de Colombia.
- Copyright@derechos reservados Red Informática –UNALM Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas
- ESPINOSA N., CREED H., UGAS, M., VANHAL M., Desarrollo de un alimento complementario con camote para niños de 6 meses a 3 años Lima Perú.
- ESPINOSA, J., junio 2011 Tesis de Desarrollo de nuevos productos de valor Nutricional/Nutraceutico Alto a partir de Maíz, garbanzo y Maíz.
- GIRALDO R, C. 2004 Perfil del mercado para frutas exóticas. Artículo Pro – Export Colombia.
- KOTLER, P. 1993 Dirección de Mercadotecnia. 7a. ed. Prentice-Hall. México.
- LEON, M., VILLACORTA, M., PAGADOR F., octubre del 2011 Realizaron un proyecto de la Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), „arracacha” (*Arracaccia xanthorrhiza*) y „tarwi” (*Lupinus mutabilis*). La libertad Perú.
- LIZANA A. 1991 Aspectos de Postcosecha. Curso taller de manejo postcosecha de frutas frescas para exportación. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.



- MASSON, J. Y WELLHOFF, A. 1990 El Merchandising. Rentabilidad y gestión del punto de venta. Bilbao. Ed. Deusto.
- MENDO C. Y MARTOS M. 2003 Botánica Sistemática General. Barcelona – España.
- MILLA L. 2006 Principio de marketing avanzado. Universidad San Marcos, Lima – Perú.
- NORMA TÉCNICA NTP 209.038 PERUANA 2009 (DIGESA)
- SIERRA B., 1994 Formula de la muestra.
<http://virtual.urbe.edu/tesispub/0059447/cap03.pdf>
- TELLO, E., APARICIO, W., QUISPE R., A. 2004. Introducción a la tecnología de los alimentos OFICINA DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA 2004.
- VILDÓSOLA M. 2007 “Marketing de servicios. Mercado y cliente en el caso peruano” Ed. UNMSM, Lima – Perú.
- VILLAMIZAR F. y RAMÍREZ A. 1993 Estudio de la Caracterización física, morfológica y fisiológica postcosecha de la uchuva. Agro Desarrollo.

ANEXOS

ANEXO I.

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICO

Tabla 1

Análisis Físicoquímico de Mashua Negra Fresca. Junín -Puno

Parámetros Químicos	Base húmeda		Base seca	
	Junín	Puno	Junín	Puno
Humedad	71.7	68.9	0	0
Proteína	2.82	2.9	9.96	9.32
Grasa	0.75	0.82	2.65	2.64
Ceniza	2.07	2.01	7.31	6.46
Fibra	0.97	0.24	3.42	0.77
Carbohidratos	24.07	26.71	76.65	80.81
Acidez	0.01	0.03	0.01	0.03
pH	5.21	5.45	5.21	5.45

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC)

Tabla.2

Análisis Físicoquímico de Harina Instantánea de Mashua Negra

Obtenida por Secado Rotatorio o Secado de Tambor. Junín -Puno

Parámetros Químicos	Base húmeda		Base Seca	
	Junín	Puno	Junín	Puno
Humedad	7.75	7.18		
Proteína	10.16	8.28	11.01	8.92
Grasa	2.38	2.36	2.58	2.54
Ceniza	2.14	2.03	2.32	2.19
Fibra	3.16	3.66	3.43	3.94
Carbohidratos	77.5	80.13	80.66	82.41
Acidez	0.011	0.013	0.01	0.01
pH	5.45	5.21	5.45	5.21

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC)

Tabla 3

Análisis Físicoquímico de Harina Instantánea de Mashua

Negra Obtenida por Secado por Extrusión. Junín -Puno

Parámetros Químicos	Base húmeda		Base Seca	
	Junín	Puno	Junín	Puno
Humedad	10.43	9.72		
Proteína	11	9.23	11.91	10.22
Grasa	2.35	2.31	2.62	2.56
Ceniza	2.02	2.07	2.24	2.29
Fibra	3.05	3.62	3.41	4.01
Carbohidratos	74.21	76.69	79.83	80.92
Acidez	0.01	0.011	0.01	0.01
pH	5.43	4.57	5.43	4.57

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de la (UNSAAC).

Tabla 4

Análisis de varianza en base a los análisis físicoquímicos en

proteína de las dos zonas agroecológica de Junín

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.96	0.95	1.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.70	2	2.85	81.66	<0.0001
Columna1	5.70	2	2.85	81.66	<0.0001
Error	0.21	6	0.03		
Total	5.91	8			

En la Tabla 04, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en proteínas, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 81.66 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 5

Análisis de comparación tukey para proteínas mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY				
Columnal	Medias	n	E.E.	
EXTRUIDO	11.91	3	0.11	A
TAMBOR ROTATORIO	11.01	3	0.11	B
FRESCA	9.96	3	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tal como se muestra en la tabla 05, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido envase seca nos presente diferencia, tal como se ve en los resultados del de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.0349, los grados de libertad 6, con la letra común que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en proteínas.

Tabla 6

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en proteína de las dos zonas agroecológica de Puno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.71	0.62	3.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.75	2	0.88	7.50	0.0233
Columna1	1.75	2	0.88	7.50	0.0233
Error	0.70	6	0.12		
Total	2.46	8			

En la Tabla 06, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en proteínas, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 7.50 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0233) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 7

Análisis de comparación tukey para proteínas mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Puno

PRUEBA TUKEY				
Columna1	Medias	n	E.E.	
EXTRUIDO	10.22	3	0.20	A
FRESCA	9.32	3	0.20	B
TAMBOR ROTATORIO	9.26	3	0.20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tal como se muestra en la tabla 07, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado

(extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.1170, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en proteínas.

Tabla 8

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en grasa de las dos zonas agroecológica de Junín

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.67	0.56	0.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	3.7E-03	6.17	0.0351
Columnal	0.01	2	3.7E-03	6.17	0.0351
Error	3.6E-03	6	6.0E-04		
Total	0.01	8			

En la Tabla 08, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en grasa, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 6.17 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0351$) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 9

Análisis de comparación tukey para grasa mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín

PRUEBA TUKEY					
Columna1	Medias	n	E.E.		
FRESCA	2.65	3	0.01	A	
EXTRUIDO	2.62	3	0.01	A	B
TAMBOR ROTATORIO	2.58	3	0.01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tal como se muestra en la tabla 09, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.0006, los grados de libertad 6, con la letra común que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en grasas.

Tabla 10

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en grasa de la zona agroecológica de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.64	0.52	1.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	5.41	0.0454
Columna1	0.02	2	0.01	5.41	0.0454
Error	0.01	6	1.4E-03		
Total	0.02	8			



En la Tabla 10, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en grasa, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 5.41 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p -valor <0.0454) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 11

Análisis de comparación tukey para grasa mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Puno

Columnal	Medias	n	E.E.		
FRESCA	2.64	3	0.02	A	
EXTRUIDO	2.56	3	0.02	A	B
TAMBOR ROTATORIO	2.54	3	0.02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tal como se muestra en la tabla 11, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.0014, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p>0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en grasas

Tabla 12

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en cenizas de las dos zonas agroecológica de Junín

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	1.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50.71	2	25.36	12538.50	<0.0001
Columna1	50.71	2	25.36	12538.50	<0.0001
Error	0.01	6	2.0E-03		
Total	50.72	8			

En la Tabla 12, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en cenizas, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 12538.50 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 13

Análisis de comparación tukey para cenizas en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY				
Columna1	Medias	n	E.E.	
FRESCA	7.31	3	0.03	A
TAMBOR ROTATORIO	2.32	3	0.03	B
EXTRUIDO	2.24	3	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tal como se muestra en la tabla 13, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no

presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.0020, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p>0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en cenizas.

Tabla 14

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en cenizas de las dos zonas agroecológica de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35.74	2	17.87	41243.56	<0.0001
Columna1	35.74	2	17.87	41243.56	<0.0001
Error	2.6E-03	6	4.3E-04		
Total	35.75	8			

En la Tabla 14, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en cenizas, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 41243.56 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 15

Análisis de comparación tukey para cenizas en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Puno.

PRUEBA DE TUKEY					
Columnal	Medias	n	E.E.		
FRESCA	6.46	3	0.01	A	
EXTRUIDO	2.29	3	0.01		B
TAMBOR ROTATORIO	2.19	3	0.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tal como se muestra en la tabla 15, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.0004, los grados de libertad 6, con la letra común que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en cenizas.

Tabla 16

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en fibra de las dos zonas agroecológica de Junín.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.09	0.00	1.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.6E-04	2	4.8E-04	0.31	0.7450
Columnal	9.6E-04	2	4.8E-04	0.31	0.7450
Error	0.01	6	1.5E-03		



Total 0.01 8

En la Tabla 16, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en fibra, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 4.8E-04 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.7450) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 17

Análisis de comparación tukey para fibra en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY			
<u>Columnal</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
TAMBOR ROTATORIO	3.43	3	0.02 A
EXTRUIDO	3.41	3	0.02 A
FRESCA	3.41	3	0.02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tal como se muestra en la tabla 17, se los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.0015, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente (p>0.05). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en fibra.

Tabla 18

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en fibra de las dos zonas agroecológica de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.55	2	10.28	308271.00	<0.0001
Columna1	20.55	2	10.28	308271.00	<0.0001
Error	2.0E-04	6	3.3E-05		
Total	20.55	8			

En la Tabla 18, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en fibra, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 308271 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 19

Análisis de comparación tukey para fibra en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Puno.

PRUEBA TUKEY					
Columna1	Medias	n	E.E.		
EXTRUIDO	4.01	3	3.3E-03	A	
TAMBOR ROTATORIO	3.94	3	3.3E-03	B	
FRESCA	0.77	3	3.3E-03	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

Tal como se muestra en la tabla 19, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión



y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.0000, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en fibra.

Tabla 20

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en carbohidratos de las dos zonas agroecológica de Junín.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.99	0.99	0.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.88	2	13.44	301.37	<0.0001
Columna1	26.88	2	13.44	301.37	<0.0001
Error	0.27	6	0.04		
Total	27.15	8			

En la Tabla 20, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en fibra, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 301.37 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p -valor <0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 21

Análisis de comparación tukey para carbohidratos en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY					
Columnal	Medias	n	E.E.		
TAMBOR ROTATORIO	80.67	3	0.12	A	
EXTRUIDO	79.83	3	0.12		B
FRESCA	76.65	3	0.12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tal como se muestra en la tabla 21, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.0446, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en carbohidratos.

Tabla 22

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en carbohidratos de las dos zonas agroecológica de Puno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.78	2	2.39	893.10	<0.0001
Columnal	4.78	2	2.39	893.10	<0.0001
Error	0.02	6	2.7E-03		

Total 4.80 8

En la Tabla 22, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en carbohidratos, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 893.10 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p -valor <0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 23

Análisis de comparación tukey para carbohidratos en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Puno.

