



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SECADO DE LA MASHUA  
MORADA *Tropaeolum tuberosum* SOBRE LAS PROPIEDADES  
ORGANOLÉPTICAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.”**

**Autor:** María Belén Saá Patiño

**Director:** Ing. Nicolás Pinto

**Asesores:** Ing. Juan de la Vega  
Ing. Ángel Satama  
Ing. Marco Lara

IBARRA – ECUADOR  
2019

## **DATOS INFORMATIVOS**



**Apellidos:** Saá Patiño

**Nombres:** María Belén

**Cédula:** 100327058-2

**Teléfono celular:** 0980206539

**Correo electrónico:** belensaa58@gmail.com

**Dirección:** Rocafuerte y Eugenio Espejo

**Año:** 2019

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

Fecha: 19 de marzo del 2019

**MARÍA BELÉN SAÁ PATIÑO.** “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SECADO DE LA MASHUA MORADA *Tropaeolum tuberosum* SOBRE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE”/ TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. FEBRERO 2019.

### **DIRECTOR: Ing. NICOLÁS PINTO**

La mashua morada es un tubérculo andino heredado desde la antigüedad. La producción y consumo han quedado rezagados debido a la falta de conocimiento de sus propiedades funcionales, (entre ellas la actividad antioxidante), lo cual reduce su aprovechamiento. La presente investigación está enfocada en determinar las características fisicoquímicas de la mashua morada en fresco las cuales dieron como resultado que es un tubérculo de alto contenido de humedad, una actividad antioxidante de  $13.01 \pm 0.1$  mMTrolox/100g de muestra, en función a las variables asociadas al color de la materia prima que se obtuvo por medio del equipo Espectrofotómetro de reflectancia, se determinó que la pulpa de la mashua es amarilla verdosa completamente clara. Los datos obtenidos una vez realizado la deshidratación por bandejas se obtuvo que el mejor tratamiento es (T6) (corte de 4mm a una temperatura de 35°C y una velocidad de secado de 4 m/s), ya que al realizar los análisis fisicoquímicos y organolépticos los resultados de este tratamiento tiene una diferencia significativa con el resto de tratamientos, siendo los más destacados: humedad 7.15%, sólidos solubles totales 48.43 °Brix, pH 5.70, acidez titulable 1.43 y mostrando una mayor retención de actividad antioxidante de 4.53 mMTrolox/100g de muestra; por otro lado los análisis organolépticos de dicho tratamiento conserva mejor sus propiedades cualitativas tales como color, aroma, sabor y textura característico de la mashua morada, por los resultados obtenidos del tratamiento T6 se puede afirmar que los factores analizados influyen en la propiedad funcional (actividad antioxidante) al igual que en las características fisicoquímicas y organolépticas.

  
**Ing. Nicolás Pinto MSc**  
Director de tesis

  
**María Belén Saá Patiño**  
Autor

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

### **Título: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SECADO DE LA MASHUA MORADA *Tropaeolum tuberosum* SOBRE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE”**

**Autor:** María Belén Saá Patiño

**Director:** Ing. Nicolás Pinto

#### **RESUMEN**

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de Análisis Físico Químico y Microbiológico de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Los objetivos planteados fueron: Determinar las características fisicoquímicas del tubérculo en fresco, evaluar el efecto del método de secado y espesor de la mashua morada sobre su actividad antioxidante el cual fue determinado por el método de DPPH (W. Brand-Williams, (1995) y Thaipong, (2006), y determinar fisicoquímica y organolépticamente (color, aroma, sabor y textura) el producto final. Para esto, se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (AxBxC) con tres repeticiones con un total de veinticuatro unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: cualitativas y cuantitativas en donde intervinieron tres factores que son: espesor de corte (2 y 4mm), la temperatura de trabajo (35 y 45 °C) y velocidad de aire de secado (2 y 4m/s).

Las características fisicoquímicas de la mashua morada en fresco dieron como resultado que es un tubérculo de alto contenido de humedad, una actividad antioxidante de  $13,01 \pm 0,1$  mMTrolox/100g de muestra, en función a las variables asociadas al color de la materia prima que se obtuvo por medio del equipo Espectrofotómetro de reflectancia, se determinó que la pulpa de la mashua es amarilla verdosa completamente clara. Una vez realizado la deshidratación por bandejas, se obtuvo que el mejor tratamiento es (T6) (espesor de corte de

4mm a una temperatura de 35°C y una velocidad de secado de 4 m/s), ya que posee una humedad 7,15%, sólidos solubles totales 48,43 °Brix, pH 5.70, acidez titulable 1,43 y mostrando una mayor retención de actividad antioxidante de 4,53 mMTrolox/100g de muestra; los análisis organolépticos de dicho tratamiento indican que conserva mejor sus propiedades cualitativas tales como color, aroma, sabor y textura característico de la mashua morada. Se puede afirmar que los factores analizados influyen en la propiedad funcional (actividad antioxidante) al igual que en las características fisicoquímicas y organolépticas.

