

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por

DANIEL LOA BARRIENTOS

**EFFECTOS DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO Y TEMPERATURAS
DE CONGELACION EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y
MORFOMETRICAS EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis Tuberosum*
Mol) DESHIDRATADA “UMAKHAYA”**

ASESOR:

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS – APURIMAC -PERÚ

2022



DICTAMEN DE APROBACIÓN DE INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los que suscribimos:

Integrantes del jurado evaluador del informe final de trabajo de investigación, "EFECTOS DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO Y TEMPERATURAS DE CONGELACION EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y MORFOMETRICAS EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis Tuberosum* Mol) DESHIDRATADA "UMAKHAYA". Cuyo autor es el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

El Bach. Daniel Loa Barrientos, Damos fe de que el informe final de trabajo de investigación, ha sido APROBADO SIN OBSERVACIÓN. Pues cumple con el requisito exigido en el reglamento general de grados y títulos de la Universidad Nacional José María Arguedas, estando declarado apto para la sustentación y autorización para su publicación.

Para la cual, se determina la fecha, hora y lugar de su sustentación para la exposición y defensa del trabajo de investigación con el siguiente detalle.

Fecha: 18 de diciembre del 2019.

Hora: 16 Horas del día miércoles.

Lugar: AV 28 de julio N° 1103.

Talavera, 19 de Setiembre de 2022.

Mg. Denis Hernan Gutierrez Martinez
PRESIDENTE DEL JURADO EVALUADOR

Ing. Giana Genoveva Toro Rodriguez
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO EVALUADOR

Ing. Juvenal Rivera Leguía
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO EVALUADOR



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION
DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 16:00 horas del día miércoles 18 de diciembre del año 2019, se reunieron los docentes: Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez, Ing. Juvenal Rivas Leguía, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "EFECTOS DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO Y TEMPERATURAS DE CONGELACION EN LAS CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS Y MORFOMETRICAS EN TRES VARIETADES DE OCA (OXALIS TUBEROSUM MOL) DESHIDRATADA "UMAKHAYA", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial DANIEL LOA BARRIENTOS, el asesor MSc. Thomas Ancco Vizcarra con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.



Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador ACORDÓ: APROBAR por UNANIMIDAD al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial DANIEL LOA BARRIENTOS, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Table with 3 columns: Nota escala vigesimal (Numeros, Letras), and Mención. Handwritten values: 14, CATORCE, BUENO.

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Signature of Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Presidente del Jurado Evaluador

Signature of Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Signature of Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACION DEL ASESOR

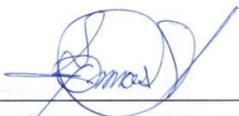
Quién suscribe :

MSc. Ingeniero agroindustrial. Thomas Ancco Vizcarra , por lo presente :

CERTIFICA,

Que , El Bachiller en Ingeniería Agroindustrial , Daniel Loa Barrientos ah culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado : **EFFECTO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE DE ENFRIAMIENTO Y TEMPERATURA DE CONGELACION EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y MORFOMETRICAS EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis Tuberosum Mo*) DESHIDRATADA "UMAKHAYA"** . Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas ,03 de Octubre del 2022



MSc. Thomas Ancco Vizcarra

Asesor



Br. Daniel Loa Barrientos

Tesista



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Daniel Loa Barrientos ,Identificado con DNI N° 70171712 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Declaro Bajo Juramento que el informe final Titulado , **EFFECTO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE DE ENFRIAMIENTO Y TEMPERATURA DE CONGELACION EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y MORFOMETRICAS EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis Tuberosum Mo*) DESHIDRATADA "UMAKHAYA"**. Es autentico y no vulnera los derechos de autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la ley de propiedad intelectual y derecho de autor.

.....
Firma :Daniel Loa Barrientos

Nª DNI 70171712

E-Mail : danyels_5.15@hotmail.com

Nª Celular 984912058



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Daniel Loa Barrientos
Título del ejercicio: Tarea
Título de la entrega: INFORME DE TURNITIN
Nombre del archivo: T089_70171712_T.pdf
Tamaño del archivo: 1.83M
Total páginas: 102
Total de palabras: 26,827
Total de caracteres: 121,371
Fecha de entrega: 03-oct.-2022 04:13p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1915763036



INFORME DE TURNITIN

por Daniel Loa Barrientos

Fecha de entrega: 03-oct-2022 04:13p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1915763036

Nombre del archivo: T089_70171712_T.pdf (1.83M)

Total de palabras: 26827

Total de caracteres: 121371

INFORME DE TURNITIN

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 22% | 19% | 7% | 8% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 2 | Asbury, Thomas M. "From data to structure: Using orientational information within PISEMA spectra to build atomic models", Proquest, 20111109 Publicación | 1% |
| 3 | Submitted to University of Dundee Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | docplayer.es Fuente de Internet | 1% |
| 5 | secgen.unajma.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | qdoc.tips Fuente de Internet | 1% |
| 8 | vsip.info Fuente de Internet | 1% |

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | 1 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 3 |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | 4 |
| ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS..... | 5 |
| INTRODUCCION..... | 11 |
| I. PROBLEMA DE INVESTIGACION..... | 12 |
| 1.1. Situación problemática | 12 |
| Formulación del problema | 12 |
| 1.1.1. Problema general | 12 |
| 1.1.2. Problemas específicos | 12 |
| II. ANTECEDENTES..... | 14 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 14 |
| 2.1.1. Antecedentes del procesado de la Umakhaya | 14 |
| 2.1.2. Antecedentes en congelación de raíces, tuberosas andinas..... | 16 |
| 2.1.3. Antecedentes en cambios morfo métricos por congelación..... | 16 |
| 2.1.4. Antecedentes en cambios fisicoquímicos..... | 17 |
| III. MARCO TEORICO..... | 18 |
| 3.1. La oca | 18 |
| 3.1.1.1. Diversidad genética de ocas | 19 |
| 3.1.1.2. Composición proximal | 19 |
| 3.2. La Umakhaya y el proceso de obtención..... | 19 |
| 3.2.1. Composición proximal de la Umakhaya..... | 21 |
| 3.3. Congelación..... | 21 |
| 3.4. Microestructura en productos congelados..... | 23 |
| 3.5. Lavado o Lixiviación | 24 |
| 3.6. Morfometría | 26 |
| IV. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION..... | 29 |
| 4.1. Lugar de ejecución | 29 |
| 4.2. Materiales instrumentos y equipos | 29 |
| 4.2.1. Materia prima..... | 29 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4.2.2. | Equipos, Instrumentos y materiales | 29 |
| 4.3. | Población y muestra | 30 |
| 4.4. | Tipo de Investigación | 30 |
| 4.5. | Métodos de análisis..... | 31 |
| 4.5.1.1. | Métodos para determinar las características fisicoquímicas..... | 31 |
| 4.6. | Metodología de análisis..... | 31 |
| 4.6.1.1. | Metodología para determinación las características físicas..... | 31 |
| A. | Metodología para determinar el peso | 31 |
| B. | Metodología para determinar la porosidad | 31 |
| C. | Metodología para determinar la actividad de agua | 32 |
| 4.6.1.2. | Tabla de recolección de datos | 32 |
| 4.6.1.3. | Análisis estadístico | 32 |
| 4.6.2. | Métodos de análisis para las características químicas | 33 |
| 4.6.2.1. | Determinación de humedad | 33 |
| 4.6.2.2. | Acidez titulable | 34 |
| 4.6.2.3. | Determinación de ceniza..... | 35 |
| 4.6.2.4. | Tabla de recolección de datos | 35 |
| 4.6.2.5. | Análisis estadístico | 35 |
| 4.6.4. | Determinación de la forma y el tamaño | 36 |
| 4.6.4.1. | Tabla de recolección de datos | 36 |
| 4.7. | Método experimental..... | 36 |
| 4.8. | Diseño experimental..... | 39 |
| 4.9. | Matriz de consistencia..... | 39 |
| V. | RESULTADOS..... | 42 |
| VI. | CONCLUSIONES..... | 73 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 74 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 75 |
| | ANEXOS..... | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Curva típica de congelación de alimentos | 23 |
| Figura 2. Proceso de lavado o lixiviación | 25 |
| Figura 3. La forma de un objeto | 27 |
| Figura 4. Objeto cuya forma es capturada en dos dimensiones | 28 |
| Figura 5. Diagrama de bloques para la obtención de Umakhaya | 38 |
| Figura 6. Diagrama del diseño experimental | 40 |
| Figura 7. Peso de la Umakhaya según variedad | 44 |
| Figura 8. Porosidad de la Umakhaya según Temperatura | 46 |
| Figura 9. Porosidad de la Umakhaya según variedad | 47 |
| Figura 10. Porosidad de la Umakhaya según variedad | 49 |
| Figura 11. Porosidad de la Umakhaya según variedad | 52 |
| Figura 12. Porosidad de la Umakhaya según variedad | 54 |
| Figura 13. Porosidad de la Umakhaya según variedad | 57 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Tabla para las características físicas Peso y Porosidad | 88 |
| Anexo 2. Tabla para datos de actividad de agua | 89 |
| Anexo 3. Tabla para adquisición de datos de las características Químicas | 90 |
| Anexo 4. Adquisición de datos de las características morfométricos | 91 |
| Anexo 5. Peso obtenido de la oca congelada y seca (Umakhaya) | 92 |
| Anexo 6. Porosidad de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya) | 93 |
| Anexo 7. Actividad de agua de la Oca congelada y deshidratada | 94 |
| Anexo 8. Humedad de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya) | 95 |
| Anexo 9. Acidez titulable de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya) .. | 96 |
| Anexo 10. Ceniza de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya) | 97 |
| Anexo 11. Datos de morfometria de la Oca congelada y deshidratada | 98 |

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

| | |
|---------------|--|
| AD | : Adimensional |
| VA | : Variedad |
| Fv | : Factor de valoración del titular |
| INDECOPI | : Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual |
| LAR | : Longitud de las muestras antes de la rehidratación |
| LDR | : Longitud de la muestra después de la rehidratación |
| M_0 | : Masa de la cápsula vacía |
| M_1 | : Masa de la cápsula con la muestra |
| M_2 | : Masa de la cápsula |
| Pmeq | : Peso miliequivalente |
| TM | : Tamaño de la muestra |
| ε | : Porosidad |
| ρ_a : | : Densidad aparente |
| ρ_b : | : Densidad a granel |

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis amados padres, Martina Barrientos Yupanqui y Raúl Loa Ccahuana, por su amor, trabajo y sacrificio. En todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un orgullo y un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

A mi Asesor de tesis al, MSc. Thomas Ancco Vizcarra, por haberme guiado en la elaboración del presente trabajo de investigación de tesis, asimismo a lo largo de mi carrera universitaria.

A los miembros del jurado revisor, al presidente Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Primer miembro Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez y al segundo miembro Mg. Juvenal Rivas Leguía por sus sabios consejos y orientación para el desarrollo y culminación del estudio.

RESUMEN

Las actuales exigencias del mercado demandan el consumo de productos con menor tiempo de preparación y que tengan un elevado valor nutritivo tan bueno o mejor que un producto natural, es por esta razón que el presente trabajo de investigación se basa en la deshidratación de oca conocida como Umakhaya, con la finalidad de obtener un producto deshidratado acorde con los parámetros físico-químicos establecidos por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) y con características sensoriales semejantes al producto Umakhaya. Donde se evaluaron los efectos de la velocidad del aire de enfriamiento a (4 y 5m/s) y la temperatura de congelación a (-12 y 18 ° C) sobre las variables de ocas como Llunchu (Blanca), Kheni harinosa (amarrilla) y Huairi chuchu (roja) procedentes del centro poblado de Huancabamba, se determinó las características fisicoquímicas como % de humedad, Peso, porosidad, Actividad de agua, % de ceniza; también se evaluaron las características morfométricas de forma y tamaño. Las características físico químicas de peso, actividad de agua, contenido de humedad, acidez titulable y contenido de cenizas, tienen una relación directa con la temperatura de congelación, velocidad de aire de congelación y según la variedad estas se comportan indistintamente. la variedad Kheni presentó mayor A_w (0.83); humedad (17.73%); mayor acidez titulable (1.4% % expresado en ácido oxálico); y mayor contenido de ceniza (4.21%). Los descriptores de tamaño tales como el área superficial, perímetro, diámetro menor, diámetro de feret sufren modificaciones frente a la temperatura y velocidad de aire de congelamiento presentando mejores características la variedad llunchu y huairi chuchu.

Palabras claves: Oca, Congelación, morfométrica, deshidratación, Umakhaya.

ABSTRACT

The current demands of the market demand the consumption of products with less preparation time and that have a high nutritional value as good or better than a natural product, it is for this reason that this research work is based on the dehydration of goose known as Umakhaya, in order to obtain a dehydrated product in accordance with the physical-chemical parameters established by the National Institute for the Defense of Competition and the Protection of Intellectual Property (INDECOPI) and with sensory characteristics similar to the Umakhaya product. Where the effects of the cooling air velocity at (4 and 5 m / s) and the freezing temperature at (-12 and 18 ° C) on the variables of geese such as Llunchu (White), Kheni mealy (yellow) were evaluated and Huairi chuchu (red) from the center of Huancabamba, under study the physical characteristics - chemicals such as % humidity, Umakhaya weight, porosity, water activity, % ash. The shape and size morphometric characteristics were also modified. The physical chemical characteristics of weight, water activity, moisture content, titratable acidity and ash content, have a direct relationship with the freezing temperature, freezing air velocity and according to the variety they behave interchangeably. the Kheni variety presented greater A_w (0.83); humidity (17.73%); higher titratable acidity (1.4%% expressed in oxalic acid); and higher ash content (4.21%). The descriptors of size such as the surface area, perimeter, smaller diameter, diameter of feret undergo modifications in front of the temperature and speed of freezing air presenting better characteristics the variety llunchu and huairi chuchu.

Key words: Oca, Freezing, morphometrics, dehydration, Umakhaya.

CHUMASQA

Kunan pacha qhatupa mañakuyninkunaqa mañakunmi aswan pisi wakichiy pachayuq rurukuna mikhuuya, chaymanta hatun valor nutricional nisqayuq allin utaq aswan allin natural rurumanta. , chaymi kunan investigacion nisqaman llamkayqa Umakhaya sutiyuq ganso nisqapa deshidratación nisqapi sayarin, chaynapi huk producto deshidratado nisqa tarinapaq, chay parámetros físicos-químicos nisqaman hina, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Propiedad Intelectual nisqaman (INDECOPI) . hinaspapas chay ruruman rikchakuq características sensoriales nisqawan uqa kaya. Maypichus chay efectos de la velocidad del aire de refrigeración nisqa chaninchasqa karqan chaypi (4 y 5m/s) y la temperatura de congelación en (-12 y 18 ° C) variables nisqamanta hina Llunchu (yuraq), Kheni harinosa (qillu) y Huairi chuchu (puka) manta hamuq Huancabamba Ilaqta chawpimanta chay características fisicoquímicas nisqakunam tarikurqa humedad, llasaynin, porosidad, yakupa ruwaynin, uspha; Descriptores de tamaño nisqa, área superficial, perímetro, diámetro menor, diámetro de feret nisqakunan sufrinku modificacionkunata temperatura nisqawan, velocidad de aire de congelación nisqawan ima, chay variedades llunchu y huairi chuchu nisqakunan aswan allin características nisqakunata rikuchinku.

Riksiy qillqakuna: Uqa . chiriachi, sayaynin, chakichiy, uqa kaya

INTRODUCCION

La oca (*Oxalis tuberosum*) es un tubérculo que prospera en Andahuaylas, presenta una adecuada producción y existen diversidad en variedad. La Umakhaya es un producto ancestral que para ser procesado nuestros antepasados lo sometían a congelación - lavado y secado; por lo que su morfología sufre cambios, así como las propiedades físico químicas independientemente de la variedad, asimismo consideramos que las temperaturas y la velocidad de enfriamiento durante el proceso de congelación contribuyen en el deterioro de los tejidos internos y con el lavado muchos de sus componentes posiblemente migren al agua de lavado. Como resultado las propiedades fisicoquímicas tienden a presentar variación, por ello nos atrevemos a afirmar que se desconocen los efectos que causa la temperatura de congelación, así como el manejo y aplicación de las velocidades del aire de enfriamiento y congelación sobre estas características. Con los resultados obtenidos producto del estudio con permitirá proponer alternativas a fin de que se estudien y sistematicen los conocimientos ancestrales del procesado de Umakhaya así aprovechar las inclemencias climatológicas y las tecnológicas existentes para desarrollar un adecuado proceso que permita obtener un producto acorde a exigencias de mercado. Por lo manifestado se planteó como objetivos específicos lo siguiente:

- Determinar el efecto de la velocidad de enfriamiento del aire y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas en tres variedades de Oca (*Oxalis tuberosum Mol*) deshidratada (Umakhaya).
- Determinar el efecto de la velocidad de enfriamiento del aire y temperatura de congelación en las características morfométricas en tres variedades de Oca (*Oxalis tuberosum Mol*) deshidratada (Umakhaya)

I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Situación problemática

La oca (*Oxalis tuberosum Mol*) es un tubérculo que durante mucho tiempo atrás se constituye como un producto que conforma la canasta alimenticia del poblador muy en especial del agricultor de Andahuaylas, tienen potencial de producción y diversidad en variedad, las cuales no son debidamente aprovechadas menos aun estudiadas. La tecnología ancestral del procesado de oca en Umakhaya, se conserva por más de 7 años, sin embargo, está tecnología está en extinción, por lo que revalorarlo tiene un interés local, regional, nacional y mundial. Para la obtención de Umakhaya, la oca es sometida a congelación al natural, posterior a ello el producto es sometido a secado directo. En ocasiones a lavado-secado dependiendo de estas variantes la calidad del producto varia en sus propiedades físico químicas; es por ello, que existe la necesidad de comprender e incidir en estudios que contribuyan a demostrar los cambios que se manifiestan después del congelación lavado secado donde también su morfología sufre cambios así como las propiedades físico químicas dependiendo de la variedad.

Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas y morfométricas en tres variedades de oca (*Oxalis tuberosum Mol*) deshidratada (Umakhaya)?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características físico-químicas (% Humedad, Peso, Porosidad, Aw, % Acidez y % Ceniza) en tres variedades de Oca deshidratada (Umakhaya)?

¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características morfológicas (forma y tamaño) en tres variedades de Oca (*Oxalis tuberosum* Mol) deshidratada (Umakhaya)?

II. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes de la investigación

En la revisión de estudios referidos a congelado de tubérculos y raíces andinas, no existe información puntual referido al tema, por lo que los antecedentes presentados son referenciales acorde al tema de estudio para comprender los efectos de la congelación sobre ciertos componentes estructurales del alimento y ciertas técnicas empleadas para determinar las características morfo métricas de la Umakhaya por lo que se presenta los antecedentes de utilidad a ser considerados par el estudio.

2.1.1. Antecedentes del procesado de la Umakhaya

Al evaluar las características fisicoquímicas y aceptación que demostró que al congelar ocas a -9 y exponerlos por 12 y 15 días de congelación y secado a la intemperie el producto no diferencio en composición química excepto en el contenido en ceniza ($p < 0,05$), en cuanto a la aceptabilidad sensorial, el método tradicional original mostró superioridad a la del método dos, método del tipo chuño de papa. Por tanto, dada la evidencia, el método convencional de obtención de Umakhaya resulta ser el mejor para su elaboración y comercialización (Aguilar Velasque, 2019).

Alcalde-Eon et al., (2004) afirman que el consumo de oca con propiedades antioxidantes puede reducir el riesgo de cáncer, arterioesclerosis, artritis y diabetes, entre otras, la oca es catalogado como un producto de interés

económico para el mercado de nutraceúticos y de alimentos funcionales. Para lograr un kg de Umakhaya es necesario cinco kg de oca fresca el proceso tradicional contempla variedades amargas (P'osqo oqa), aquellas de color (amarillo y rojo), el proceso de lavado requiere de tiempo (30 a 60 días), en agua de corriente lenta, las ocas se congelan por tres noches, para eliminar el agua por apisonado y concluye con el secado al sol. El producto obtenido es de color grisáceo o más oscuro, y la textura varía de compacta a esponjosa, y es llamado Umakhaya. Sin embargo, hay que saber calcular el punto de remojo para sacarla y amontonarla sobre camas de paja para su escurrimiento (Tapia & Fries, 2007).

Según Valencia et al., (1989) indican que del procesamiento de la oca se obtiene la Umakhaya mencionando que después de seleccionadas y clasificadas, las ocas se someten por un período de 30 a 40 días en remojo en pozas ubicadas cerca de arroyos, el proceso es seguido de un proceso de escurrido y maduración que se realiza por 7 a 10 días en una cama de ichu. El producto obtenido es expuesto a la helada por una noche. Las ocas se descongelan con los rayos del sol de la mañana, seguido del apisonado al medio día y el secado dura 16 días aproximadamente hasta 12 % de humedad.

El aprovechamiento de los tubérculos andinos se realiza en base a costumbres, tecnologías ancestrales y ritualidades de agradecimiento a la madre semilla que vive en las alturas. Parte de ello es el proceso tradicional de la qaya y la huipicaya. La diferencia radica que la qaya requiere exposición a las heladas imperantes del medio geográfico, y posterior a ello someterlos a lavado en pozas, donde permanecen hasta que el olor del agua se sienta olor a descomposición. En tanto que la huipicaya las ocas se exponen a la helada y corrientes de aire frío posterior a ello se elimina el agua de las ocas por presionado con los pies y seguidamente son expuestas a la luz solar directa para su deshidratación, de esta forma el producto se conserva de 2 a 3 años (PROINPA, n.d.). por lo que la tecnología ancestral de caya al ser obtenido bajo condiciones naturales bajas de temperatura (0°C) y de vacío, es similar al proceso de "liofilización", mediante el cual se congela el agua del producto, para luego ser sublimado a presión de vacío. Es justamente, ese proceso el

que conserva mejor las características propias del tubérculo como son su sabor, color y sobre todo sus nutrientes y compuestos funcionales (Saxena et al., 2016).

2.1.2. Antecedentes en congelación de raíces, tuberosas andinas.

Solis Oñate,(2000) Del estudio de congelación de melloco efectuada a -18, -24 y -30°C , determino tiempo de congelación de 60, 59 y 55 minutos para melloco y 282, 240 y 180 minutos para zanahoria Llunchu. Determinó que en los productos congelados presentaron pérdida de vitamina C a temperaturas mayores a -18°C, pero a temperaturas de -30 las pérdidas en solidos son menores, concluye que las raíces y tuberosas andinas son nutritivos y permiten diversificar el menú familiar.

Mendoza,(2012) congelo papas previamente escaldadas, observó cambios en la textura del producto a -20, -30 y -40°C con velocidades de aire de 10 y 20 Km/h; determinando que la congelación a -40°C con velocidad de aire de 20 km*h-1 conservan mejor la textura de la papa congelada. Dentro de las tuberosas, al ser sometidas a fritado, a niveles estructurales se ha demostrado que la tasa de congelación afecta la distribución de cristales de hielo, la congelación lenta disminuye significativamente la absorción de aceite, probablemente debido a la formación de grandes cristales de hielo, los cuales inducen al colapso estructural (Busse et al., 2014).

En evaluaciones de almidón de oca, olluco y mashua, las temperaturas bajas (-18°C) afecto sobre resistencia de la estructura de sus almidones, y el producto presentó sinéresis por tanto este comportamiento hace notar que para el caso específico es de considerar la temperatura para que las ocas presenten propiedades funcionales adecuadas al momento de ser empleadas (Valcárcel-Yamani et al., 2013).

2.1.3. Antecedentes en cambios morfométricos por congelación

Los antecedentes presentados obedecen a los objetivos perseguidos en el estudio propuesto y por la escasa información, además por ser un tema reciente propuesto para el procesado de oca deshidratada "Umakhaya" se

presentan algunos antecedentes como referencias para las determinaciones morfo métricas en la Umakhaya.

Estudios efectuados en liofilización hacen referencia que durante la liofilización, la sublimación del hielo provoca cambios significativos en la forma y el volumen de los productos alimenticios (Marques et al., 2006), los cristales de hielo formados y sublimados generan porosidad que tomas características diferenciadas por y estas se pueden ver reflejadas en las características como: la densidad y la porosidad (Oikonomopoulou et al., 2011), que caracterizan la textura y la calidad de los productos deshidratados al controlar el sabor y la apariencia, la distribución del tamaño de los poros se puede estimar mediante el análisis de imágenes bidimensionales (Regier et al., 2007).

Si a los productos alimenticios sometidos al proceso de congelado se someten a secado, el resultado repercutirá en las propiedades estructurales como la textura, por efecto de la variación de la porosidad al ser sometido el producto a los cambios de temperatura en la liofilización (Rahman, 2001).

2.1.4. Antecedentes en cambios fisicoquímicos

Mejía (2006) estudió los cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) determinando que la textura, así como el ácido ascórbico fueron seriamente afectados con el proceso de congelado.

III. MARCO TEORICO

3.1. La oca

La oca, una especie nativa de al menos 8000 años de antigüedad, que se localiza mayormente en los territorios de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia y su origen, aunque no es preciso, supone la región altiplánica peruana-boliviana (Tapia & Fries, 2007). Crece entre los 3,000 y 4,000 msnm y en ambientes templado fríos, La mayor variabilidad se encuentra en los valles del Cusco, Ayacucho, Junín y Huancavelica y Puno en el Perú (Gerencia Regional de Agricultura, 2019), así como en el altiplano boliviano se caracteriza por su rusticidad, tolerancia a climas adversos y tener poca incidencia de plagas y enfermedades; es de fácil manejo agronómico y no utiliza químicos.

Los tubérculos de (*Oxalis tuberosa Mol*). son conocidos con los nombres comunes de “oca” en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; “cuiba” o “quiba” en Venezuela; “macachin” o “miquichi” en Argentina; “huasisai” o “ibia” en Colombia; “papa extranjera” en México, y “yam” en Nueva Zelandia (Cadima Fuentes, 2006). En las localidades de las Huaconas encontramos los siguientes nombres comunes de oca: en la comunidad Santa Rosa de Culluctús, zapallo, ronches, marica, ambrosia, santa rosa, Llunchu, amarilla, roja, Llunchu jaspes grises, bernarda y negra. En San Pedro de Rayoloma, Llunchu, ronches, algodón, zapallo, ruca, ojito rojo, curiquinga, amarilla, pintado roja, amarillo rojo, andrea, morada, ambrosia y muro. En Virgen de las Nieves, Llunchu, ronches, amarilla, negra, amarilla zapallo, Llunchu jaspeada, roja, amarilla pintada y colorada (Barrera Victor H. et al., 2004).