<u>Columnal</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
TAMBOR ROTATORIO	82.41	3	0.03	A
EXTRUIDO	80.92	3	0.03	B
FRESCA	80.81	3	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tal como se muestra en la tabla 23, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Puno con un margen de error 0.0027, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p>0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en carbohidratos.

Tabla 24

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en acidez de las dos zonas agroecológica de Junín.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	0.25	0.00	30.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-05	2	1.1E-05	1.00	0.4219
Columna1	2.2E-05	2	1.1E-05	1.00	0.4219
Error	6.7E-05	6	1.1E-05		
Total	8.9E-05	8			

En la Tabla 24, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en fibra, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 1.00 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.4219) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 25

Análisis de comparación tukey para acidez en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY					
Columna1	Medias	n	E.E.		
FRESCA	0.01	3	1.9E-03	A	
EXTRUIDO	0.01	3	1.9E-03	A	
TAMBOR ROTATORIO	0.01	3	1.9E-03	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

Tal como se muestra en la tabla 25, de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión

y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.000, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p>0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en acidez.

Tabla 26

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en acidez de las dos zonas agroecológica de Puno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.0E-04	2	4.0E-04	sd	sd
Columna1	8.0E-04	2	4.0E-04	sd	sd
Error	0.00	6	0.00		
Total	8.0E-04	8			

En la Tabla 26, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno para acidez, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= sd. por lo tanto, se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} = \text{sd}$) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 27

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en pH

de la zona agroecológica de Junín

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.11	2	0.05	4729.00	<0.0001
Columnal	0.11	2	0.05	4729.00	<0.0001
Error	6.7E-05	6	1.1E-05		
Total	0.11	8			

En la Tabla 27, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín para pH, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 4729 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor = 0.0001) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín.

Tabla 28

Análisis de comparación tukey para pH en mashua negra en base seca, harina instantánea por extrusión, secado rotatorio de Junín.

PRUEBA TUKEY

Columnal	Medias	n	E.E.	
TAMBOR ROTATORIO	5.45	3	1.9E-03	A
EXTRUIDO	5.43	3	1.9E-03	B
FRESCA	5.21	3	1.9E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tal como se muestra en la tabla 28, de los resultados de tukey, podemos encontrar que

entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos procesos (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca no presenta diferencia, tal como se ve en los resultados de las zonas agroecológica Junín con un margen de error 0.000, los grados de libertad 6, con la letracomún que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Junín no son significativamente diferente en pH.

Tabla 29

Análisis de varianza en base a los análisis fisicoquímicos en pH de la zona agroecológica de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	9	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.57	2	0.78	sd	sd
Columna1	1.57	2	0.78	sd	sd
Error	0.00	6	0.00		
Total	1.57	8			

En la Tabla 29, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín para pH, donde se muestra que la prueba f (tratamientos) = sd por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor = sd) para los factores de proceso por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno.

Tabla 30

*Caracterización fisicoquímica de harina instantánea de mashua
obtenida por diferentes técnicas de dos zonas agroecológicas.*

Componentes	Harina instantánea de mashua obtenida por diferentes			
	Agro-ecológicas área	Técnicas		
		fresco en base seca	Extruido en base seca	Secado por tambor en base seca
Humedad (g/100 g FM)	Junín	28.3±0.00 ^a	11.64±0.01 ^a	8.4±0.01 ^a
	Puno	31.1±0.00 ^a	9.72±0.03 ^a	7.18±0.00 ^a
Proteína (g/100 g DW)	Junín	9.96±0.00 ^a	11.91±0.32 ^a	11.01±0.00 ^a
	Puno	9.32±0.00 ^a	10.22±0.00 ^a	8.92±0.03 ^a
Grasa (g/100 g DW)	Junín	2.65±0.04 ^a	2.62±0.01 ^a	2.58±0.01 ^a
	Puno	2.64±0.06 ^a	2.56±0.00 ^a	2.54±0.01 ^a
Cenizas (g/100 g DW)	Junín	7.31±0.07 ^a	2.24±0.02 ^a	2.32±0.01 ^a
	Puno	6.46±0.03 ^a	2.29±0.01 ^a	2.19±0.00 ^a
Fibra (g/100 g DW)	Junín	3.42±0.05 ^a	3.41±0.00 ^a	3.43±0.00 ^a
	Puno	0.77±0.01 ^a	4.01±0.01 ^a	3.94±0.01 ^a
Carbohidratos (g/100 g DW)	Junín	76.65±0.09 ^a	79.83±0.03 ^a	80.66±0.01 ^a
	Puno	80.81±0.02 ^a	80.92±0.03 ^a	82.41±0.01 ^a
Ph (g/100 g FM)	Junín	5.21±0.00 ^a	5.43±0.01 ^a	5.45±0.00 ^a
	Puno	5.45±0.00 ^a	4.57±0.00 ^a	5.21±0.00 ^a
Acidez titulable(g/100 g DW)	Junín	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
	Puno	0.03±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a



Tabla 31

Resultados Obtenidos en Rendimiento de Harina Instantánea de Mashua Negra y % de Humedad de las Dos Zonas Agroecológicas. Junín- Puno por los Dos Métodos de Secado (Extrusión y Secado Rotatorio).

Harina Instantánea de zonas Agroecológicas	%Rendimiento
Harina instantánea de Mashua negra Extruida-Junín	13.5
Harina instantánea de Mashua negra Extruida- Puno	12.3
Harina instantánea de Mashua negra -por secador rotatorio-Junín	14.4
Harina instantánea de Mashua negra por secador rotatorio- Puno	13.4

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO II

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

Tabla 1.

Resultados de Análisis en Capacidad Antioxidantes de la Mashua Negra en Bulbo Fresco y Harina Instantánea de Mashua Negra por los dos Métodos de Secado. (Extrusión y Secado Rotatorio) de las Dos Zonas Agroecológicas (Junín -Puno).

Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Equivalente Trolox mg/gr
1	Bulbo Fresco Junín	6.852	6.884	6.895	6.88
2	Bulbo Fresco Puno	7.095	7.146	7.126	7.12
3	Extruido Bulbo Junín	15.696	15.732	15.66	15.7
4	Extruido Bulbo Puno	18.165	17.946	18.019	18.04
5	Secado por tambor Bulbo Junín	14.455	14.491	14.635	14.53
6	Secado por tambor Bulbo Puno	20.161	20.235	20.346	20.25

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC).

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresan

el coeficiente de inhibición al 50% (CI50 o IC50) en miligramos equivalentes trolox que están presente en 1 gramo de muestra. Los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante 2,6.

Tabla 2

Análisis de varianza para capacidad antioxidante de mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua por dos tipos de secado(Extrusión- Rotatorio) de dos zonas agroecológica Junín.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	1.00	1.00	0.43

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	72.56	2	36.28	4677.73	<0.0001
Tratamiento	72.56	2	36.28	4677.73	<0.0001
Error	0.05	6	0.01		
Total	72.6	8			

En la Tabla 2 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en la capacidad antioxidante, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 4677.73 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa(P-valor <0.0001) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín en capacidad antioxidante.

Tabla 3

Análisis de comparación tukey para capacidad antioxidante de harina instantánea de mashua negra por secado rotatorio de dos zonas agroecológicas convertido en base seca los datos de bulbo fresco Junín.

PRUEBA TUKEY				
Columna	Medias	N	E.E.	
Fresco	24.3	3	0.05	A
Secado de tambor rotatorio Junín	19.56	3	0.05	B
Extruido Junín	17.52	3	0.05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Tal como se muestra en la tabla 3, de los resultados del tukey podemos encontrar que entre los procesos de extrusión y secado por rotación también considerando a mashua negra en bulbo, pero convertido en base seca no son diferentes, tal como se ve en los resultados del de las zonas agroecológica Junín ($p>0.05$) y este valor es mayor al 0.05 con la letra común no son significativamente diferentes. Por otro lado, se observó que la tabla tukey que se realizó para Junín si presenta diferencias significativas entre los compuestos funcionales en capacidad antioxidante.

Tabla 4.

Análisis de varianza para capacidad antioxidante de mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua por dos tipos de secado(Extrusión- Rotatorio) de dos zonas agroecológica Puno.

. Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Puno		9	1.00	1.00	0.49

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	80.23	2	40.11	4029.41	<0.0001
Tratamiento	80.23	2	40.11	4029.41	<0.0001
Error	0.06	6	0.01		
Total	80.29	8			

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en capacidad antioxidante, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 4029.41 lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en capacidad antioxidante.

Tabla 5

Análisis de comparación tukey para capacidad antioxidante de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno.

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	n	E.E.	
Fresco Puno	22.9	3	0.06	A
Secado de tambor rotatorio Puno	21.81	3	0.06	B
Extruido Puno	16.09	3	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tal como se muestra en la tabla 5 de los resultados de tukey, podemos encontrar que entre los procesos de harina instantánea de mashua negra por los dos métodos de secado (extrusión y rotatorio) tomado en cuenta la mashua de bulbo fresco convertido en base seca nos presente diferencia, tal como se ve en los resultados del de las zonas agroecológicas Puno con un margen de error 0.0100, los grados de libertad 6 con la letra común que no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Por otro lado, podemos observar que la tabla tukey que se realizó para Puno no son significativamente diferente en capacidad antioxidante.



Vitamina C

Tabla 6

Resultado de análisis de vitamina C de mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua por dos tipos de secado (Extrusión-Rotatorio) de dos zonas agroecológica Junín.

Código	Muestra Mashua	REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	Vitamina C mg/100 gr
1	Bulbo Fresco Junín	59.444	59.071	59.642	59.39
2	Bulbo Fresco Puno	40.993	41.342	41.633	41.32
3	Extruido Bulbo Junín	79.681	74.942	70.088	74.9
4	Extruido Bulbo Puno	50.631	48.059	46.445	48.38
5	Secado por tambor Bulbo Junín	181.042	177.487	174.035	177.52
6	Secado por tambor Bulbo Puno	67.151	64.373	62.923	64.82

Tabla 7

Análisis de varianza para vitamina C de mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua por dos tipos de secado (Extrusión-Rotatorio) de dos zonas agroecológica Junín.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	1.00	1.00	2.96

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	41679.06	2	20839.53	1785.94	<0.0001
Tratamiento	41679.06	2	20839.53	1785.94	<0.0001
Error	69.84	6	11.67		
Total	41749.08	8			

En la Tabla 7 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas agroecológica en vitamina C, donde se muestra que la prueba f (tratamientos)= 1785.94 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor<0.0001) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín en vitamina C.