**Palabras clave:** deshidratación por bandejas, mashua morada, hojuelas, capacidad antioxidante.

#### **SUMMARY**

The present investigation was developed in the laboratory of Physical and Chemical Microbiological Analysis of the Faculty of Engineering in Agricultural and Environmental Sciences. The proposed objectives were: To determine the physicochemical characteristics of the fresh tuber, to evaluate the effect of the drying method and thickness of the mashua abode on its antioxidant activity which was determined by the DPPH method (W. Brand-Williams, (1995) and Thaipong, (2006), and determine physicochemically and

organoleptically (color, aroma, flavor and texture) the final product, for which a Completely Random Design was applied with factorial arrangement (AxBxC) with three repetitions with a total of twenty-four units. The variables evaluated were: qualitative and quantitative, where three factors intervened: cut thickness (2 and 4mm), working temperature (35 and 45 ° C) and drying air speed (2 and 4m / s).

The physicochemical characteristics of the fresh mashua morada gave as a result that it is a tuber with a high moisture content, an antioxidant activity of  $13.01 \pm 0.1$  mM Trolox / 100g of sample, depending on the variables associated with the color of the raw material. It was obtained by means of the reflectance spectrophotometer equipment, it was determined that the pulp of the mashua is completely clear greenish yellow. Once the dehydration was done by trays, it was obtained that the best treatment is (T6) (cutting thickness of 4mm at a temperature of 35 ° C and a drying speed of 4 m / s), since it has a humidity of 7, 15%, total soluble solids 48.43 ° Brix, pH 5.70, titrable acidity 1.43 and showing a greater retention of antioxidant activity of 4.53 mM Trolox / 100g of sample; the organoleptic analyzes of said treatment indicate that it preserves better its qualitative properties such as color, aroma, flavor and texture characteristic of the mashua morada. It can be affirmed that the factors analyzed influence the functional property (antioxidant activity) as well as the physicochemical and organoleptic characteristics.

**Key words:** dehydration by trays, mashua puerple, flakes, antioxidant capacity.

## METODOLOGÍA

La materia prima se adquirió en el mercado de la ciudad de Cayambe, con un estado de madurez comercial cosechada a los seis meses. La mashua morada fue trasladada a las unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte, donde se realizó la recepción, selección y clasificación, lavado, troceado (2-4mm), pesado 1, deshidratado (35-

45°C y 2-4m/s), pesado 2, el producto envasado fue almacenado en condiciones apropiadas para proteger su integridad. Se realizó las características fisicoquímicas en las cuales se encuentran el análisis de humedad, pH, acidez, sólidos totales solubles y actividad antioxidante del tubérculo en fresco, de esta manera se procedió a la deshidratación de mashua morada para lo cual intervinieron los siguientes factores; espesor de corte, temperatura de secado (35-45°C) y velocidad de aire de secado (2-4m/s), se procedió a colocar las hojuelas de mashua en el secador de bandejas, para cada tratamiento se aplicó su respectiva interacción, se tomó muestras de la mashua deshidratada al culminar el secado, con el fin de conocer el contenido de humedad reducido. Al finalizar la deshidratación se procedió a realizar extractos para la cuantificación de la actividad antioxidante, una vez obtenido estadísticamente los mejores tratamientos se procedió a realizar un análisis fisicoquímico, mediante un grupo de quince panelistas se evaluó un análisis sensorial en los cuales intervinieron los parámetros de color, sabor, aroma y textura.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Caracterización de la Materia Prima

#### Análisis proximal

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	MASHUA MORADA FRESCA
Humedad	%	86.3
Cenizas	%	0.76
Proteína cruda	%	1.48
Extracto Etéreo	%	0.69
Fibra	%	0.88
Almidón	%	9.88

Tabla 1. Análisis proximal de la mashua morada

## Composición fisicoquímica

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	MASHUA MORADA FRESCA
pH		6.2
Sólidos solubles totales	°Brix	8.0
Acidez titulable	mg/100g	77.2
Actividad antioxidante	mM Trolox/100g muestra	13.01