3.1.1.1. Diversidad genética de ocas

Esta gran diversidad morfológica observada principalmente en los tubérculos, se refleja en los distintos nombres de los cultivares reconocidos por los agricultores. Cada nombre está asociado a cualidades específicas en el sabor, almacenamiento, valor del tubérculo-semilla, método de consumo y valor en el mercado (King & Gershoff, 1987).

Tapia & Fries, (2007) reconocen tres formas básicas: alba, flava y roseo violácea a negra:

- Albas: son las ocas Llunchus (ejemplo Pili runto o huevo de pato).
- Flavas: las ocas amarillas claras, pigmentadas, de pigmentos o flavonas de color amarillo intenso y las anaranjadas, con pigmentos de caroteno.
- Roseo violáceas: son pigmentadas con antocianinas y de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro.

Muy pocos campesinos distinguen a la oca por alguna característica sin embargo estas pueden ser diferenciadas por los descriptores de color del peciolo y de sépalos (Paucar Quispe, 2019).

3.1.1.2. Composición proximal

El tubérculo de oca presenta en promedio un porcentaje de humedad de 70 a 80%, 11 a 22% de carbohidratos con un almidón de fácil digestibilidad (Fernández Honores & Rodríguez Rodríguez, 2007), y alrededor de 1% de grasas, fibra y ceniza por cada uno (León Marroú et al., 2011). Asimismo, presenta alto contenido de vitamina C (34,53 mg/100 g mf) y ácido oxálico (82,93 mg/100 g mf) una considerable concentración de Hierro (48,85 ppm), además de Manganeso, Zinc, Yodo, Sodio, Potasio y Cobre (Tabla 1).

3.2. La Umakhaya y el proceso de obtención

Tapia y Fries, (2007) en referencia al proceso de transformación y conservación de secado, el salado, la fermentación y el congelamiento seguido por la deshidratación aprovechando las condiciones climáticas locales. indica que el poblador del ande ha ideado y perfeccionado estas técnicas con las que

consiguen eliminar sustancias antinutritivas o de sabor desagradable; Prolongar el tiempo de almacenamiento del producto; Producir cambios en la textura, sabor y color; Inducir cambios en la composición de nutrientes (Tapia y Fries, 2007).

Tabla 1. Composición química de la oca

| Componente | U.m | Cantidad | Rojas | Amarilla | Blanco | Uma Khaya |
|------------------|---------------|----------|-------|----------|--------|-----------|
| Humedad | % | 77,73 | 79.99 | 84.48 | 81.62 | 13.6 |
| Cenizas | % | 3,39 | 0.67 | 0.46 | 0.39 | 2 |
| Proteína | % | 4,60 | 1.55 | 1.09 | 1.12 | 4 |
| Fibra | % | 2,16 | 0.96 | 1.08 | 1.02 | - |
| Etéreo (grasa) | % | 1,66 | 0.61 | 0.53 | 0.58 | 0.8 |
| Carbohidratos | % | 88,19 | 16.22 | 12.36 | 15.27 | 79.6 |
| Almidón | % | 42,17 | | | | |
| Azúcares Totales | % | 9,68 | 20.01 | 15.52 | 18.8 | |
| Azúcares | % | 7,62 | | | | |
| Calcio | % | 0,012 | | | | |
| Fósforo | % | 0,14 | | | | |
| Magnesio | % | 0,006 | | | | |
| Sodio | % | 0,018 | | | | |
| Potasio | % | 1,30 | | | | |
| Cobre | Ppm | 2,25 | | | | |
| Hierro | Ppm | 48,85 | | | | |
| Manganeso | Ppm | 5,35 | | | | |
| Zinc | Ppm | 5,95 | | | | |
| Yodo | Ppm | 3,65 | | | | |
| Vitamina C | (mg/100 g mf) | 34,53 | | | | |
| Ácido Oxálico | (mg/100 g mf) | 82,93 | | | | |
| Energía | (Kcal/100 g) | 399,00 | 71.70 | 54.93 | 66.61 | 339 |

Fuente: Barrera et al., (2004).

(*) (Antay Ccaccya, 2018)

** (MINSA, 2017)

Se sumergen en agua los tubérculos. En ese estado permanecen por un espacio de tiempo de 3 o 4 semanas hasta que las yemas tomen una coloración morada, en seguida se las somete a la acción del frío (hielo-ambiente) durante 3 o 4 días y después de pisotearlas se hace secar exponiéndolos al sol. La oca transformada mediante la misma técnica recibe el nombre de Umakhaya , se amontona después de la noche de helada para que permanezca congelada durante tres días, tapada con paja de ichu y en un lugar frío, para obtener un kilo de Umakhaya se requieren aproximadamente cinco kg de oca fresca (Tapia y Fries, 2007)

3.2.1. Composición proximal de la Umakhaya

La composición proximal comparativa de la Umakhaya frente al de la oca fresca se presenta en la Tabla 2. Observándose en ella. Que presenta bajo contenido de humedad y alto contenido en carbohidratos, fósforo y calcio, a diferencia de la Oca fresca la Umakhaya no presenta sabor agrio, debido al proceso al que fue sometido (Congelado – lavado - secado), los cuales son responsables de estos cambios indicados líneas arriba. (Tapia & Fries, 2007).

Tabla 2. Composición química de la oca fresca y la Umakhaya

| | Oca fresca | Umakhaya |
|-------------------|------------|----------|
| Energía (kcal) | 61 | 325 |
| Agua (%) | 84,1 | 15,3 |
| Proteína (g) | 1 | 4,3 |
| Grasa | 0,6 | 1,1 |
| Carbohidratos (g) | 13,3 | 75,4 |
| Fibra (g) | 1 | 3,4 |
| Ceniza (g) | 1 | 3,9 |
| Calcio (mg) | 22 | 52 |
| Fósforo (mg) | 36 | 171 |
| Hierro (mg) | 1,6 | 9,9 |
| Vitamina C (mg) | 38,4 | 2,4 |

Fuente: (Tapia y Fries, 2007)

3.3. Congelación

La congelación consiste básicamente en la disminución de la temperatura del producto por debajo de su punto de congelación, lo que provoca la

cristalización del agua que contiene, es un proceso muy importante, debido a su gran capacidad para preservar alimentos. Sin embargo, importantes transformaciones microestructurales relacionadas con el cristal de hielo la formación y su crecimiento ocurren en el proceso de congelación; por lo tanto, es importante entender cómo se lleva a cabo la congelación. La cristalización en hielo solo ocurrirá si se alcanza un estado sobresaturado, es decir, si la temperatura está constantemente por debajo del punto de congelación de la matriz alimentaria, de modo que siempre permanece una fuerza impulsora para la cristalización durante el equilibrio de congelación (Bund & Hartel, 2000). En presencia de otros componentes, como moléculas pequeñas, carbohidratos y proteínas, entre otros, disminuirá el punto de congelación del agua. La congelación consiste en tres etapas, es decir, enfriar el producto a su punto de congelación, eliminar el calor latente de cristalización y finalmente enfriar el producto hasta la temperatura de almacenamiento final (Kiani & Sun, 2011).

La ruptura mecánica causada por la formación de hielo es de carácter intracelular y protoplasmática depende de la rapidez de enfriamiento, y está en el orden de 2 a 24 horas, la Figura 1 muestra esquemáticamente las curvas típicas de congelación rápida y lenta para alimentos: primero el enfriamiento inicial hasta alcanzar el punto a, que es la temperatura de cristalización del hielo, luego la trayectoria del punto b a c donde el calor latente es eliminado, un proceso que lleva mucho más tiempo en la congelación lenta y el enfriamiento final hasta la temperatura objetivo. En el caso de la congelación lenta, la temperatura no baja durante la congelación meseta, pero la congelación rápida es tan abrupta, que la temperatura puede caer, en estos periodos la morfología del hielo es un factor importante que afecta la calidad de los alimentos congelados y está determinada por las condiciones de congelación (Petzold & Aguilera, 2009). Un factor determinante en la calidad organoléptica del producto congelado es el tamaño de los cristales de hielo formados. Éste depende de la tasa de nucleación y de la velocidad de extracción de calor del sistema (Kiani & Sun, 2011). Si la tasa de nucleación es baja, se forman pocos núcleos de hielo y éstos; por tanto, dan lugar, durante la etapa de cambio de fase, a pocos cristales de hielo, pero de gran tamaño. Estos cristales grandes

producen daños en la estructura de los alimentos, provocando desde alteraciones en su textura hasta una importante pérdida de agua durante la desongelación. Por el contrario, si la tasa de nucleación es elevada, se forma una gran cantidad de núcleos de hielo. Estos núcleos dan lugar a muchos cristales de hielo que, si la velocidad de extracción de calor del sistema es adecuada, serán de pequeño tamaño y causarán pocas pérdidas de calidad en los alimentos.

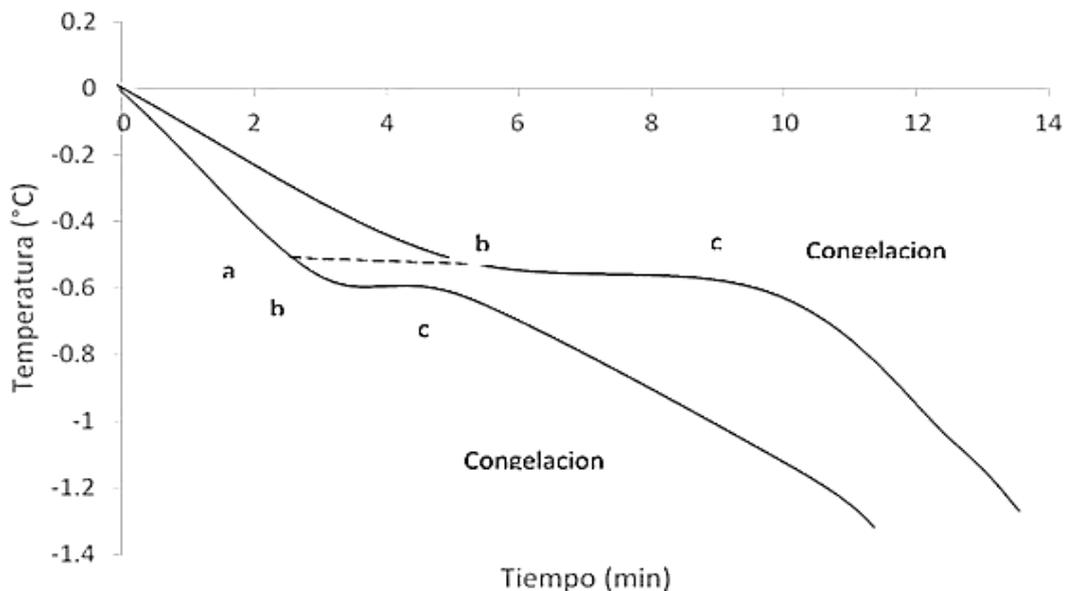


Figura 1. Curva típica de congelación de alimentos

a: temperatura de cristalización del hielo, b: equilibrio o punto de congelación inicial, c: final de la congelación. (Rahman, 2002).

Teniendo esto en cuenta, las propiedades de la superficie también deberían verse afectadas en un proceso de fritura, lo que afectaría la mecánica de absorción de aceite. La ebullición después de la congelación de las zanahorias fue estudiada por (Fuchigami et al., 1995).

3.4. Microestructura en productos congelados

Una forma muy común de crear estructuras nuevas es a través de la formulación del producto. Diferentes ingredientes y procesos se mezclan para obtener características funcionales específicas. Es fundamental comprender las

propiedades de los elementos estructurales que se pueden usar, es decir, los bloques de construcción de alimentos. Su funcionalidad, su respuesta durante / después del procesamiento, así como sus interacciones, son los factores clave para comprender el comportamiento de los alimentos. Los bloques de construcción más comunes en las matrices de aperitivos y productos fritos son gluten, almidón, almidones modificados (por ejemplo, pregelatinizados, acetilados, reticulados, hidroxipropilados) y copos / gránulos de patata así como agua y aire (Grandison, 2011). La caracterización microestructural también se puede usar para comprender las propiedades macroestructurales de los alimentos y los fenómenos de transporte, como lo muestra (Moreno Constela, 2012), quien correlacionó las propiedades microestructurales clave con la cinética de absorción de aceite y textura. El daño en la microestructura de los productos congelados, ocasiona migración de nutrientes al descongelarse, debido a que al congelarse el alimento pierde peso, y humedad (Pham & F., 1997).

3.5. Lavado o Lixiviación

La lixiviación de una sustancia a partir de un material sólido con la ayuda de un líquido es un proceso común en la ingeniería de alimentos, que se puede aplicar a sustancias biológicas, inorgánicas y orgánicas apropiadas. Este proceso también se puede utilizar para recuperar compuestos valiosos de los residuos, en la extracción con solvente convencional, la muestra sólida se sumerge en un solvente y el extracto se recolecta después de alcanzar la condición de equilibrio final (Chan et al., 2014). Es aplicado también para la extracción de solutos de los alimentos sumergiéndolos en agua (Mestdagh et al., 2008).

La lixiviación produce el desplazamiento de sustancias solubles o de alta dispersión, es un proceso en el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido; ambas fases entran en contacto íntimo y el soluto o los solutos pueden difundirse desde el sólido a la fase líquida, lo que produce una separación de los componentes originales del

sólido, la temperatura del proceso de lixiviación causa cambios estructurales en el tejido de la papa (Illanes González, 2014).

El proceso que se da en el lavado para la obtención de la tunta técnicamente conocido como lixiviación (Treybal et al., 2000) donde las ocas congeladas entran en contacto directo con el agua, durante el proceso se pierde especialmente el contenido de vitamina C, por ser hidrosoluble, además de otros elementos solubles lo cual mejora o modifica los sabor y aromas. Las etapas que tiene el proceso de lavado o lixiviación se presentan en la Figura 2.

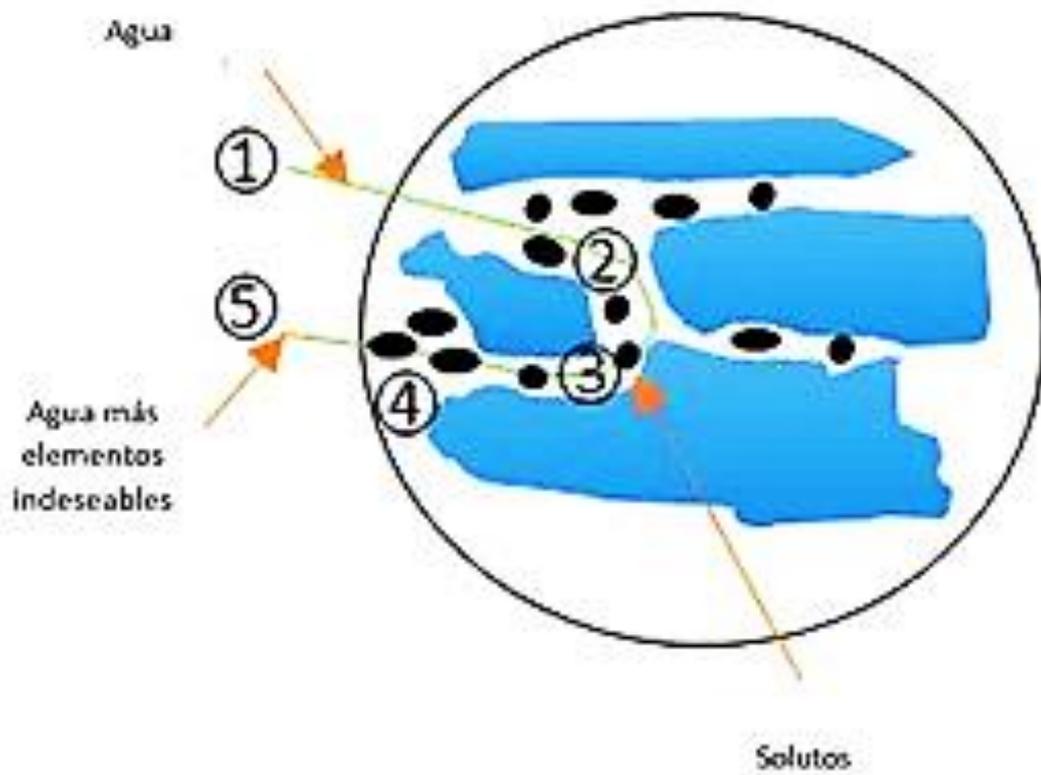


Figura 2.. Proceso de lavado o lixiviación

Fuente: (Booktein, 1986)

Donde:

- 1) Transferencia del agua a la superficie del sólido.
- 2) Difusión del agua en los poros del sólido.
- 3) Disolución del soluto en el agua.
- 4) Difusión del soluto a la superficie de la partícula.
- 5) Transferencia del soluto fuera de la superficie de la partícula.

3.6. Morfometría

Se entiende por morfometría al grupo de técnicas de procesamiento de imágenes, se enfocan en detallar aspectos precisos en la estructura de un organismo determinado, y permite hacer la descripción, interpretación de acciones y procesos, establecer relaciones y reconstruir etapas de desarrollo a partir del análisis de lo que se conoce como forma. También el tamaño en los estudios biométricos ha sido un tema de preocupación tanto en morfometría tradicional como en morfometría geométrica. Mediante el uso de dimensiones lineales la morfometría tradicional describe variaciones en ancho, largo o área de un organismo.

El tamaño está relacionado con la escala del objeto, mientras que la forma tiene que ver con sus proporciones. Aunque conceptualmente puede resultar sencillo, hay numerosas definiciones propuestas para las variables forma y tamaño en un contexto morfométrico (Bookstein, 1986), la forma es una propiedad geométrica de un objeto y que no toma en cuenta la escala, rotación y traslación lo cual se esquematiza en la Figura. 3.

Slice, (2006) indica que la forma y el tamaño son características biológicas que están íntimamente ligadas, es decir, organismos de diferentes tamaños tendrán diferentes formas, aunque sean de la misma especie, lo que se debe al desarrollo y crecimiento natural u ontogenético de los organismos vivos. En ocasiones, las estructuras biológicas son superficies planas o lisas y son difíciles de localizar la forma. Para la localizar y determinar estas estructuras homólogas, se emplea principalmente dos variables: outlines (contornos) y los landmarks, que son loci anatómicos que no alteran su posición topológica relativamente, lo cual provee una cobertura adecuada de la forma.

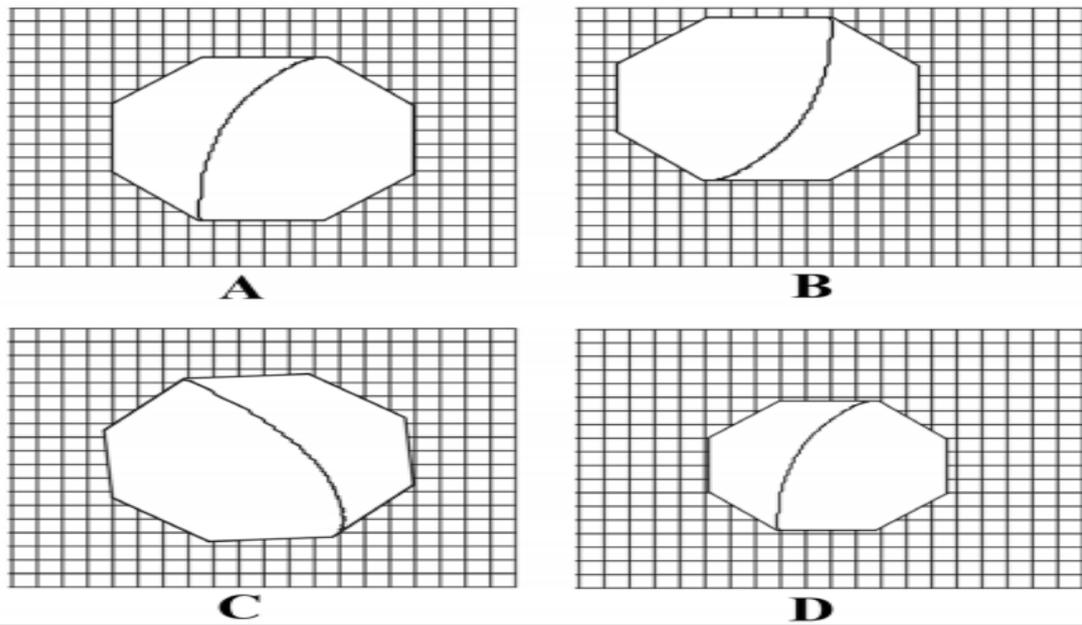


Figura 3. La forma de un objeto

Fuente: (Booktein, 1986)

(A) no se ve afectada por la traslación (B) que se refiere a la ubicación o al plano de orientación del objeto, tampoco influye la rotación (C) ni la escala o tamaño del mismo (D).

Existen tres tipos de landmarks: tipo I son yuxtaposiciones discretas de tejido, tipo II son zonas de máxima o mínima curvatura y tipo III son puntos extremos. Pero en ocasiones, las estructuras biológicas son superficies planas o lisas en las que es difícil establecer landmarks o éstos no cubren totalmente la forma a analizar, para solucionar esta limitante, se utilizan puntos distribuidos uniformemente a lo largo de esta superficie, los cuales se conocen como semilandmarks (Booktein, 1986) (Figura. 4).

Los métodos morfométricos proveen al investigador de un conjunto de técnicas analíticas muy poderosas para cuantificar la variación morfológica y examinar los componentes genético y ambiental de los rasgos examinados. A partir de un conjunto de mediciones (variables continuas) los análisis permiten obtener nuevas variables que describen la conformación de una estructura biológica, la cual es libre de la variación no biológica (aquella relacionada con la escala, la posición y la orientación de la estructura morfológica en el espacio). Paralelamente, también se obtiene una estimación del tamaño (Slice, 2006).

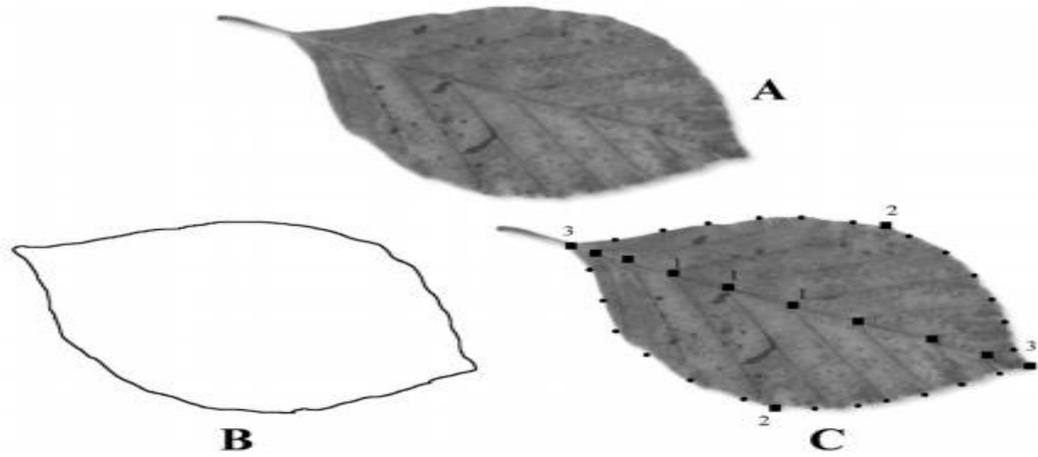


Figura 4. Objeto cuya forma es capturada en dos dimensiones

Fuente: Booktein, (1986)

(A), se puede proceder al análisis de la forma mediante su contorno (outline) (B), o mediante el uso landmarks (C). En una misma estructura pueden localizarse los tres tipos de landmarks (representados por cuadros): tipo I (cuadros número 1), tipo II (cuadros número 2) y tipo III (cuadros número 3); a su vez, pueden emplearse semilandmarks (representados como círculos).

IV. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

4.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional José María Arguedas en los laboratorios de física y laboratorio de control de calidad de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

4.2. Materiales instrumentos y equipos

4.2.1. Materia prima.

Se empleó ocas de las variedades Llunchu (Blanca), Kheni harinosa (amarrilla) y Huairi chuchu (roja) procedentes del centro poblado de Huancabamba, con madurez fisiológica conocida.

4.2.2. Equipos, Instrumentos y materiales.

Se presenta la lista de los equipos, instrumentos y materiales de laboratorio empleados en la investigación siendo estos:

Equipos

- Congelador industrial Faeda de 40 litros de capacidad.
- Estufa de secado de 100 litros de capacidad, marca Membert
- Balanza analítica Ohaus de 0,001 de sensibilidad
- Equipo Aqualab
- Mufla de incineración Memmert
- Cámara fotográfica Nikon D6200 de 16 megapíxeles
- Cabina de toma de imágenes
- Sistema de análisis de imágenes instalado en PC portátil.
- Poza de lavado (lixiviación)

Instrumentos

- Termómetro con sensor tipo t.
- pH metro
- Titulodor de volumen
- Vernier digital

Materiales de laboratorio

- Campana desecadora de sustancias
- Probeta de 1000 ml marca fortuna
- Vaso de precipitados de 1 litro pirex
- Lunas de reloj
- Depósitos de plástico de 20 litros
- Pissetas
- Soporte universal
- Bandejas de aluminio
- Crisoles
- Nuez de pesado
- Pinzas metálicas

4.3. Población y muestra

La población estuvo comprendida por las variedades Llunchu, Kheni harinosa (amarrilla) y Huairi chuchu (roja) provenientes del Distrito Huancabamba ubicado a 3820 m.s.n.m., perteneciente a la Provincia de Andahuaylas de la región de Apurímac.

La muestra: estuvo conformada por 5 kg de (*Oxális tuberosa Mol*) de los cultivares de Lunchchu (Llunchu), 5 kg de Kheni harinosa (amarrilla) y 5 kg de Huairi chuchu (roja).

4.4. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental debido a que se manipulara la temperatura al momento de congelar y la velocidad del aire de congelación.