Tabla 8

Análisis de comparación tukey para vitamina C de mashua negra en bulbo, harinainstantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Junín

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	n	E.E.	
Secado de tambor rotatorio Junín	52.44	3	1.97	A
Extruido Junín	83.63	3	1.97	B
Fresco	209.84	3	1.97	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

En la tabla 8 se muestra el método de comparaciones múltiples en comparación los tipos de secado en obtención de harina instantáneas de mashua de la región Junín los secados de harina instantánea de mashua negra al nivel de significancia 0.05, con un error de 11.6687 y el grado de libertad de 6, donde se aprecia que los procesos presentan diferentes estadísticas frente a los procesos de secado rotatorio y extrusión. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Tabla 9

Análisis de varianza para vitamina C de mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua por dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de dos zonas agroecológica Puno.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Puno		9	1.00	1.00	2.01

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	24117.05	2	12058.52	1694.95	<0.0001
Columnas	24117.05	2	12058.52	1694.95	<0.0001
Error	42.69	6	7.11		
Total	24159.74	8			

En la Tabla 9 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en vitamina C, donde se muestra que la prueba f (tratamientos) = 1694.95 lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en vitamina C.

Tabla 10

Análisis de comparación tukey para vitamina C de mashua negra en bulbo, harinainstantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	N	E.E.	
Secado de tambor rotatorio Puno	69.83	3	1.54	A
Fresco	132.54	3	1.54	B
Extruido Puno	196.63	3	1.54	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 10 se muestra el método de comparaciones múltiples en comparación los tipos de secado en obtención de harina instantáneas de mashua de la región Puno para vitamina C los secados de harina instantánea de mashua negra al nivel de significancia 0.05, con un error de 7.1144 y el grado de libertad de 6, donde se aprecia que los procesos presentan diferentes estadísticas frente a los procesos de secado rotatorio y extrusión. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

CAROTENOIDES

Tabla 11

Resultados de Análisis en Determinación de Carotenoides de Mashua Negra en Bulbo Fresco y Harina Instantánea de Mashua Negra Obtenidos por Dos Procesos de Secado (Secado Rotatorio y Secado por Extrusión) de las Dos Zonas Agroecológicas (Junín - Puno)

Código	Muestra Mashua	REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	Carotenoides mg/100 gr
1	Bulbo Fresco Junín	6.769	6.774	6.638	6.73
2	Bulbo Fresco Puno	7.638	7.819	7.851	7.77
3	Extruido Bulbo Junín	26.785	26.246	24.934	25.99
4	Extruido Bulbo Puno	12.363	11.996	11.733	12.03
5	Bulbo Junín Secado por tambor	34.911	34.437	34.117	34.49
6	Bulbo Puno	12.757	13.035	12.908	12.9

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría

de la (UNSAAC)

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de Carotenoides fue por comparación de los espectros UV del estándar de Vitamina A frente a los espectros UV de cada señal de la muestra, la suma de las concentraciones de las señales (pico) que coinciden con el espectro Uv del estándar se reporta como los miligramos de carotenoides totales presentes en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Vitamina A.

Tabla 12

Análisis de varianza para carotenoides en negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de zona agroecológica Junín.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	0.99	0.99	3.03

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	397.81	2	198.9	449.41	<0.0001
Tratamiento	397.81	2	198.9	449.41	<0.0001
Error	2.66	6	0.44		
Total	400.46	8			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla 12 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en carotenoides, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 449.41$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en carotenoides.

Tabla 13

Análisis de comparación tukey para carotenoides de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Junín

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	n	E.E.	
Secado de tambor rotatorio	13.04	3	0.38	A
Fresco	23.77	3	0.38	B
Extruido	29.01	3	0.38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 13, se muestra el método de comparación múltiple de tukey en comparación de las propiedades funcionales de carotenoides a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.4426 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los carotenoides se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Junín en cuanto se observa la variación de los procesos de secado de la harina instantánea de mashua negra de Junín, Giami y Alu (1994) mencionan que las frutas donde el color en la etapa de maduración se debe a las antocianinas y en aquellas que retienen el color verde, el contenido de carotenoides disminuye durante la maduración.

Tabla 14

Análisis de varianza para carotenoides en negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de zona agroecológica Puno.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Puno		9	1.00	1.00	1.59

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	888.71	2	444.35	2660.63	<0.0001
Tratamiento	888.71	2	444.35	2660.63	<0.0001
Error	1.00	6	0.17		
Total	888.71	8			

En la Tabla 14 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las Zonas Agroecológica región Puno en carotenoides, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 2660.63$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en carotenoides.

Tabla 15

Análisis de comparación tukey para carotenoides de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno.

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	N	E.E.	
Secado de tambor rotatorio Puno	13.9	3	0.24	A
Fresco en base seca	24.88	3	0.24	B
Extruido Puno	38.2	3	0.24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 15, se muestra el método de comparación múltiple de tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de carotenoides a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.1670 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los carotenoides se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Puno en cuanto se observa la variación de los procesos de secado de la harina instantánea de mashua negra de Puno.



Fenoles Totales.

Tabla 16

Resultados de Análisis en Determinación de Fenoles de Mashua Negra en Bulbo Fresco y Harina Instantánea de Mashua Negra Obtenidos por Dos Procesos de Secado (Secado Rotatorio y Secado por Extrusión) de las Dos Zonas Agroecológicas (Junín - Puno).

Códig o	Muestra Mashua	REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	Equivalente sAc.gálico mg/100g
1	Bulbo Fresco Junín	0.5049	0.5165	0.5223	0.5145
2	Bulbo Fresco Puno	0.323	0.3175	0.3063	0.3156
3	Extruido Bulbo Junín	2.8757	2.8856	2.8657	2.8757
4	Extruido Bulbo Puno	2.7902	2.8307	2.8105	2.8105
5	Secado por tambor Bulbo fresco Junín	2.4916	2.5516	2.5216	2.5216
6	Secado por tambor _Bulbo fresco Puno	2.3395	2.2986	2.319	2.319

*Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría
de la (UNSAAC)*

NOTA: La cuantificación se basó utilizando un estándar Acido gálico, expresalos miligramos en equivalentes de Acido gálico que están presente en 100 g de muestra.

Tabla 17

Análisis de varianza para fenoles en negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión-Rotatorio) de zona agroecológica Junín.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV	
Junín		9		1.00	1.00	0.97

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	3.46	2	1.73	2555.03	<0.0001
Tratamiento	3.46	2	1.73	2555.03	<0.0001
Error	4.1E-03	6	6.8E-04		
Total	3.47	8			

En la Tabla 17 se presenta los fenoles, el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en fen, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 2555.03$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en fenoles.

Tabla 18

Análisis de comparación tukey para carotenoides de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Junín.

PRUBA TUKEY				
Columnas	Medias	n	E.E.	
Fresco	1.82	3	0.02	A
Secado de tambor rotatorio Junín	3.05	3	0.02	B
Extruido Junín	3.21	3	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 18, se muestra el método de comparación múltiple de tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de fenoles a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.0007 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los fenoles se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Puno en cuanto se observa la variación de los procesos desecado de la harina instantánea de mashua negra de Junín.

Tabla 19

Análisis de varianza para fenoles en negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (extrusión-rotatorio) de zona agroecológica Puno.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV	
Puno		9		1.00	1.00	1.39

Cuadro de análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	P-valor
Modelo	5.46	2	2.73	3193.61	<0.0001
Tratamiento	5.46	2	2.73	3193.61	<0.0001
Error	1E-02	6	8.6E-04		
Total	5.47	8			

En la Tabla 19 se presenta los fenoles, el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en fenoles, donde se muestra que la prueba f(tratamientos)= 3193.61 por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa (p-valor <0.0001) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en fenoles.

Tabla 20

Análisis de comparación tukey para fenoles de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno

PRUEBA TUKEY

Columnas	Medias	N	E.E.	
Fresco Puno	2.79	3	0.02	A
Secado de tambor rotatorio Puno	2.50	3	0.02	B
Extruido Puno	1.01	3	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

En la tabla 20, se muestra el método de comparación múltiple tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de fenoles a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.0009 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los fenoles se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Puno en cuanto se observa la variación de los procesos desecado de la harina instantánea de mashua negra de Puno.

FLAVONOIDES**Tabla 21**

Resultados de Análisis en la Determinación de Flavonoides de Mashua Negra en Bulbo Fresco y Harina Instantánea de Mashua Negra Obtenidos por Dos Procesos de Secado (Secado Rotatorio y Secado por Extrusión) de las Dos Zonas Agroecológicas (Junín - Puno).

Código	Muestra Mashua	REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	Quercetina mg/100g
1	Bulbo Fresco Junín	24.85	22.74	24.85	24.15
2	Bulbo Fresco Puno	15.75	17.77	15.75	16.43
3	Extruido Bulbo Junín	237.05	229.82	237.05	234.64
4	Extruido Bulbo Puno	233.49	233.49	240.84	235.94
5	Secado por tambor Bulbo Junín	209.3	216.57	216.57	214.15
6	Secado por tambor Bulbo Puno	258.19	250.77	250.77	253.24

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC).

NOTA: La cuantificación se basó utilizando un estándar de flavonoide Quercetina, expresa los miligramos en equivalentes de Quercetina que están presente en 100 g de muestra.

Tabla 22

Análisis de varianza para flavonoides en mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de zona agroecológica Junín

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	1.00	1.00	2.25

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	P-valor
Modelo	60288.70	2	30144.35	1473.38	<0.0001
Tratamiento	60288.70	2	30144.35	1473.38	<0.0001
Error	122.76	6	20.46		
Total	60411.46	8			

En la Tabla 22, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en los flavonoides, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 1473.38$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín en flavonoides.

NOTA: La cuantificación se basó utilizando un estándar de flavonoide Quercetina, expresa los miligramos en equivalentes de Quercetina que están presente en 100 g de muestra.

Tabla 23

Análisis de varianza para flavonoides en mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de zona agroecológica Junín

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	1.00	1.00	2.25

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	60288.70	2	30144.35	1473.38	<0.0001
Tratamiento	60288.70	2	30144.35	1473.38	<0.0001
Error	122.76	6	20.46		
Total	60411.46	8			

En la Tabla 23 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en los flavonoides, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 1473.38$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín en flavonoides.

Tabla 24

Análisis de comparación tukey para flavonoides en mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Junín.

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	N	E.E.	
Fresco	85.32	3	2.61	A
Secado de tambor rotatorio Junín	255.76	3	2.61	A
extruido Junín	261.96	3	2.61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 24, se muestra el método de comparación múltiple de tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de flavonoides a nivel de significancia de 5%, con un error de 20.4593 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los flavonoides se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Junín, en cuanto se observa la variación de los procesos desecado de la harina instantánea de mashua negra de Junín.

Tabla 25

Análisis de varianza para flavonoides en mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión-Rotatorio) de zona agroecológica Puno

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Puno		9	1.00	1.00	2.33

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipoIII)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	86680.39	2	41840.19	2188.81	<0.0001
Tratamiento	86680.39	2	41840.19	2188.81	<0.0001
Error	114.69	6	19.12		
Total	83795.08	8			

En la Tabla 25, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en los flavonoides, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 2188.81$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en flavonoides.

