

Conference Paper

Bromatological and Microbiological Characterization of Andean Tubers Mashwa (*Tropaeolum Tuberosum*) and Oca (*Oxalis Tuberosa*)

Caracterización Bromatológica, Microbiológica de Tubérculos Andinos Mashwa (*Tropaeolum tuberosum*) y Oca (*Oxalis tuberosa*)

Cristian José Esparza Bonilla, Cesar Iván, Flores Mancheno, and Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera

*International Seminar of
Livestock and Agroindustrial
Production ESPOCH 2020*

Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Corresponding Author:

Cristian José Esparza Bonilla
cesparza@epoch.edu.ec

Published: 2 September 2021

Production and Hosting by
Knowledge E

© Cristian José Esparza Bonilla et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

The objective of this research was to analyze the bromatological and microbiological composition of Andean tubers, to determine whether their state of maturation influences their composition. Mashwa (*Tropaeolum tuberosum*) and oca (*Oxalis tuberosa*) tubers were analyzed. Different degrees of maturation (tender, ripe) were considered. In each analysis, three treatments were carried out, using 100g of sample. The data were analyzed through a two-factor analysis of variance with several samples per group. The average values obtained from the bromatological data of tender mashwa were: 12.33% protein, 0.87% fat, 5.17% ash and 6.41% moisture. The values for mature mashwa were: 15.27% protein, 1.00% fat, 6.74% ash and 5.85% moisture. For tender oca, the values were: 7.47% protein, 0.65% fat, 4.59% ash and 7.03% moisture. Finally, the values for mature oca were 8.92% protein, 0.64% fat, 5.40% ash and 6.03% moisture. In terms of the microbiological evaluation, a minimal presence of the following aerobic bacteria was observed: *Stapylococcus aureos*, coliforms, *Eschericha coli*. The results showed that the microbiological values for Andean tubers (mashwa and oca) were within the safe parameters, so the tubers are suitable for consumption.

Keywords: bromatological, microbiological, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa*, maturation.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar la composición bromatológica, microbiológica, y determinar si el estado de maduración influye en la composición de los tubérculos andinos. Los tubérculos analizados, mashwa (*Tropaeolum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*), donde se considero diferentes grados de maduración (tierno, maduro), en cada análisis se empleo 3 tratamientos utilizando 100g de muestra. Los datos fueron analizados mediante el programa Excel con un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo. El promedio obtenido en los datos bromatológicos de mashwa tierna son: proteína de 12,33%, grasa 0,87%, ceniza 5,17% y humedad 6,41%, mashwa madura 15,27% de proteína, 1,00% de grasa, 6,74% de ceniza y 5,85% de humedad, para la oca tierna en proteína de 7,47%, grasa 0,65%, ceniza 4,59% y humedad 7,03%, oca madura son de 8,92% de proteína, 0,64% de grasa, 5,40% de ceniza y 6,03% de humedad. En el caso de la evaluación microbiológica se observó la presencia mínima de *Bacterias Aerobias*, *Stapylococcus Áureos*, *Coliformes*, *Eschericha Coli*. Determinando que los valores microbiológicos para los tubérculos andinos (mashwa, oca) se encuentran dentro de los parámetros por lo que están libres de patógenos y son aptos para el consumo.

Palabras Clave: bromatológico, microbiológico, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa*, maduración.

 OPEN ACCESS



1. Introducción

A la región andina del Ecuador es considerada una cuna por poseer un gran número de cultivos alimenticios, cultivados por pueblos autóctonos hace miles de años, algunos de ellos correspondiendo a tubérculos y raíces tuberosas [1].

Ecuador, a pesar de ser un país muy diverso en gastronomía y reconocido mundialmente, ha dejado de lado el consumo de mashwa y oca, reemplazándolos con otros productos parecidos, como la papa, camote, melloco [2].

El rescate de estos tubérculos es fundamental para la creación de industrias alimentarias, la generación de fuentes de trabajo para los agricultores, y con esto se trata de elevar el nivel de salud y calidad de vida, reduciendo la crisis alimentaria que está atravesando en estos momentos el país [3].