Tabla 2. Análisis fisicoquímica de la mashua morada

En los resultados obtenidos en la caracterización de la mashua morada en la Tabla 1 indica un 86.3% de humedad, proteína con 1.50% y 8.90% similares a los resultados de Grau (2003) quien obtuvo valores entre 87.4% de humedad, proteína con 1.50% y 8.90% de almidón. En la Tabla 2 se puede observar que la mashua morada es ligeramente ácida con 6.2 de pH y 8.0 °Brix siendo semejantes a los de Cuya (2009) con un resultado 6.22 de pH y sólidos totales solubles de 8.5°Brix, en cuanto a la actividad antioxidante mediante el método de DPPH se encuentra plasmado en la Tabla 2, dando como resultado 13.01 mM Trolox/100g de muestra este valor se asemeja a los encontrados por W. Brand-Williams, (1995) y Thaipong, (2006)) los cuales obtuvieron 14.2 mM Trolox/100g muestra.

## Análisis de color

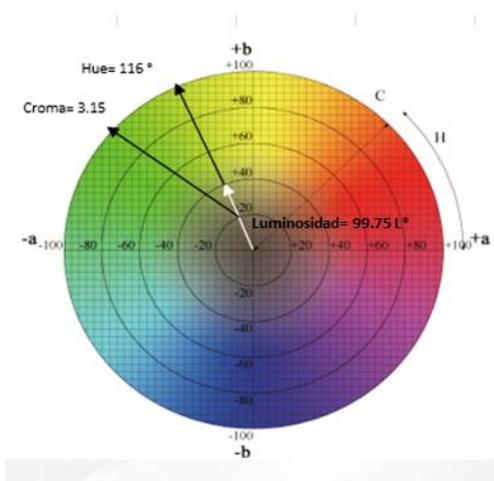


Figura 1 Representación gráfica de cromática de mashua fresca

El ángulo Hue es un parámetro que distingue entre las diferentes tonalidades de color (Valero 2013). En la Figura 1 se muestran los valores de los ángulos obtenidos de la muestra de mashua morada, ubicándose en el cuadrante +b\*, -a\* amarillo-verdoso, la muestra presentó un valor de  $\text{H}^{\circ} = 116.67$ . Según (Ortega Dueñas & Nieto C, 2003) aseveran que el color de la Mashua dependerá de la variedad tales como el amarillo, blanco, rojizo, morado, gris y negro, con jaspes oscuros en la piel.

## Actividad antioxidante

La capacidad antioxidante está directamente relacionada con el contenido de pigmentos de la fruta, el DPPH está relacionado con la capacidad de transferir átomos de hidrogeno fenólicos conforme el paso del tiempo por la degradación del compuesto.

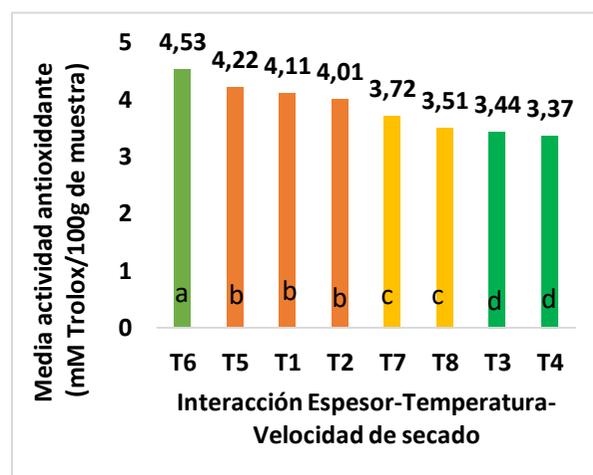


Figura 2 Prueba de Tukey al 5% actividad antioxidante

En la Figura 2 se presenta la capacidad antioxidante expresada en % de Inhibición de los extractos de mashua morada, se encontró que estadísticamente se formaron 4 rangos de actividad antioxidante de la Mashua, en el cual se destaca el rango A el cual se le asigna al tratamiento T6 (corte de 4mm a una temperatura de 35°C y una velocidad de secado de 4 m/s) con una media de 4.53 mM Trolox/100g de muestra, cabe mencionar el rango B que contiene valores similares al rango A que

son los tratamientos T5 T1 y T2 con valores de 4.22, 4.11, 4.01 mM Trolox/ 100g de muestra. Los rangos que pertenecen al rango D comprenden los tratamientos T3 (2 mm de corte a una temperatura de 45°C y una velocidad de secado de 2 m/s) y el tratamiento T4 (2 mm de corte a una temperatura de 45 °C y una velocidad de 4 m/s) registraron medias de 3.44 y 3.37 mM Trolox/100g de muestra respectivamente siendo los de menor valor ubicándose en el último rango.