Tabla 26

Análisis de comparación tukey para flavonoides de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	N	E.E.	
Fresco base seca Puno	52.81	3	2.52	A
Secado de tambor rotatorio Puno	272.83	3	2.52	B
Extruido Puno	237.19	3	2.52	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)*

En la tabla 26, se muestra el método de comparación múltiple de tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de flavonoides a nivel de significancia de 5%, con un error de 19.1155 y grados de libertad 6 donde se aprecia que los flavonoides se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Puno en cuanto se observa la variación de los procesos de secado de la harina instantánea de mashua negra de Puno.

ANTOCIANINAS.**Tabla 27**

Resultados de Análisis en Determinación de Antocianinas de Mashua Negra en Bulbo Fresco y Harina Instantánea de Mashua Negra Obtenidos por Dos Procesos de Secado (Secado Rotatorio y Secado por Extrusión) de las Dos Zonas Agroecológicas (Junín - Puno)

Código	Muestra Mashua	REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	Antocianinas Totales mg/100 gr
1	Bulbo Fresco Junín	23.14	22.78	22.87	22.93
2	Bulbo Fresco Puno	15.89	16.06	16.23	16.06
3	Extruido Bulbo Junín	46.19	46.5	46.81	46.5
4	Extruido Bulbo Puno	32.49	32.96	32.8	32.75
5	Secado por tambor Bulbo Junín	56.85	56.54	56.08	56.49
6	Secado por tambor Bulbo Puno	48.37	49	49	48.79

Fuente: Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la (UNSAAC).

NOTA: Los resultados obtenidos en la Cuantificación de Antocianinas Totales se basa en la transformación estructural de las antocianinas que ocurre con un cambio en el pH a y 4.5, a 520 y 700 nm, expresa la cantidad de antocianinas en miligramos como equivalentes de cianidina-3- glucósido presentes en 100 gramos de muestra.

Association of Analytical Communities INTERNATIONAL. Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines. pH Differential Method AOAC Official Method 2005.02.

Tabla 27

Análisis de varianza para antocianinas en mashua negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión- Rotatorio) de zona agroecológica Junín.

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Junín		9	1.00	1.00	0.81

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo	3188.75	2	1594.38	7631.02	<0.0001
Tratamiento	3188.75	2	1594.38	7631.02	<0.0001
Error	1.25	6	0.21		
Total	3190	8			

En la Tabla 27, se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Junín en antocianinas, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 7631.02$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Junín en antocianinas.

Tabla 28

Análisis de comparación tukey para antocianinas de mashua negra en Bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Junín

PRUEBA TUKEY

Columnas	Medias	N	E.E.	
Secado de tambor rotatorio Junín	35.5	3	0.26	A
Fresco en base seca Junín	51.91	3	0.26	B
Extruido Junín	81.02	3	0.26	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

En la tabla 28, se muestra el método de comparación múltiple de Tukey las propiedades Tecno funcionales de antocianinas a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.2089 y grados de libertad 6 donde se aprecia que las antocianinas se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Junín en cuanto se observa la variación de los procesos de secado de la harina instantánea de mashua negra de Junín.

Tabla 29

Análisis de varianza para antocianinas en negra bulbo fresco convertido en base seca con harina instantánea de mashua con dos tipos de secado (Extrusión-Rotatorio) de zona agroecológica Puno

Variable	N	R ²	R ²	AJ	CV
Puno		9		0.99	0.99 0.82

Cuadro de Análisis de Varianza (Sc tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	220.45	2	110.23	528.29	<0.0001
Columnas	220.45	2	110.23	528.29	<0.0001

Error	1.25	6	0.21
Total	221.7	8	

En la Tabla 29 se presenta el análisis de varianza para las pruebas realizadas en las zonas Agroecológica región Puno en antocianinas, donde se muestra que la prueba $f(\text{tratamientos}) = 528.29$ por lo tanto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.0001$) para los factores de secado por extrusión, secado de tambor y bulbo fresco en base seca de la zona agroecológica Puno en antocianinas.

Tabla 30.

Análisis de comparación tukey para antocianinas de mashua negra en bulbo, harina instantánea de dos procesos de secado (extrusión y rotatorio) de dos zonas agroecológicas convertido en base seca de Puno

PRUEBA TUKEY				
Columnas	Medias	N	E.E.	
Fresco en base seca Puno	51.64	3	0.26	A
Secado de tambor rotatorio Puno	52.56	3	0.26	B
Extruido Puno	62.57	3	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 30, se muestra el método de comparación múltiple de Tukey en comparación de las propiedades Tecno funcionales de antocianinas a nivel de significancia de 5%, con un error de 0.2089 y grados de libertad 6 donde se aprecia que las antocianinas se diferencian estadísticamente significativas en los procesos de secado rotatorio, bulbo fresco en base seca y extruido Puno en cuanto se observa la variación de los procesos de secado de la harina instantánea de mashua negra de Puno.



Tabla 31

*Resultados de Análisis en Determinación de Índice de
Gelatinización de Harina Instantánea de Mashua Negra*

Nombre	Unidad	Resultado
Índice de gelatinización de Extruido Puno	%	97.3
Índice de gelatinización de Extruido Junín	%	97.4
Índice de gelatinización de Secado Rotatorio Puno	%	98.8
Índice de gelatinización de Secado Rotatorio Junín	%	98.7

En la tabla 31 se muestra los resultados de análisis en determinación de índice de gelatinización de harina instantánea de mashua negra obtenidos por dos procesos de secado (Secado rotatorio y secado por extrusión) de las dos zonas agroecológicas (Junín- Puno).

Tabla 32

Zonas agroecológicas Harina de mashua instantánea obtenida por diferentes procesos de compuestos funcionales.

Componentes	Instant mashua flour obtained by different techniques			
	Agroecológicas áreas	fresco en base	Extruido en	Secado por tambor
		seca	base seca	en base seca
Antocianinas (mg/g DW)	Junín	23.77± 0.27 ^b	29.01 ± 1.07 ^c	13.04±0.34 ^a
	Puno	24.98± 0.37 ^a	38.2± 0.43 ^c	13.9±0.15 ^b
Flavonoides totales (mg/g DW)	Junín	81.02± 0.66 ^c	51.91 ±0.34 ^b	35.5±0.26 ^a
	Puno	51.64 ± 0.55 ^a	62.57±0.41 ^c	52.56±0.39 ^b
Contenido fenólico total (mg/g DW)	Junín	85.32± 4.30 ^a	261.96± 4.64	255.76±4.62
	Puno	52.81 ± 3.75 ^a	237.19±4.69	272.83±4.62
Capacidad antioxidante (mg trolox/g DW)	Junín	1.82± 0.03 ^a	3.21±0.01 ^c	3.05±0.02 ^b
	Puno	1.01± 0.03 ^a	2.79±0.03 ^c	2.5±0.02 ^b
Carotenoides totales (mg/100 g DW)	Junín	24.3± 0.08 ^b	17.52±0.04 ^c	19.56±0.12 ^a
	Puno	22.90± 0.08 ^b	16.09±0.11 ^c	21.81±0.10 ^a
Vitamina C (mg/100 g DW)	Junín	209.84± 1.02 ^c	83.63±5.36 ^b	52.44±2.29 ^a
	Puno	132.81± 1.03 ^b	196.63±3.83 ^c	69.83±2.31 ^a

Contenido de glucosinatos

Tabla 33

Resultados de Análisis de Contenido de Glucosinatos de Mashua

Negra en BulboFresco de Junín

Compuesto:	Contenido
Mashua fresca Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.17
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.18
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	57.87
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	178.62
Total, glucosinatos (mg/100 g)	236.84

*Isómeros NQ: No cuantificable

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

Mashua fresca Junín

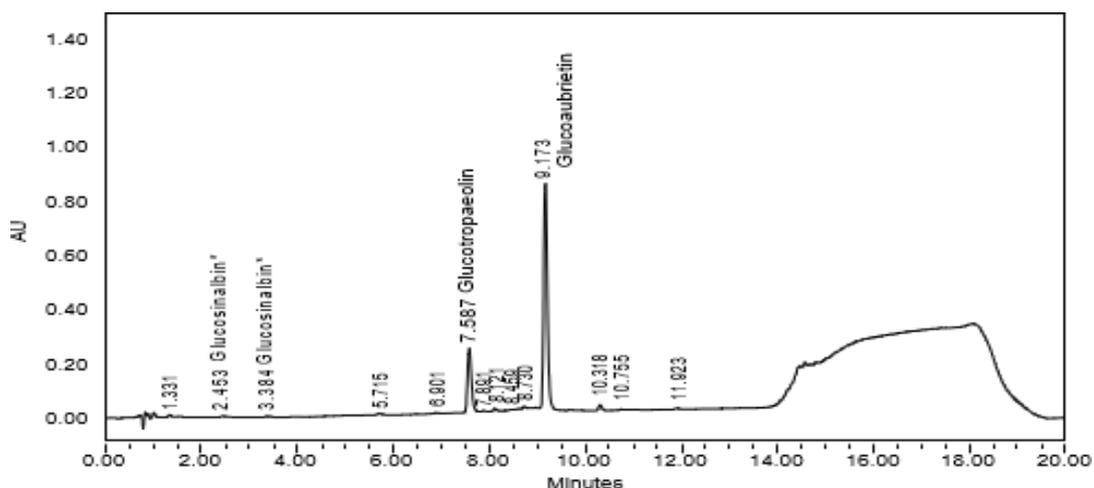


Figura 1

*Resultados de análisis en contenido de glucosinatos de mashua fresca*Fuente:

(Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM)

Tabla 34

Resultados de Análisis en Contenido de Glucosinolatos en Mashua Negra en Bulbo Fresco Puno

Mashua fresca Puno	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.17
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.18
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	14.09
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	302.01
Total, glucosinolatos (mg/100 g)	316.45

*Isómeros

NQ: No Cuantificable

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la (UNALM)

En la Tabla 34, se muestran los resultados de análisis en contenido de glucosinolatos en mashua negra en bulbo fresco Puno.

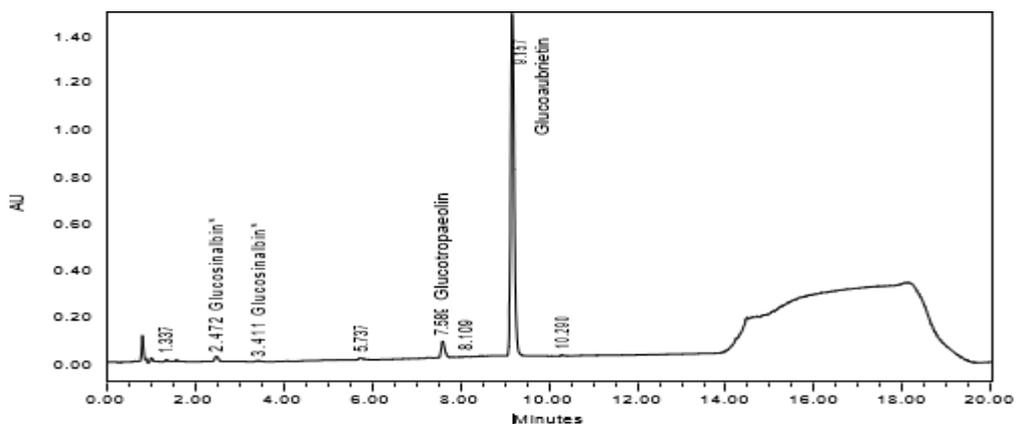


Figura 2

Resultados de análisis en contenido de glucosinolatos de mashua fresca Puno

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

Tabla 35

Perdida de Glucosinolatos en Mashua Negra Procesada por Secado de Tambor

Junín

Mashua negra secada en tambor Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	48.47
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	522.55
Total, glucosinolatos (mg/100 g)	570.92

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

En la tabla 35 se muestra los resultados de análisis en determinación de pérdida de glucosinolatos de harina instantánea de mashua de Junín por el método de secado rotatorio o secado de tambor.