La mashwa (*T. tuberosum*) es un tubérculo que se cultiva entre 2.800 y 4.000 m.s.n.m. en las regiones andinas, tales como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú [4]. La mashwa pertenece a una familia de plantas homogéneas, trepadoras y herbáceas, es decir que no desarrollan tallos leñosos, sino de estructura blanda y flexible [5].

Este tubérculo suele ser de color blanco amarillento, pero también existen variedades rojas y moradas [6]. La mashwa es resistente a temperaturas bajas, así como al ataque de insectos y plagas [7].

Estudios realizados por [8] detalla que la mashwa (*T. tuberosum*) presenta un elevado contenido de proteína. Diferentes especies de mashwa, consiguen presentar valores de vitamina A (carotenos) y de vitamina C (77 mg), considerando así un valor mayor que el porcentaje de esta vitamina presente en la papa [9].

La mashwa, posee propiedades bactericidas, nematocidas, fungicidas, insecticidas y repelentes de insectos. Las principales provincias productoras de mashwa en el Ecuador son Bolívar, Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua según datos recopilados [10].

La oca (*O. tuberosa*) es una planta herbácea anual de crecimiento erecto en las primeras etapas de su desarrollo, decumbente o postrada hacia la madurez. Son tubérculos claviforme-elipsoidales, cilíndricos, con yemas en toda su superficie y de colores variados: Blanco, amarillo, rojo, morado [11].

Se encuentra cultivado entre 2.800 y 4.000 m.s.n.m., es resistente a las heladas [12]. Las zonas principales de producción de oca en el Ecuador están ubicadas en las provincias de Imbabura, Tungurahua, Cañar, Cotopaxi y Chimborazo [10].

Presenta un contenido importante de vitamina C [13], de agradable sabor y alto contenido calórico [14]. Con un porcentaje de 70–80 en cuanto a humedad; un rango de 11–22% en hidratos de carbono, generalmente altos en almidones fácilmente digeribles, aportando un valor para extracto etéreo, fibra alimentaria y cenizas de 1,0%. Los datos en el caso de proteína pueden verse incrementados en un 9,00% o inclusive más en base seca [15].

Es un tubérculo andino que se considera frío y húmedo, ayuda a curar las enfermedades inflamatorias e infecciosas que produce la fiebre alta [16]. Su consumo habitual es cocido, por el agradable sabor dulzón, que se ve incrementado por el efecto del sol, otra manera de consumo es el producto deshidratado [17].



2. Materiales y Métodos

2.1. Localización y duración del experimento

Los análisis bromatológicos y microbiológicos de los tubérculos andinos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Bromatología y Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la ciudad de Riobamba ubicada en el 1 ½ km de la Panamericana Sur.

El tiempo de duración de la investigación fue de 184 días, distribuidos desde la recepción de la materia prima, control de calidad, evaluación bromatológica y evaluación microbiológica.

2.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 3 unidades experimentales para cada uno de los tubérculos tiernos y maduros, con un tamaño de unidad experimental de 100 g. Las muestras fueron codificadas de la siguiente manera mashwa tierna (MT), mashwa madura (MM), oca tierna (OT), oca madura (OM).

2.3. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó la mejor etapa de maduración (tierno y maduro) de los tubérculos (mashwa, oca) para aprovechar sus aportes nutricionales, por lo que las unidades experimentales se distribuyeron bajo un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, donde el factor A corresponde a los tratamientos de los tubérculos tiernos y el factor B a los tratamientos de los tubérculos maduros; llevando a cabo el análisis según el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}, \quad (1)$$

dónde: Y_{ijk} : Valor estimado de la variable; μ : Media general; A_i : Niveles del tubérculo tierno; B_j : Niveles del tubérculo maduro; AB_{ij} : Efecto de la interacción; E_{ijk} : Efecto del error experimental.

2.4. Mediciones experimentales

En la medición de los parámetros bromatológicos y microbiológicos de los tubérculos (mashwa, oca) se tomaron muestras de 100 g.

2.4.1. Análisis bromatológicos

Se realizaron los análisis de proteína (%), con la utilización el método Kjeldhal, mientras que para el análisis de humedad (%), materia seca (%), contenido de grasa (%), y ceniza (%) [18].