Lara (2017) en su investigación realizó deshidratación de mashua amarilla, obtuvo que el mejor tratamiento es el que evaluó a una temperatura de 35°C y una velocidad de aire de secado de 1.35 m/s en donde la pérdida de actividad antioxidante fue menor con un valor de 3,67 mM Trolox/100g de muestra. En comparación a lo realizado en la presente investigación se puede ratificar que a una temperatura de 35°C se obtiene mejores concentraciones de actividad antioxidante como es el caso del tratamiento T6 con un valor de 4,53 mM Trolox/100g de muestra, por otra parte Singh (2009), manifiesta que a mayor velocidad mayor será la tasa de evaporación y menor el tiempo de secado. Para asegurar un secado rápido y uniforme es indispensable una circulación de aire fuerte y regular.

Colina (2010), manifiesta que para realizar un proceso de deshidratación se debe rebanar o realizar cortes finos a los alimentos para aumentar su área superficial y poder realizar el proceso de manera efectiva, ya que a tiempos prolongados en secado puede afectar a que haya rompimiento de las paredes celulares perdiendo no solo el agua intercelular sino también el agua intracelular afectando al resultado final de los compuestos fenólicos y de actividad antioxidante. Por tanto, el mejor tratamiento se obtuvo con un espesor de corte de 4mm.

### Curvas de secado de hojuelas de mashua

Con una muestra de 1000 g de mashua se inicia el secado a temperaturas establecidas (35 y 45 °C), a medida que transcurre el tiempo de secado se registra el peso de las muestras cada

10 minutos hasta conseguir un peso constante entre las muestras.

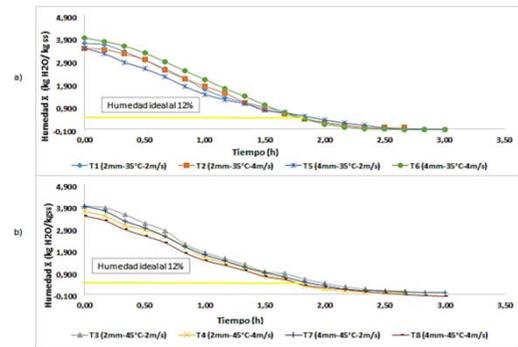


Figura 3. a) Curva de velocidad de secado en función de la humedad libre (T1, T2, T5, T6); b) Curva de velocidad de secado en función de la humedad libre (T3, T4, T7, T8).

En la figura 3 se puede observar la curva de secado de las hojuelas de mashua, el tiempo que necesitaron los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 para llegar al secado óptimo fueron de 2.83, 2.67, 2.83, 2.67, 3.0, 3.0, 3.17 y 3.33 horas respectivamente. Cabe mencionar que el secado se llevó acabo hasta alcanzar la humedad de equilibrio, a medida que se incrementa la velocidad de aire el tiempo de secado se reduce. Sin embargo, la norma INEN 2996 menciona que para productos deshidratados el porcentaje máximo de humedad es del 12%, en la presente investigación se determinó que el factor temperatura no influye con gran incidencia en el proceso, se corrobora con lo manifestado por Cuya (2009) que a altas temperaturas y tiempos prolongados de secado afecta directamente a la textura del alimento y existe una disminución de los compuestos fenólicos y por ende la actividad antioxidante, sin embargo se debe tomar en cuenta que la temperatura viene acompañada por la velocidad de aire y el espesor de corte, ya que al elevar la velocidades de aire aumenta la transferencia de calor al producto.

En la relación de velocidad de aire de secado y la humedad se evidencia en la presente investigación que existió una gran variación de velocidad de aire de secado, ya que se debió a que cada vez que el secador de abría para pesar las muestras esta tendía a bajar la temperatura y

velocidad de aire de secado, provocándose una gran fluctuación de datos. Además, se puede decir que, a temperaturas bajas y a alta velocidad de aire de secado, el coeficiente de convección de transferencia de calor aumenta permitiendo un menor tiempo de secado.