Mashua negra secada en tambor Junín

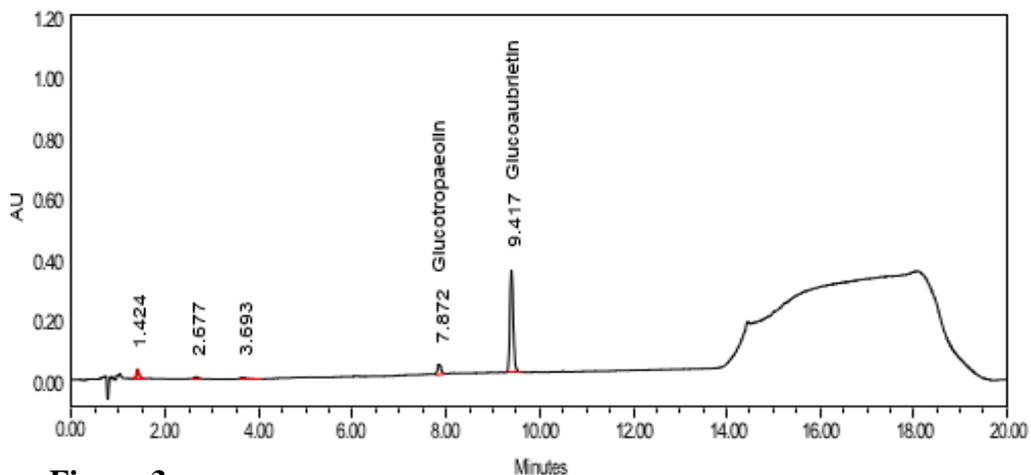


Figura 3

Resultados de análisis en contenido de glucosinolatos en harina instantánea demashua negra Junín por secado de tambor.

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM.

Tabla 36

Resultados de Análisis de Perdida de Glucosinolatos de Harina Instantánea de Mashua Negra Extraída de Puno.

Mashua negra secada en tambor Puno	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl lucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.98
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	253.98
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	1569.04
Total, glucosinolatos (mg/100 g)	1824

*Isómeros NQ: No cuantificable

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

En la tabla 36 se muestran los resultados de análisis en determinación de la perdida de glucosinolatos de harina instantánea de mashua negra de Puno.

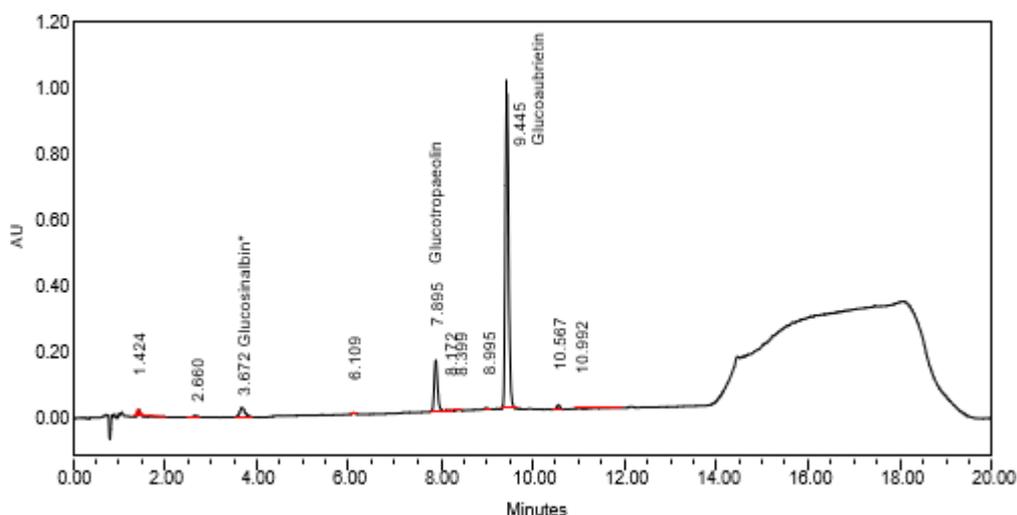


Figura 5.

Resultados de análisis en contenido de glucosinolatos en harina instantánea demashua negra Puno por secado de tambor.

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM.

Tabla 37.

Resultados de Análisis de Perdida de Glucosinolatos de Harina Instantánea de Mashua Negra Extruida de Puno.

Mashua negra extruida Puno	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	0.32
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	72.54
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	1349.52
Total, glucosinolatos (mg/100 g)	1422.38

*Isómeros NQ: No cuantificable

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM.

En la tabla 37, se muestran los resultados de análisis en pérdida de glucosinolatos de harina instantánea de mashua negra obtenida por el método de secado por extrusión.

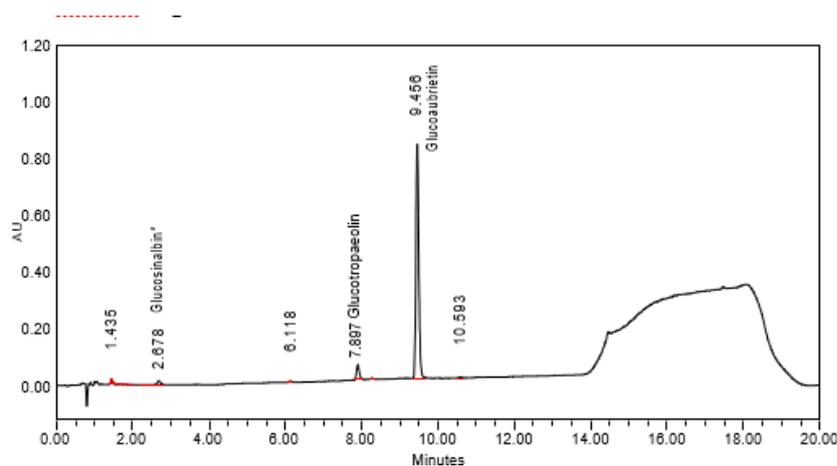


Figura 6

Resultados de análisis en contenido de glucosinolatos en harina instantánea de mashua negra Puno por secado por extrusión

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM.

Tabla 38.

Resultados de Análisis en Contenido de Glucosinolatos de Harina Instantánea de Mashua Negra de Junín Obtenida por el Método de Secado por Extrusión.

Compuesto:	Contenido
Mashua Negra Extruida Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g) *	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	120.66
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	996.04
Total, glucosinolatos (mg/100 g)	1116.70

*Isómeros NQ: No cuantificable

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM.

En la tabla 38 se muestra los resultados de análisis en pérdida de glucosinolatos en harina instantánea de mashua negra Junín obtenida por el método de secado por extrusión.

Mashua Negra Extruida Junín.

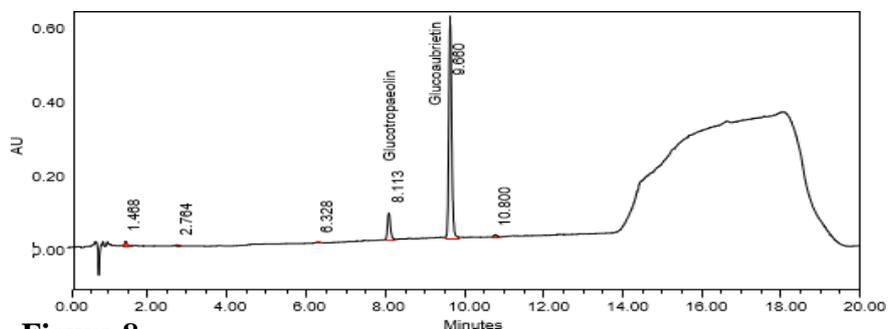


Figura 8.

Resultados de análisis en contenido de glucosinolatos en harina instantánea de mashua negra Junín por secado por extrusión

Fuente: Laboratorio de Instituto de Biotecnología de la UNALM

Tabla 39.

Efecto del proceso de obtención de harina instantánea sobre el contenido de glucosinolatos en mashua de diferentes zonas agroecológicas.

Componentes	Agroecológicas áreas	Instant mashua flour obtained by different techniques		
		fresco en base seca	Extruido en base seca	Secado por tambor en base seca
Glucosinalbin (Hydroxybenzil glucosinoate) (mg/100 g DW)	Junín	0.6	0	0
	Puno	54.66	0.35	0
Glucosinalbin (Hydroxybenzil glucosinoate) (mg/100 g DW)	Junín	0.64	0	0
	Puno	57.88	0	1.06
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolaate) (mg/100g DW)	Junín	204.49	134.71	52.32
	Puno	45.31	80.33	273.63
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzil glucosinolate) (mg/100 g DW)	Junín	631.17	1112.02	564
	Puno	971.09	1494.49	1690.41
Total, glucosinolatos (mg/100 g DW)	Junín	836.89	1246.73	616.21
	Puno	1017.52	1575.17	1965.09



Tabla 40

*Resultado de Obtención en Rendimiento de Harina Instantánea
de Mashua Negra por Extrusión Junín -Puno.*

Muestra de zonas agroecológicas	%Rendimiento
Harina instantánea de Mashua negra Extruida-Junín	13.5
Harina instantánea de Mashua negra Extruida- Puno	12.3
Harina instantánea de Mashua negra -por secador rotatorio-Junín	14.4
Harina instantánea de Mashua negra por secador rotatorio- Puno	13.4



Anexo III.

Informe de análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0127-21-LAQ

SOLICITANTE: EDITH GALINDO QUISPE

MUESTRA : MASHUA FRESCA

ORIGEN : 1.- JUNIN
2.- PUNO

FECHA A. : C/19/07/2021

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2
Humedad %	71.70	68.90
Proteína %	2.82	2.90
Grasa %	0.75	0.80
Ceniza %	0.66	0.69
Fibra %	0.97	1.24
Carbohidratos %	24.07	26.71

Métodos: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39,
AOAC 942.05, AOAC 962.09 Diferencia.