Las muestras de tubérculos andinos que se analizaron fueron homogéneas y representativa del lote del lote extraído. Las muestras fueron calentadas durante 15 hr a 100°C para la determinación de humedad, y el complemento es el de materia seca. Para el procedimiento del porcentaje de ceniza se realizó una incineración a 550–600°C.

Determinación de proteína de igual manera la muestra fue homogenizada y representativa, esta muestra fue sometida a un proceso químico de digestión, comúnmente el método Kjeldahl, para determinar el nitrógeno total en forma de amonio.

Para el análisis de grasa las muestras fueron sometidas a una extracción de sustancias solubles como grasas, aceites, ceras y pigmentos mediante la utilización de éter etílico.

2.4.2. Análisis microbiológicos

Para los análisis microbiológicos se utilizó el método gravimétrico, para la determinación de *B. aerobias* AOAC990.12 [19], *S. aureus* expresadas en UFC/g su método fue en placas petrifilm AOAC2003.11 [20], *C. totales* expresadas en UFC/g fueron en placas petrifilm AOAC991.14, *E. coli* expresadas en UFC/g, para lo cual se utilizó placas petrifilm AOAC991.14, en el laboratorio de bromatología de la ESPOCH, y en base a los resultados reportados se realizaron los análisis estadísticos y la interpretación de los mismos.

2.5. Unidades experimentales

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico ANOVA del análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, para evaluar las diferencias significativas entre el estado de maduración de los tubérculos, con la utilización del programa Excel. Para el reporte de los datos microbiológicos se empleó un análisis estadístico descriptivo.

3. Resultados y Discusión

3.1. Evaluación de las propiedades bromatológicas

Los resultados bromatológicos obtenidos de la mashwa (*T. tuberosum*) y oca (*O. tuberosa*) se muestran en la Tabla 1.

3.1.1. Análisis bromatológicos de mashwa (*T. tuberosum*)

Con respecto a los resultados obtenidos, se analizan los promedios de mashwa tierna, con un contenido de proteína de 12,33%, grasa 0,87%, ceniza 5,76% y humedad 6,41%. Los datos obtenidos de mashwa madura que son 15,27% de proteína, 1,00% de grasa, 6,74% de ceniza y 5,85% de humedad.

**Table 1**

Resultados bromatológicos de los tubérculos andinos mashwa y oca (Esparza. C.,2020).

		Proteína %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %
Mashwa Tierna	MT1	9,59	1,32	5,20	7,31
	MT3	11,01	0,05	5,76	6,73
	MT3	16,38	1,23	4,56	5,19
Mashwa Madura	MM1	20,79	0,99	6,42	5,72
	MM2	10,26	0,90	7,24	6,00
	MM3	14,76	1,11	6,56	5,82
Oca Tierna	OT1	7,96	0,65	4,44	7,29
	OT2	7,29	0,10	5,23	6,68
	OT3	7,16	1,20	4,11	7,11
Oca Madura	OM1	9,65	0,61	5,37	6,06
	OM2	8,11	0,69	5,70	5,90
	OM3	9,00	0,62	5,14	6,12

MT: Mashwa tierna; MM: Mashwa madura; OT: Oca tierna; OM: Oca madura.

Según los estudios realizados [21] señala que la mashwa fresca presenta proteína de 7,22%, grasa 3,03%, ceniza 4,19% y humedad 80,30%. En comparación con los datos obtenidos de mashwa madura que son 13,99% de proteína, 7,75% de grasa, 5,45% de ceniza y 92,80% de humedad. En la investigación realizada [2] dice que el porcentaje que detalla en la mashwa en parámetro de humedad es 88,70%, ceniza 4,81% proteína 9,17% grasa 4,61%. Según [22] señala 1,50% de proteína, 0,70% de grasa, 0,80% de ceniza y 87,40% de humedad. Los datos reportados [23] son 4,35% de proteína, 1,18% de grasa, 4,18% de ceniza y 77,70% de humedad.

