



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE CONGELACIÓN Y SECADO DE LA OCA (*Oxalis  
tuberosa*) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE  
PARA LA OBTENCIÓN DE LA KCAYA”**

**Rocio Maritza Escarcena Quispe**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Asesor (a): Dra. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca**

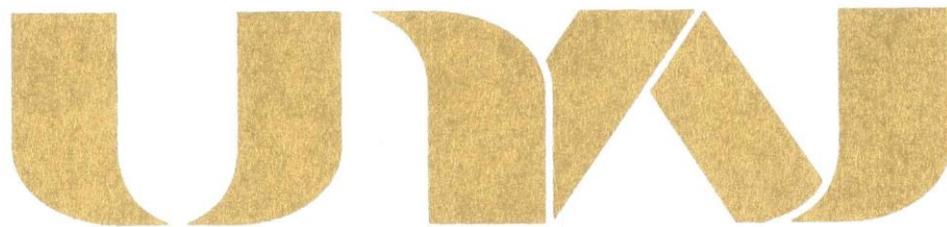
**Co-asesor: M. Sc. Lenin Quille Quille**



**Juliaca , 2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE CONGELACIÓN Y SECADO DE LA OCA (*Oxalis  
tuberosa*) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE  
PARA LA OBTENCIÓN DE LA KCAYA”**

**Rocio Maritza Escarcena Quispe**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Asesor (a): Dra. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca**

**Co-asesor: M. Sc. Lenin Quille Quille**



**Juliaca , 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**  
**INDUSTRIALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN**  
**INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE CONGELACIÓN Y SECADO DE LA OCA (*Oxalis*  
*tuberosa*) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**  
**PARA LA OBTENCIÓN DE LA KCAYA”**

Rocio Maritza Escarcena Quispe

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor: Dra. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

Co-asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Juliaca, 2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Escarcena, R. (2022). Efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca.

**AUTOR:** Escarcena Quispe Rocio Maritza

**TÍTULO:** Efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya

**PUBLICACIÓN:** Juliaca, 2022

**DESCRIPCIÓN:** Cantidad de páginas (89pp)

**NOTA:** Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias Universidad Nacional de Juliaca.

**CÓDIGO:** 03-000011-03/E78

**NOTA:** Incluye bibliografía.

**ASESOR:** Dra.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

**CO-ASESOR:** M.Sc. Lenin Quille Quille

**PALABRAS CLAVE:**

Acido oxálico, capacidad antioxidante, congelación, kcaya y secado.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**  
**INDUSTRIALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN**  
**INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“EFECTO DE CONGELACIÓN Y SECADO DE LA OCA (*Oxalis*  
*tuberosa*) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**  
**PARA LA OBTENCIÓN DE LA KCAYA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**

**Presentada por:**

Rocio Maritza Escarcena Quispe

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera

PRESIDENTE DE JURADO



Dr.Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri

JURADO (Secretario)



2° MIEMBRO

Mg. Carlos Ricardo Hanco Cervantes

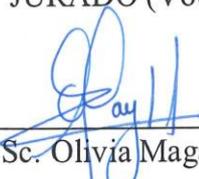
JURADO (Vocal)



3° MIEMBRO

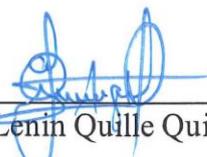
Dra Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

ASESOR(A) DE TESIS



M.Sc. Lenin Quille Quille

CO-ASESOR DE TESIS



## **DEDICATORIA**

En el presente trabajo agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome sabiduría y fortaleza para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Miguel y Apolinaria que me permitieron conocer este mundo y por su apoyo incondicional en todos estos años, durante toda mi formación académica y como persona, son los mejores padres.

A las personas que me ayudaron en este recorrido del camino hacia el objetivo que me propuse.