Considerando para ello tres variedades tales como Lunchchu (Blanco), Kheni harinosa (amarrillo) y Huairi chuchu (rojo). Lo que fueron objeto de estudio para la obtención de Umakaya .

4.5. Métodos de análisis

4.5.1.1. Métodos para determinar las características fisicoquímicas.

Se emplearon los siguientes métodos:

- Humedad, método AOAC, 1995
- Peso, según INDECOPI 2014.
- Porosidad, método de Altuntas y Yildiz, 2007 y Ospina 2001.
- Actividad de agua, para productos alimenticios. ISO 18787
- Acidez titulable, método AOAC, 2000
- Ceniza, método AOAC, 1997
- Tamaño y forma, métodos de León et al 2006, Pedreschi et, al., 2006 y Tian R, 2005.

4.6. Metodología de análisis

4.6.1.1. Metodología para determinación las características físicas

A. Metodología para determinar el peso

El peso del material experimental se determinó empleando una balanza gramatoria digital, se procedió a encender la balanza, se calibro, y se colocó un vaso de precipitados de tamaño y volumen conocido para la cantidad que se desea pesar y se procedió a tarar "0". Seguidamente se colocaron cantidades de Ocas crudas u ocas deshidratadas, seguidamente se registró el resultado en la tarjeta de notas, una vez registrado el valor obtenido, se apagó la balanza y se limpió (INDECOPI, 2014).

B. Metodología para determinar la porosidad

La porosidad fue calculada a partir de los valores de densidad aparente y la densidad a granel obtenidos previamente, utilizando la ecuación descrita por Altuntaş & Yildiz, (2007) y (Ospina M. et al., 2011).

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_a} \right] * 100 \quad \dots \text{Ec. 1}$$

Donde:

ε : porosidad, %

ρ_b : densidad a granel, (g/cm³)

ρ_a : densidad aparente, (g/cm³)

C. Metodología para determinar la actividad de agua

Se utilizó el “AquaLab” y siguiendo el procedimiento estipulado en el protocolo para el análisis de muestras se procedió de la siguiente manera: se prendió mediante el interruptor de contacto 10-15 minutos antes de utilizar y hacer las lecturas con las muestras. Se colocó 5 gramos de muestra de Umakhaya en los recipientes respectivos del AquaLab, considerando que la cantidad a colocar tiene que ser hasta la mitad del recipiente como indica el protocolo. Las muestras se mantuvieron cerrados hasta el momento de colocarlos en la cámara de lectura del AquaLab. Cuando ya estuvo listo el equipo, se colocó los recipientes con la muestra sin la tapa, y se procedió a cerrar la cámara y esperar mientras toma la lectura, el proceso terminó cuando el equipo emitió un destello en la pantalla indicando que la determinación ha sido finalizada. Se registrarán los datos de a_w y la temperatura. Se procedió a retirar las muestras para las siguientes lectura (Internacional standard ISO, 2017).

4.6.1.2. Tabla de recolección de datos

En las Anexo1 y 3 se presentan las tablas para la recolección de datos de los análisis fisicoquímicos de las muestras de ocas secas en sus tres variedades sujetos al estudio de la temperatura y velocidad de congelación.

4.6.1.3. Análisis estadístico

Los datos de las características físicas, obtenidas del estudio fueron sometidos a análisis estadístico por análisis de varianza por lo que en la Tabla 5 se presenta las determinaciones efectuadas para evidenciar el efecto o no de los factores en estudio sobre las variables de respuesta, asimismo se realizó pruebas estadísticas de comparaciones de promedio de Tukey al 95% de nivel de confianza cuando las hipótesis nulas resultaron adversas a las propuestas.

Tabla 3. Análisis de varianza esperado para factorial 2x2x3

| F. V. | S. C. | G. L | C. M. | Fexp |
|---------------------------|--------------|------------------------|--------------|-------------|
| Temperatura (Factor A) | SCA | a - 1 | CMA | CMA/CMR |
| Velocidad (Factor B) | SCB | b - 1 | CMB | CMB/CMR |
| Variedad (Factor C) | SCC | c - 1 | CMC | CMC/CMR |
| A x B | SC(AB) | (a - 1) (b - 1) | CM(AB) | CM(AB)/CMR |
| A x C | SC(AC) | (a - 1) (c - 1) | CM(AC) | CM(AC)/CMR |
| B x C | SC(BC) | (b - 1) (c - 1) | CM(BC) | CM(BC)/CMR |
| A x B x C | SC(ABC) | (a - 1) (b - 1)(c - 1) | CMR | CM(ABC)/CMR |
| TOTAL | SCT | abc - 1 | CMT | |

4.6.2. Métodos de análisis para las características químicas

4.6.2.1. Determinación de humedad

Se empleó el método gravimétrico porcentual, en el que un peso determinado de materia es secado en estufa a 105 °C por 2,5 horas, hasta obtener un peso constante. El valor de humedad expresó en porcentaje Cuyo procedimiento es el siguiente (Latiner G., 2005):

- Se secó las cápsulas, a 102+/-2°C durante 30 minutos en estufa.
- Se retiró de la estufa las cápsulas y se colocaron en el desecador para que se enfrié a temperatura ambiente.
- Se pesaron las cápsulas sin muestra (M1).

- Se colocaron 5 g de muestra de ocas deshidratada en la cápsula y se pesaron (M2).
- Se colocaron las cápsulas en la estufa y se mantuvieron por 2.5 horas.
- Se retiró las cápsulas de la estufa al desecador y se dejó enfriar para su pesado (M3).
- El porcentaje de humedad se calculó con la expresión:

$$\% \text{ de humedad} = (M2 - M3) * \frac{100}{M2 - M1} \quad \dots \text{Ec. 2}$$

Siendo:

M1 = Peso, en g, de la cápsula.

M2 = Peso, en g, de la cápsula y muestra antes del secado.

M3 = Peso, en g, de la cápsula y muestra después del secado.

4.6.2.2. Acidez titulable

Se tomó en consideración el método recomendado Latiner G., (2005) se pesó entre 5 a 10 gramos de muestras de Umakhaya. Se sometido a licuado con 100 ml de agua destilada, el producto obtenido se hizo pasar por papel filtro y se tomó una alícuota donde se le adiciono tres gotas de fenolftaleína, lo cual se titulado con hidróxido de sodio 0.1 N. El resultado se expresó como el porcentaje (%) del ácido oxálico, el cálculo para determinar la acidez total se hizo con la ecuación siguiente:

$$\% \text{ de acidez} \left(\frac{g}{100ml} \right) = \frac{\text{gasto} \times N(\text{NaOH}) \times P_{\text{meq}} \times F}{TM(\text{ml})} \times 100 \quad \dots \text{Ec. 3}$$

Donde:

Gasto: Gasto en mL del titulante (NaOH).

[NaOH]: Normalidad del titulante.

Pmeq: Peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra.

Pmeq (Ácido oxálico C₂H₂O₄) = 0,045.

F: Factor de valoración del titulante

TM: Tamaño de la muestra (mL).

4.6.2.3. Determinación de ceniza

Se procedió según el método A.O.A.C. 1997. (Latiner G., 2005) las muestras de Umakhaya se procedió a moler y pasar por tamiz de 20 mesh, se pesó en una balanza analítica de 0,1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (m_0) entre 2 a 5 g de muestra homogenizada (m_1). Se procedió a pre calcinar previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego se colocó en la mufla donde se incineró a 550 °C hasta obtener cenizas Llunchus o grisáceas. Se pre enfrió en la mufla apagada y luego se traspasó a un desecador y se pesó a temperatura ambiente (m_2).

$$\% \text{ Ceniza total} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} * 100 \quad \dots \text{Ec. 4}$$

M_2 : masa de la cápsula con las cenizas, en gramos.

M_1 : masa de la cápsula con la muestra, en gramos.

M_0 : masa de la cápsula vacía, en gramos.

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales

4.6.2.4. Tabla de recolección de datos

En los anexos 3. Se presentan las tablas para la recolección de datos de los análisis químicos de las muestras de Umakhaya en sus tres variedades sujetos al estudio de la temperatura y velocidad de congelación.

4.6.2.5. Análisis estadístico

Los datos de las características químicas, obtenidos del estudio se sometieron a análisis estadístico por análisis de varianza por lo que en la Tabla 7 se presenta las determinaciones efectuadas para evidenciar el efecto o no de los factores en estudio sobre las variables de respuesta, asimismo se realizó pruebas estadísticas de comparaciones de promedio de Tukey al 95% de nivel de confianza si las hipótesis nulas resultasen adversas a las propuestas.

Tabla 4. Análisis de varianza esperado para factorial 2x2x3

| F. V. | S. C. | G. L | C. M. | Fexp |
|--------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------|
| Factor A | SCA | $a - 1$ | CMA | CMA/CMR |
| Factor B | SCB | $b - 1$ | CMB | CMB/CMR |
| Factor C | SCC | $c - 1$ | CMC | CMC/CMR |
| A x B | SC(AB) | $(a - 1)(b - 1)$ | CM(AB) | CM(AB)/CMR |
| A x C | SC(AC) | $(a - 1)(c - 1)$ | CM(AC) | CM(AC)/CMR |
| B x C | SC(BC) | $(b - 1)(c - 1)$ | CM(BC) | CM(BC)/CMR |
| A x B x C | SC(ABC) | $(a - 1)(b - 1)(c - 1)$ | CMR | CM(ABC)/CMR |
| TOTAL | SCT | $abc - 1$ | CMT | |

4.6.3. Métodos para determinar las características morfométricas.

4.6.4. Determinación de la forma y el tamaño

Las características morfométricas fueron determinadas considerando los procedimientos descritos por León et al.,(2006),y Pedreschi et al.,(2006). Para la obtención y posterior análisis de las imágenes digitales se utilizaron dos softwares: Zoombrowser EX e imagen, considerando las recomendaciones de Pedreschi et al.,(2006) y en hoja Excel se procedieron a realizar los cálculos a partir de los datos obtenidos de área, perímetro, largo, ancho, diámetro de feret y se calculó los descriptores de forma.

4.6.4.1. Tabla de recolección de datos

En los anexos 4 se presentan las tablas para la recolección de datos de los análisis morfométricos de forma y tamaño de las muestras de ocas secas en sus tres variedades sujetos al estudio de la temperatura y velocidad de congelación.

4.7. Método experimental

La metodología experimental que se ha seguido se presenta en la (figura 5) también en ella se observa la secuencia de operaciones en las que se incurrió para obtener Umakhaya en sus tres Variedades de oca.

Recepción. Las muestras de ocas en sus tres cultivares, fueron recepcionados en cajas de cartón corrugado a fin de evitar exponerlos al sol, y garantizar a que esta no sufra deterioro alguno.

Selección. Las muestras fueron seleccionadas para separar aquellos que presentan daños mecánicos, así como las que presentan coloración diferente a la muestra, también se eliminaron las de tamaño pequeño a fin de lograr uniformidad en las muestras para el estudio.

Lavado. Las muestras seleccionadas fueron lavadas con agua potable, afín de eliminar restos de tierra y material ajeno a la muestra objeto de estudio.

Oreado. Las muestras lavadas fueron oreadas a temperatura ambiente cuidando a que no se exponga demasiado tiempo al sol y no cause alteración alguna a las muestras.

Pesado. Las muestras secas fueron pesadas en una balanza de precisión a fin de que este valor sirva para determinar el rendimiento y la pérdida de peso después de los procesos a los que serán sometidos.

Congelado. Las muestras secas y pesadas fueron rotuladas afín de que no cause confusión y sean fácilmente identificadas cuando se requiera su observación, seguidamente las muestras rotuladas e identificadas fueron cargadas al congelador cuidando que estas tengan las distancias correspondientes entre muestra y muestra, todo ello para garantizar un proceso uniforme de congelación. Donde permaneció hasta que logren temperatura constante de -12 y -18 °C lo cual se registró con un sistema de adquisición de datos, en cada temperatura se hizo variar la velocidad del aire de enfriamiento entre 1 y 2 m/seg, para conseguir que el aire fluya en el interior se acondicionó un sistema de recirculación de aire con regulador mecánico y con la ayuda de un anemómetro se regulo la corriente de aire.

Lavado. Las muestras congeladas fueron lixiviadas o lavadas por quince días con cambios de agua sucesivos, las pozas en las que permanecieron fueron de vidrio por su fácil desinfección y control del proceso en cada posa se instaló un

sistema de remoción o burbujeo a fin de que la población microbiana no se prolifere y no surja indicios de fermentación alcohólica.

Secado. Las muestras lavadas fueron inmediatamente secadas bajo condiciones ambientales naturales por un tiempo de 5 a 6 días, el proceso de secado terminó cuando se observó que el peso de las muestras fue constante.

Envasado. Las muestras secas fueron pesadas y envasadas para proteger de una posible reabsorción de agua y los resultados fueron anotados en el cuaderno de notas del estudio.

La descripción de las operaciones a seguir presentados en el flujo de Umakhaya se detallan a continuación:

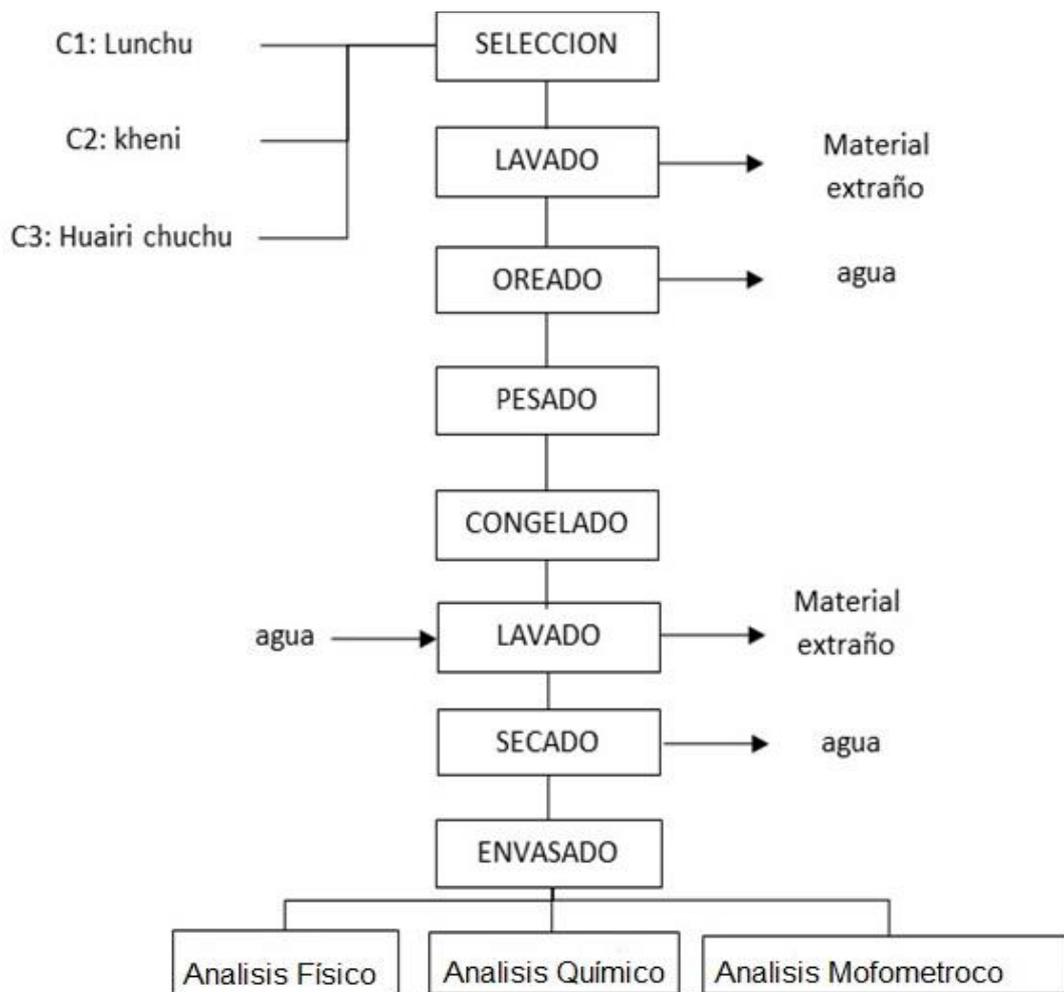


Figura 5. Diagrama de bloques para la obtención de Umakhaya

4.8. Diseño experimental

El bosquejo del diseño experimental se presenta en la Figura 6, por las variables a estudiar sobre las respuestas esperadas, el estudio fue evaluado bajo un diseño experimental con arreglo factorial 3x2x2 con tres repeticiones por tratamiento, obteniéndose 36 observaciones. El modelo estadístico para al estudio propuesto es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijk}$$

con $i = 1, 2, 3 \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, 3 \dots, c$.

donde:

- τ_i, β_j y γ_k : Son los efectos producidos por el nivel i-ésimo del factor A, ($\sum_i \tau_i = 0$), por el nivel j-ésimo del factor B, ($\sum_j \beta_j = 0$) y por el nivel k-ésimo del factor C, ($\sum_k \gamma_k = 0$), respectivamente.
- $(\tau\beta)_{ij}, (\tau\gamma)_{ik}, (\beta\gamma)_{jk}$ y $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$: Son los efectos producidos por las interacciones entre A x B, A x C, B x C y A x B x C, respectivamente.

$$\begin{aligned} \sum_i (\tau\beta)_{ij} &= \sum_j (\tau\beta)_{ij} = \sum_i (\tau\gamma)_{ik} = \sum_k (\tau\gamma)_{ik} = \sum_j (\beta\gamma)_{jk} = \sum_k (\beta\gamma)_{jk} \\ &= \sum_i (\tau\beta\gamma)_{ijk} = \sum_j (\tau\beta\gamma)_{ijk} = \sum_k (\tau\beta\gamma)_{ijk} = 0 \end{aligned}$$

4.9. Matriz de consistencia

La matriz de consistencia se presenta en la Tabla 5.

Figura 6. Diagrama del diseño experimental

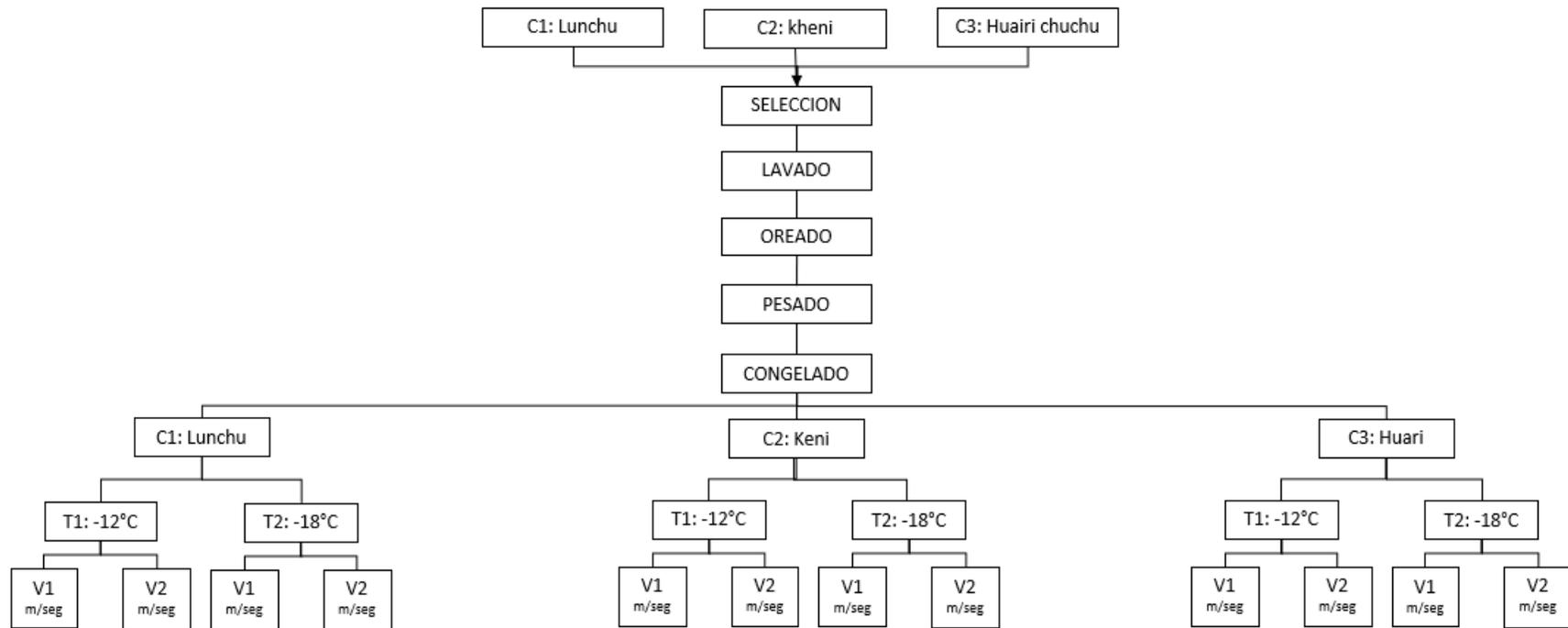


Tabla 5. Matriz de consistencia

| Formulación del problema | | Objetivos | Hipotesis | Variabes | Def. de la Variable | Indicadores | Escala | Tecnica | Instrumento |
|--------------------------|---|---|---|------------------------------------|--|-------------|-------------|--|--------------------------------|
| GENERAL | ¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas y morfométricas en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya)? | Determinar el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas y morfométricas en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya). | La velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación influye en las características fisico-químicas y morfométricas en tres variedades de oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya) | Velocidad del aire de enfriamiento | Parámetro que permite medir el flujo o movimiento del aire dentro de un contenedor o sistema | V= 1 | m/seg | medición Instrumental | Anemometro |
| | | | | | | V= 2 | m/seg | medición Instrumental | Anemometro |
| | | | | Temperatura de congelacion | Parámetro físico que permite medir la temperatura a la cual se congela un material | T=-12 | °C | Medicion instrumental | Termometro |
| | | | | | | T= -18 | °C | Medicion instrumental | Termometro |
| | | | | Variedad | Especie botanica perteneciente a los tuberculos y/o raices andinas | Lunchu | Morfologica | Visual | Descriptores de especie |
| | | | | | | Kheni | Morfologica | Visual | Descriptores de especie |
| Huairi | Morfologica | Visual | Descriptores de especie | | | | | | |
| ESPECIFICO 1 | ¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya)? | □ Determinar el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya). | La aplicación de tratamientos de velocidad de aire de enfriamiento y temperatura de congelación, produce iguales efectos en las características fisico-químicas (% Humedad, Peso, Porosidad, Aw, % Acidez y % Ceniza) en las tres variedades de oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya) | Características-físico químicas | Cualidades que posee un material alimenticio y que sirve para identificarla respecto a otras | % Humedad | % | Gravimetrica | Por calculo |
| | | | | | | Peso | g | gravimetrica por pesado | Balanza |
| | | | | | | Porosidad | % | Instrumental | por Calculo |
| | | | | | | Aw | AD | Punto de rocío | Aqualab |
| | | | | | | % Acidez | % aa/g | Volumetrica | Por calculo |
| % Ceniza | % | Incineración | Por calculo | | | | | | |
| ESPECIFICO 2 | ¿Cuál es el efecto de la velocidad del aire de enfriamiento y temperatura de congelación en las características morfológicas en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya)? | Determinar el efecto de la velocidad de enfriamiento del aire y temperatura de congelación en las características morfométricas (forma y tamaño) en tres variedades de Oca (Oxalis tuberosum Mol) seca (Umakaya) | La aplicación de tratamientos de velocidad de aire de enfriamiento y temperatura de congelación, produce iguales efectos en las características morfométricas (forma y tamaño) en las tres variedades de oca (Oxalis tuberosum Mol) deshidratada (Umakaya) | Características morfométricas | Se refiere al análisis cuantitativo de la forma y tamaño | Forma | AD | Observacion y analisis mediante analisis de imágenes | Camara fotografica profesional |
| | | | | | | Tamaño | um | Observacion y analisis mediante analisis de imágenes | Camara fotografica profesional |

V. RESULTADOS

4.10. Influencia de la velocidad y temperatura de congelación en las características fisicoquímicas

4.10.1. Peso en Umakhaya

Las ocas congeladas y secadas, previo al proceso de lavado a los que fueron sometidos, presentó un peso promedio global de 0.18 ± 0.04 g, un peso mínimo de 0.13g y máximo de 0.27g, observándose la tabla del análisis de varianza (Tabla 6), los pesos reportados variaron en función de la variedad, y velocidad del aire de congelado, los que en alguna medida influyen de forma independiente sobre el peso final obtenido. Asimismo, se determinó que las interacciones Variedad * Temperatura; Variedad * Velocidad; Temperatura * Velocidad y Variedad * Temperatura * Velocidad influyen de forma conjunta sobre el peso final de la Umakhaya de oca. Por los resultados obtenidos estas variables e interacciones, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1).