### Análisis físico-químicos a los mejores tratamientos

Una vez realizado el análisis de varianza con una factorial AxBxC (espesor, temperatura, velocidad de secado) y la prueba de tukey al 5 %, se obtuvo como resultado que de los 8 tratamientos evaluados 4 de ellos son los que presentan los valores más altos de actividad antioxidante los cuales se pueden apreciar en la tabla 3.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
T6	4mm-35°C-4m/s	A2B1C2
T5	4mm-35°C-2m/s	A2B1C1
T1	2mm-35°C-2m/s	A1B1C1
T2	2mm-35°C-4m/s	A1B1C2

Tabla 3. Descripción de tratamientos

Los 4 mejores tratamientos se sometieron a pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físico-químicas de las hojuelas de Mashua deshidratada sometidas a diferentes factores (espesor-temperatura-velocidad de secado). Se determinó los 4 mejores tratamientos por medio del análisis de varianza, los cuales fueron aplicados los siguientes análisis; Humedad, pH, acidez y °Brix.

### Análisis de humedad

En la figura 4 se puede observar el porcentaje de humedad, en donde destacan los tratamientos T5 (7.25 %) y T6 (7.15 %) poseen el menor contenido de humedad, mientras que el tratamiento T2 es estadísticamente diferente a los demás ya que tiene el mayor contenido de humedad. Dando como resultado que el tratamiento T6 (4mm-35°C-4m/s) es el mejor, debido a que presenta una humedad de 7.15%, esto indica que el producto puede conservarse por mayor tiempo ya que contiene el menor porcentaje de humedad, caso contrario es el

tratamiento T2 (2mm-35°C-2m/s) que si bien es cierto tiene un porcentaje de 7.95% es el más alto pero está dentro del rango que (Colina, 2010), afirma que el porcentaje que esté entre 3 a 12% de humedad los productos tienen una mínima cantidad de agua, por lo tanto se podrán conservar por mucho más tiempo.

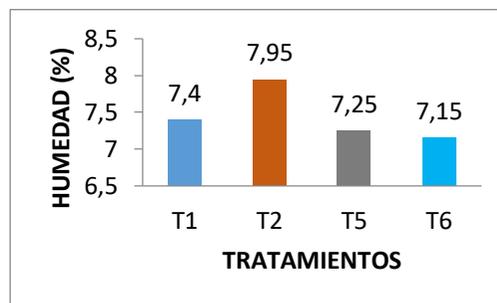


Figura 4. Análisis de humedad (%) de los mejores tratamientos

El comportamiento del tratamiento T6 al someterle a las condiciones de 4mm de espesor 35°C de temperatura y 4 m/s de velocidad de aire de secado se obtuvo un porcentaje de humedad de 7.15%, esto se debe a que las partículas de agua migren y los compuestos sólidos se junten, así dejando la menor cantidad de espacios entre células evitando la acumulación de agua en dichos espacios (Colina 2010).

Según Díaz (2010) en efecto, la reducción del contenido de humedad puede reducir el daño la carga microbiana de los materiales alimenticios y por ende la vida útil de los alimentos va a ser de mucho más tiempo.

### Análisis de pH

La figura 5 se puede apreciar el análisis de pH, en donde no se puede apreciar la diferencia que los tratamiento T5 (5.67) y T6 (5.70) son los menos ácidos a diferencia del grupo del tratamiento T2 (5.42) que es el que presenta mayor acidez. (Ashebir et al. 2009; Khazaei et al. 2008) manifiestan que al bajar el porcentaje de humedad de un alimento el pH también tiende a verse afectado acidificándose, por lo tanto, productos con pH bajos o acidificados ayudan a que el tiempo de conserva se alargue

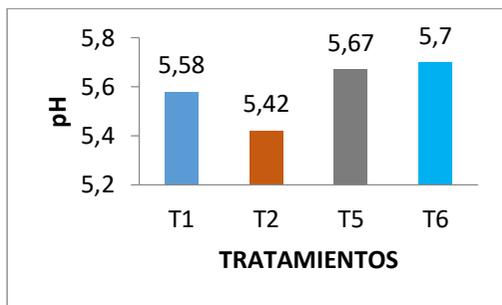


Figura 5. Análisis de pH de los mejores tratamientos

### Análisis de Acidez titulable

En la figura 6 se puede apreciar el análisis de acidez titulable en donde los tratamientos T2 (1.38 g/100g) y T6 (1.43 g/100g) estadísticamente se parecen, en cambio el tratamiento T1 se diferencia su contenido de acidez titulable con un valor de 1.10 g/100g siendo el de menor valor. Galvis, Arjona, Fischer, Landwehr, & Martinez, (2002), manifiestan que la relación de madurez, está influenciado por el aumento de los sólidos solubles y la disminución de la acidez titulable.