A la Universidad Nacional de Juliaca, y en especial a la Escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

“Rocio Maritza Escarcena Quispe”

## **AGRADECIMIENTO**

- Agradezco a la Universidad Nacional de Juliaca y en especial a la Escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- A si mismo agradecer a mis asesores: Dra. Olivia Magaly Luque Vilca y al M.Sc. Lenin Quille Quille por dedicar tiempo, conocimiento, sabiduría, paciencia para el trabajo de investigación.
- A mis jurados Mg. Tania Jaqueline Choque Rivera, Dr.Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri y M.Sc. Carlos Ricardo Hanco Cervantes por sus recomendaciones para que esta tesis se ejecute y redacte de la mejor manera posible.
- Agradezco al Lic. Ernesto Achahui Ugarte por su indispensable apoyo en la ejecución del proyecto.
- A todos y todas que estaban presentes ayudándome de forma directa e indirecta para la culminación del presente proyecto.
- A la madre naturaleza por haberme permitido utilizar sus productos como la (oca) en especial al altiplano peruano.

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice general .....	vi
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xii
Nomenclatura.....	xiii
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	xvi

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	18
1.2. Objetivos de la investigación .....	19
1.2.1. Objetivo general.....	19
1.2.2. Objetivos específicos .....	19
1.3. Justificación.....	19

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes .....	21
2.2. OCA ( <i>Oxalis Tuberosa</i> ) .....	24
2.3. Glosario de términos básicos .....	28
2.4. Kcaya.....	29
2.5. Propiedades funcionales.....	31
2.6. Capacidad antioxidante .....	32
2.7. Oxalatos.....	32

2.8. Método abts: 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6 ácido sulfónico).....	33
2.9. Congelación.....	33
2.10. Liofilización .....	33
2.11. Secado .....	34
2.12. Temperaturas de congelación en la región puno.....	34

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de ejecución .....	35
3.2. Muestra .....	35
3.3. Materia prima .....	35
3.4. Equipo y materiales.....	35
3.4.1. Equipos .....	35
3.4.2. Materiales .....	36
3.4.3. Reactivos.....	37
3.5. Metodología experimental .....	38
3.6. Análisis previo de la oca fresca.....	39
3.6.1. Análisis proximal.....	39
3.6.2. Análisis de cuantificación de capacidad antioxidante y ácido oxálico.....	39
3.7. Metodología por objetivos .....	39
3.7.1. Determinación del efecto de tiempo y temperatura de congelación de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada.....	39
3.7.2. Determinación del contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada .....	45
3.7.3. Determinación del contenido de ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada .....	45
3.8. Diseño experimental.....	46
3.8.1. Congelado .....	46
3.8.2. Secado.....	47

3.9. Análisis complementario proximal de la kcaya .....	47
3.10. Hipótesis.....	48
3.10.1. Hipótesis general .....	48
3.10.2. Hipótesis específica .....	48

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Análisis previo de la oca fresca.....	49
4.1.1. Análisis proximal.....	49
4.1.2. Análisis de Capacidad antioxidante (CA) y ácido oxálico (AO).....	50
4.2. Determinación del efecto de tiempo y temperatura de congelación de oca ( <i>oxalis tuberosa</i> ) sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada.....	50
4.2.1. Resultados de los parámetros de tiempo y temperatura de congelación con respecto al contenido de capacidad antioxidante .....	50
4.2.2. Resultados de los parámetros de tiempo y temperatura de congelación con respecto al contenido de ácido oxálico .....	53
4.3. Determinación del contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada .....	56
4.4. Determinación del contenido de ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada .....	57
4.4.1. Contenido de ácido oxálico en la kcaya en ambas condiciones .....	57
4.4.2. Secado de la oca congelada a temperatura ambientales .....	58
4.4.3. Secado de la oca congelada a temperatura controlada.....	59
4.4.4. Análisis proximal de la kcaya.....	59

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	61
5.2. Recomendaciones.....	61
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>63</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
---------------------	-----------