Tabla 6. Análisis de varianza para el Peso (g) de la Umakhaya

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-----------------------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo. | 0.06 | 11 | 0.01 | 32.04 | <0.0001 |
| Variedad | 0.04 | 2 | 0.02 | 110.91 | <0.0001 |
| Temperatura | 2.8E-04 | 1 | 2.8E-04 | 1.72 | 0.2016 |
| Velocidad | 0.01 | 1 | 0.01 | 39.72 | <0.0001 |
| Variedad*Temperatura | 4.4E-03 | 2 | 2.2E-03 | 13.57 | 0.0001 |
| Variedad*Velocidad | 1.6E-03 | 2 | 8.1E-04 | 5.02 | 0.0151 |
| Temperatura*Velocidad | 2.8E-03 | 1 | 2.8E-03 | 17.66 | 0.0003 |
| Variedad*Temperatura*Veloc. | 0.01 | 2 | 2.8E-03 | 17.19 | <0.0001 |
| Error | 3.9E-03 | 24 | 1.6E-04 | | |
| Total | 0.06 | 35 | | | |

Efectuándose el análisis de comparaciones de medias (Tabla 7), se determinó que la Variedad Llunchu, sometido a -18°C , y 5 m/seg de velocidad de flujo de aire de congelación presentó mayor peso (0.27 ± 0.01 g) y reportando el menor peso la variedad Kheni (0.14 ± 0.01 g) cuando es sometido a -12°C y 4 m/seg de velocidad de flujo de aire de congelación

Tabla 7. Prueba de Tukey para peso en variedad * Temperatura * velocidad

| Variedad | Temperatura | Velocidad | Medias | | |
|---------------|-------------|-----------|--------|---|---|
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 0.27 | a | |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 0.23 | a | b |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 0.23 | a | b |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 0.21 | b | c |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 0.18 | c | d |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 0.18 | c | d |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 0.17 | c | d |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 0.16 | d | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 0.15 | d | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 0.15 | d | |
| Huari chuchu | -12.00 | 5.00 | 0.15 | d | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 0.14 | d | |

Los valores reportados sobre la influencia de la interacción múltiple Variedad*Temperatura*Velocidad, posiblemente se deba a que la temperatura de congelación tanto de -18 °C y -12 °C y flujos de aire de 4 m/seg y 5m/seg durante el congelamiento hayan facilitado el daño en el tejido celular, y cuya resistencia a los frentes de frío este directamente relacionado a la composición que tiene las ocas dentro de su estructura (Kiani & Sun, 2011); además en la congelación de alimentos la velocidad del aire para congelar juega un rol preponderante, además de que cada variedad de oca presenta diferente contenido de humedad ((Antay Ccaccya, 2018) de estas dos variables dependerá la formación de cristales y la morfología que estas optan dentro del tejido celular de las ocas (Petzold & Aguilera, 2009) lo que posiblemente haya facilitado un adecuado lixiviado facilitando la eliminación algunos sólidos presentes en la oca y consecuentemente el peso determinado guarde relación directa con la variedad y su contenido de humedad. Esto se confirma con los reportes de los análisis efectuados (Figura 7); es así que la variedad Llunchu a -18 °C con una velocidad de 5 m/seg reporto un peso promedio (g) de 0.27 ± 0.01 g, asimismo a -12 °C con velocidades de 4 m/seg reporto un peso de 0.23 ± 0.03 g y a 12 °C con velocidad de 5 m/seg un peso de 0.23 ± 0.02 g, su contenido de humedad y la conformación de sus tejidos posiblemente hayan hechos que se genere deformaciones internas y se forme nuevas estructuras que

han permitido presentar mayores pesos a diferencia de las variedades kheni y huari chuchu esta variedad específicamente presento menores pesos, comportamiento que podemos relacionarlo a la baja humedad que presenta

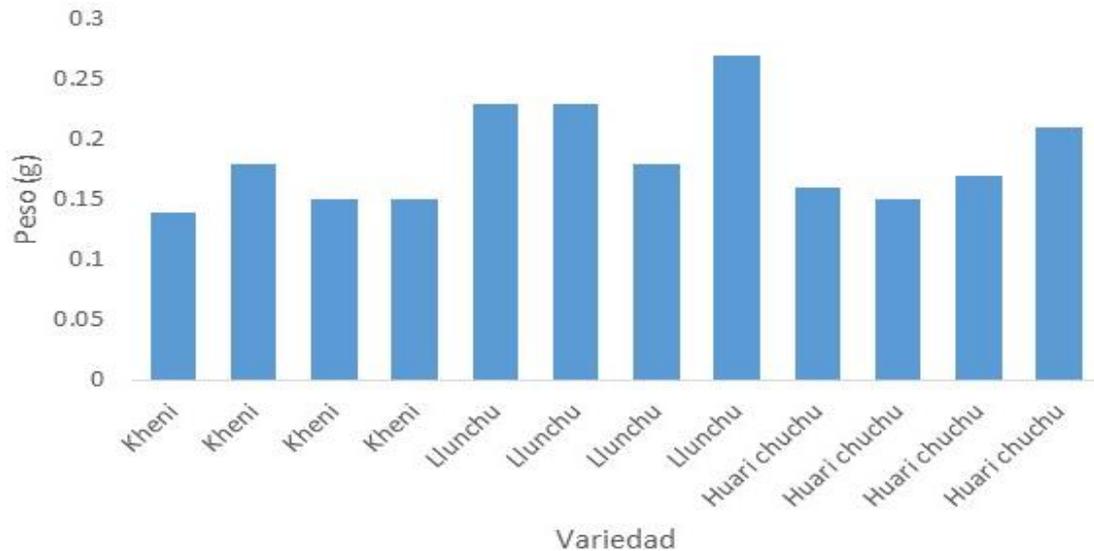


Figura 7. Peso de la Umakhaya según variedad

4.10.2. Porosidad

Conocida como oquedad que es la propiedad que afecta a su almacenamiento, la porosidad está referida como el volumen de aire referido al volumen aparente (volumen total) que presentan las ocas congeladas y secadas, los reportes obtenidos nos permitieron determinar una porosidad media global de $59.67 \pm 6.2\%$, determinándose una porosidad mínima de 47.40% y un máximo de 73.21%, observándose la tabla del análisis de varianza (Tabla 8), los valores de porosidad no fueron afectados de forma independiente por la variedad, y velocidad de flujo de aire de congelación, así como por las interacciones Variedad * Temperatura; Variedad * Velocidad; Temperatura * Velocidad y Variedad * Temperatura * Velocidad; sin embargo si fueron influenciados solamente por la temperatura de congelación a los que fueron sometidos las ocas en sus tres variedades; por

tanto rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1) para esta variable.

Tabla 8. Análisis de varianza para porosidad (%) de la caya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo. | 671.04 | 11 | 61.00 | 2.21 | 0.0506 |
| Variedad | 17.82 | 2 | 8.91 | 0.32 | 0.7272 |
| Temperatura | 346.15 | 1 | 346.15 | 12.54 | 0.0017 |
| Velocidad | 25.15 | 1 | 25.15 | 0.91 | 0.3493 |
| Variedad*Temperatura | 142.54 | 2 | 71.27 | 2.58 | 0.0965 |
| Variedad*Velocidad | 49.79 | 2 | 24.90 | 0.90 | 0.4191 |
| Temperatura*Velocidad | 58.80 | 1 | 58.80 | 2.13 | 0.1574 |
| Variedad*Temperatura*Veloc | 30.79 | 2 | 15.39 | 0.56 | 0.5797 |
| Error | 662.43 | 24 | 27.60 | | |
| Total | 1333.47 | 35 | | | |

Efectuándose el análisis de comparaciones de medias (Tabla 9), se determinó que la temperatura de -18°C presenta mayor (62.77 ± 6.02) porosidad a diferencia de la temperatura de -12°C que presentó menor porosidad (56.57 ± 4.67).

Tabla 9. Prueba de Tukey para porosidad en Temperaturas de congelación

| Temperatura | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|------|---|
| -18.00 | 62.77 | 18 | 1.24 | a |
| -12.00 | 56.57 | 18 | 1.24 | b |

La influencia de la temperatura de congelación de -18°C y -12°C , sobre la porosidad de la Umakhaya, muy posiblemente sea debido a que las temperaturas más bajas (-18°C) hayan causado más daño al tejido celular; (Petzold & Aguilera, 2009) por tanto presentaran mayor ruptura mecánica de la estructura protoplásmica (Levitt, 1980), lo que nos permitió obtener mayor porosidad (62.77%) producto de la deformación interna que sufren las ocas al momento de congelarse y posterior a ellos sufren relajación y contracción (Fito, 1996; Martínez-Monzó, 1998) que presentará la Umakhaya después del secado (Figura 8).

En tanto a temperatura de -12°C no ha causado una ruptura mecánica completa al momento de congelar las ocas, por ello la Umakhaya presentó menores valores de porosidad (56.57%). La porosidad es de interés debido a

que en muchas ocasiones la porosidad conocida como los espacios vacíos que generan los productos alimenticios al momento de su manipulación puede facilitar la adecuada ventilación y recirculación de aire sin embargo los productos con altos valores de porosidad generan mayor volumen de espacio para su almacenamiento. Los valores globales de porosidad según la variedad estudiada se presentan en la (Figura 9), donde la variedad Huari chuchu, presenta la mayor porosidad, seguido de kheni y con baja porosidad la variedad Llunchu, estos resultados hacen notar que la Umakhaya de huari chuchu tendrá mejor mecanismo hidrodinámico lo que facilitará su rehidratación o compresión (Cortes y chiralt, 2002)

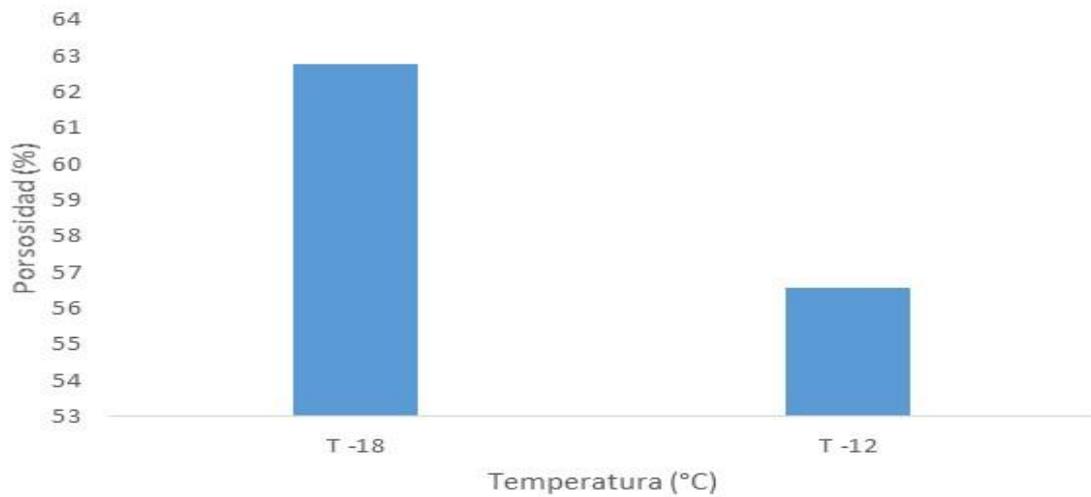


Figura 8. Porosidad de la Umakhaya según Temperatura

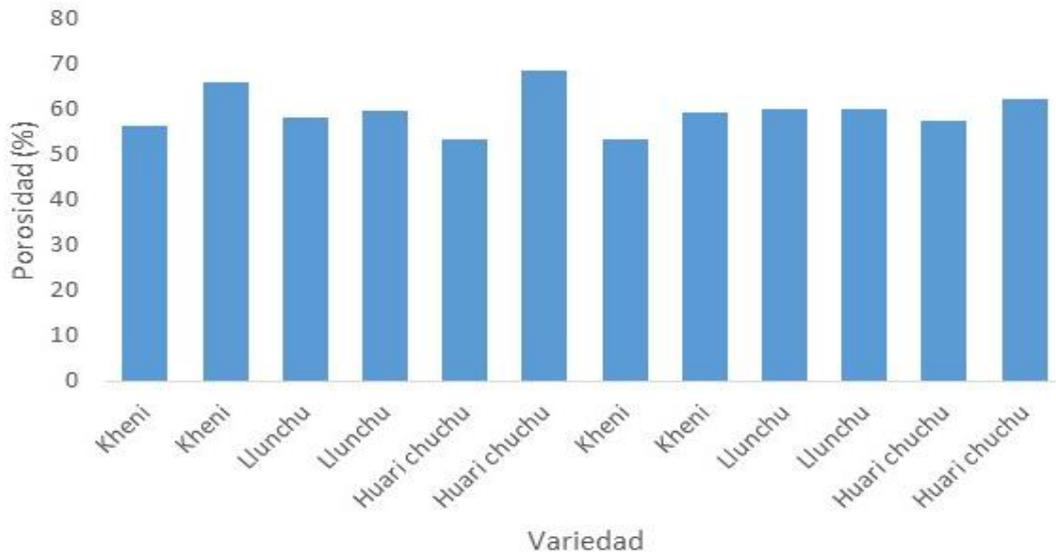


Figura 9. Porosidad de la Umakhaya según variedad

4.10.3. Actividad de agua

La Umakhaya de ocas, presento un valor promedio global de actividad de agua de 0.64 ± 0.10 y valore mínimos de 0.416 y máximo de 0.83. Asimismo, de los reportes obtenidos se ha determinado que la actividad de agua determinada en la Umakhaya fue influenciada por la Variedad, Temperatura, Velocidad, por sus interacciones Variedad * Temperatura, Variedad * Velocidad, Temperatura * Velocidad y con más incidencia por la interacción Variedad * Temperatura * Velocidad (Tabla 10). Frente a estos resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la Hipótesis alterna (H_1).

Al efectuar la prueba de tukey, se ha determinado que en la variedad Kheni, cuando es sometido a $-12\text{ }^\circ\text{C}$ y 5 m/seg de velocidad de flujo de aire de congelación 0.83 ± 0.01 de actividad de agua se determinó también que presento menores valores de actividad de agua (0.44 ± 0.02) a $12\text{ }^\circ\text{C}$ con 4 m/seg de flujos de aire de congelación (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de varianza para Aw en Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo. | 0.34 | 11 | 0.03 | 497.00 | <0.0001 |
| Variedad | 0.04 | 2 | 0.02 | 294.58 | <0.0001 |
| Temperatura | 0.03 | 1 | 0.03 | 457.19 | <0.0001 |
| Velocidad | 0.03 | 1 | 0.03 | 564.55 | <0.0001 |
| Variedad*Temperatura | 0.02 | 2 | 0.01 | 127.65 | <0.0001 |
| Variedad*Velocidad | 0.04 | 2 | 0.02 | 312.83 | <0.0001 |
| Temperatura*Velocidad | 0.03 | 1 | 0.03 | 468.15 | <0.0001 |
| Variedad*Temperatura*Veloc. | 0.15 | 2 | 0.08 | 1253.50 | <0.0001 |
| Error | 1.5E-03 | 24 | 6.2E-05 | | |
| Total | 0.34 | 35 | | | |

De los resultados obtenidos en la actividad de agua, y la influencia de las variables independientes de Variedad * Temperatura * velocidad y los análisis efectuados mediante la prueba de Tukey se evidencian que efectivamente la actividad de agua varía según los niveles en sus distintas combinaciones, producto de ello es posible indicar que los valores determinados están dentro de los límites críticos establecidos para productos deshidratados siendo estos de 60 a 85 de actividad de agua.

Tabla 11. Prueba de Tukey para Aw

| Variedad | Temperatura | Velocidad | Medias | |
|---------------|-------------|-----------|--------|-----|
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 0.83 | a |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 0.79 | b |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 0.70 | c |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 0.70 | c |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 0.62 | d |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 0.62 | d |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 0.62 | d |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 0.61 | d e |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 0.61 | d e |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 0.60 | e |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 0.59 | e |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 0.44 | f |

Estas evidencias permitirán que la Umakhaya obtenida presente estabilidad física y microbiológica al almacenamiento (Argaiz et al., 1995); lo que significa que la Umakhaya no sufrirá apelmazamiento, y enmohecimiento (Powitz R. W. S., 2007) producto de la humedad contenida en la matriz formada después del congelado, lavado y secado, asimismo las reacciones químicas y bioquímicas como la reacción de Maillard, las que pueden ser cómplices del deterioro de textura, sabor, color, sabor y valor nutricional de la Umakhaya, causantes de la estabilidad y tiempo de caducidad serán reducidas 5, 13, 14, 22. En la figura es posible observar que la variedad kheni a -12 °C con 5m /seg; y a -18 °C con 4 m/seg, presento mayores valores de aw. Seguido de los tratamiento -18 °C y 5 m/seg; Huari chuchu a -18°C con 5 m/ser presento también altos contenidos de aw a diferencia de kheni a -12 con 4 m/seg presento el valor más bajo de aW (Figura 10).

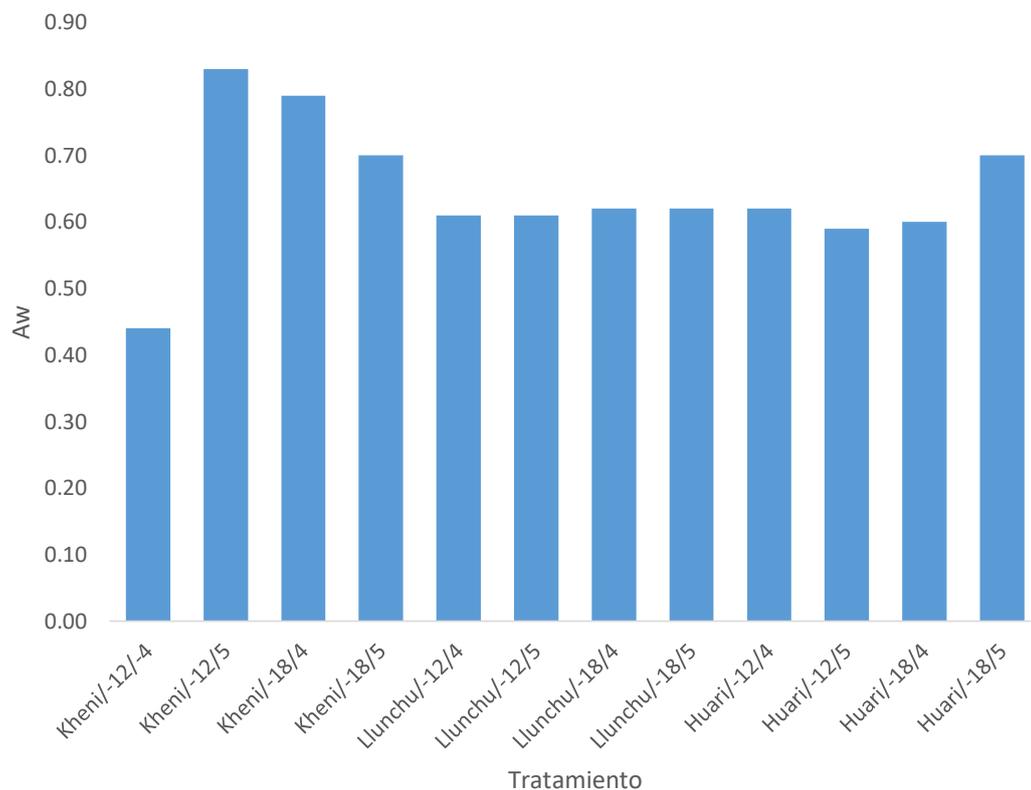


Figura 10. Porosidad de la Umakhaya según variedad

4.10.4. Humedad

El conocimiento del contenido de humedad en alimentos y muy en especial en la Umakhaya es clave desde el punto de vista económico y de preservación de su calidad, por tanto; por razones comerciales, es importante controlar el contenido de humedad para poder compensar las pérdidas (mermas) que ocurren durante los procesos a los que son sometidos la Umakhaya deshidratada. De los análisis de datos obtenidos de humedad, se ha determinado 10.13 ± 4.07 % de humedad global, y valores Mínimos de 3.48 % y máximo de 18.34 %.

El análisis de varianza, hace evidencia que existen diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para la Variedad, Temperatura, Velocidad, así como sus interacciones Variedad * Temperatura; Variedad * Velocidad; Temperatura * Velocidad y la interacción múltiple Variedad * Temperatura * Velocidad (Tabla 12), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la Hipótesis alterna (H_1). Efectuándose la prueba de tukey, se ha determinado que la variedad Kheni, cuando es sometido a -12 °C y 5 m/seg de velocidad de flujo de aire de congelación reporta $17.73 \pm 0.5\%$ de contenido de humedad, y presenta menores valores de actividad de agua (3.86 ± 0.33) a 12 °C con 4 m/seg de flujos de aire de congelación (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para contenido de humedad.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo. | 577.67 | 11 | 52.52 | 436.65 | <0.0001 |
| Variedad | 164.08 | 2 | 82.04 | 682.11 | <0.0001 |
| Temperatura | 34.86 | 1 | 34.86 | 289.86 | <0.0001 |
| Velocidad | 55.85 | 1 | 55.85 | 464.38 | <0.0001 |
| Variedad*Temperatura | 31.40 | 2 | 15.70 | 130.54 | <0.0001 |
| Variedad*Velocidad | 30.55 | 2 | 15.27 | 126.99 | <0.0001 |
| Temperatura*Velocidad | 30.07 | 1 | 30.07 | 249.99 | <0.0001 |
| Variedad*Temperatura*Veloc | 230.87 | 2 | 115.43 | 959.80 | <0.0001 |
| Error | 2.89 | 24 | 0.12 | | |
| Total | 580.56 | 35 | | | |

Tabla 12. Prueba de Tukey para contenido de humedad

| Variedad | Temperatura | Velocidad | Medias | | |
|---------------|-------------|-----------|--------|---|---|
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 17.73 | a | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 17.36 | a | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 13.45 | b | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 11.82 | c | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 9.21 | d | |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 9.07 | d | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 8.38 | d | e |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 7.89 | e | f |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 7.86 | e | f |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 7.82 | e | f |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 7.14 | f | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 3.86 | g | |

Los valores determinados de humedad tras resultar con diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza por efecto de las interacciones de variedad*temperatura*velocidad hacen notar que los valores de humedad han variado puesto que la variedad al presentar diferentes contenidos de humedad (Barrera Victor H. et al., 2004) (Antay Ccaccya, 2018) (Barrera et al., 2004; Antay, 2018; CENAN, 2009) y contener elementos orgánicos con capacidad higroscópica la que posiblemente pueda condicionar el comportamiento de la Umakhaya (Kramer, 1982) hacen que los contenidos de humedad varíen; los bajos contenidos de humedad reafirman la posibilidad de lograr mayor vida útil y mejores tiempo de almacenamiento, minimizando el posible desarrollo de microorganismos. (Hoseney, 1994) por tanto la percibibilidad del mismo está directamente relacionado a su vida útil (Anzueto, 2002) los valores de humedad determinados en la variedad Kheni presentan valores altos de humedad seguido de la variedad Huari chucho y keni a kheni -12°C y 5 m/seg; -18°C con 4 y 5°C; mientras que el valor más bajo de humedad fue con Kheni a -12°C y 4 m/seg (Figura 11).

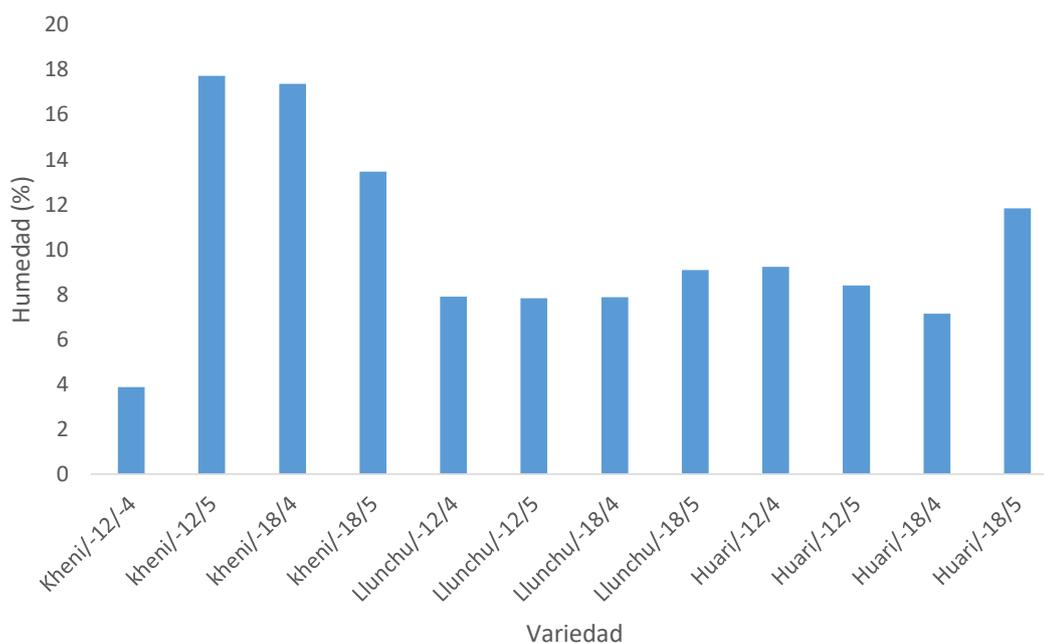


Figura 11. Porosidad de la Umakhaya según variedad

4.10.5. Acidez titulable

La acidez que presenta la Umakhaya, es un indicador del contenido en todos los ácidos libres que presenta y se ha expresado en base al más representativo (ácido oxálico) expresa en base al más característico o mayoritario de ellos, dato que solo en algunas ocasiones tiene una relación directa con el conocido pH o potencial de hidrógeno.

Tabla 13. Análisis de varianza para acidez titulable de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------------------|---------|----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 2.45 | 11 | 0.22 | 10.85 | 0.0001 |
| Variedad | 1.67 | 2 | 0.84 | 40.70 | <0.0001 |
| Temperatura | 4.7E-03 | 1 | 4.7E-03 | 0.23 | 0.6411 |
| Velocidad | 0.05 | 1 | 0.05 | 2.48 | 0.1414 |
| Variedad*Temperatura | 0.09 | 2 | 0.04 | 2.18 | 0.1556 |
| Variedad*Velocidad | 0.01 | 2 | 0.01 | 0.32 | 0.7323 |
| Temperatura*Velocidad | 0.16 | 1 | 0.16 | 7.81 | 0.0162 |
| Variedad*Temperatura*Veloc. | 0.46 | 2 | 0.23 | 11.20 | 0.0018 |
| Error | 0.25 | 12 | 0.02 | | |
| Total | 2.70 | 23 | | | |

Los resultados reportaron una media de $0.98 \pm 0.34\%$ de acidez titulable, determinándose también un mínimo de acidez de 0.57% y un máximo de

1.58%. El análisis de varianza (Tabla 18), nos ha permitido determinar que los valores de acidez titulable son diferentes según la variedad de oca, asimismo las interacciones, Temperatura*Velocidad y Variedad*Temperatura*Velocidad reportaron diferencias altamente significativas en el contenido de acidez titulable (% ácido oxálico). Por tanto, se rechazó la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 14. Prueba de Tukey para acidez titulable (% ácido oxálico)

| Variedad | Temperatura | Velocidad | Medias | n | E.E. | |
|---------------|-------------|-----------|--------|---|------|-------|
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 1.40 | 2 | 0.10 | a |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 1.40 | 2 | 0.10 | a |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 1.32 | 2 | 0.10 | a |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 1.30 | 2 | 0.10 | a |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 1.24 | 2 | 0.10 | a b |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 1.04 | 2 | 0.10 | a b c |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 0.73 | 2 | 0.10 | b c |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 0.69 | 2 | 0.10 | b c |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 0.66 | 2 | 0.10 | c |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 0.66 | 2 | 0.10 | c |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 0.65 | 2 | 0.10 | c |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 0.63 | 2 | 0.10 | c |

Frente a los resultados obtenidos del análisis de varianza, se realizó la prueba de significación de tukey para conocer el tratamiento que permite reducir significativamente la acidez titulable de la oca, según los resultados presentados en la Tabla 15, se han determinado mayor acidez ($1.40 \pm 0.25\%$ en la variedad Kheni a -18°C cuando son sometidos a velocidades de aire de congelación de 4 m/seg y 5 m/seg. Así como también para las variedades Kheni y Llunchu cuando son sometidos a -12°C , 4 m/seg de velocidad del aire de enfriamiento, en las que se obtuvo valores de acidez de $1.30 \pm 0.25\%$ y $1.40 \pm 0.33\%$) respectivamente. Se observa también que menores valores de acidez ($0.63 \pm 0.09\%$) reportó la variedad Huairi chuchu a -18°C y 5 m/seg de velocidad de aire de congelación. Se determinó también en esta misma variedad a -12°C y flujos de velocidad de enfriamiento de 4 m/se y 5 m/seg valores de acidez de $0.66 \pm 0.02\%$ y $0.66 \pm 0.01\%$ respectivamente. Así como también en la variedad Llunchu donde se determinó $0.65 \pm 0.01\%$ de

contenido de acidez titulable a -18°C y 4m/seg de velocidades de aire de congelamiento.