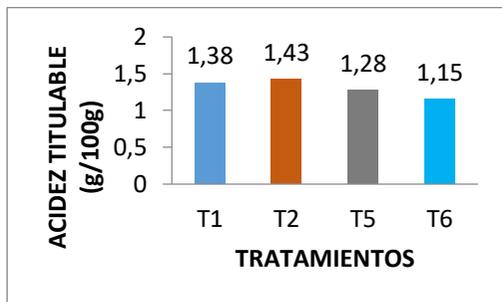


Figura 6. Análisis de acidez titulable de los mejores tratamientos

### Sólidos solubles totales (°Brix)

En la figura 7 se puede apreciar el análisis de sólidos solubles totales en donde los tratamientos T5 (47.80 °Brix) y T6 (48.43 °Brix) presentan la mayor cantidad de sólidos solubles totales, mientras que el grupo de los tratamientos T2 (43.50 °Brix) y T1 (43.40 °Brix) siendo los que menos cantidad de sólidos solubles presentan.

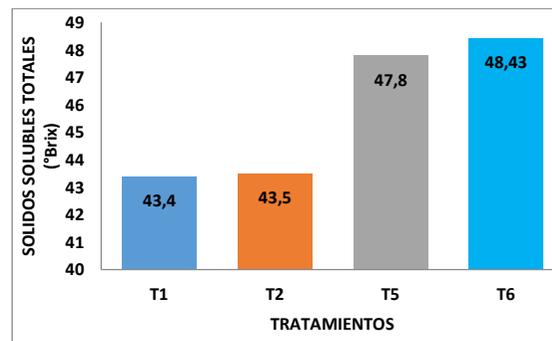


Figura 7. Análisis de sólidos totales solubles de los mejores tratamientos

Los valores obtenidos en pH, acidez y sólidos solubles en comparación a los resultados del análisis físico químico en fresco varían considerablemente ya que al realizar una deshidratación y esta sigue avanzando el agua disminuye, el espacio entre células se reduce provocando que los compuestos sólidos se concentren (Quelal, 2012).

### Análisis de variables cualitativas del producto final

El análisis sensorial se realizó con un panel de 15 degustadores, los cuales calificaron características organolépticas: color, aroma, sabor y textura, para la evaluación de las variables cualitativas se aplicó el análisis Clustering.

#### Color

En la deshidratación de alimentos la pérdida de color o modificaciones de colores desagradables para el consumidor, se debe por reacciones químicas como el pardeamiento enzimático y no enzimático, es por eso que para inactivar estas reacciones se hace uso de pretratamientos como el escaldado que a su vez mantiene o realza el color de los alimentos, se ratifica a lo realizado en Mashua deshidratada (Lara, 2017).

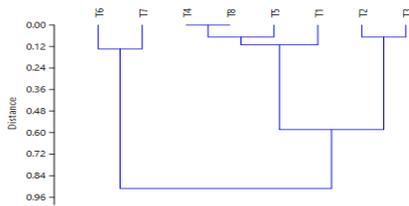


Figura 8. Resultado de mejores tratamientos por el análisis Clusterin para color

En la figura 8 se expresa un análisis Clustering donde se forman dos grupos diferenciados dentro de los cuales existe dos subgrupos, cabe recalcar que estadísticamente son similares siendo así los mejores tratamientos son T6 (4mm-35°C-4m/s) y T7 (4mm-45°C-2m/s) para la variable color. En la deshidratación de alimentos la pérdida de color o modificaciones de colores desagradables para el consumidor, se debe por reacciones químicas como el pardeamiento enzimático y no enzimático.

### Aroma

En la figura 9 se expresa un análisis Clustering donde se forman dos grupos diferenciados dentro de los cuales existe dos subgrupos, cabe recalcar que estadísticamente son similares siendo así los mejores tratamientos son T6 (4mm-35°C-4m/s) y T1 (2mm-35°C-2m/s) para la variable aroma.

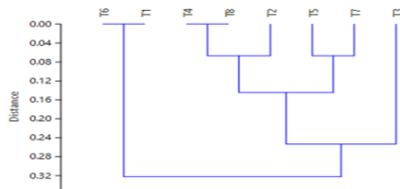


Figura 9. Resultado de mejores tratamientos por el análisis Clusterin para aroma

El proceso de deshidratación permite mantener o modificar el olor de los alimentos, por su parte la mashua tiene un olor desagradable, que al ser sometido al proceso de deshidratación es eliminado y a su vez se modifica obteniendo un olor agradable para el consumidor, se corrobora a lo realizado por (Lara, 2017).