Según la investigación realizada se halla una similitud en el parámetro de proteína con el valor que reporta Samaniego [21]. Los datos de grasa se encuentran similares a los datos investigados por Piedra y Quelal [22, 23]. En el parámetro de ceniza los datos son similares a los autores mencionados excepto de Piedra. En el caso de la humedad no se logra encontrar similitud con los estudios realizados por los autores mencionados.

3.1.2. Análisis bromatológicos de la oca (*O. tuberosa*)

Con respecto a los datos promedios obtenidos, en la oca tierna presenta un contenido de proteína de 7,47%, grasa 0,65%, ceniza 4,59% y humedad 7,03%. Los datos de oca madura son de 8,92% de proteína, 0,64 % de grasa, 5,40% de ceniza y 6,03% de humedad.

Según los estudios realizados [24] señala que la oca fresca presenta un porcentaje de proteína de 0,70%, grasa 0%, ceniza 0,80% y humedad 82,40%. En comparación con los datos obtenidos de mashwa madura que son 0,10% de proteína, 0,10% de grasa, 1,10% de ceniza y 66,90% de humedad. En la investigación realizada [25] en donde



evalúa raíces y tubérculos andinos el porcentaje de humedad que reporta es de 77,73% ceniza 3,39%, proteína 4,60%, grasa 1,66%. Según [1] menciona en su investigación los siguientes parámetros proteína de 4,60%, grasa 1,66%, Cenizas 3,38%, humedad 77,72%. En la investigación [26] menciona los siguientes datos proteína 4,60%, grasa 1,66%, cenizas 3,38%, humedad 77,73%.

Con la investigación realizada se encuentra una similitud en el parámetro de proteína en la mayoría de investigaciones excepto con Collazos [24] que menciona un rango menor. Los datos de grasa se encuentran dentro de los rangos comparados. La ceniza no se encuentra dentro de los valores expuestos por Collazos a diferencia de las demás investigaciones. En el caso de la humedad no se observa una similitud con los estudios realizados por los autores ya mencionados.

3.2. Análisis estadísticos de las características bromatológicas de los tubérculos (mashwa, oca)

Según el análisis ANOVA realizado para los datos bromatológicos se aplicó el análisis de dos variables, para determinar la diferencia de muestras (mashwa tierna y madura). Obteniendo resultados no significativos, respecto a los parámetros de proteína, ceniza, y humedad. Entendiendo que la maduración del tubérculo no influye en gran medida para el contenido de macronutrientes.

Según el análisis ANOVA realizado para los datos bromatológicos se aplicó el análisis de dos variables, para determinar la diferencia de muestras (oca tierna y madura). Obteniendo resultados no significativos, respecto a los parámetros de proteína, ceniza, y humedad. El estado de maduración del tubérculo no influye en gran medida para el contenido de macronutrientes.

3.3. Evaluación de los análisis microbiológica

La evaluación microbiológica de los tubérculos mashwa y oca se encuentra en la Tabla 4 donde se registró la presencia de *B. aerobias*, en cantidades que variaron de 4 UFC/g para mashwa, y 16 UFC/g para oca, según SAE [20] se encuentra dentro de los parámetros de aceptación. En el caso de *S. áureos* en la mashwa presentó 24 UFC/g y para la oca 1 UFC/g; en el caso de *C. totales* de mashwa presentó 18 UFC/g y la oca 9 UFC/g; y finalmente *E. coli* presentó ausencia total en los dos tubérculos. Estos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma [19, 27]. Con estos resultados se puede asegurar que tanto la mashwa y oca se encuentran libres de patógenos que puedan ocasionar problemas de salud al consumidor.

4. Conclusiones y Recomendaciones

- Con la aplicación del análisis estadístico ANOVA realizado, se establece que no existen diferencias significativas, determinado que el grado de maduración tanto

**Table 2**

Análisis estadísticos de la mashwa. (Esparza.C,2020).