La acidez reportada en la Umakhaya al evidenciar que tanto la variedad, temperatura y la velocidad juegan un rol importante en el proceso de congelación para el logro de un producto con acidez dentro de los límites permisibles, así como evidenciar el grado de deterioro que presenta la Umakhaya al pasar por el proceso de congelado – lavado – secado (Pascual y Zapata, 2010)., de ello se desprende que la variedad Kheni a -18°C con 4 m/seg presentó 1.4% de acidez titulable (Figura2) expresado en ácido oxálico; y la variedad Llunchu -12°C también presentó 4 m/seg; dando a entender que muy posiblemente estas variedades a esas condiciones logran contener mayor contenido de ácidos libre dentro de su composición a diferencia de las variedades Kheni a -18°C con 5 m/seg (1.32%); Kheni a -12°C con 4 m/seg (1.3%), Kheni a -12°C con 5 m/seg (1.24%); Llunchu a -18°C con 5 m/seg (1.04%), Huari a -18°C con 4 m/seg (0.73%), Llunchu a -12°C con 5 m/seg (0.69); Huari a -12°C con 5 m/seg (0.66%); Huari a -12°C con 4 m/seg (0.66%), Llunchu a -18°C con 4 m/seg (0.65%) y Huari a -18°C con 5 m/seg (0.63%) muy posiblemente este comportamiento se deba a la naturaleza propia del proceso productivo y es posible que en el lavado por la ligera fermentación que se da donde los microorganismos son los responsables de los cambios logrados al final del secado posiblemente hayan influenciado en el contenido de acidez determinada.

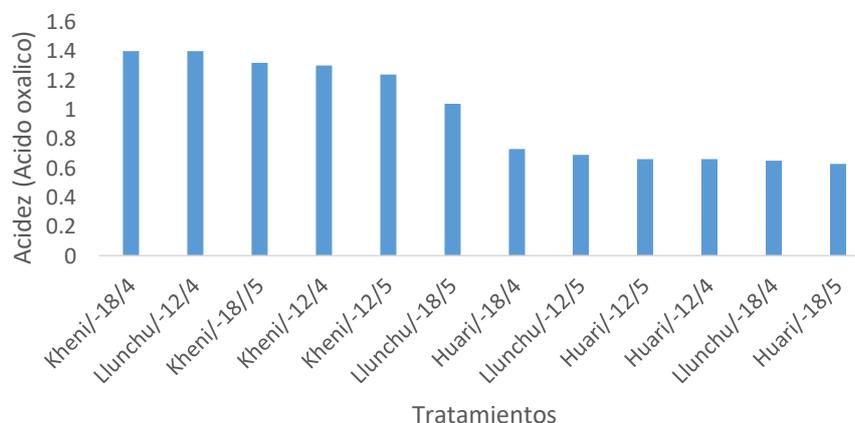


Figura 12. Porosidad de la Umakhaya según variedad

4.10.6. Ceniza

La cantidad de cenizas al ser una medida del contenido total de minerales en la Umakhaya de oca, nos da a entender que muy posiblemente presenta componentes orgánicos como fósforo, calcio, hierro y zinc en su composición. Los resultados reportaron una media general del contenido de ceniza de 2.8 ± 1.01 %, y un contenido mínimo de 1.28 % con un máximo contenido de 4.32 %.

Tabla 15. Análisis de varianza para Ceniza (%) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------------------|-------|----|------|--------|---------|
| Modelo. | 22.73 | 11 | 2.07 | 39.61 | <0.0001 |
| Variedad | 19.41 | 2 | 9.70 | 185.99 | <0.0001 |
| Temperatura | 0.01 | 1 | 0.01 | 0.15 | 0.7036 |
| Velocidad | 0.01 | 1 | 0.01 | 0.18 | 0.6768 |
| Variedad*Temperatura | 0.24 | 2 | 0.12 | 2.26 | 0.1464 |
| Variedad*Velocidad | 1.82 | 2 | 0.91 | 17.45 | 0.0003 |
| Temperatura*Velocidad | 0.71 | 1 | 0.71 | 13.68 | 0.0030 |
| Variedad*Temperatura*Veloc. | 0.54 | 2 | 0.27 | 5.15 | 0.0243 |
| Error | 0.63 | 12 | 0.05 | | |
| Total | 23.36 | 23 | | | |

Según el análisis de varianza (Tabla 13), los valores de acidez reportaron diferencias significativas determinándose también similar comportamiento para las interacciones Variedad*Velocidad; Temperatura*Velocidad y Variedad*Temperatura*Velocidad. Por tanto se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa, por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey en la interacción Variedad*Temperatura*Velocidad para conocer el tratamiento que permite determinar los valores más altos de ceniza con indicador de componentes orgánicos presentes en la Umakhaya de oca, según los resultados presentados en la (Tabla 15), se han determinado mayores contenidos de ceniza en la variedad Kheni; a -12 °C y 5 m/seg $4.21 \pm$; a -18 °C y 5 m/seg $4.18 \pm 0.18\%$ en tanto que a -18 °C y 4m/seg $3.90 \pm 0.12\%$ y a -12 °C y 4 m/seg $3.77 \pm 0.26\%$ de contenido de ceniza respectivamente. Determinándose también mediana composición porcentual de contenido de ceniza en la variedad Huairi chuchu y bajo

contenido de ceniza en la variedad Llunchu cuando es sometido a -18 °C y flujos de velocidad de aire de 4m/seg y 5 m/seg, donde se determinó valores $1.83\pm 0.05\%$ y $1.59\pm 0.29\%$ de contenido de ceniza respectivamente y a -12 °C y 5 m/seg $1.33\pm 0.01\%$ de contenido de ceniza respectivamente.

Tabla 16. Prueba de Tukey para contenido de ceniza (%) en Umakhaya.

| Variedad | Temperatura | Velocidad | Medias | | | |
|---------------|-------------|-----------|--------|---|---|-----|
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 4.21 | a | | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 4.18 | a | | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 3.90 | a | b | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 3.77 | a | b | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 3.03 | b | c | |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 2.72 | c | d | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 2.54 | c | d | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 2.34 | c | d | e |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 2.16 | c | d | e f |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 1.83 | d | e | f |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 1.59 | e | f | |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 1.33 | f | | |

Los mayores contenidos de ceniza que presenta la variedad Kheni a -12°C con 5 m/seg (4.21%), -18°C con 5 m/seg (4.18%); -18°C con 4 m/seg (3.9%) y -12°C con 4°C (3.77%) (Figura 13) presenta mayor contenido de elementos inorgánicos dentro de su composición a diferencia de las variedades Huari -18°C con 5 m/seg (3.03%); Llunchu -12°C con 4 m/seg (2.72%); Huari -12°C con 4 m/seg (2.54%); Huari -12°C con 5 m/seg (2.34%); Huari -18°C con 4 m/seg (2.16%); Llunchu -18°C con 4°C (1.83%); Llunchu -18°C con 5 m/seg (1.59%) y Llunchu -12°C con 5 m/seg (1.33%) donde los valores fueron menores y están dentro de los valores establecidos por la tabla de composición de alimentos industrializados (2 a 3.9%). Estos resultados son de interés en la salud del consumidor puesto que los valores de ceniza permiten entender la pureza, así como las adulteraciones que hubieren en un alimento, el conocimiento del contenido de ceniza es también de interés puesto que junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidarse en el organismo para producir energía,

por lo que es también considerado como un parámetro de calidad en los alimentos al momento de verificar su integridad y genuinidad (Rodríguez, 2018).

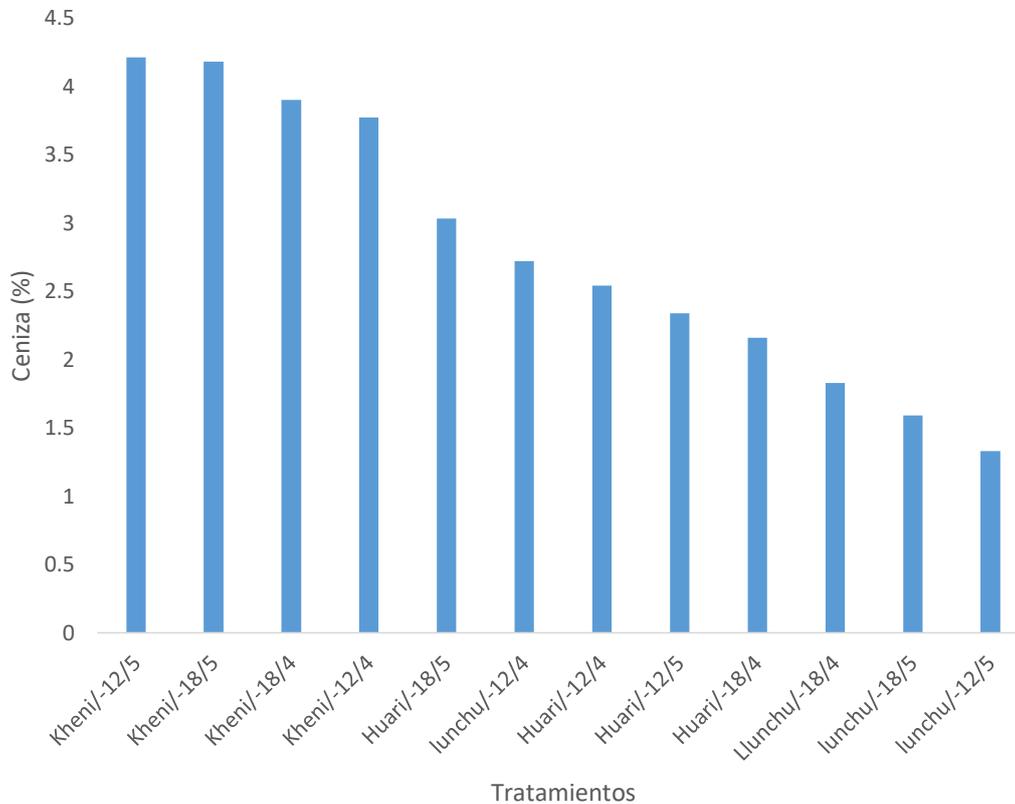


Figura 13. Porosidad de la Umakhaya según variedad

4.11. Efecto de la velocidad y temperatura de congelación en las características morfo métricas

4.11.1. Área superficial

El área superficial de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias significativas según la variedad, así como en las interacciones Temperatura * Velocidad y Variedad * Temperatura * Velocidad. Por lo que rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1). Mientras que para Temperatura, Velocidad y Variedad*Temperatura el área superficial no reporto diferencias significativas para estos casos se acepta la hipótesis nula (Ho) al no determinarse variación alguna en el área superficial de la Umakhaya (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis de varianza para área superficial (A) de la Umakhaya.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|------------|----|-----------|---------|---------|
| Modelo. | 1392820.49 | 11 | 126620.04 | 4.61 | <0.0001 |
| Variedad | 820109.46 | 2 | 410054.73 | 14.95 | <0.0001 |
| Temp | 63.04 | 1 | 63.04 | 2.3E-03 | 0.9619 |
| Velocidad | 37790.83 | 1 | 37790.83 | 1.38 | 0.2435 |
| Variedad*Temp | 33083.94 | 2 | 16541.97 | 0.60 | 0.5493 |
| Variedad*Velocidad | 129809.21 | 2 | 64904.61 | 2.37 | 0.0993 |
| Temp*Velocidad | 200031.84 | 1 | 200031.84 | 7.29 | 0.0082 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 171932.15 | 2 | 85966.08 | 3.13 | 0.0481 |

Según el reporte del análisis de varianza, la interacción Variedad*Temp*Velocidad, toma mayor relevancia, puesto que en su forma conjunta influyen significativamente en el área superficial logrado después del proceso de congelado lavado de la oca hasta convertirse en Umakhaya, en la (Tabla 18).

Tabla 18. Prueba de Tukey para Área superficial (A) en Umakhaya.

| Variedad | Temp | Velocidad | Área (m ²) | |
|---------------|--------|-----------|------------------------|-------|
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 914.35 | a |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 912.61 | a |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 873.65 | a b |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 839.24 | a b |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 787.05 | a b c |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 782.93 | a b c |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 778.60 | a b c |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 772.48 | a b c |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 705.79 | a b c |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 636.42 | b c |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 628.02 | b c |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 533.67 | c |

Se presenta la prueba de Tukey al 95 % de nivel de confianza, según estos reportes se determina que la variedad Llunchu presentó mayor área superficial a -12°C y -18°C en ambos caso a 5 m/seg de flujo de velocidad del aire de congelamiento, terminándose 914.35 mm² y 912.61 mm², y menores valores de área superficial presentaron las variedades Amarillo

(636.42 mm²) y Huairi chuchu(628 mm²) a -18°C y 4 m/seg de velocidades de flujo de aire de congelamiento; en tanto que la variedad amarillo a -12°C y 5 m/seg presento 533.67 mm² de área superficial respectivamente (tabla 18).

4.11.2. Perímetro

El perímetro de la superficie de las muestras, presentaron diferencias significativas en la variedad, así como en las interacciones Temperatura * Velocidad y Variedad * Temperatura * Velocidad. Por lo que rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

Tabla 19. Análisis de varianza para perímetro (P)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-----------|-----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 107595.19 | 11 | 9781.38 | 5.72 | <0.0001 |
| Variedad | 23966.54 | 2 | 11983.27 | 7.01 | 0.0014 |
| Temp | 696.67 | 1 | 696.67 | 0.41 | 0.5247 |
| Velocidad | 2336.72 | 1 | 2336.72 | 1.37 | 0.2452 |
| Variedad*Temp | 1655.66 | 2 | 827.83 | 0.48 | 0.6177 |
| Variedad*Velocidad | 4722.01 | 2 | 2361.01 | 1.38 | 0.2562 |
| Temp*Velocidad | 51476.89 | 1 | 51476.89 | 30.11 | <0.0001 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 22740.70 | 2 | 11370.35 | 6.65 | 0.0020 |
| Error | 164112.77 | 96 | 1709.51 | | |
| Total | 271707.96 | 107 | | | |

Mientras que para Temperatura, Velocidad y Variedad*Temperatura, así como en variedad * velocidad el perímetro no reporto diferencias significativas para estos casos se acepta la hipótesis nula (Ho) al no determinarse variación alguna en el área superficial (Tabla 19).

Según el reporte del análisis de varianza, la interacción Variedad*Temp*Velocidad, toma mayor relevancia, puesto que en su forma conjunta influyen significativamente en el perímetro de la Umakhaya, logrado después del proceso de congelado lavado de la oca hasta convertirse en Umakhaya, en la (Tabla 20) , se presenta la prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza, según estos reportes se determina que las variedades roja (221.49 mm) y Kheni (206.03 mm) presentaron mayor perímetro a -18°C y 5 m/seg de velocidad de aire de congelamiento, seguido de la variedad roja a -12°C tanto a 4 y 5 m/seg de flujo de velocidad del aire de

congelamiento, reportaron valores de 194.2 mm y 191.2 mm; En tanto la variedad Kheni reporto un perímetro de 190.38 mm a -12°C y 4 m/seg. A diferencia de la variedad Kheni a -12°C y 5 m/seg reporto menores valores de perímetro superficial en la Umakhaya de oca.

Tabla 20. Prueba de Tukey para perímetro (P) en Umakhaya.

| Variedad | Temp | Velocidad | Medias | | | |
|---------------|--------|-----------|--------|---|---|---|
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 221.49 | a | | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 206.03 | a | | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 194.83 | a | | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 191.20 | a | | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 190.38 | a | | |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 177.31 | a | b | |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 176.47 | a | b | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 161.85 | a | b | c |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 161.25 | a | b | c |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 161.14 | a | b | c |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 122.82 | b | c | |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 106.26 | c | | |

4.11.3. Diámetro mayor

El diámetro mayor de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias significativas en las interacciones Temperatura * Velocidad, por lo que rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1). Mientras que, para variedad, temperatura, velocidad de aire, así como para las interacciones Variedad*Temperatura, así como en variedad * velocidad el diámetro mayor no reporto diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula (Ho) al no determinarse variación alguna en el diámetro mayor obtenido de las muestras en sus distintas variedades (Tabla 21).

Según el reporte del análisis de varianza, se efectuaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para la interacción Variedad*Temperatura, determinándose mayor diámetro en la variedad Huairi chuchu (57.35 mm) a -12°C, seguido de la variedad Amarillo, donde se determinó 55.81 mm y la variedad Huairi chuchu 55.70 mm a -18°C; en tanto que las variedades Llunchu presentaron valores de diámetro mayor de

55.29 mm y 55.58 mm a -12°C y -18°C; por otro lado la variedad amarillo a -12°C reportó un valor de 48.63mm. (Tabla 21).

Tabla 21. Análisis de varianza para diámetro mayor (Dma) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Modelo. | 2148.38 | 11 | 195.31 | 2.56 | 0.0069 |
| Variedad | 334.07 | 2 | 167.04 | 2.19 | 0.1177 |
| Temp | 43.52 | 1 | 43.52 | 0.57 | 0.4520 |
| Velocidad | 45.14 | 1 | 45.14 | 0.59 | 0.4438 |
| Variedad*Temp | 471.60 | 2 | 235.80 | 3.09 | 0.0501 |
| Variedad*Velocidad | 237.84 | 2 | 118.92 | 1.56 | 0.2158 |
| Temp*Velocidad | 771.95 | 1 | 771.95 | 10.11 | 0.0020 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 244.25 | 2 | 122.13 | 1.60 | 0.2072 |
| Error | 7327.33 | 96 | 76.33 | | |
| Total | 9475.72 | 107 | | | |

Según el reporte del análisis de varianza, se efectuaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para la interacción Variedad*Temperatura, determinándose mayor diámetro en la variedad Huairi chuchu (57.35 mm) a -12°C, seguido de la variedad Amarillo, donde se determinó 55.81 mm y la variedad Huairi chuchu 55.70 mm a -18°C; en tanto que las variedades Llunchu presentaron valores de diámetro mayor de 55.29 mm y 55.58 mm a -12°C y -18°C; por otro lado la variedad amarillo a -12°C reportó un valor de 48.63mm.

4.11.4. Diámetro menor

El diámetro menor de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias significativas para la variedad, así como también para las interacciones Variedad * Velocidad, y Variedad * Temperatura * velocidad; por lo que rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1) para estos casos específicamente. Mientras que, para temperatura y velocidad, así como para Variedad * Temperatura y Temperatura * Velocidad de aire de congelamiento no reportó diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula (Ho) al no determinarse variación alguna en el diámetro menor obtenido de las muestras sus distintas variedades (Tabla 22).

Tabla 22. Análisis de varianza para diámetro menor (Dme) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| Modelo. | 524.62 | 11 | 47.69 | 11.24 | <0.0001 |
| Variedad | 426.93 | 2 | 213.47 | 50.31 | <0.0001 |
| Temp | 4.30 | 1 | 4.30 | 1.01 | 0.3164 |
| Velocidad | 2.86 | 1 | 2.86 | 0.67 | 0.4135 |
| Variedad*Temp | 6.84 | 2 | 3.42 | 0.81 | 0.4494 |
| Variedad*Velocidad | 43.06 | 2 | 21.53 | 5.07 | 0.0080 |
| Temp*Velocidad | 3.29 | 1 | 3.29 | 0.78 | 0.3805 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 37.32 | 2 | 18.66 | 4.40 | 0.0149 |
| Error | 407.32 | 96 | 4.24 | | |
| Total | 931.93 | 107 | | | |

Según el reporte del análisis de varianza, se efectuaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para la interacción Variedad*Temperatura*Velocidad, determinándose que presento menor diámetro la Variedad Llunchu en el orden siguiente: 21.84 mm a -12°C y 5 m/seg; 20.96 mm a -18 y 5 m/seg; 20.52 mm a -18°C y 4 m/se y a -12 y 4 m/seg reporto 19.27 mm de diámetro la Umakhaya de oca obtenida; mientras que las variedades Amarillo y Huairi chuchu a -18°C y 4 m/seg reportaron valores de 15.86 mm y 15.53 mm; en tanto que amarillo a -12 y 5 m/seg reporto 15.48mm, representando el menor valor en el diámetro menor de la Umakhaya de oca (Tabla 23).

Tabla 23. Prueba de Tukey para Diámetro menor (Dme) en Umakhaya.

| Variedad | Temp | Velocidad | Dme | | | |
|---------------|--------|-----------|-------|---|---|---|
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 21.84 | a | | |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 20.96 | a | | |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 20.52 | a | | |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 19.27 | a | b | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 18.72 | a | b | c |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 16.77 | b | c | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 16.73 | b | c | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 16.25 | b | c | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 16.17 | b | c | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 15.86 | c | | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 15.53 | c | | |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 15.48 | c | | |

4.11.5. Diámetro de feret mayor

El diámetro de feret mayor de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias significativas para la variedad, así como también para las interacciones Variedad * Temperatura y Temperatura * velocidad; por lo que rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1). Mientras que para temperatura y velocidad, así como para Variedad * Velocidad y variedad * Temperatura * Velocidad de aire de congelamiento no reporto diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) al no determinarse variación alguna en el diámetro de feret mayor obtenido de las muestras de Umakhaya en sus distintas variedades (Tabla 24).

Tabla 24. Análisis de varianza para feret mayor (Fma) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Modelo. | 2470.97 | 11 | 224.63 | 2.90 | 0.0025 |
| Variedad | 595.56 | 2 | 297.78 | 3.84 | 0.0249 |
| Temp | 15.53 | 1 | 15.53 | 0.20 | 0.6556 |
| Velocidad | 11.07 | 1 | 11.07 | 0.14 | 0.7065 |
| Variedad*Temp | 542.24 | 2 | 271.12 | 3.50 | 0.0342 |
| Variedad*Velocidad | 177.98 | 2 | 88.99 | 1.15 | 0.3218 |
| Temp*Velocidad | 800.82 | 1 | 800.82 | 10.33 | 0.0018 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 327.77 | 2 | 163.89 | 2.11 | 0.1264 |
| Error | 7445.29 | 96 | 77.56 | | |
| Total | 9916.25 | 107 | | | |

Según el reporte del análisis de varianza, se efectuaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para la interacción Variedad*Temperatura, los resultados obtenidos, hacen notar que la variedad Huairi chuchu presentó mejores valores de feret; 60.03 mm a -12 °C y 57.48 mm a -18°C; en tanto la variedad Llunchu a -12 presento 56.95 mm y a -18°C la variedad Amarillo presentó 56.55 mm. Las Variedades Llunchu a -18°C presento 56.69 mm y la Variedad Amarillo a -12 un valor de 49.46 mm (Tabla 25). En la interacción Temperatura*Velocidad, los valores del diámetro de feret mayor determinados van en el siguiente orden 59.29 mm a -18°C con 5 m/seg; 57.89 mm a -12 °C con 4 m/seg; 53.20 mm a 18°C con 4 m/seg y 53.08 a -12 °C con 5 m/seg respectivamente.

Tabla 25. Prueba de Tukey para variedad * Temperatura

| Variedad | Temperatura (°C) | Feret mayor (Fma) |
|---------------|------------------|-------------------|
| Huairi chuchu | -12.00 | 60.03 |
| Huairi chuchu | -18.00 | 57.48 |
| Llunchu | -12.00 | 56.95 |
| Kheni | -18.00 | 56.55 |
| Llunchu | -18.00 | 54.69 |
| Kheni | -12.00 | 49.46 |

4.11.6. Diámetro de feret menor

El diámetro de feret menor de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias significativas para la variedad, así como también para las interacciones Variedad*Velocidad;Temp*Velocidad; y Variedad*Temp*Velocidad; según los resultados obtenidos rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1). Mientras que, para temperatura y velocidad, así como para interacción Variedad * Temperatura de congelamiento al no reportarse diferencias significativas en el diámetro de feret menor; se acepta la hipótesis nula (Ho) (Tabla 26).

Tabla 26. Análisis de varianza para feret menor (Fme) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| Modelo. | 439.93 | 11 | 39.99 | 8.25 | <0.0001 |
| Variedad | 336.51 | 2 | 168.25 | 34.72 | <0.0001 |
| Temp | 6.24 | 1 | 6.24 | 1.29 | 0.2595 |
| Velocidad | 0.16 | 1 | 0.16 | 0.03 | 0.8578 |
| Variedad*Temp | 3.35 | 2 | 1.68 | 0.35 | 0.7084 |
| Variedad*Velocidad | 42.30 | 2 | 21.15 | 4.36 | 0.0153 |
| Temp*Velocidad | 5.22 | 1 | 5.22 | 1.08 | 0.3018 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 46.16 | 2 | 23.08 | 4.76 | 0.0107 |
| Error | 465.21 | 96 | 4.85 | | |
| Total | 905.14 | 107 | | | |

Según el reporte del análisis de varianza, se efectuaron pruebas de comparación de medias de Tukey (Tabla 27), para la interacción Variedad*Temperatura*Velocidad, determinándose que cada interacción

reporto valores diferente del valor de feret menor; obteniéndose mejores valores en la variedad Llunchu a -12°C con 5 m/seg y 4 m/seg en las que se obtuvieron valores de 23.44 mm y 20.61 mm en el diámetro de feret menor; así mismo a -18°C con 5 m/seg y 4 m/seg se determinaron valores de 22.23 mm y 21.86 mm respectivamente.