### Sabor

En la figura 10 se expresa un análisis Clustering donde se forman dos grupos diferenciados dentro de los cuales existe dos subgrupos, cabe recalcar que estadísticamente son similares siendo así los mejores tratamientos son T6 (4mm-35°C-4m/s) y T7 (4mm-45°C-2m/s) para la variable sabor. Así mismo el escaldado como el proceso de deshidratación favorece a la modificación del sabor de las hojuelas de Mashua ya que el tubérculo contiene compuestos bioactivos como los isotocianatos, los cuales son los responsables del sabor picante de la Mashua y no son agradables para el consumidor.

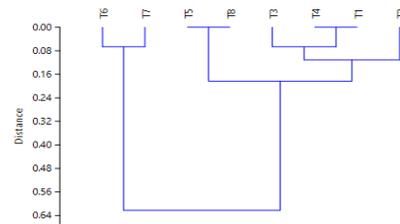


Figura 10. Resultado de mejores tratamientos por el análisis Clusterin para sabor

### Textura

En la figura 11 se expresa un análisis Clustering donde se forman dos grupos diferenciados dentro de los cuales existe dos subgrupos, cabe recalcar que estadísticamente son similares siendo así los mejores tratamientos T6 (4mm-35°C-4m/s) y T7 (4mm-45°C-2m/s) para la variable sabor.

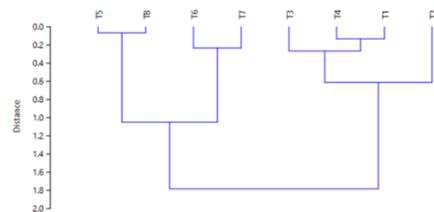


Figura 11. Resultado de mejores tratamientos por el análisis Clusterin para textura

## CONCLUSIONES

Al realizar los análisis fisicoquímicos de la mashua morada con un estado de madurez comercial cosechada a los seis meses, se determinó que presenta un alto contenido de humedad y una actividad antioxidante de  $13.01 \pm 0.1$  mM Trolox/100g de muestra, siendo así un producto apetecible por sus propiedades funcionales.

En función a las variables asociadas al color de la materia prima se determinó que la pulpa de la mashua es amarilla verdosa completamente clara y su piel contiene betas oscuras, también se puede afirmar que existe saturación de color debido a que la tonalidad es intensa.

El mejor tratamiento fue T6 (corte de 4mm a una temperatura de 35°C y una velocidad de secado de 4 m/s) con una media de 4,53 mM Trolox/ 100g de muestra, la cual mostró una mayor retención de actividad antioxidante en hojuelas de mashua deshidratada.

Una vez realizado el análisis organoléptico del producto final se encontró que el T6 (espesor de corte de 4mm a una temperatura de 35°C y una velocidad de aire de secado de 4 m/s) y T7 (espesor de corte de 4mm a una temperatura de 45°C y una velocidad de aire de secado de 2 m/s) tuvieron estadísticamente una mayor aceptación ya que sus características sensoriales tales como: color y aroma fueron similares a las del tubérculo en fresco. Mientras que, en sabor, los dos tratamientos tuvieron más aceptación ya que eran más dulces a diferencia del resto que tenían el picante propio de la mashua.

En función a los análisis estadísticos realizados, espesor de corte, temperatura y velocidad de aire de secado, se comprueba que sí influyeron sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y el contenido de actividad antioxidante en mashua morada deshidratada, aceptándose de esta manera, la hipótesis alternativa.

## RECOMENDACIONES

Para posteriores estudios aumentar el espesor de corte y la velocidad de aire de secado, ya que, en la presente investigación se demostró que, a mayor diámetro y velocidad de aire de secado, la hojuela de mashua conserva más su actividad antioxidante.

Evaluar la actividad antioxidante del producto, sometido a otro tipo de deshidratación, como por ejemplo la deshidratación osmótica, ya que es un proceso que actúa sobre los tejidos de las frutas y vegetales en forma diferente al secado por convección.

Evaluar el contenido de polifenoles, carotenoides totales y ácido ascórbico de la mashua morada para ampliar el conocimiento del comportamiento de su actividad funcional.

Para posibles investigaciones se recomienda evaluar la cuantificación de actividad antioxidante de mashua deshidratada al llegar a un 12% de humedad de equilibrio ya que es el porcentaje máximo establecido por la norma la Norma INEN 2996.