Cusco, 10 de Agosto 2021



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Análisis

Melquiades Herrera Arietico
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0128-21-LAQ

SOLICITANTE: EDITH GALINDO QUISPE
MUESTRA : MASHUA
PROCESO : 1.- JUNIN EXTRUIDO
2.- JUNIN SECADO POR TAMBOR
FECHA A. : 0/19/07/2021

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2
Humedad %	10.43	7.75
Proteína %	11.00	10.16
Grasa %	2.35	2.38
Ceniza %	2.01	2.14
Fibra %	3.05	3.16
Carbohidratos %	74.21	77.57

Métodos: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39,
AOAC 942.05, AOAC 962.09 y Diferencia.

Cusco, 10 de Agosto 2021



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

Melquíades Herrera Artilice
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0129-21-LAQ

SOLICITANTE: EDITH GALINDO QUISPE
MUESTRA : MASHUA
PROCESO : 1.- PUNO EXTRUIDO
2.- PUNO SECADO POR TAMBOR
FECHA A. : 07/19/2021

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2
Humedad %	9.70	7.18
Proteína %	9.23	8.30
Grasa %	2.31	2.36
Ceniza %	2.07	2.03
Fibra %	3.62	3.66
Carbohidratos %	76.69	80.13

Métodos: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39,
AOAC 942.05, AOAC 962.09 y Diferencia.

Cusco, 10 de Agosto 2021



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Químicos

Melquiades Herrera Arriola
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

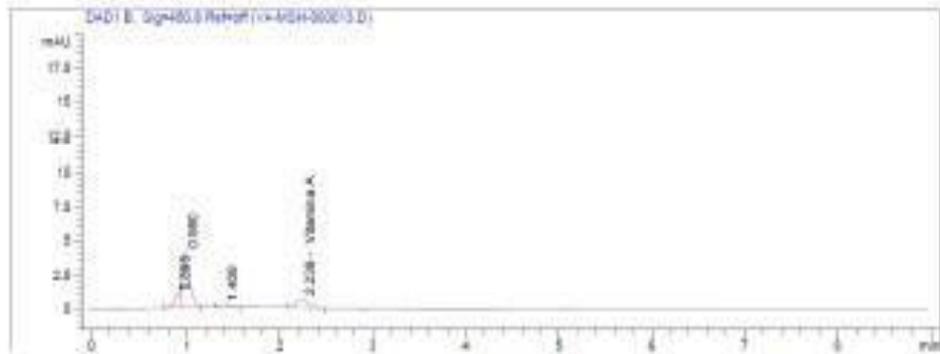
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRÁFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 072668888

RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021 ^{C-14}

Solicitante : Edith Galindo Quispe
Tipo de Análisis : Determinación de Carotenoides totales
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
Cantidad de Muestra : 6
Almacenamiento : 4 °C.



Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Carotenoides mg/100 gr
1	Bulbo Fresco Junin	6.769	6.774	6.638	6.73
2	Bulbo Fresco Puno	7.638	7.819	7.851	7.77
3	Extruido Bulbo Junin	26.785	26.246	24.934	25.99
4	Extruido Bulbo Puno	12.363	11.996	11.733	12.03
5	Secado por tambor Bulbo Junin	34.911	34.437	34.117	34.49
6	Secado por tambor Bulbo Puno	12.757	13.035	12.908	12.90

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de Carotenoides fue por comparación de los espectros UV del estándar de Vitamina A frente a los espectros UV de cada señal de la muestra, la suma de las concentraciones de las señales (pico) que coinciden con el espectro UV del estándar se reporta como los miligramos de carotenoides totales presentes en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Vitamina A.



Quím. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
OQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973868855

RESULTADOS

Condiciones de Análisis de Carotenoides por HPLC

Cromatógrafo:	Agilent series 1200
Software:	Chemstation V03.02
Columna:	Zorbax Eclipse SB-C18 4.6d x 75mm, 3.5um
Pre Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna:	1.0 ml/min.
Solvente A:	40% Acetonitrilo
Solvente B:	60% 2 Propanol
Sistema de Análisis:	Isocrático
Detección DAD:	450 nm (Vitamina A)
Temperatura del Horno:	25.0°C
Tiempo de Análisis:	10 min.
Volumen de Inyección:	1.0 µl

Referencia

- Azrina, A., Abd Aziz, N., Khoo, H. E., Amin, I., Al-Sheraj, S. H. and Muhammad Rizal, R. Cholesterol and alpha-tocopherol contents of fish and other seafood from. 7. International Food Research Journal Volume 22 Issue 1, 2015 <http://www.ijfmr.com/volume-22-2015.html>
- Burmeister, A., Bondiek, S., Apel, L., Köhne, C., Hillebrand, S., & Fleischmann, P. (2011). Comparison of carotenoid and anthocyanin profiles of raw and boiled *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja* tubers. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6), 865–872. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.03.006>
- Czauderna, M. & Kowalczyk, J. & Niedzwiedzka, K.M.. (2009). Simple HPLC Analysis of Tocopherols and Cholesterol from Specimens of Animal Origin. *Chemia Analityczna*. 54. 203-214. <http://beta.chem.uw.edu.pl/chemanal/PDFs/2009/CHAN2009V54P00203.pdf>
- Edison, B. (2009). Analysis of Tocopherols by High Performance Liquid Chromatography. *E-Journal of Chemistry*, Hindawi. <https://doi.org/10.1155/2009/415864>
- He, J., & Glust, M. M. (2011). High-purity Isolation of anthocyanins mixtures from fruits and vegetables – A novel solid-phase extraction method using mixed mode cation-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1218(44), 7914–7922. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.09.005>
- Kand'ar, R., Novotná, P., & Drábková, P. (2013). Determination of Retinol, -Tocopherol, Lycopene, and -Carotene in Human Plasma Using HPLC with UV-Vis Detection: Application to a Clinical Study [Research article]. <https://doi.org/10.1155/2013/460242>
- Khamkaew, C. (2017). Effects of Mobile Phase Composition as a Function of Temperature on Isocratic Elution Behavior of β -carotene in Reversed-Phase Liquid Chromatographic Systems. *International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences*, 6(3), 94–97. <https://doi.org/10.18178/ijpmbs.6.3.94-97>
- Rivera, S., & Canela, R. (2012). Influence of Sample Processing on the Analysis of Carotenoids in Malte. *Molecules*, 17(9), 11255–11268. <https://doi.org/10.3390/molecules170911255>
- Rodríguez-Saona, L. E., & Wrolstad, R. E. (2005). Acetone extraction and chloroform partition of anthocyanins. Unit F1.1. In R. E. Wrolstad, & S. J. Schwartz (Eds.), *Handbook of food analytical chemistry* (pp. 7). New York: John Wiley & Sons, Inc.



Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

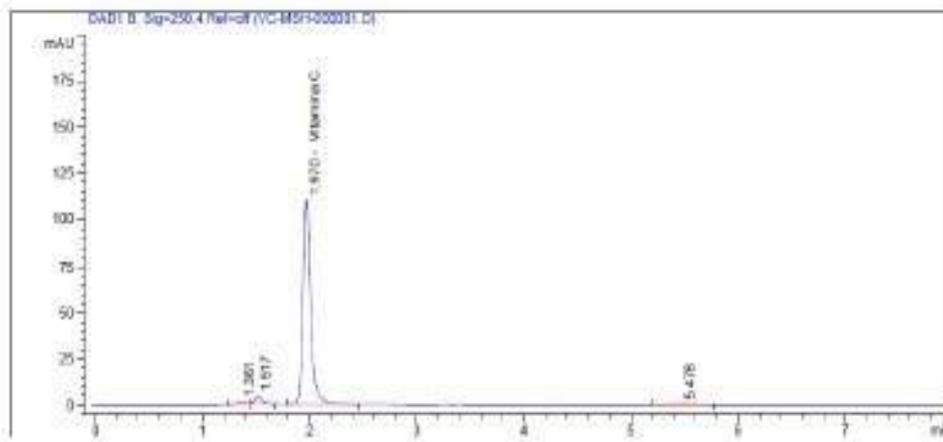
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021

Solicitante : Edith Galindo Quispe
Tipo de Análisis : Determinación de Vitamina C
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
Cantidad de Muestra : 6
Almacenamiento : 4 °C.



Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Vitamina C mg/100 gr
1	Bulbo Fresco Junin	59.444	59.071	59.642	59.39
2	Bulbo Fresco Puno	40.993	41.342	41.633	41.32
3	Extruido Bulbo Junin	79.681	74.942	70.088	74.90
4	Extruido Bulbo Puno	50.631	48.059	46.445	48.38
5	Secado por tambor Bulbo Junin	181.042	177.487	174.036	177.52
6	Secado por tambor Bulbo Puno	67.151	64.373	62.923	64.82

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de Vitamina C expresa los miligramos de vitamina C presentes en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Acido Ascórbico



Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CCP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
Av. De la Cultura 733 - CUSCO-PERÚ Contacto: 973868855

RESULTADOS

Condiciones de Análisis de Vitamina C por HPLC

Cromatógrafo:	Agilent serie 1200
Software:	Chemstation V03.02
Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4,6 x 75 mm, 3,5 µm
Pre Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5µm
Flujo de Columna:	0.5 ml/min.
Solvente A:	KH ₂ PO ₄ 0.01M pH 2.6
Sistema de Análisis:	Isocrático:
Detección DAD:	250 nm
Temperatura del Horno:	30.0°C
Tiempo de Análisis:	5 min.
Volumen de Inyección:	1.0 µl

Referencia

1. Scherer, R., Rybka, A. C. P., Ballus, C. A., Meinhart, A. D., Filho, J. T., & Godoy, H. T. (2012). Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. *Food Chemistry*, 135(1), 150–154. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.111>



Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNBAAC.
CQP - 914



RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021

Solicitante : Edith Galindo Quispe
Tipo de Análisis : Determinación de compuestos Fenolicos Totales
Método : Folin Ciocalteu.
Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
Cantidad de Muestra : 6
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
Longitud de Onda : 765 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
Ecuación de la curva patrón : $0.0186x - 0.0001, R^2 = 0.9995$

Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Equivalentes Ac. Galico mg/100g
1	Bulbo Fresco Junin	0.5049	0.5165	0.5223	0.5145
2	Bulbo Fresco Puno	0.3230	0.3175	0.3063	0.3156
3	Extruido Bulbo Junin	2.8757	2.8856	2.8657	2.8757
4	Extruido Bulbo Puno	2.7902	2.8307	2.8105	2.8105
5	Secado por tambor Bulbo Junin	2.4916	2.5516	2.5216	2.5216
6	Secado por tambor Bulbo Puno	2.3395	2.2986	2.3190	2.3190

Nota: La cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Galico, expresa los miligramos en equivalentes de Acido galico que están presente en 100 g de muestra

Referencia

1. Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods In Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
2. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.
3. Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in *Rhinacanthus nasutus* (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>



Quím. Jorge Choquenla Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914



RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021

Solicitante : Edith Galindo Quispe
Tipo de Análisis : Determinación de Flavonoides Totales
Método : Tricloruro de Aluminio.
Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
Cantidad de Muestra : 6
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
Longitud de Onda : 415 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0128x + 0.0022$, $R^2 = 0.9993$

Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Quercetina mg/100g
1	Bulbo Fresco Junin	24.85	22.74	24.85	24.15
2	Bulbo Fresco Puno	15.75	17.77	15.75	16.43
3	Extruido Bulbo Junin	237.05	229.82	237.05	234.64
4	Extruido Bulbo Puno	233.49	233.49	240.84	235.94
5	Secado por tambor Bulbo Junin	209.30	216.57	216.57	214.15
6	Secado por tambor Bulbo Puno	258.19	250.77	250.77	253.24

Nota: La cuantificación se basó utilizando un estándar de flavonoide Quercetina, expresa los miligramos en equivalentes de Quercetina que están presente en 100 g de muestra

Referencia

- Chang C. C., Yang M. H., Wen H. M., Chen J. C., Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods, J. Food & Drug Analysis 10 (2002) 178-182
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91(3), 571-577. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006>



Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FAULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad

AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021

Solicitante : Edith Galindo Quispe
 Tipo de Análisis : Cuantificación de Antocianinas Totales
 Método : pH Diferencial.
 Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
 Cantidad de Muestra : 6
 Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Genesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 520 y 700 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
 pH-Metro : HANNA EDGE® HI2020

Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio Antocianinas Totales mg/100 gr
		1	2	3	
1	Bulbo Fresco Junin	23.14	22.78	22.87	22.93
2	Bulbo Fresco Puno	15.89	16.06	16.23	16.06
3	Extruido Bulbo Junin	46.19	46.50	46.81	46.50
4	Extruido Bulbo Puno	32.49	32.96	32.80	32.75
5	Secado por tambor Bulbo Junin	56.85	56.54	56.08	56.49
6	Secado por tambor Bulbo Puno	48.37	49.00	49.00	48.79

Nota: Los resultados obtenidos en la Cuantificación de Antocianinas Totales se basa en la transformación estructural de las antocianinas que ocurre con un cambio en el pH a 1.0 y 4.5, a 520 y 700 nm, expresa la cantidad de antocianinas en miligramos como equivalentes de claudina-3-glucósido presentes en 100 gramos de muestra.

- Association of Analytical Communities INTERNATIONAL. Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines. pH Differential Method AOAC Official Method 2005.02



Quím. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría - UNSAAC.
 CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FAULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto: 05288255

RESULTADOS

Cusco, 23 de Agosto del 2021

Solicitante : Edith Galindo Quispe
Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante
Método : DPPH, Espectrofotómetro
Tipo de Muestras : Tubérculos de Mashua negra
Cantidad de Muestra : 6
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro
Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
Longitud de Onda : 517 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0876x - 0.0055$, $R^2 = 0.9967$
Lecturas por Muestra : 3

Código	Muestra Mashua	Repeticiones			Promedio Equivalente Trolox mg/gr
		1	2	3	
1	Bulbo Fresco Junin	6.852	6.884	6.895	6.88
2	Bulbo Fresco Puno	7.095	7.146	7.126	7.12
3	Extruido Bulbo Junin	15.696	15.732	15.660	15.70
4	Extruido Bulbo Puno	18.165	17.946	18.019	18.04
5	Secado por tambor Bulbo Junin	14.455	14.491	14.635	14.53
6	Secado por tambor Bulbo Puno	20.161	20.235	20.346	20.25

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (IC_{50} o CI_{50}) en miligramos equivalentes Trolox que están presente en 1 gramo de muestra. Los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante^{2,6}

Referencias

1. Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30.
2. Matuzowska, A., Jaszek, M., Stefanik, D., Ciszewski, T., & Matuzewski, L. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive substrations isolated from cultures of wood degrading fungus *Cremena unicolor*. PLOS ONE, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
3. Norul Uza A-Rahman, Lee Suan Chua, Mohamad Rq) Sarnid, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.56, 46-51.
4. Philp Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity Songklanakarin J. Sci. Technol., 26(2) : 211-219.
5. Fuglese A.G, Francisco A, Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovesi, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem, 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.
6. Zhang X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. Molecules, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>



Quinto Jorge Choquehuana Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNISAAC
CQP - 614



RESULTADOS DE ANALISIS DE GLUCOSINOLATOS



Universidad Nacional Agraria La Molina

Instituto de Biotecnología

Biología Industrial & Bioprocesos

Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436

<http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/>

ibt@lamolina.edu.pe



RESULTADO DE ANALISIS*

CLIENTE: Edith Galindo Quispe

MUESTRA: Mashua

A. Contenido de glucosinolatos^a

Compuesto:	Contenido
Mashua Negra Extruida Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	120.66
Glucoaubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	996.04
Total glucosinolatos (mg/100 g).....	1116.70

*Isómeros

NQ: No cuantificable

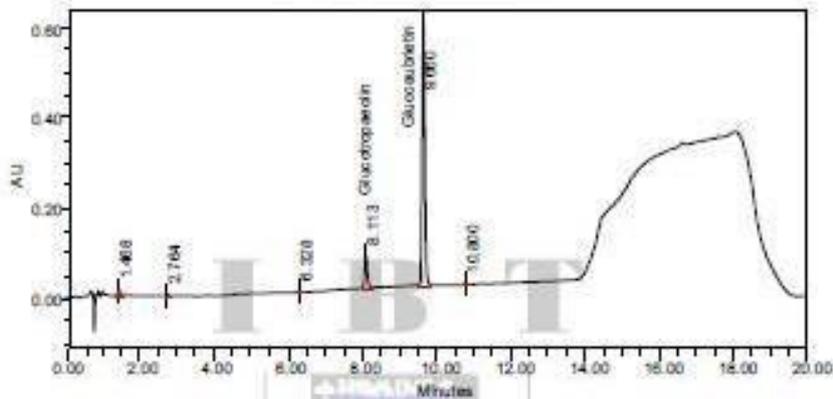
B. Cromatograma



Universidad Nacional Agraria La Molina



Instituto de Biotecnología
Biotecnología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056, Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/instituto/ibt/>
ibt@lamolina.edu.pe



*Promedio de tres repeticiones

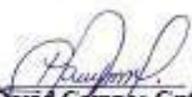
** Método adaptado de:

Campos, D., Aguilar-Galvez, A., García-Ríos, D., Chirinos, R., Limaymanta, E., & Pedreschi, R. (2019). Postharvest storage and cooking techniques affect the stability of glucosinolates and myrosinase activity of Andean machu tuber (*Tropaeolum tuberosum*). *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 2387–2395.

Advertencia:

- El muestreo y las condiciones de manejo de las muestras hasta su ingreso a los Laboratorios del IBT - UNALM son de responsabilidad del solicitante
- Los resultados son válidos sólo para muestra recibida

La Molina, 30 de setiembre del 2021


Dr. David Campos Gutiérrez
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL & BIOPROCESOS



RESULTADO DE ANALISIS*

CLIENTE: Edith Galindo Quispe

MUESTRA: Mashua

A. Contenido de glucosinolatos*

Compuesto:	Contenido
Mashua fresca Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.17
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.18
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	57.87
Glucosubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	178.62
Total glucosinolatos (mg/100 g).....	236.84
Mashua fresca Puno	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.17
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.18
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	14.09
Glucosubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	302.01
Total glucosinolatos (mg/100 g).....	316.45
Mashua negra extruida Puno	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.32
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	72.54
Glucosubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	1349.52
Total glucosinolatos (mg/100 g).....	1422.38
Mashua negra secada en tambor Puno	

Universidad Nacional Agraria La Molina



Instituto de Biotecnología
Biotecnología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 438
<http://www.lamolina.edu.pe/instituto/ibt/>
ibt@lamolina.edu.pe



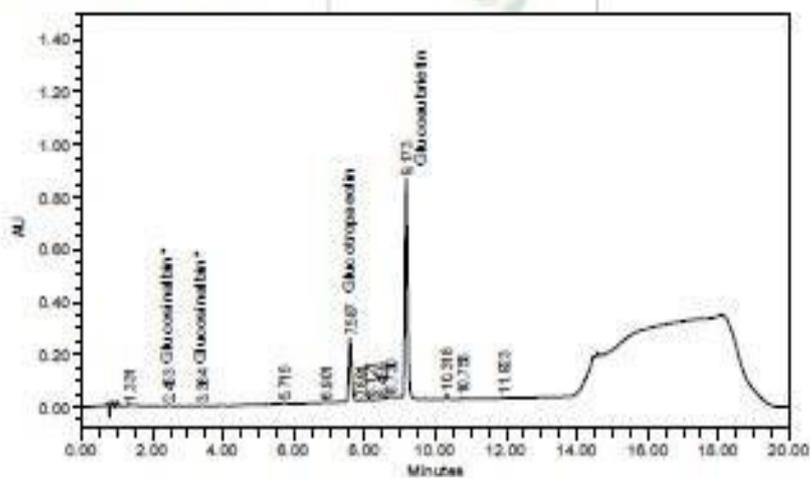
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	0.98
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	253.98
Glucosubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	1569.04
Total glucosinولات (mg/100 g).....	1824.00
Mashua negra secada en tambor Junín	
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucosinalbin (Hydroxybenzyl glucosinoate) (mg/100 g)*	NQ
Glucotropaeolin (Benzyl glucosinolate) (mg/100 g)	48.47
Glucosubrietin (4-Methoxybenzyl glucosinolate) (mg/100 g)	522.55
Total glucosinولات (mg/100 g).....	570.92

*Isómeros

NQ: No cuantificable

B. Cromatograma

B.1. Mashua fresca Junín

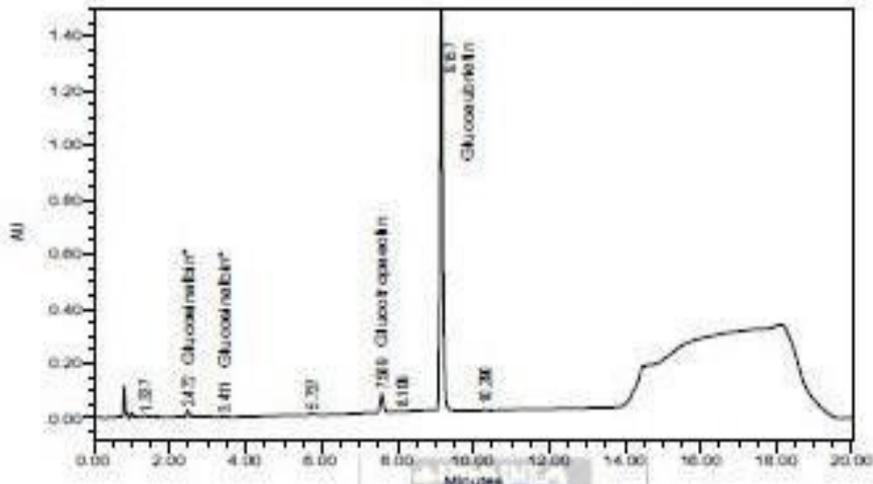


B.2. Mashua fresca Puno

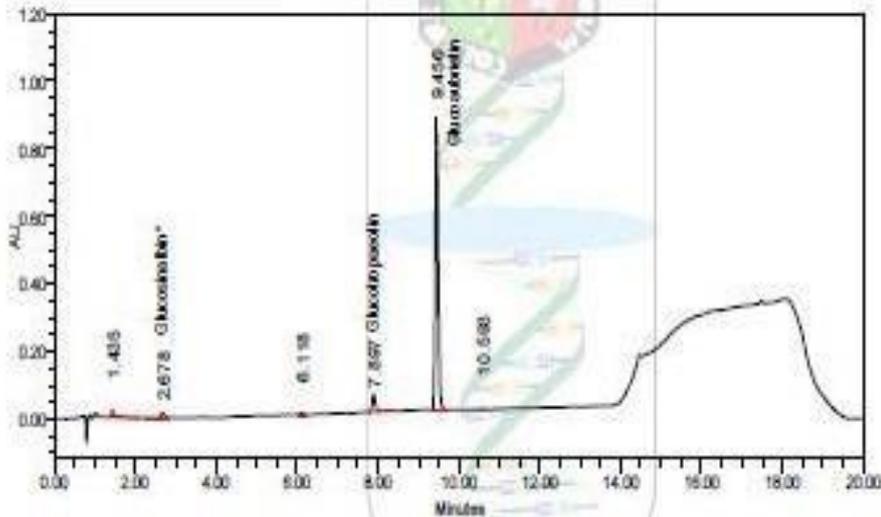
Universidad Nacional Agraria La Molina



Instituto de Biotecnología
Biotecnología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/instituto/ibt/>
ibt@lamolina.edu.pe