Tabla 27. Prueba de Tukey para Feret menor en Variedad*Temperaturaç

| Variedad | Temp | Velocidad | Fme(mm) | | | | |
|---------------|--------|-----------|---------|---|---|---|---|
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 23.44 | a | | | |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 22.23 | a | b | | |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 21.86 | a | b | c | |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 20.61 | a | b | c | d |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 19.92 | b | c | d | e |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 19.69 | b | c | d | e |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 19.21 | b | c | d | e |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 19.11 | b | c | d | e |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 18.43 | c | d | e | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 17.68 | d | e | | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 17.18 | d | e | | |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 16.48 | e | | | |

4.11.7. Circularidad

La circularidad de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza. (Tabla 28).

Tabla 28. Análisis de varianza para circularidad de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 1.37 | 11 | 0.12 | 12.40 | <0.0001 |
| Variedad | 0.43 | 2 | 0.22 | 21.45 | <0.0001 |
| Temp | 1.7E-03 | 1 | 1.7E-03 | 0.17 | 0.6804 |
| Velocidad | 1.1E-03 | 1 | 1.1E-03 | 0.11 | 0.7374 |
| Variedad*Temp | 0.03 | 2 | 0.02 | 1.59 | 0.2101 |
| Variedad*Velocidad | 0.01 | 2 | 0.01 | 0.52 | 0.5956 |
| Temp*Velocidad | 0.53 | 1 | 0.53 | 53.20 | <0.0001 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 0.36 | 2 | 0.18 | 17.89 | <0.0001 |
| Error | 0.96 | 96 | 0.01 | | |
| Total | 2.33 | 107 | | | |

Los resultados del análisis de varianza muestran que fueron influenciados por la Variedad, Temp*Velocidad y Variedad*Temp*Velocidad; frente a estos

resultados rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la Hipotesis alterna (H1) (Tabla 28).

Puesto que los valores de circularidad que presenta la Umakhaya no es igual en las muestras bajo estudio. Mientras que la Temperatura, Velocidad; así como las interacciones Variedad*Temp y Variedad*Velocidad no presentaron diferencias significativas; por lo que aceptamos la hipótesis nula (Ho) puesto que estas variables no modifican y/o influyen en los valores de circularidad de la Umakhaya (Tabla 28). Del estudio se ha determinado una circularidad promedio de 0.37 ± 0.15 ; asimismo un valor mínimo de 0.04 y un máximo de 0.67.

Los análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 29), para la interacción Variedad*Temperatura*Velocidad, han permitido diferencia que la Variedad Kheni presenta mejor circularidad a -12°C y 5 m/seg, así como también a -18°C y 4 m/seg determinándose valores de 0.6 y 0.53 respectivamente. De la misma forma Llunchu presento también valores de 0.46 de circularidad a -12 con 5 m/seg de velocidad de congelación. En tanto las variedades Huairi chuchu presento 0.26 de circularidad a -18°C con 5 m/seg; así como también a -12°C con 4m/seg determinándose 0.25 de circularidad y la variedad Kheni a -18 con 5 m/seg reporto el menor valor de circularidad (0.25).

Tabla 29. Tukey para Circularidad en Variedad*Temperatura*Velocidad

| Variedad | Temp | Velocidad | Circularidad | | | | |
|---------------|--------|-----------|--------------|---|---|---|---|
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 0.60 | a | | | |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 0.53 | a | b | | |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 0.46 | a | b | c | |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 0.43 | b | c | d | |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 0.38 | b | c | d | e |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 0.37 | c | d | e | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 0.33 | c | d | e | |
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 0.28 | d | e | | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 0.27 | d | e | | |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 0.26 | e | | | |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 0.25 | e | | | |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 0.25 | e | | | |

4.11.8. Elongación

La elongación (AR) de las muestras de Umakhaya, presentaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza, y fueron influenciados por la Variedad; por las interacciones Variedad*Temp y Temp*Velocidad; por tanto, rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la Hipotesis alterna (H1) debido a que la elongación que presenta la Umakhaya no tiene el mismo comportamiento entre las muestras bajo estudio. Por otro lado, la Temperatura, Velocidad; así como las interacciones Variedad* Velocidad y Variedad*Temp*Velocidad no presentaron diferencias significativas; por tanto, aceptamos la hipótesis nula (Ho) puesto que estas variables no modifican y/o influyen en los valores de elongación en la Umakhaya (Tabla 30). Del estudio se ha determinado una elongación promedio de 3.12 ± 0.73 ; asimismo un valor mínimo de 1.84 y un máximo de 5.21.

Tabla 30. Análisis de varianza para elongación (AR) de la Umakhaya

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-------|-----|------|-------|---------|
| Modelo. | 20.06 | 11 | 1.82 | 4.69 | <0.0001 |
| Variedad | 12.65 | 2 | 6.32 | 16.28 | <0.0001 |
| Temp | 0.67 | 1 | 0.67 | 1.72 | 0.1926 |
| Velocidad | 0.01 | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.8728 |
| Variedad*Temp | 2.93 | 2 | 1.46 | 3.77 | 0.0266 |
| Variedad*Velocidad | 1.70 | 2 | 0.85 | 2.19 | 0.1174 |
| Temp*Velocidad | 1.63 | 1 | 1.63 | 4.19 | 0.0434 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 0.48 | 2 | 0.24 | 0.61 | 0.5443 |
| Error | 37.29 | 96 | 0.39 | | |
| Total | 57.35 | 107 | | | |

Los análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 31), para la interacción Variedad*Temperatura, han permitido diferencia que la Variedad Huairi chuchu presento 3.53 a -12 °C y 3.5 a -18 °C de elongación; en tanto la variedad Kheni presento 3.49 a -18 °C y 2.87 a -12 °C; seguido de la variedad Llunchu que presento 2.74 a -12 y 2.62 a -18 °C respectivamente.

Tabla 31. Prueba de Tukey para elongación en Variedad*Temperatura

| Variedad | Temp | Medias | |
|---------------|--------|--------|---|
| Huairi chuchu | -12.00 | 3.53 | A |
| Huari chuchu | -18.00 | 3.50 | A |
| Kheni | -18.00 | 3.49 | A |
| Kheni | -12.00 | 2.87 | B |
| Lluchu | -12.00 | 2.74 | B |
| Llunchu | -18.00 | 2.62 | B |

Los reportes de los resultados de la interacción temperatura*velocidad, reportaron que a -18° y 5 m/seg la elongación fue de 3.34; en tanto a -12 °C y 4 m/seg fue de 3.16; asimismo se determinó que a -18 °C y 4 m/seg la elongación fue de 3.07 finalmente a -12 y 5 m/seg se determinó un valor de 2.93 de elongación (Tabla 32).

Tabla 32. Prueba de Tukey para elongación en Temperatura*Velocidad

| Temp | Velocidad | Medias | |
|--------|-----------|--------|---|
| -18.00 | 5.00 | 3.34 | a |
| -12.00 | 4.00 | 3.16 | a |
| -18.00 | 4.00 | 3.07 | a |
| -12.00 | 5.00 | 2.93 | a |

4.11.9. Redondez

La redondez (round) de las muestras de Umakhaya, que están referidas al contorno o bordes que estas presentan, presentaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza, y fueron influenciados por la Variedad; por las interacciones Variedad*Temp y Variedad*Velocidad y temperatura*Velocidad; por tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la Hipotesis alterna (H1) puesto que los valores de redondez que presenta la Umakhaya no tiene el mismo comportamiento entre las muestras bajo estudio. Por otro lado, la Temperatura, Velocidad; así como las interacciones Variedad* Velocidad y Variedad*Temp*Velocidad y la interacción Variedad*Temp*Velocidad no presentaron influencia alguna en la redondez de las muestras de Umakhaya; por tanto, aceptamos la hipótesis nula (Ho) puesto que estas variables no modifican y/o influyen en los valores

de redondez de la Umakhaya (Tabla 33). Del estudio se ha determinado una redondez promedio de 0.34 ± 0.01 ; asimismo un valor mínimo de 0.19 y un máximo de 0.54.

Tabla 33. Análisis de varianza para Redondez (Round) de la Umakhaya

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 0.26 | 11 | 0.02 | 6.12 | <0.0001 |
| Variedad | 0.17 | 2 | 0.09 | 22.25 | <0.0001 |
| Temp | 0.01 | 1 | 0.01 | 2.62 | 0.1088 |
| Velocidad | 1.6E-04 | 1 | 1.6E-04 | 0.04 | 0.8416 |
| Variedad*Temp | 0.03 | 2 | 0.01 | 3.71 | 0.0279 |
| Variedad*Velocidad | 0.02 | 2 | 0.01 | 2.68 | 0.0739 |
| Temp*Velocidad | 0.02 | 1 | 0.02 | 4.59 | 0.0346 |
| Variedad*Temp*Velocidad | 0.01 | 2 | 0.01 | 1.41 | 0.2500 |
| Error | 0.37 | 96 | 3.9E-03 | | |
| Total | 0.64 | 107 | | | |

Los análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 34), para la interacción Variedad*Temperatura, han permitido diferencia que la Variedad Llunchu presento 0.39 de redondez a -12°C y -18°C ; en tanto la variedad Kheni presento 0.36 a -12°C ; en tanto la variedad Huairi chuchu presento 0.29 de redondez a -18°C y -12°C , similar valor reporto la variedad Kheni (Tabla 39).

Tabla 34. Prueba de Tukey para redondez en Variedad*Temperatura

| Variedad | Temp | Medias | |
|---------------|--------|--------|---|
| Llunchu | -18.00 | 0.39 | a |
| Llunchu | -12.00 | 0.39 | a |
| Kheni | -12.00 | 0.36 | a |
| Huairi chuchu | -18.00 | 0.29 | b |
| Huairi chuchu | -12.00 | 0.29 | b |
| Kheni | -18.00 | 0.29 | b |

Los análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 35), para la interacción Variedad*Velocidad, han permitido diferencia que la Variedad Llunchu presento 0.41 y 0.37 de redondez a 5 m/seg y 4 m/seg de velocidad de aire de congelación; en tanto la variedad Kheni presento 0.364 y 0.32 a 4 m/seg y 5 m/seg; finalmente la variedad Huairi chuchu presento 0.30 y 0.29 a 4 m/seg y 5 m/seg

Tabla 35. Prueba de Tukey para redondez en Variedad*Velocidad

| Variedad | Velocidad | Medias | | |
|---------------|-----------|--------|---|---|
| Llunchu | 5.00 | 0.41 | a | |
| Llunchu | 4.00 | 0.37 | a | b |
| Kheni | 4.00 | 0.34 | b | c |
| Kheni | 5.00 | 0.32 | b | c |
| Huairi chuchu | 4.00 | 0.30 | c | |
| Huairi chuchu | 5.00 | 0.29 | c | |

Los análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 36), para la interacción Temperatura*Velocidad, han permitido diferencia que a -12°C y 5 m/seg presento 0.36 de redondez y 0.34 de redondez a -18°C y 4 m/seg de velocidad de aire de congelación; en tanto a -12°C y 4 m/seg presento 0.33, y se reportó también 0.32 de redondez a -18°C y 5 m/seg este último considerado como la menor redondez obtenida en el estudio.

Tabla 36. Prueba de Tukey para redondez en Temperatura*Velocidad

| Temp | Velocidad | Medias | | |
|--------|-----------|--------|---|---|
| -12.00 | 5.00 | 0.36 | a | |
| -18.00 | 4.00 | 0.34 | a | b |
| -12.00 | 4.00 | 0.33 | a | b |
| -18.00 | 5.00 | 0.32 | b | |

De los resultados presentados en la (Tabla 37), se puede observar la Temperatura (T°C); velocidad de aire de congelación (V m/seg); el Área (A mm²); el Perímetro (P mm); el diámetro mayor (Dma mm); diámetro menor (Dme mm); diámetro de Feret mayor (Fma mm) y diámetro de Feret menor (Fm mm) son descriptores que permiten establece a priori las características físicas de un producto, cuyos valores permiten realizar comparaciones entre variedades o materiales así como permite aproximar la funcionabilidad del producto para el manejo adecuado (Gaspari, 2012), debido a que la morfología de un material (Umakhaya) permite desarrollar y ejercitar los hábitos de observación para caracterizar materiales por los descriptores que presenta así desarrollar técnicas fáciles y ágiles para de identificar materiales según los rasgos que estas presenta y clasificarlos según su variedad (Kaminsky R. 1999), es así que la variedad Llunchu a -12 °C con 5 m/seg presento mayor área superficial (914.35±311.55),

determinándose también un Perímetro de 161.14 ± 45.73 mm; Diámetro mayor 52.37 ± 13.22 mm; diámetro menor de 21.84 ± 1.99 mm; diámetro de Feret menor 54.57 ± 14.43 mm y Diámetro de feret mayor de 23.44 ± 2.53 mm; sin embargo los valores de los descriptores de tamaño para Kheni a -12 °C a 5 m/seg fueron Área 533.67 ± 85.92 mm²; Perímetro 106.26 ± 14.10 mm; Diámetro mayor 43.99 ± 7.04 mm; Diámetro menor 15.48 ± 1.25 mm; Feret mayor 44.30 ± 7.10 mm y Feret menor 16.48 ± 1.24 mm respectivamente; cómo se puede observar a las mismas condiciones y dependiendo de la variedad estos descriptores presentan diferente morfología, es decir en Keni presento 0.28 de circularidad; mientras que Llunchu presento 0.37; asimismo los valores de elongación para Lunchu fueron de 2.74 mientras que kheni presento 2.87 de elongación. Para redondez en las muestreas estas presentaron valores 0.36 para Kheni y 0.39 para Llunchu casi lineal.

Tabla 37. Prueba de Tukey para redondez en Variedad*Temperatura

| Variedad | T(°C) | V(m/seg) | Area (mm ²) | Perimetro(mm) | Dma (mm) | Dme(mm) | Fma(mm) | Fm (mm) |
|---------------|--------|----------|-------------------------|---------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Kheni | -12.00 | 4.00 | 787.05±178.64 | 190.38±24.75 | 53.27±7.94 | 18.72±2.12 | 54.62±6.53 | 19.92±2.23 |
| Kheni | -12.00 | 5.00 | 533.67±85.92 | 106.26±14.10 | 43.99±7.04 | 15.48±1.25 | 44.30±7.10 | 16.48±1.24 |
| Kheni | -18.00 | 4.00 | 636.42±116.38 | 122.82±17.10 | 50.97±7.17 | 15.86±1.62 | 51.36±7.84 | 17.18±1.51 |
| Kheni | -18.00 | 5.00 | 778.60±192.65 | 206.03±38.38 | 60.64±11.24 | 16.25±1.43 | 61.75±10.57 | 17.68±1.56 |
| Llunchu | -12.00 | 4.00 | 873.65±137.28 | 176.47±27.66 | 58.21±9.32 | 19.27±2.68 | 59.34±9.58 | 20.61±2.50 |
| Llunchu | -12.00 | 5.00 | 914.35±311.55 | 161.14±45.73 | 52.37±13.22 | 21.84±1.99 | 54.57±14.43 | 23.44±2.53 |
| Llunchu | -18.00 | 4.00 | 839.24±111.76 | 161.25±26.03 | 52.32±7.39 | 20.52±2.10 | 54.46±8.55 | 21.86±2.00 |
| Llunchu | -18.00 | 5.00 | 912.61±246.38 | 177.31±37.57 | 54.83±8.42 | 20.96±3.45 | 54.91±8.59 | 22.23±3.22 |
| Huairi chuchu | -12.00 | 4.00 | 705.79±115.55 | 194.83±36.84 | 55.88±9.55 | 16.17±1.46 | 59.70±8.51 | 19.69±2.48 |
| Huairi chuchu | -12.00 | 5.00 | 772.48±115.41 | 191.20±27.23 | 58.83±7.73 | 16.77±1.96 | 60.37±7.49 | 19.21±1.75 |
| Huairi chuchu | -18.00 | 4.00 | 628.02±58.93 | 161.85±39.56 | 51.82±5.78 | 15.53±1.53 | 53.78±5.36 | 18.43±2.30 |
| Huairi chuchu | -18.00 | 5.00 | 782.93±141.57 | 221.49±96.59 | 59.57±7.36 | 16.73±2.10 | 61.19±7.77 | 19.11±2.32 |

VI. CONCLUSIONES

1. Las características físicoquímicas de peso, actividad de agua, contenido de humedad, acidez titulable y contenido de cenizas, tienen una relación directa con la temperatura de congelación, velocidad de aire de congelación y según la variedad estas se comportan indistintamente. la variedad Kheni presento mayor A_w (0.83); humedad (17.73%); mayor acidez titulable (1.4% % expresado en ácido oxálico); y mayor contenido de ceniza (4.21%).
2. Los descriptores de tamaño tales como el área superficial, perímetro, diámetro menor, diámetro de feret sufren modificaciones frente a la temperatura y velocidad de aire de congelamiento presentando mejores características la variedad llunchu y huairi chuchu.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para estandarizar el proceso de congelación de Umakhaya en sus distintas variedades de oca.
- Realizar determinaciones de las propiedades tecnológicas mediante técnicas de DSC, Reometría.
- Realizar estudios de almacenamiento para determinar el tiempo de vida útil de la Umakhaya y sus derivados.
- Estudiar tecnologías para acelerar el proceso de lavado y sus efectos frente a un proceso lento.
- Estudiar y determinar las temperaturas de congelación para estandarizar el proceso de obtención de Umakhaya.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Velasque, M. (2019). Evaluación de las características fisicoquímicas y aceptación general de cjava obtenida por dos métodos a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*). Tesis, 126, 47.
- Aguilera, J. M. (2005). Why food microstructure? *Journal of Food Engineering* 67(1-2), 3-11.
- Alcalde-Eon, C., Saavedra, G., Pascual-Teresa, S. De, & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Liquid chromatography-mass spectrometry identification of anthocyanins of isla oca (*Oxalis tuberosa*, Mol.) tubers. *Journal of Chromatography A*, 1054(1–2), 211–215.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.074>
- Altuntaş, E., & Yildiz, M. (2007). Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 174–183.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.013>
- Altuntas, Ebubekir y Yildiz (2007) Mehmet. Effect of moisture content on some physical and mechanical Properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *Journal of Food Engineering* 2007; 78: 174–183
- Antay Ccaccya. (2018). Influencia del stress y la temperatura de almacenamiento en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso en tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) [Universidad Nacional Jose Maria Arguedas]. In *Agroindustrial Science* (Vol. 1, Issue 1).
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindsience/article/view/114/1>
- Anzueto, C.R. 2002. Métodos de determinación de vida útil de alimentos procesados. *Industria y alimentos, Internacional*, 941.
- AOAC (2005) *Official Methods of Analysis* 18 th Edition, 923, Cap. 32, pág 2.

- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis (Ed. Horwitz, W). Gaithersburg, Maryland EUA.
- AOAC. (1975). Methods of Analysis of Official Analytical Chemist, Ed. 12 Washington, 387-395.
- Baduí, S. (2006). Química de los alimentos. Pearson Educación, México. pp. 25, 387-395.
- Barbosa-Canovas G., A. J. Fontana, S. J. Schmidt, & T. P. Labuza. (2007). Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. Ames, IA: Blackwell Publishing.
- Barrera Victor H., Cesar, T. G., & Alvaro, M. R. (2004). Raices y Tubérculos Andinos Alternativas para la conservación y usos sostenible en el Ecuador. 30.

<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Bell, L. N. (2007). Moisture Effects on Food's Chemical Stability. In G. Barbosa-Canovas, A. J. Fontana, S. J. Schmidt and T. P. Labuza (eds.). Water Activity in Foods. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and IFT.
- Bell, S., Becker, W., Vásquez-Caicedo, A. L., Hartmann, B. M., Møller, A., Buttriss, J. (2006) Report on Nutrient Losses and Gains Factors used in European Food Composition Databases. Workpackage 1.5 Standards Development. Federal Research Centre for Nutrition and Food (BfEL), Location Karlsruhe, Germany.
- Bookstein FL (1989). "Size and shape": Acomment on semantics. Syst Zool 38: 173–190.
- Bookstein, F.L. (1986). Size and shape spaces for landmark data in two dimensions. Statistical Science. Vol. 1. 181-242.
- Bookstein, F.L. (1991). Morphometric tools for landmark data: Geometry and Biology. Cambridge,

- Bouchon, P., Aguilera, J. M., & Pyle, D. L. (2003). Structure-oil absorption kinetics relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 68(2711-2716).
- Bund, R. K., & Hartel, R. W. (2000). Crystallization in foods and food quality deterioration. In *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9781845699260.2.186>
- Busse, M. C., Alejandro, P., Aguirre, B., 2014, Cruz, M., Loreto, P. B., Kumar, V., & Gonzalo, M. (2014). Characterization and Effects of Freezing Prior To Frying on the Microstructure and Transport Phenomena of Formulated Products. Pontificia universidad catolica de chile.
- Cadima Fuentes, X. (2006). Tuberculose. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 57(6), 505–520. <https://doi.org/10.51859/amplla.cca849.1121-26>
- Campañone L.A., Roche L.A., Salvadori V.O., Mascheroni R.H. (2002) Monitoring of Weight Losses in Meat Products during Freezing and Frozen Storage, *Food Science and Technology International* 8(4), 229-238.
- Campañone L.A., Salvadori V.O., Mascheroni R.H. (2001) Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. *Journal of Food Engineering* 47, 69-79.
- Campañone L.A., Salvadori V.O., Mascheroni R.H. (2005). Food freezing with simultaneous surface dehydration: approximate prediction of weight loss during freezing and storage. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 48(6), 1195-1204.
- Cárdenas, M. (1950). "Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia". Imprenta Universitaria. Cochabamba, Bolivia. Pág. 10 -12.

- Ceballos, A. M., Giraldo, G. I., & Orrego, C. E. (2012). Effect of freezing rate on quality parameters of freeze-dried soursop fruit pulp. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 360-365.
- Chan, C. H., Yusoff, R., & Ngoh, G. C. (2014). Modeling and kinetics study of conventional and assisted batch solvent extraction. *Chemical Engineering Research and Design*, 92(6), 1169–1186. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2013.10.001>
- Chen X., Schofield J.D. (1996): Changes in the glutathione content and breadmaking performance of white wheat flour during short term storage. *Cereal Chem.*, 73: 1–4.
- Choquepuma, et al., (2017) Efecto de la Congelación en los Parámetros Morfométricos del Espermatozoide de Carnero. Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Del Río, C. A. (1990). Análisis de la variación isoenzimática de “Oca” (*Oxalis tuberosa* Molina) y su distribución geográfica. Universidad Ricardo Palma. Tesis Licenciado en Biología. 61 p.
- Eliasson, A. C., & Gudmundsson, M. (1996). Starch: physicochemical and functional aspects. *Carbohydrates in food* (pp. 431-503). New York.
- Emshwiller, E., Theim, T., Grau, A., Nina, V., & Terrazas, F. (2009). Origins of domestication and polyploidy in oca (*Oxalis tuberosa*; Oxalidaceae). AFLP data of oca and four wild, tuber-bearing taxa. *American journal of botany* 96(10): 1839-1848.
- Fernández Honores, A., & Rodríguez Rodríguez, E. (2007). Etnobotánica del Perú Pre-Hispano. In *Etnobotanica Del Perú Pre-Hispano* (Primera ed).
- Fernández Honores, Alejandro M. y Rodríguez Rodríguez, Eric F. (2007) ETNOBOTÁNICA DEL PERÚ PRE-HISPANO. Primera Edición Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

- Fernandez, A. & Rodríguez, E. (2007). *Etnobotánica del Perú Pre-Hispano*. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Franco, G. (1996). *Agronomía del cultivo de la oca*. Lima. Rubiños ediciones, pp. 1-18. (Procedencia Cornell University).
- Fries, A, M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. ANPE, Lima. Impreso en el Perú.
- Fuchigami, M., Miyasaki, K., & Hyakumoto, N. (1995). Frozen Carrots Texture and Pectic Compotients as Affected by Low-Temperature-Blanching and Quick Freezing. *Journal of Food Science*, 60(1), 132–136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb05622.x>
- Gaspari, F. J. (2012). *Caracterización Morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina*. Septimo congreso de medio ambiente AUMG. La Plata Argentina.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3 ed. Cecsca, México, D.F. 1008 p.
- Gerencia Regional de Agricultura. (2019). *Cultivos del Perú* (p. 18).
- Giannakourous, M.C y P.S. Taoukis. (2003). Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chem*. 83, 33-41
- Goral D. (2008). The effect different techniques of freezing and defrosting on the quality of spice vegetables after a long-term freezer storage, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 11(1), 1-15.
- Grandison, A. S. (2011). *Postharvest Handling and Preparation of Foods for Processing*. In *Food Processing Handbook: 2nd Edition* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1002/9783527634361.ch1>
- Grandison, A. S. (2012). *Postharvest Handling and Preparation of Foods for Processing*. In J. G.