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo				
RESUMEN	Proteína %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %
Mashwa Tierna				
Cuenta	3	3	3	3
Suma	36,98	2,6	15,52	19,23
Promedio	12,33	0,87	5,17	6,41
Varianza	12,83	0,50	0,36	1,20
Mashwa Madura				
Cuenta	3	3	3	3
Suma	45,81	3	20,22	17,54
Promedio	15,27	1,00	6,74	5,85
Varianza	27,92	0,01	0,19	0,02
Total				
Cuenta	6	6	6	6
Suma	82,79	5,6	35,74	36,77
Promedio	13,80	0,93	5,96	6,13
Varianza	18,90	0,21	0,96	0,58

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Estado de maduración de los tubérculos	6,2424	1	6,2424	1,160612	0,297314284	4,493998478
Columnas	507,12035	3	169,0401167	31,42861525	6,1144E-07	3,238871517
Interacción	10,93676667	3	3,645588889	0,677802482	0,578257293	3,238871517
Dentro del grupo	86,05666667	16	5,378541667			
Total	610,3561833	23				

E.E.: Error estándar; NS: No significativo.

* $P < 0,05$; * $P < 0,01$; ** $P < 0,001$.

de mashwa y la oca no influye en la composición bromatológica de los tubérculos andinos. En los resultados microbiológicos empleados para los tubérculos, se consideran dentro de los parámetros que establece la norma, así que, se consideran libres de contaminantes patógenos y aptos para la alimentación e industrialización.

- Los resultados de los análisis bromatológicos reflejan, que el contenido de proteína en los diferentes estados de maduración (tierno, maduro), no presenta significancia alguna, tanto en la mashwa como en la oca por lo que se expresa el

**Table 3**

Análisis estadísticos de la oca. (Esparza.C,2020).

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo					
RESUMEN	Proteína %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %	Total
Oca Tierna					
Cuenta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00
Suma	22,41	1,95	13,78	21,08	59,22
Promedio	7,47	0,65	4,59	7,03	4,94
Varianza	0,18	0,30	0,33	0,10	8,15
Oca Madura					
Cuenta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00
Suma	26,76	1,92	16,21	18,08	62,97
Promedio	8,92	0,64	5,40	6,03	5,25
Varianza	0,60	0,00	0,08	0,01	9,77
Total					
Cuenta	6	6	6	6	
Suma	49,17	3,87	29,99	39,16	
Promedio	8,20	0,65	5,00	6,53	
Varianza	0,94	0,12	0,36	0,34	

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tubérculo utilizado	0,5859375	1	0,5859375	2,915051512	0,107084169	4,493998478
Análisis bromatológicos	188,8287458	3	62,94291528	313,1423409	2,04961E-14	3,238871517
Interacción	5,0521125	3	1,6840375	8,378122344	0,001414354	3,238871517
Dentro del grupo	3,216066667	16	0,201004167			
Total	197,6828625	23				

E.E.: Error estándar; NS: No significativo.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

promedio de los datos para la mashwa con un contenido de proteína de 13,80% a diferencia de la oca que se obtuvo un promedio en proteína de 8,20%.

- La evaluación microbiológica de los tubérculos mashwa y oca se encuentra para *B. aerobias*, en rangos de 4 UFC/g para mashwa, y 16 UFC/g para oca, en *S. áureos* en la mashwa presentó 24 UFC/g y para la oca 1 UFC/g; en el caso de *C. totales* de mashwa presentó 18 UFC/g y la oca 9 UFC/g; para *E. coli* presentó ausencia total en los dos tubérculos. Con estos valores se puede asegurar que tanto la mashwa y oca se encuentran libres de patógenos que puedan ocasionar problemas de salud al consumidor.

Se plantea la siguiente recomendación según los resultados de la investigación:

**Table 4**

Conteo microbiológico de la mashwa y oca (Esparza.C,2020).

	MASHWA	OCA
Microorganismos	Cantidad UFC/g	Cantidad UFC/g
<i>Bacterias aerobias</i>	4	16
<i>Stapylococcus áureos</i>	24	1
<i>Coliformes totales</i>	18	9
<i>Escherichia Coli</i>	0	0

UFC: Unidades formadoras de colonias.

- Para posteriores investigaciones se recomienda aumentar el número de tratamientos para lograr obtener mayor confiabilidad en los resultados que se desea obtener.