B.3. Mashua negra extruida Puno



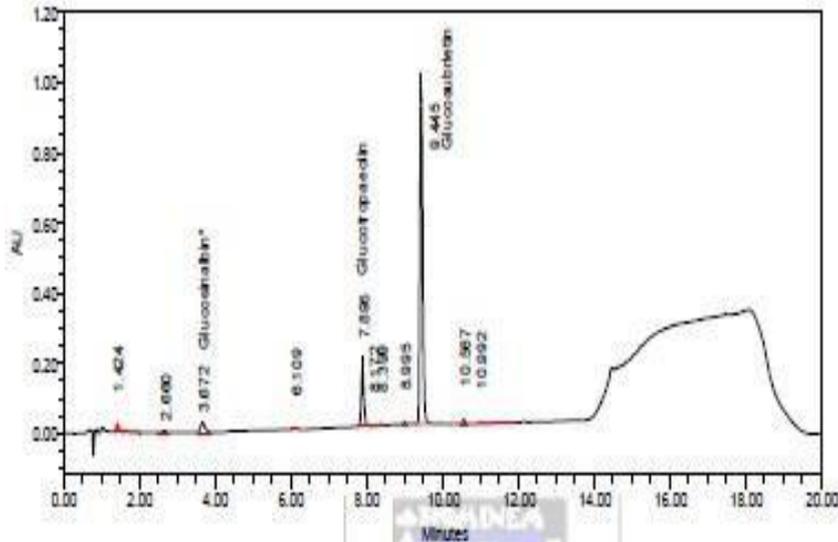
B.4. Mashua negra secada en tambor Puno



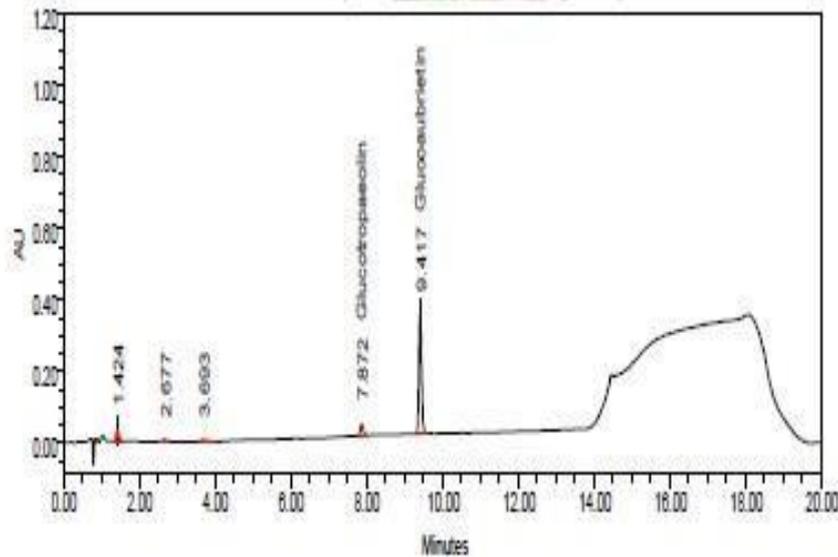
Universidad Nacional Agraria La Molina



Instituto de Biotecnología
Biotecnología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/>
ibtbi@lamolina.edu.pe



B.5. Mashua negra secada en tambor Junin





Universidad Nacional Agraria La Molina



Instituto de Biotecnología
Biotecnología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/>
ibtbi@lamolina.edu.pe



^a Promedio de tres repeticiones

** Método adaptado de:

Campos, D., Aguilar-Galvez, A., Garcia-Rios, D., Chirinos, R., Limaymanta, E., & Pedreschi, R. (2019). Postharvest storage and cooking techniques affect the stability of glucosinolates and myrosinase activity of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum*). *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 2387–2395.

Advertencia:

- El muestreo y las condiciones de manejo de las muestras hasta su ingreso a los Laboratorios del IBT - UNALM son de responsabilidad del solicitante
 - Los resultados son válidos sólo para muestra recibida
-

La Molina, 16 de agosto del 2021

Dr. David Campos Gutiérrez
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL & BIOPROCESOS





RESULTADOS DE ANALISIS DE INDICE DE GELATINIZACION



INFORME DE ENSAYO 12273.13

FR 044

N° de Orden de Servicio	O.S 220813.08
N° de Protocolo	12273.13
Cliente	EDITH Galindo Quipe
Dirección legal del cliente	Jr. El Puerto N° 714
Muestra(s) declarada(s)	Harina de Maizena Gelatinizada Junin (por extrusor)
Procedencia de la Muestra	Proporcionado por el cliente
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	01 muestra (250 g)
Forma de Presentación	Bolsa de polipropileno sellada
Identificación de la Muestra	Cod. Lab: 05-30013
Fecha de recepción de muestra(s)	2022-05-10
Fecha de Inicio del Análisis	2022-05-10
Fecha de Emisión de Informe	2022-05-21

Parámetros Fisicoquímicos

Codificación y resultados:

Parámetro	Unidad	Resultados
Índice de Gelatinización	%	07.4

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Índice de gelatinización	ITS-005A 2001 Formulas infantiles, Alimentos infantiles instantáneos. Determina el índice de Gelatinización por el método enzimático Espectrofotométrico Validad



Fin de documento

Wilfredo Grover A. Riquay Falcón
C.E.P. 8505
Jefe de Laboratorio

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido ensayado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El sistema de ensayo es un documento oficial de interés público, su adopción a una institución o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realiza la toma de muestra o el ensayo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recibidos en las instalaciones de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, ha de ser reproducida en su totalidad, en la presentación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

1 de 1

Revisión: Fecha de revisión: 06/22/2022





INFORME DE ENSAYO 12273.12

FR044

N° de Orden de Servicio	:	O.S 220812.08
N° de Protocolo	:	12273.12
Cliente	:	EDITH Galindo Galupe
Dirección legal del cliente	:	Jr. El Puerto N° 714
Muestra(s) declarada(s)	:	Mante de Mashed Gelatinizada Junin (por secador rotatorio)
Procedencia de la Muestra	:	Proporcionado por el cliente
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	:	01 muestra (250 g)
Forma de Presentación	:	Bolsa de polipropileno sellada
Identificación de la Muestra	:	Cod. Lab: 06-30012
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-06-10
Fecha de inicio del Análisis	:	2022-06-10
Fecha de Emisión de Informe	:	2022-06-21

Parámetros Físicoquímicos

Codificación y resultados:

Parámetro	Unidad	Resultado
Índice de Gelatinización	%	98.7

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Índice de gelatinización	ITS-006A 2001 Formulas Infantiles, Alimentos Infantiles Instantáneos. Determina el Índice de Gelatinización por el método enzimático Espectrofotométrico Validad



Fin de documento

Wilfredo Grover A. Riquelme Falcón
 C.B.P. 8505
 Jefe de Laboratorio

El informe de ensayo sólo es válido para las intenciones referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o una indebida constatación de dicho carácter lo hace público y de regir por las disposiciones penales y civiles de la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. se realizó la toma de muestra y el ensayo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron representadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

1 de 1

Revisión: Fecha de revisión: 06/22/2022



N° de Orden de Servicio	0.5 220810.08
N° de Protocolo	12273.10
Cliente	EDITH Galindo Olayo
Dirección legal del cliente	Jr. El Puerto N° 714
Muestra(s) declarada(s)	Harina de Maizena Gelatinizada Puro (por extrusión)
Procedencia de la Muestra	Proporcionado por el cliente
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	01 muestra (250 g)
Forma de Presentación	Boles de polipropileno sellada
Identificación de la Muestra	Cod. Lab: 05-30010
Fecha de recepción de muestra(s)	2022-08-10
Fecha de Inicio del Análisis	2022-08-10
Fecha de Emisión de Informe	2022-08-21

Parámetros Fisicoquímicos

Codificación y resultados:

Parámetro	Unidad	Resultado
		05-30010
Índice de Gelatinización	%	97.3

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Índice de gelatinización	ITS- 005A 2001 Formulas Infantiles, Alimentos Infantiles Instantáneos. Determina el Índice de Gelatinización por el método enzimático Espectrofotométrico Validad



Fin de documento

Miguel Grover A. Rúbez Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público. Su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulado por las disposiciones penales y civiles de la materia. En INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. se realizó la toma de muestra y el análisis, los resultados se aplicaron a la muestra tal como fueron recepcionados. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, ha sido debidamente registrada al Informe de ensayo en su totalidad, en la gestión de ensayo de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

1 de 1

Revisión: Fecha de revisión: 06/22/2022





AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Edith Galindo Quispe, identificado con DNI 40040192 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ing° AgroIndustrial.

,informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado Título Profesional denominado:

“INFLUENCIA DE ZONAS AGROECOLOGICAS Y METODOS DE SECADO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y FUNCIONALES DE HARINA INSTANTANEA DE MASHUA NEGRA (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*) EN PERU” Por medio del

presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 23 de mayo del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo EDITH GALINDO QUISPE identificado con DNI 40040192 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ing. AgroIndustrial

,informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado Título Profesional denominado:

“INFLUENCIA DE ZONAS AGROECOLOGICAS Y METODOS DE SECADO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y FUNCIONALES DE HARINA INSTANTANEA DE MASHUA NEGRA (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*) EN PERU” Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 23 de mayo del 2022

FIRMA (obligatoria)



Huella