- Hidalgo Prieto Manuel (2004) “Estudio del Efecto de la Congelación-Descongelación sobre los Parámetros Morfométricos del Espermatozoide de Macho Cabrío. Tesis para optar al grado de Doctor en Veterinaria. Universidad de Cordova. Facultad de veterinaria. Departamento de Medicina y Cirugía Animal Unidad de Reproducción y Obstetricia. Córdoba.
- Hoseney, R.C., (1994). Principles of Cereal Science and Technology. 2da ed. Am. Assoc. Of Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnesota, USA
- Illanes González, C. (2014). Efecto de la lixiviación de azúcares reductores sobre la formación de furano en papas fritas [Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130060>
- Indecopi (2013) Norma nmp 010. Metrológica peruana.
- INDECOPI. (2014). Establecen requisitos técnicos y procedimientos para el pesaje de recursos hidrobiológicos, sus descartes y residuo, y el registro de los resultados. 520069–520078.
- Internacional standard ISO. (2017). Foodstuffs-Determination of water activity. 2020.
- Jaramillo, L. (1999). Modulo i: Ciencia, tecnología, sociedad y desarrollo. En Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES (ed.), Aprender a Investigar (p. 145). Santa Fe de Bogotá: ARFO.
- Kaminsky R. Morfología comparada entre *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus* de casos hondureños. Ciencia y Tecnología 1999,5: 38-44.
- Kendall, D.G. (1977). Diffusion of shape. Advances in Applied Probability. Vol. 9(3). 428-430.
- Kiani, H., & Sun, D. W. (2011). Water crystallization and its importance to freezing of foods: A review. Trends in Food Science and Technology, 22(8), 407–426. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.011>

- King, S. R., & Gershoff, S. N. (1987). Nutritional evaluation of three underexploited andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae), and *Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae). *Economic Botany*, 41(4), 503–511. <https://doi.org/10.1007/BF02908144>
- Kramer, P.J. (1982). Water and plant productivity of yield. pp. 41 - 47. In M. Rechcigl (ed), *Handbook of Agricultural Productivity*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Latiner G., W. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. II(9), 2–6. file:///C:/Users/EQUIPO/Downloads/nanopdf.com_me-711-02-023-v3-determinacion-de-humedad-en-alimentos.pdf
- Lee, J., & Cheng, Y. (2006). Critical freezing rate in freeze drying nanocrystal dispersions. *Journal of Controlled Release*, 111(1–2), 185-192.
- León Marrouí, E. M., Villacorta González, M. Y., & Pagador Flores, S. E. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), “arracacha” (*Arracaccia xanthorrhiza*) y “tarwi” (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 2(2), 239–252.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., & León, J. (2006). Color measurement in $L^*a^*b^*$ units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10), 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>
- Marques, L. G., Silveira, A. M., & Freire, J. T. (2006). Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*, 24(4), 457–463. <https://doi.org/10.1080/07373930600611919>
- Mejía LJ, Narváez CE, Restrepo LP. (2006). Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Agronomía Colombiana*, 24(1), 87-95.
- Mendoza Rincón, Rolando (2012) Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla

(*Solanum tuberosum* grupo phureja) variedad Colombia. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia 2012

Mendoza, R. (2012). Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (*Solanum tuberosum* grupo phureja) variedad Colombia. Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (*Solanum tuberosum* grupo phureja) variedad Colombia Rolando Mendoza Rincón Universidad Nacional de Colombia.

Mestdagh, F., De Wilde, T., Fraselle, S., Govaert, Y., Ooghe, W., Degroodt, J. M., Verhé, R., Van Peteghem, C., & De Meulenaer, B. (2008). Optimization of the blanching process to reduce acrylamide in fried potatoes. *LWT - Food Science and Technology*,41(9), 1648–1654. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.007>.

MINSA. (2017). Tablas de composición de alimentos de Perú. In Repositorio.Ins.Gob.Pe (Issue 56).

<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Monteiro, K. L.; Oliveira, C.; Silva, B. M. S.; Moro, F. V.; Carvalho, D. A. (2012). Caracterização morfológica de frutos, de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. *Ciência Rural*, v. 42, n. 1, p. 90-97. [http:// dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000147](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000147).

Moreno Constela, M. C. (2012). MICROESTRUCTURA Y FENÓMENOS DE TRANSPORTE E FRITURA DE PRODUCTOS FORMULADOS (Issue August). Pontificia Universidad Católica de Chile.

Moreno, C. (2012). Microstructure and transport phenomena in deep-fat fried formulated products. Doctoral thesis.

- National Research Council. (1989). The lost crops of the incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press. Washington D.C.
- Oikonomopoulou, V. P., Krokida, M. K., & Karathanos, V. T. (2011). The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. *Procedia Food Science*, 1(Icef 11), 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.097>
- Ospina M., J., Garcia B., H., Molina D., & Fajardo N., B. (2011). Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de la panela granulada. *Ingeniería e Investigación*, 0(43), 34–39.
- Pascual, G., & Joaquín, Z. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha empleada en elaboración de pan. Artículo científico, Perú.
- Paucar Quispe, D. (2019). EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA A NIVEL MORFOLOGICO DE UNA POBLACIÓN DE OCA (Oxalis tuberosa Mol.) DEL DISTRITO DE ACORIA – HUANCVELICA”. Universidad Nacional de Huanca Velica.
- Pedreschi, F., Aguilera, J. M., & Arbildua, J. J. (1999). CLSM study of oil location in fried potato slices. *Microscopy and Analysis*, 37, 21-22.
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., & Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.009>
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the 3 color of potato chips. *Food Research International*. 39: 1092-1098.
- Pérez Porto, Julián y Gardey, Ana (2011) Actualizado: 2014.
- Petzold, G., & Aguilera, J. M. (2009). Ice morphology: fundamentals and technological applications in foods. *Food Biophysics*, 4(4), 378-396.

- Petzold, G., & Aguilera, J. M. (2009). Ice morphology: Fundamentals and technological applications in foods. *Food Biophysics*, 4(4), 378–396. <https://doi.org/10.1007/s11483-009-9136-5>
- Pham, Q. T., & F., R. (1997). Moisture Migration and Ice Recrystallization in Frozen Foods. *Quality in Frozen Foods*, 67–91. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5975-7_5
- PROINPA. . Transformación Tradicional de la Oca en el Microcentro de Cariquina Grande.
- Rahman, M. S. (2001). Toward prediction of porosity in foods during drying: A brief review. *Drying Technology*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.1081/DRT-100001349>
- Rahman, M.S.; N. Guizani; M. Al-Khaseibi; S. Ali Al-Hinai; S.S. Al-Maskri y K. Al-Hamhami, Analysis of cooling curve to determine the end point of freezing, *Food Hydrocolloid*, 16(6), 653-659 (2002).
doi:10.1016/S0268-005X(02)00031-0
- Ramirez, M. (2002). On farm conservation of minor tubers in Peru: The dynamics of oca “*Oxalis tuberosa*” landrance management in a peasant community. *Plant Genetic Resources Newsletter (Italy)* 132: 1-9
- Regier, M., Hardy, E. H., Knoerzer, K., Leeb, C. V., & Schuchmann, H. P. (2007). Determination of structural and transport properties of cereal products by optical scanning, magnetic resonance imaging and Monte Carlo simulations. *Journal of Food Engineering*, 81(2), 485–491. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.025>
- Rodriguez, Angel Giovanni Becerra (2018) Técnica para la determinación de acidez en grasas y aceites. Consultado el 12 de noviembre de 2018
- Sahari, M.A., M.F. Boostani y Z.E. Hamidi. (2004). Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Food Chem.* 86, 357-363.

- Saxena, A. K., Fuentes, X. C., Herbas, R. G., & Humphries, D. L. (2016). Indigenous food systems and climate change: Impacts of climatic shifts on the production and processing of native and traditional crops in the bolivian andes. *Frontiers in Public Health*, 4(March), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00020>
- Slice D.E. (2005). Modern Morphometrics. In: Slice DE. (ed.), *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*, pp. 1-45. Kluwer Academic Publishers, NY.
- Slice D.E. (2007). Geometric Morphometrics. *Annual Review Anthropology*. 36:261-81.
- Slice, D. E. (2006). Modern Morphometrics. *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*, 1–45. https://doi.org/10.1007/0-387-27614-9_1
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (2005) la lixiviación. Informe quincenal SNMP
- Solis Oñate, F. R. (2000). Determinación de las condiciones óptimas para obtener congelados a base de Melloco (*Ullucus tuberosus* Loz) y Zanahoria Blanca {*Arracada xanthorriza* Bancroft.
- Solís Oñate, F. R. (2000). Determinación de las condiciones optimas para obtener congelados a base de Melloco (*Ullucus tuberosus* Loz) y Zanahoria Llunchu (*Arracacia xanthorriza* Bancroft). (Tesis de Doctor). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Riobamba, Ecuador.
- Srivastava A.K., Haridas-RAO P. (1992): Changing in the pasting, rheological and baking qualities of flour during short term storage. *J. Food Sci. Technol.*, 28: 153–156.
- Tapia, E., y Fries A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO - ANPE. Lima, Peru.

- Tapia, Mario E. (1990). Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Tapia, Mario E. (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. (2da. ed.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Tian, R., Jiang, G. H., Shen, L., Wang, L., He, Y. Q., (2005). Mapping quantitative trait loci underlying the cooking and eating quality of rice using a DH population. *Molecular breeding*. 15, 117-124.
- Treybal, R. E., Garcia Rodriguez, A., & Lozano, F. (2000). Operaciones De Transferencia (Mc Graw Hill (ed.)).
- Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa molina*), olluco (*Ullucus tuberosus caldas*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz & pavón*). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(3), 453–464. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007>
- Valencia, M., Pérez, W., & Ramos, F. (1989). ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA PRODUCCION Y EL PROCESAMIENTO RURAL DE LOS CULTIVOS ANDINOS (p. 142).
- Valencia, M., Pérez, W., Ramos, F. (1989). Estrategia para impulsar la producción y el procesamiento rural de los cultivos nativos andinos. Lima –Perú.
- Vargas huanca, Dany Eduardo (2017). Sistema de conocimientos aymaras para la sostenibilidad de la agrobiodiversidad y protección ambiental en un contexto de crisis global. Tesos doctoral. Universidad autónoma de Barcelona. Instituto de ciencia y tecnología ambientales. Barcelona. España. 143 pg.

Veraverbeke, W. S., & Delcour, J. A. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(3), 179-208.

Zaritzky, N., (2002) *Preservación III, Congelación de Alimentos, Temas en Tecnología de Alimentos, Volumen 1, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)*, Alfaomega Grupo Editor.

Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. (2004). *Geometric morphometrics for biologists: A primer*. San Diego, California, USA: Elsevier Academic Press.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla para las características físicas Peso y Porosidad

| N° | TEP | VEL | Var | rep | PESO | | | | | POROSIDAD | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|----|---|-----------|----|----|----|---|
| 1 | T1 | V1 | V1 | 1 | P | T1 | V1 | V1 | 1 | PR | T1 | V1 | V1 | 1 |
| 2 | T1 | V1 | V1 | 2 | P | T1 | V1 | V1 | 2 | PR | T1 | V1 | V1 | 2 |
| 3 | T1 | V1 | V1 | 3 | P | T1 | V1 | V1 | 3 | PR | T1 | V1 | V1 | 3 |
| 4 | T1 | V1 | V2 | 1 | P | T1 | V1 | V2 | 1 | PR | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 5 | T1 | V1 | V2 | 2 | P | T1 | V1 | V2 | 2 | PR | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 6 | T1 | V1 | V2 | 3 | P | T1 | V1 | V2 | 3 | PR | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 7 | T1 | V1 | V2 | 1 | P | T1 | V1 | V2 | 1 | PR | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 8 | T1 | V1 | V2 | 2 | P | T1 | V1 | V2 | 2 | PR | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 9 | T1 | V1 | V2 | 3 | P | T1 | V1 | V2 | 3 | PR | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 10 | T1 | V2 | V1 | 1 | P | T1 | V2 | V1 | 1 | PR | T1 | V2 | V1 | 1 |
| 11 | T1 | V2 | V1 | 2 | P | T1 | V2 | V1 | 2 | PR | T1 | V2 | V1 | 2 |
| 12 | T1 | V2 | V1 | 3 | P | T1 | V2 | V1 | 3 | PR | T1 | V2 | V1 | 3 |
| 13 | T1 | V2 | V2 | 1 | P | T1 | V2 | V2 | 1 | PR | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 14 | T1 | V2 | V2 | 2 | P | T1 | V2 | V2 | 2 | PR | T1 | V2 | V2 | 2 |
| 15 | T1 | V2 | V2 | 3 | P | T1 | V2 | V2 | 3 | PR | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 16 | T1 | V2 | V2 | 1 | P | T1 | V2 | V2 | 1 | PR | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 18 | T1 | V2 | V2 | 3 | P | T1 | V2 | V2 | 3 | PR | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 19 | T2 | V1 | V1 | 1 | P | T2 | V1 | V1 | 1 | PR | T2 | V1 | V1 | 1 |
| 20 | T2 | V1 | V1 | 2 | P | T2 | V1 | V1 | 2 | PR | T2 | V1 | V1 | 2 |
| 21 | T2 | V1 | V1 | 3 | P | T2 | V1 | V1 | 3 | PR | T2 | V1 | V1 | 3 |
| 22 | T2 | V1 | V2 | 1 | F | T2 | V1 | V2 | 1 | PR | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 23 | T2 | V1 | V2 | 2 | F | T2 | V1 | V2 | 2 | PR | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 24 | T2 | V1 | V2 | 3 | F | T2 | V1 | V2 | 3 | PR | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 25 | T2 | V1 | V2 | 1 | F | T2 | V1 | V2 | 1 | PR | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 26 | T2 | V1 | V2 | 2 | F | T2 | V1 | V2 | 2 | PR | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 27 | T2 | V1 | V2 | 3 | F | T2 | V1 | V2 | 3 | PR | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 28 | T2 | V2 | V1 | 1 | F | T2 | V2 | V1 | 1 | PR | T2 | V2 | V1 | 1 |
| 29 | T2 | V2 | V1 | 2 | F | T2 | V2 | V1 | 2 | PR | T2 | V2 | V1 | 2 |
| 30 | T2 | V2 | V1 | 3 | F | T2 | V2 | V1 | 3 | PR | T2 | V2 | V1 | 3 |
| 31 | T2 | V2 | V2 | 1 | F | T2 | V2 | V2 | 1 | PR | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 32 | T2 | V2 | V2 | 2 | F | T2 | V2 | V2 | 2 | PR | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 33 | T2 | V2 | V2 | 3 | F | T2 | V2 | V2 | 3 | PR | T2 | V2 | V2 | 3 |
| 34 | T2 | V2 | V2 | 1 | F | T2 | V2 | V2 | 1 | PR | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 35 | T2 | V2 | V2 | 2 | F | T2 | V2 | V2 | 2 | PR | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 36 | T2 | V2 | V2 | 3 | F | T2 | V2 | V2 | 3 | PR | T2 | V2 | V2 | 3 |

Leyenda.

VA: velocidad del aire (m/seg);

T: temperatura (°C)

VO: variedad de oca; REP: repetición

Anexo 2. Tabla para datos de actividad de agua

| N° | TEP | VEL | Var | REP | Aw | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|---|
| 1 | T1 | V1 | V1 | 1 | Aw | T1 | V1 | V1 | 1 |
| 2 | T1 | V1 | V1 | 2 | Aw | T1 | V1 | V1 | 2 |
| 3 | T1 | V1 | V1 | 3 | Aw | T1 | V1 | V1 | 3 |
| 4 | T1 | V1 | V2 | 1 | Aw | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 5 | T1 | V1 | V2 | 2 | Aw | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 6 | T1 | V1 | V2 | 3 | Aw | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 7 | T1 | V1 | V2 | 1 | Aw | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 8 | T1 | V1 | V2 | 2 | Aw | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 9 | T1 | V1 | V2 | 3 | Aw | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 10 | T1 | V2 | V1 | 1 | Aw | T1 | V2 | V1 | 1 |
| 11 | T1 | V2 | V1 | 2 | Aw | T1 | V2 | V1 | 2 |
| 12 | T1 | V2 | V1 | 3 | Aw | T1 | V2 | V1 | 3 |
| 13 | T1 | V2 | V2 | 1 | Aw | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 14 | T1 | V2 | V2 | 2 | Aw | T1 | V2 | V2 | 2 |
| 15 | T1 | V2 | V2 | 3 | Aw | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 16 | T1 | V2 | V2 | 1 | Aw | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 17 | T1 | V2 | V2 | 2 | Aw | T1 | V2 | V2 | 2 |
| 18 | T1 | V2 | V2 | 3 | Aw | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 19 | T2 | V1 | V1 | 1 | Aw | T2 | V1 | V1 | 1 |
| 20 | T2 | V1 | V1 | 2 | Aw | T2 | V1 | V1 | 2 |
| 21 | T2 | V1 | V1 | 3 | Aw | T2 | V1 | V1 | 3 |
| 22 | T2 | V1 | V2 | 1 | Aw | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 23 | T2 | V1 | V2 | 2 | Aw | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 24 | T2 | V1 | V2 | 3 | Aw | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 25 | T2 | V1 | V2 | 1 | Aw | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 26 | T2 | V1 | V2 | 2 | Aw | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 27 | T2 | V1 | V2 | 3 | Aw | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 28 | T2 | V2 | V1 | 1 | Aw | T2 | V2 | V1 | 1 |
| 29 | T2 | V2 | V1 | 2 | Aw | T2 | V2 | V1 | 2 |
| 30 | T2 | V2 | V1 | 3 | Aw | T2 | V2 | V1 | 3 |
| 31 | T2 | V2 | V2 | 1 | Aw | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 32 | T2 | V2 | V2 | 2 | Aw | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 33 | T2 | V2 | V2 | 3 | Aw | T2 | V2 | V2 | 3 |
| 34 | T2 | V2 | V2 | 1 | Aw | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 35 | T2 | V2 | V2 | 2 | Aw | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 36 | T2 | V2 | V2 | 3 | Aw | T2 | V2 | V2 | 3 |

Leyenda.

VA: velocidad del aire (m/seg);

T: temperatura (°C)

VO: variedad de oca; REP: repetición

Anexo 3. Tabla para adquisición de datos de las características Químicas

| N° | TEP | VEL | Var | rep | HUMEDAD | | | | | ACIDEZ | | | | | CENIZA | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|---------|----|----|----|---|--------|----|----|----|---|--------|----|----|----|---|
| 1 | T1 | V1 | V1 | 1 | H | T1 | V1 | V1 | 1 | A | T1 | V1 | V1 | 1 | C | T1 | V1 | V1 | 1 |
| 2 | T1 | V1 | V1 | 2 | H | T1 | V1 | V1 | 2 | A | T1 | V1 | V1 | 2 | C | T1 | V1 | V1 | 2 |
| 3 | T1 | V1 | V1 | 3 | H | T1 | V1 | V1 | 3 | A | T1 | V1 | V1 | 3 | C | T1 | V1 | V1 | 3 |
| 4 | T1 | V1 | V2 | 1 | H | T1 | V1 | V2 | 1 | A | T1 | V1 | V2 | 1 | C | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 5 | T1 | V1 | V2 | 2 | H | T1 | V1 | V2 | 2 | A | T1 | V1 | V2 | 2 | C | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 6 | T1 | V1 | V2 | 3 | H | T1 | V1 | V2 | 3 | A | T1 | V1 | V2 | 3 | C | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 7 | T1 | V1 | V2 | 1 | H | T1 | V1 | V2 | 1 | A | T1 | V1 | V2 | 1 | C | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 8 | T1 | V1 | V2 | 2 | H | T1 | V1 | V2 | 2 | A | T1 | V1 | V2 | 2 | C | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 9 | T1 | V1 | V2 | 3 | H | T1 | V1 | V2 | 3 | A | T1 | V1 | V2 | 3 | C | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 10 | T1 | V2 | V1 | 1 | H | T1 | V2 | V1 | 1 | A | T1 | V2 | V1 | 1 | C | T1 | V2 | V1 | 1 |
| 11 | T1 | V2 | V1 | 2 | H | T1 | V2 | V1 | 2 | A | T1 | V2 | V1 | 2 | C | T1 | V2 | V1 | 2 |
| 12 | T1 | V2 | V1 | 3 | H | T1 | V2 | V1 | 3 | A | T1 | V2 | V1 | 3 | C | T1 | V2 | V1 | 3 |
| 13 | T1 | V2 | V2 | 1 | H | T1 | V2 | V2 | 1 | A | T1 | V2 | V2 | 1 | C | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 14 | T1 | V2 | V2 | 2 | H | T1 | V2 | V2 | 2 | A | T1 | V2 | V2 | 2 | C | T1 | V2 | V2 | 2 |
| 15 | T1 | V2 | V2 | 3 | H | T1 | V2 | V2 | 3 | A | T1 | V2 | V2 | 3 | C | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 16 | T1 | V2 | V2 | 1 | H | T1 | V2 | V2 | 1 | A | T1 | V2 | V2 | 1 | C | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 17 | T1 | V2 | V2 | 2 | H | T1 | V2 | V2 | 2 | A | T1 | V2 | V2 | 2 | C | T1 | V2 | V2 | 2 |
| 18 | T1 | V2 | V2 | 3 | H | T1 | V2 | V2 | 3 | A | T1 | V2 | V2 | 3 | C | T1 | V2 | V2 | 3 |
| 19 | T2 | V1 | V1 | 1 | H | T2 | V1 | V1 | 1 | A | T2 | V1 | V1 | 1 | C | T2 | V1 | V1 | 1 |
| 20 | T2 | V1 | V1 | 2 | H | T2 | V1 | V1 | 2 | A | T2 | V1 | V1 | 2 | C | T2 | V1 | V1 | 2 |
| 21 | T2 | V1 | V1 | 3 | H | T2 | V1 | V1 | 3 | A | T2 | V1 | V1 | 3 | C | T2 | V1 | V1 | 3 |
| 22 | T2 | V1 | V2 | 1 | H | T2 | V1 | V2 | 1 | A | T2 | V1 | V2 | 1 | C | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 23 | T2 | V1 | V2 | 2 | H | T2 | V1 | V2 | 2 | A | T2 | V1 | V2 | 2 | C | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 24 | T2 | V1 | V2 | 3 | H | T2 | V1 | V2 | 3 | A | T2 | V1 | V2 | 3 | C | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 25 | T2 | V1 | V2 | 1 | H | T2 | V1 | V2 | 1 | A | T2 | V1 | V2 | 1 | C | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 26 | T2 | V1 | V2 | 2 | H | T2 | V1 | V2 | 2 | A | T2 | V1 | V2 | 2 | C | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 27 | T2 | V1 | V2 | 3 | H | T2 | V1 | V2 | 3 | A | T2 | V1 | V2 | 3 | C | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 28 | T2 | V2 | V1 | 1 | H | T2 | V2 | V1 | 1 | A | T2 | V2 | V1 | 1 | C | T2 | V2 | V1 | 1 |
| 29 | T2 | V2 | V1 | 2 | H | T2 | V2 | V1 | 2 | A | T2 | V2 | V1 | 2 | C | T2 | V2 | V1 | 2 |
| 30 | T2 | V2 | V1 | 3 | H | T2 | V2 | V1 | 3 | A | T2 | V2 | V1 | 3 | C | T2 | V2 | V1 | 3 |
| 31 | T2 | V2 | V2 | 1 | H | T2 | V2 | V2 | 1 | A | T2 | V2 | V2 | 1 | C | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 32 | T2 | V2 | V2 | 2 | H | T2 | V2 | V2 | 2 | A | T2 | V2 | V2 | 2 | C | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 33 | T2 | V2 | V2 | 3 | H | T2 | V2 | V2 | 3 | A | T2 | V2 | V2 | 3 | C | T2 | V2 | V2 | 3 |
| 34 | T2 | V2 | V2 | 1 | H | T2 | V2 | V2 | 1 | A | T2 | V2 | V2 | 1 | C | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 35 | T2 | V2 | V2 | 2 | H | T2 | V2 | V2 | 2 | A | T2 | V2 | V2 | 2 | C | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 36 | T2 | V2 | V2 | 3 | H | T2 | V2 | V2 | 3 | A | T2 | V2 | V2 | 3 | C | T2 | V2 | V2 | 3 |

Leyenda.

VA: velocidad del aire (m/seg)

T: temperatura (°C)

VO: variedad de oca

REP: repetición

Anexo 4. Adquisición de datos de las características morfométricos

| N° | TEP | VEL | Var | rep | FORMA | | | | | TAMAÑO | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-------|----|----|----|---|--------|----|----|----|---|
| 1 | T1 | V1 | V1 | 1 | F | T1 | V1 | V1 | 1 | T | T1 | V1 | V1 | 1 |
| 2 | T1 | V1 | V1 | 2 | F | T1 | V1 | V1 | 2 | T | T1 | V1 | V1 | 2 |
| 3 | T1 | V1 | V1 | 3 | F | T1 | V1 | V1 | 3 | T | T1 | V1 | V1 | 3 |
| 4 | T1 | V1 | V2 | 1 | F | T1 | V1 | V2 | 1 | T | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 5 | T1 | V1 | V2 | 2 | F | T1 | V1 | V2 | 2 | T | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 6 | T1 | V1 | V2 | 3 | F | T1 | V1 | V2 | 3 | T | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 7 | T1 | V1 | V2 | 1 | F | T1 | V1 | V2 | 1 | T | T1 | V1 | V2 | 1 |
| 8 | T1 | V1 | V2 | 2 | F | T1 | V1 | V2 | 2 | T | T1 | V1 | V2 | 2 |
| 9 | T1 | V1 | V2 | 3 | F | T1 | V1 | V2 | 3 | T | T1 | V1 | V2 | 3 |
| 10 | T1 | V2 | V1 | 1 | F | T1 | V2 | V1 | 1 | T | T1 | V2 | V1 | 1 |
| 11 | T1 | V2 | V1 | 2 | F | T1 | V2 | V1 | 2 | T | T1 | V2 | V1 | 2 |
| 12 | T1 | V2 | V1 | 3 | F | T1 | V2 | V1 | 3 | T | T1 | V2 | V1 | 3 |
| 13 | T1 | V2 | V2 | 1 | F | T1 | V2 | V2 | 1 | T | T1 | V2 | V2 | 1 |
| 23 | T2 | V1 | V2 | 2 | F | T2 | V1 | V2 | 2 | T | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 24 | T2 | V1 | V2 | 3 | F | T2 | V1 | V2 | 3 | T | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 25 | T2 | V1 | V2 | 1 | F | T2 | V1 | V2 | 1 | T | T2 | V1 | V2 | 1 |
| 26 | T2 | V1 | V2 | 2 | F | T2 | V1 | V2 | 2 | T | T2 | V1 | V2 | 2 |
| 27 | T2 | V1 | V2 | 3 | F | T2 | V1 | V2 | 3 | T | T2 | V1 | V2 | 3 |
| 28 | T2 | V2 | V1 | 1 | F | T2 | V2 | V1 | 1 | T | T2 | V2 | V1 | 1 |
| 29 | T2 | V2 | V1 | 2 | F | T2 | V2 | V1 | 2 | T | T2 | V2 | V1 | 2 |
| 30 | T2 | V2 | V1 | 3 | F | T2 | V2 | V1 | 3 | T | T2 | V2 | V1 | 3 |
| 31 | T2 | V2 | V2 | 1 | F | T2 | V2 | V2 | 1 | T | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 32 | T2 | V2 | V2 | 2 | F | T2 | V2 | V2 | 2 | T | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 33 | T2 | V2 | V2 | 3 | F | T2 | V2 | V2 | 3 | T | T2 | V2 | V2 | 3 |
| 34 | T2 | V2 | V2 | 1 | F | T2 | V2 | V2 | 1 | T | T2 | V2 | V2 | 1 |
| 35 | T2 | V2 | V2 | 2 | F | T2 | V2 | V2 | 2 | T | T2 | V2 | V2 | 2 |
| 36 | T2 | V2 | V2 | 3 | F | T2 | V2 | V2 | 3 | T | T2 | V2 | V2 | 3 |

Leyenda.