References

- [1] Barrera VT. Raíces y tubérculos andinos: alternativa para alargar la vida útil y uso sostenible en el Ecuador. Quito: INIAP; 2004.
- [2] Espin CI. (23 de enero de 2013). Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia. Cuenca; 2013.
- [3] Valle MA. Caracterización morfológica y fenología en variedades de *tropaeolum tuberosum* (mashua) de interés medicinal. Ecuador; 2017.
- [4] Tapia CA. Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación (FAO). Santiago; 1990.
- [5] Almeida PR. Estudio de la Mashua y propuesta de cocina de autor. Quito; 2014.
- [6] Leyva LF. Mashua Cubio. Tubérculos. 2019 November 10. Obtenido de Mashua: <https://www.tuberculos.org/mashua-cubio/>
- [7] Espinoza P. Raíces y tubérculos andinos, cultivo, aceptabilidad y procesamiento. Quito: Abya-Yala; 2000.
- [8] Samaniego LA. Caracterización de la mashua (*tropaeolum tuberosum* c.) en el Ecuador. Quito; 2010.
- [9] Suquilanda MB. Producción orgánica de cultivos andinos. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuaria y Pesca.
- [10] El Productor. La mashua y la oca, dos tubérculos a la percha. Ecuador: El Productor; 2012.
- [11] FAO. La agricultura Andina. Tapia CA, editor. Perú: FAO.
- [12] Campesinos HJ. Manual agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. España: Standard; 2002.
- [13] Amaguaña JE. Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*oxalis tuberosa*) durante su maduración. Ambato; 2013.
- [14] Tantaquilla AZG. Cuantificación de macronutrientes, micronutrientes y vitamina c e identificación de vitaminas liposolubles presentes en el tubérculo de *oxalis tuberosa* molina öca del caserío de huangamarca - otuzco - La Libertad. Trujillo; 2010.
- [15] National Research Council. Know plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. 1989. Obtenido de: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=83
- [16] Qinde Isidro OJ. Recuperación de la cultura y saberes locales. Quito: NINA; 2004.
- [17] Aguilar EM. Caracterización de diez variedades de *oxalis tuberosa* molida (oca) y alternativas de industrialización. Investigación y Desarrollo. 2014.
- [18] Codex Alimentarius. Métodos de análisis para frutas y hortalizas elaboradas. Washington: Estados Unidos; 2000.
- [19] Servicio de Acreditación Ecuatoriano. Ensayos Físico – químicos en alimentos. Ecuador: Pichincha; 2019.
- [20] Servicio de Acreditación Ecuatoriano. Ensayos Físico – químicos en alimentos. Quito: Pichincha; 2018.
- [21] Samaniego L. Caracterización de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* C.) en el Ecuador. 2010. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4870/1/41732_1.pdf



- [22] Piedra A. Caracterización morfo agronómica y molecular de la colección nacional de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.). INIAP; 2002.
- [23] Quelal MB. Obtención de rodajas fritas "Chips" de mashwa (*Trpaeolum Tuberosum*) aplicando la tecnología de fritura. Quito: Pichincha; 2012.
- [24] Collazos C. La Composición de los Alimentos Peruanos. Corporación Colombia Internacional Colombia Internacional; 2009.
- [25] Espín SV. Caracterización físico - química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. 2014. Obtenido de: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/RTAs_Ecuador_04.pdf
- [26] Ayala G. Aporte de los tubérculos andinos a la nutrición humana. Seminario: Raíces Andinas; 2004.
- [27] INEN. Hortalizas y Frutas Frescas INEN 1750. 1994. Available from: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1750.pdf>
- [28] Cajamarca E. Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa* sara-oca). 2010. Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/217/1/56T00191.pdf>
- [29] Mosquera DC. Estudio de la obtención de la harina de oca blanca (*oxalis tuberosa*) y su aplicación en la elaboración de pan de molde por sustitución parcial de la harina de trigo. Quito; 2015.
- [30] Barrera VH. Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. INIAP; 2004. Obtenido de: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Ra%C3%ADces%20y%20Tub%C3%A9rculos%20Alternativas%20para%20el%20uso%20sostenible%20en%20Ecuador.pdf>