## BIBLIOGRAFÍA

- Céspedes, T., & Sánchez, D. (2000). Algunos aspectos sobre el estrés oxidativo; el estado antioxidante y la terapia de suplementación. . *Instituto de Cardiología y Cirugía cardiovascular*.
- Araya, H. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *SCIELO*, 132-139.
- Bernal, C. (12 de 10 de 2012). *Método Kjeldahl*. Obtenido de Grupo selecta: <http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/sin-categoria/metodo-kjeldahl/>
- Cabrera, M., Salinas, Y., Velázquez, G., & Espinosa, E. (2009). CONTENIDO DE FENOLES SOLUBLES E INSOLUBLES EN LAS ESTRUCTURAS DEL GRANO DE MAÍZ Y SU RELACIÓN CON PROPIEDADES FÍSICAS. *Agrociencia*, 827-839.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Mundi-Prensa.
- Colina, M. L. (2010). *DESHIDRATACION DE ALIMENTOS*. México: Trillas.
- Cuya, R. (2009). *EFFECTO DE SECADO EN BANDEJA Y ATOMIZACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA MASHUA (Tropaeolum tuberosum R & P)*. Lima.
- Delgado, F., Jiménez, R., & Paredes. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. . *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 173–289.
- Díaz, P. (2010). Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (Ocimum basilicum) Seca. . *Zamorano: Zamorano: Escuela*.
- FAO, O. d. (2008). *Cultivos Andinos subexplotados y su aporte en la alimentación 2da. ed.* Santiago de Chile.: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Gaithersburg, M. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (OMA). *AOAC International*.
- Grau, A. O. (2003). Mashua (Tropaeolum tuberosum). En

- A. O. Grau, *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops* (Vol. Vol. 25). Lima, Perú: J. M. Engels, Ed.
- Helen, G. C. (2011). CONTENIDO DE POLIFENOLES, CAROTENOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTES EN FRUTOS DE UCHUVA (*Physalis Peruviana*) EN RELACIÓN A SU ESTADO DE MADURACIÓN. *ReCiTeIA, 11(n1b)*, 104 - 115.
- Illumination, I. C. (2004). *Libro blanco de la gestión del color* 3. Obtenido de Espacios de color y conversión de colores: [https://www.lacie.com/download/whitepaper/wp\\_colormanagement\\_3\\_es.pdf](https://www.lacie.com/download/whitepaper/wp_colormanagement_3_es.pdf)
- Inostroza, L. A., Castro, A. J., Hernández, E. M., Carhuapoma, M., Yuli, R. A., Collado, A., & Córdova, J. S. (2015). Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara”, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE *Tropaeolum tuberosum* RUIZ & PAVÓN (MASHUA) Y SU APLICACIÓN COMO COLORANTE PARA YOGUR: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615>
- Lara, M. (2017). *Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de DESHIDRATACIÓN DE MASHUA *Tropaeolum tuberosum* PARA LA OBTENCIÓN DE HOJUELAS.
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. *Grupo de investigación en ingeniería de alimentos GRIAL*, 130 - 162.
- Mínguez, M., Pérez, A., & Horne, D. (2005). Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales mucho más que simples “colorantes” naturales. *CTC Alimentación*, 108–113.
- Negrete, H. (28 de Diciembre de 2009). *QuimiNet*. Obtenido de Determinación de cenizas en alimentos: <https://www.quiminet.com/articulos/determinacion-de-cenizas-en-alimentos-41328.htm>
- Sachin, J., Chung, L., & Arun, M. (2010). *Drying of Foods*,

*Vegetables and Fruits*. Taylor & Francis Group.

Samaniego, L. A. (2010).

*Caracterización de la Mashua (Tropaeolum tuberosum C.) en el Ecuador*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Shahidi, F. (2015). *Handbook of Antioxidants for Food Preservation*. United Kingdom: Woodhead Publishig.

Shofian, N. M., Hamid, A. A., Osman, A., Saari, N., Anwar, F., & Mohd, P. D. (2011). Effect of Freeze-Drying on the Antioxidant Compounds and Antioxidant Activity of Selected Tropical Fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 4678-4692.

Valero, Y. C. (2012). Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4).

W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, & C. Berset. (1995) y Thaipong, (2006). *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*. Obtenido de LWT-Food Science And Technology.

Zamora, S. J. (2009). Antioxidantes micronutrientes en lucha por la salud. *CL: Red Revista Chilena de Nutricion*, 2 Recuperado de <http://www.ebrary.com>.