Var: velocidad del aire (m/seg)

T: temperatura (°C)

VO: variedad de oca

rep: repetición

Anexo 5. Peso obtenido de la oca congelada y seca (Umakhaya)

| N° | VARIEDAD | TEMPERATURA (°C) | VELOCIDAD (m/seg) | Rep | Rendimiento (%) | peso (g) |
|----|-------------|------------------|-------------------|-----|-----------------|----------|
| 1 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 22.5 | 0.23 |
| 2 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 21.5 | 0.21 |
| 3 | Llunchu | -12 | 4 | 3 | 26.0 | 0.26 |
| 4 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 24.8 | 0.25 |
| 5 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 23.4 | 0.23 |
| 6 | Llunchu | -12 | 5 | 3 | 22.3 | 0.22 |
| 7 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 18.1 | 0.18 |
| 8 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 16.0 | 0.16 |
| 9 | Llunchu | -18 | 4 | 3 | 19.4 | 0.19 |
| 10 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 26.5 | 0.27 |
| 11 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 26.0 | 0.26 |
| 12 | Llunchu | -18 | 5 | 3 | 26.7 | 0.27 |
| 13 | Kheny | -12 | 4 | 1 | 14.2 | 0.14 |
| 14 | Kheny | -12 | 4 | 2 | 13.5 | 0.13 |
| 15 | Kheny | -12 | 4 | 3 | 14.7 | 0.15 |
| 16 | Kheny | -12 | 5 | 1 | 17.0 | 0.17 |
| 17 | Kheny | -12 | 5 | 2 | 17.1 | 0.17 |
| 18 | Kheny | -12 | 5 | 3 | 19.1 | 0.19 |
| 19 | Kheny | -18 | 4 | 1 | 14.2 | 0.14 |
| 20 | Kheny | -18 | 4 | 2 | 14.6 | 0.15 |
| 21 | Kheny | -18 | 4 | 3 | 15.2 | 0.15 |
| 22 | Kheny | -18 | 5 | 1 | 14.2 | 0.14 |
| 23 | Kheny | -18 | 5 | 2 | 15.9 | 0.16 |
| 24 | Kheny | -18 | 5 | 3 | 15.5 | 0.16 |
| 25 | Huarichuchu | -12 | 4 | 1 | 16.0 | 0.16 |
| 26 | Huarichuchu | -12 | 4 | 2 | 15.5 | 0.16 |
| 27 | Huarichuchu | -12 | 4 | 3 | 15.0 | 0.15 |
| 28 | Huarichuchu | -12 | 5 | 1 | 14.6 | 0.15 |
| 29 | Huarichuchu | -12 | 5 | 2 | 13.0 | 0.13 |
| 30 | Huarichuchu | -12 | 5 | 3 | 16.0 | 0.16 |
| 31 | Huarichuchu | -18 | 4 | 1 | 16.4 | 0.16 |
| 32 | Huarichuchu | -18 | 4 | 2 | 18.2 | 0.18 |
| 33 | Huarichuchu | -18 | 4 | 3 | 16.6 | 0.17 |
| 34 | Huarichuchu | -18 | 5 | 1 | 20.2 | 0.20 |
| 35 | Huarichuchu | -18 | 5 | 2 | 20.7 | 0.21 |
| 36 | Huarichuchu | -18 | 5 | 3 | 21.3 | 0.21 |

Anexo 6. Porosidad de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya)

| N° | VARIEDAD | TEMPERATURA (°C) | VELOCIDAD (m/seg) | REP | Porosidad (%) |
|----|-------------|------------------|-------------------|-----|---------------|
| 1 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 64.23 |
| 2 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 55.49 |
| 3 | Llunchu | -12 | 4 | 3 | 55.45 |
| 4 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 57.47 |
| 5 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 59.98 |
| 6 | Llunchu | -12 | 5 | 3 | 62.54 |
| 7 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 52.81 |
| 8 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 63.65 |
| 9 | Llunchu | -18 | 4 | 3 | 63.06 |
| 10 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 59.71 |
| 11 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 57.93 |
| 12 | Llunchu | -18 | 5 | 3 | 62.31 |
| 13 | Kheny | -12 | 4 | 1 | 60.53 |
| 14 | Kheny | -12 | 4 | 2 | 52.96 |
| 15 | Kheny | -12 | 4 | 3 | 55.78 |
| 16 | Kheny | -12 | 5 | 1 | 48.88 |
| 17 | Kheny | -12 | 5 | 2 | 52.59 |
| 18 | Kheny | -12 | 5 | 3 | 58.94 |
| 19 | Kheny | -18 | 4 | 1 | 62.49 |
| 20 | Kheny | -18 | 4 | 2 | 73.21 |
| 21 | Kheny | -18 | 4 | 3 | 62.64 |
| 22 | Kheny | -18 | 5 | 1 | 65.43 |
| 23 | Kheny | -18 | 5 | 2 | 56.82 |
| 24 | Kheny | -18 | 5 | 3 | 56.16 |
| 25 | Huarichuchu | -12 | 4 | 1 | 47.40 |
| 26 | Huarichuchu | -12 | 4 | 2 | 55.25 |
| 27 | Huarichuchu | -12 | 4 | 3 | 58.03 |
| 28 | Huarichuchu | -12 | 5 | 1 | 51.24 |
| 29 | Huarichuchu | -12 | 5 | 2 | 60.06 |
| 30 | Huarichuchu | -12 | 5 | 3 | 61.38 |
| 31 | Huarichuchu | -18 | 4 | 1 | 72.00 |
| 32 | Huarichuchu | -18 | 4 | 2 | 67.50 |
| 33 | Huarichuchu | -18 | 4 | 3 | 66.58 |
| 34 | Huarichuchu | -18 | 5 | 1 | 52.46 |
| 35 | Huarichuchu | -18 | 5 | 2 | 64.85 |
| 36 | Huarichuchu | -18 | 5 | 3 | 70.22 |

Anexo 7. Actividad de agua de la Oca congelada y deshidratada

| N° | Variedad | V | T | AW |
|----|-------------|---|-----|-------|
| 1 | Kheny | 5 | -12 | 0.828 |
| 2 | Kheny | 5 | -12 | 0.832 |
| 3 | Kheny | 5 | -12 | 0.82 |
| 4 | Huarichuchu | 5 | -12 | 0.598 |
| 5 | Huarichuchu | 5 | -12 | 0.595 |
| 6 | Huarichuchu | 5 | -12 | 0.585 |
| 7 | Llunchu | 5 | -12 | 0.602 |
| 8 | Llunchu | 5 | -12 | 0.607 |
| 9 | Llunchu | 5 | -12 | 0.607 |
| 10 | Huarichuchu | 4 | -18 | 0.588 |
| 11 | Huarichuchu | 4 | -18 | 0.597 |
| 12 | Huarichuchu | 4 | -18 | 0.602 |
| 13 | Llunchu | 4 | -18 | 0.618 |
| 14 | Llunchu | 4 | -18 | 0.624 |
| 15 | Llunchu | 4 | -18 | 0.625 |
| 16 | Kheny | 4 | -18 | 0.788 |
| 17 | Kheny | 4 | -18 | 0.789 |
| 18 | Kheny | 4 | -18 | 0.787 |
| 19 | Huarichuchu | 5 | -18 | 0.702 |
| 20 | Huarichuchu | 5 | -18 | 0.696 |
| 21 | Huarichuchu | 5 | -18 | 0.695 |
| 22 | Kheny | 5 | -18 | 0.699 |
| 23 | Kheny | 5 | -18 | 0.701 |
| 24 | Kheny | 5 | -18 | 0.703 |
| 25 | Llunchu | 5 | -18 | 0.629 |
| 26 | Llunchu | 5 | -18 | 0.627 |
| 27 | Llunchu | 5 | -18 | 0.627 |
| 28 | Llunchu | 4 | -12 | 0.618 |
| 29 | Llunchu | 4 | -12 | 0.615 |
| 30 | Llunchu | 4 | -12 | 0.606 |
| 31 | Kheny | 4 | -12 | 0.434 |
| 32 | Kheny | 4 | -12 | 0.459 |
| 33 | Kheny | 4 | -12 | 0.416 |
| 34 | Huarichuchu | 4 | -12 | 0.624 |
| 35 | Huarichuchu | 4 | -12 | 0.62 |
| 36 | Huarichuchu | 4 | -12 | 0.613 |

Leyenda.

V: velocidad del aire (m/seg)

T: temperatura (°C)

AW: actividad de agua

Anexo 8.Humedad de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya)

| N° | VARIEDAD | TEMPERATURA (°C) | VELOCIDAD (m/seg) | REP | Humedad (%) |
|----|----------|------------------|-------------------|-----|-------------|
| 1 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 8.015 |
| 2 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 7.854 |
| 3 | Llunchu | -12 | 4 | 3 | 7.806 |
| 4 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 8.164 |
| 5 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 7.726 |
| 6 | Llunchu | -12 | 5 | 3 | 7.575 |
| 7 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 7.893 |
| 8 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 8.172 |
| 9 | Llunchu | -18 | 4 | 3 | 7.512 |
| 10 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 9.074 |
| 11 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 8.973 |
| 12 | Llunchu | -18 | 5 | 3 | 9.172 |
| 13 | Kheny | -12 | 4 | 1 | 4.008 |
| 14 | Kheny | -12 | 4 | 2 | 4.101 |
| 15 | Kheny | -12 | 4 | 3 | 3.481 |
| 16 | Kheny | -12 | 5 | 1 | 17.481 |
| 17 | Kheny | -12 | 5 | 2 | 18.343 |
| 18 | Kheny | -12 | 5 | 3 | 17.352 |
| 19 | Kheny | -18 | 4 | 1 | 17.052 |
| 20 | Kheny | -18 | 4 | 2 | 18.224 |
| 21 | Kheny | -18 | 4 | 3 | 16.798 |
| 22 | Kheny | -18 | 5 | 1 | 13.428 |
| 23 | Kheny | -18 | 5 | 2 | 13.521 |
| 24 | Kheny | -18 | 5 | 3 | 13.399 |
| 25 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 9.293 |
| 26 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 9.193 |
| 27 | Llunchu | -12 | 4 | 3 | 9.155 |
| 28 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 8.497 |
| 29 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 8.564 |
| 30 | Llunchu | -12 | 5 | 3 | 8.074 |
| 31 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 7.227 |
| 32 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 6.960 |
| 33 | Llunchu | -18 | 4 | 3 | 7.231 |
| 34 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 12.244 |
| 35 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 11.580 |
| 36 | Llunchu | -18 | 5 | 3 | 11.648 |

Leyenda.

REP: repetición

Anexo 9. Acidez titulable de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya)

| N° | VARIEDAD | TEMPERATURA (°C) | VELOCIDAD (m/seg) | REP | Acidez (%) |
|----|--------------|------------------|-------------------|-----|------------|
| 1 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 1.420 |
| 2 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 1.374 |
| 3 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 0.619 |
| 4 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 0.753 |
| 5 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 0.635 |
| 6 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 0.656 |
| 7 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 1.146 |
| 8 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 0.943 |
| 9 | Kheny | -12 | 4 | 1 | 1.484 |
| 10 | Kheny | -12 | 4 | 2 | 1.117 |
| 11 | Kheny | -12 | 5 | 1 | 1.323 |
| 12 | Kheny | -12 | 5 | 2 | 1.153 |
| 13 | Kheny | -18 | 4 | 1 | 1.578 |
| 14 | Kheny | -18 | 4 | 2 | 1.229 |
| 15 | Kheny | -18 | 5 | 1 | 1.494 |
| 16 | Kheny | -18 | 5 | 2 | 1.136 |
| 17 | Huary chuchu | -12 | 4 | 1 | 0.649 |
| 18 | Huary chuchu | -12 | 4 | 2 | 0.662 |
| 19 | Huary chuchu | -12 | 5 | 1 | 0.644 |
| 20 | Huary chuchu | -12 | 5 | 2 | 0.679 |
| 21 | Huary chuchu | -18 | 4 | 1 | 0.732 |
| 22 | Huary chuchu | -18 | 4 | 2 | 0.726 |
| 23 | Huary chuchu | -18 | 5 | 1 | 0.568 |
| 24 | Huary chuchu | -18 | 5 | 2 | 0.698 |

Leyenda.

REP: repetición

Anexo 10. Ceniza de la Oca congelada y deshidratada (Umakhaya)

| N° | VARIEDAD | TEMPERATURA (°C) | VELOCIDAD (M/SEG) | REP | ceniza (%) |
|----|--------------|-----------------------|----------------------|-----|------------|
| 1 | Llunchu | -12 | 4 | 1 | 2.586 |
| 2 | Llunchu | -12 | 4 | 2 | 2.856 |
| 3 | Llunchu | -12 | 5 | 1 | 1.277 |
| 4 | Llunchu | -12 | 5 | 2 | 1.373 |
| 5 | Llunchu | -18 | 4 | 1 | 1.869 |
| 6 | Llunchu | -18 | 4 | 2 | 1.798 |
| 7 | Llunchu | -18 | 5 | 1 | 1.741 |
| 8 | Llunchu | -18 | 5 | 2 | 1.443 |
| 9 | Kheny | -12 | 4 | 1 | 3.959 |
| 10 | Kheny | -12 | 4 | 2 | 3.585 |
| 11 | Kheny | -12 | 5 | 1 | 4.105 |
| 12 | Kheny | -12 | 5 | 2 | 4.317 |
| 13 | Kheny | -18 | 4 | 1 | 3.984 |
| 14 | Kheny | -18 | 4 | 2 | 3.811 |
| 15 | Kheny | -18 | 5 | 1 | 4.056 |
| 16 | Kheny | -18 | 5 | 2 | 4.306 |
| 17 | Huary chuchu | -12 | 4 | 1 | 2.174 |
| 18 | Huary chuchu | -12 | 4 | 2 | 2.905 |
| 19 | Huary chuchu | -12 | 5 | 1 | 2.161 |
| 20 | Huary chuchu | -12 | 5 | 2 | 2.524 |
| 21 | Huary chuchu | -18 | 4 | 1 | 1.998 |
| 22 | Huary chuchu | -18 | 4 | 2 | 2.318 |
| 23 | Huary chuchu | -18 | 5 | 1 | 2.944 |
| 24 | Huary chuchu | -18 | 5 | 2 | 3.118 |

Leyenda.

REP: repetición

Anexo 11. Datos de morfometría de la Oca congelada y deshidratada

| Variedad | Temperatura (°C) | Velocidad (m/seg) | N° OCA | Circ. | AR | Round | Solidity |
|--------------|------------------|-------------------|--------|-------|------|-------|----------|
| Kheny | -18 | 5 | 1 | 0.17 | 3.31 | 0.3 | 0.88 |
| Kheny | -18 | 5 | 2 | 0.26 | 4.51 | 0.22 | 0.91 |
| Kheny | -18 | 5 | 3 | 0.3 | 2.89 | 0.35 | 0.9 |
| Kheny | -18 | 5 | 4 | 0.17 | 4 | 0.25 | 0.91 |
| Kheny | -18 | 5 | 5 | 0.13 | 3.75 | 0.27 | 0.87 |
| Kheny | -18 | 5 | 6 | 0.28 | 4.71 | 0.21 | 0.95 |
| Kheny | -18 | 5 | 7 | 0.29 | 3.86 | 0.26 | 0.91 |
| Kheny | -18 | 5 | 8 | 0.17 | 3.12 | 0.32 | 0.9 |
| Kheny | -18 | 5 | 9 | 0.47 | 3.47 | 0.29 | 0.91 |
| Llunchu | -18 | 5 | 1 | 0.27 | 2.1 | 0.48 | 0.95 |
| Llunchu | -18 | 5 | 2 | 0.36 | 2.46 | 0.41 | 0.95 |
| Llunchu | -18 | 5 | 3 | 0.43 | 2.39 | 0.42 | 0.96 |
| Llunchu | -18 | 5 | 4 | 0.35 | 3.89 | 0.26 | 0.83 |
| Llunchu | -18 | 5 | 5 | 0.55 | 2.22 | 0.45 | 0.96 |
| Llunchu | -18 | 5 | 6 | 0.43 | 2.51 | 0.4 | 0.93 |
| Llunchu | -18 | 5 | 7 | 0.51 | 2.66 | 0.38 | 0.95 |
| Llunchu | -18 | 5 | 8 | 0.2 | 2.84 | 0.35 | 0.92 |
| Llunchu | -18 | 5 | 9 | 0.31 | 2.89 | 0.35 | 0.93 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 1 | 0.27 | 3.89 | 0.26 | 0.92 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 2 | 0.32 | 3.12 | 0.32 | 0.89 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 3 | 0.26 | 3.34 | 0.3 | 0.85 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 4 | 0.17 | 4.08 | 0.24 | 0.91 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 5 | 0.17 | 2.71 | 0.37 | 0.76 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 6 | 0.3 | 3.55 | 0.28 | 0.92 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 7 | 0.3 | 4.15 | 0.24 | 0.91 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 8 | 0.54 | 2.92 | 0.34 | 0.94 |
| Huari Chuchu | -18 | 5 | 9 | 0.04 | 4.73 | 0.21 | 0.75 |
| Kheny | -18 | 4 | 1 | 0.44 | 3.58 | 0.28 | 0.8 |
| Kheny | -18 | 4 | 2 | 0.56 | 2.92 | 0.34 | 0.92 |
| Kheny | -18 | 4 | 3 | 0.51 | 3.11 | 0.32 | 0.88 |
| Kheny | -18 | 4 | 4 | 0.58 | 3.09 | 0.32 | 0.94 |
| Kheny | -18 | 4 | 5 | 0.61 | 2.77 | 0.36 | 0.94 |
| Kheny | -18 | 4 | 6 | 0.38 | 4.42 | 0.23 | 0.85 |
| Kheny | -18 | 4 | 7 | 0.59 | 3.19 | 0.31 | 0.95 |
| Kheny | -18 | 4 | 8 | 0.61 | 2.74 | 0.36 | 0.95 |
| Kheny | -18 | 4 | 9 | 0.53 | 3.3 | 0.3 | 0.92 |

| Variedad | Temperatura (°C) | Velocidad (m/seg) | OCA | Circ | AR | Round | Solidity |
|--------------|------------------|-------------------|-----|------|------|-------|----------|
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 1 | 0.28 | 3.5 | 0.29 | 0.78 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 2 | 0.13 | 3.41 | 0.29 | 0.66 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 3 | 0.44 | 2.61 | 0.38 | 0.71 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 4 | 0.36 | 3.16 | 0.32 | 0.93 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 5 | 0.33 | 4.1 | 0.24 | 0.85 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 6 | 0.32 | 3.53 | 0.28 | 0.84 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 7 | 0.41 | 4.61 | 0.22 | 0.86 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 8 | 0.27 | 2.47 | 0.4 | 0.84 |
| Huari Chuchu | -18 | 4 | 9 | 0.43 | 3.13 | 0.32 | 0.83 |
| Llunchu | -18 | 4 | 1 | 0.53 | 3.18 | 0.31 | 0.94 |
| Llunchu | -18 | 4 | 2 | 0.31 | 2.71 | 0.37 | 0.93 |
| Llunchu | -18 | 4 | 3 | 0.41 | 2.13 | 0.47 | 0.96 |
| Llunchu | -18 | 4 | 4 | 0.67 | 2.14 | 0.47 | 0.96 |
| Llunchu | -18 | 4 | 5 | 0.32 | 3.43 | 0.29 | 0.83 |
| Llunchu | -18 | 4 | 6 | 0.31 | 1.84 | 0.54 | 0.95 |
| Llunchu | -18 | 4 | 7 | 0.3 | 2.71 | 0.37 | 0.93 |
| Llunchu | -18 | 4 | 8 | 0.52 | 2.7 | 0.37 | 0.92 |
| Llunchu | -18 | 4 | 9 | 0.49 | 2.44 | 0.41 | 0.94 |
| Kheny | -12 | 5 | 1 | 0.53 | 3.07 | 0.33 | 0.93 |
| Kheny | -12 | 5 | 2 | 0.64 | 2.38 | 0.42 | 0.96 |
| Kheny | -12 | 5 | 3 | 0.59 | 3 | 0.33 | 0.95 |
| Kheny | -12 | 5 | 4 | 0.47 | 4.05 | 0.25 | 0.94 |
| Kheny | -12 | 5 | 5 | 0.67 | 2.72 | 0.37 | 0.97 |
| Kheny | -12 | 5 | 6 | 0.67 | 2.31 | 0.43 | 0.92 |
| Kheny | -12 | 5 | 7 | 0.52 | 3.25 | 0.31 | 0.91 |
| Kheny | -12 | 5 | 8 | 0.66 | 2.4 | 0.42 | 0.96 |
| Kheny | -12 | 5 | 9 | 0.65 | 2.6 | 0.38 | 0.96 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 1 | 0.34 | 3.7 | 0.27 | 0.86 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 2 | 0.37 | 2.64 | 0.38 | 0.94 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 3 | 0.34 | 3.28 | 0.3 | 0.86 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 4 | 0.25 | 3.96 | 0.25 | 0.85 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 5 | 0.2 | 2.81 | 0.36 | 0.92 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 6 | 0.22 | 4.68 | 0.21 | 0.81 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 7 | 0.25 | 4.34 | 0.23 | 0.87 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 8 | 0.23 | 3.44 | 0.29 | 0.83 |
| Huari Chuchu | -12 | 5 | 9 | 0.26 | 3.2 | 0.31 | 0.89 |
| Llunchu | -12 | 5 | 1 | 0.4 | 2.22 | 0.45 | 0.95 |
| Llunchu | -12 | 5 | 2 | 0.3 | 2.96 | 0.34 | 0.93 |

| Variedad | Temperatura (°C) | Velocidad (m/seg) | N° OCA | Circ. | AR | Round | Solidity |
|--------------|------------------|-------------------|--------|-------|------|-------|----------|
| Llunchu | -12 | 5 | 3 | 0.57 | 1.92 | 0.52 | 0.95 |
| Llunchu | -12 | 5 | 4 | 0.56 | 1.94 | 0.52 | 0.95 |
| Llunchu | -12 | 5 | 5 | 0.43 | 2.89 | 0.35 | 0.94 |
| Llunchu | -12 | 5 | 6 | 0.61 | 2.02 | 0.5 | 0.97 |
| Llunchu | -12 | 5 | 7 | 0.41 | 2.44 | 0.41 | 0.96 |
| Llunchu | -12 | 5 | 8 | 0.33 | 2.83 | 0.35 | 0.91 |
| Llunchu | -12 | 5 | 9 | 0.56 | 2.14 | 0.47 | 0.96 |
| Kheny | -12 | 4 | 1 | 0.33 | 2.7 | 0.37 | 0.9 |
| Kheny | -12 | 4 | 2 | 0.17 | 3.56 | 0.28 | 0.92 |
| Kheny | -12 | 4 | 3 | 0.31 | 2.74 | 0.37 | 0.96 |
| Kheny | -12 | 4 | 4 | 0.34 | 3.51 | 0.29 | 0.88 |
| Kheny | -12 | 4 | 5 | 0.27 | 3.08 | 0.33 | 0.95 |
| Kheny | -12 | 4 | 6 | 0.41 | 2.93 | 0.34 | 0.94 |
| Kheny | -12 | 4 | 7 | 0.18 | 2.07 | 0.48 | 0.9 |
| Kheny | -12 | 4 | 8 | 0.28 | 2.54 | 0.39 | 0.94 |
| Kheny | -12 | 4 | 9 | 0.23 | 2.66 | 0.38 | 0.94 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 1 | 0.18 | 4.65 | 0.22 | 0.76 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 2 | 0.34 | 2.65 | 0.38 | 0.74 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 3 | 0.16 | 3.91 | 0.26 | 0.67 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 4 | 0.14 | 2.82 | 0.35 | 0.63 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 5 | 0.26 | 3.84 | 0.26 | 0.75 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 6 | 0.37 | 2.91 | 0.34 | 0.9 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 7 | 0.28 | 3.63 | 0.28 | 0.91 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 8 | 0.32 | 2.57 | 0.39 | 0.79 |
| Huari Chuchu | -12 | 4 | 9 | 0.19 | 4.55 | 0.22 | 0.84 |
| Llunchu | -12 | 4 | 1 | 0.23 | 5.21 | 0.19 | 0.85 |
| Llunchu | -12 | 4 | 2 | 0.44 | 2.89 | 0.35 | 0.95 |
| Llunchu | -12 | 4 | 3 | 0.33 | 2.94 | 0.34 | 0.94 |
| Llunchu | -12 | 4 | 4 | 0.51 | 3.14 | 0.32 | 0.94 |
| Llunchu | -12 | 4 | 5 | 0.24 | 2.33 | 0.43 | 0.92 |
| Llunchu | -12 | 4 | 6 | 0.33 | 3.09 | 0.32 | 0.9 |
| Llunchu | -12 | 4 | 7 | 0.4 | 3.59 | 0.28 | 0.94 |
| Llunchu | -12 | 4 | 8 | 0.47 | 2.43 | 0.41 | 0.94 |
| Llunchu | -12 | 4 | 9 | 0.35 | 2.36 | 0.42 | 0.95 |