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades nutricionales de la oca.....	27
Tabla 2: Producción oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) el año 2017-2018 / 2018-2019 .....	28
Tabla 3: Preparación de estándares Trolox.....	43
Tabla 4: Parámetros de tiempo y temperatura bajo el diseño Central Compuesto (DCC)..	46
Tabla 5: Matriz del Diseño Central Compuesto (DCC) .....	46
Tabla 6: Análisis proximal de la oca fresca.....	49
Tabla 7: contenido de Capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca fresca.....	50
Tabla 8: Cuantificación de la Capacidad Antioxidante (CA) en $\mu\text{mol trolox/g}$ con 11 tratamientos .....	51
Tabla 9: Cuantificación de ácido oxálico en % en los 11 tratamientos.....	54
Tabla 10: Resultados de capacidad antioxidante de la kcaya.....	56
Tabla 11: Resultados del contenido de ácido oxálico de la kcaya.....	57
Tabla 12: Análisis proximal de la kcaya .....	60
Tabla 13: Absorbancia del trolox a distintas concentraciones.....	79
Tabla 14: Resultados de la Capacidad Antioxidante en los 11 tratamientos.....	80
Tabla 15: Resultados del ácido oxálico en los 11 tratamientos.....	81
Tabla 16: Resultado de la variación de la humedad a condiciones ambientales .....	83
Tabla 17: Variación de humedad en condiciones controladas .....	83
Tabla 18: Comparación de capacidad antioxidante en ambas condiciones.....	83
Tabla 19: Comparación de ácido oxálico en ambas condiciones .....	84
Tabla 20: Análisis de Varianza para CAPAC.ANTIOXIDANTE .....	85
Tabla 21: Análisis de Varianza para ÁCIDO OXÁLICO .....	85
Tabla 22: Análisis de varianza de secado a condiciones controladas.....	86
Tabla 23: Análisis de varianza para secado a condiciones ambientales.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diversidad de tubérculos de oca cultivada.....	26
Figura 2: Diagrama experimental de la elaboración de kcaya a diferentes parámetros de congelado y secado.....	38
Figura 4: Diagrama de flujo para la obtención de extracto etanólico.....	40
Figura 5: Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.....	42
Figura 6 Esquema de secado. ....	45
Figura 7: Gráficas de superficie de respuesta y efecto principales de variables de tiempo y temperatura respecto a la cantidad de capacidad antioxidante. ....	52
Figura 8: Gráficas de superficie de respuesta y efecto principales de variables de tiempo y temperatura respecto a la cantidad de ácido oxálico. ....	55
Figura 9: Gráfica de la humedad con respecto al tiempo a temperatura ambiente.....	58
Figura 10: Gráfica de la humedad con respecto al tiempo a temperatura controlada. ....	59
Figura 11: Lavado de la oca. ....	73
Figura 12: Congelado de la oca. ....	73
Figura 13: Triturado de la muestra. ....	74
Figura 14: Pesado de la muestra. ....	74
Figura 15: Medición de la capacidad antioxidante.....	75
Figura 16: Medición de ácido oxálico. ....	75
Figura 17: Secado de la oca congelada a temperatura ambiente. ....	76
Figura 18: Secado de la oca congelada a temperatura controlada. ....	76
Figura 19: Muestra de 6 días de secado.....	77
Figura 20: Triturado de la muestra seca. ....	77
Figura 21: Pesado de la muestra seca. ....	78
Figura 22: Determinación de humedad. ....	78
Figura 23: Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.....	79
Figura 24: Diagrama de Pareto estandarizada para capacidad antioxidante en la congelación.....	82
Figura 25: Diagrama de Pareto estandarizada para ácido oxálico en la congelación.....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Equipos utilizados.....	69
Anexo 2: Informe del análisis proximal de la oca fresca (LAQ&S) .....	71
Anexo 3: Informe del análisis proximal de la kcaya (LAQ&S) .....	72
Anexo 4: Evaluación de la oca y kcaya.....	73
Anexo 5: Resultados de la capacidad antioxidante y ácido oxálico .....	79
Anexo 6: Análisis de varianza .....	84
Anexo 7: Norma técnica peruana de la tunta.....	87

## NOMENCLATURA

CA	: Capacidad antioxidante
AO	: Ácido oxálico
BCRP	: Banco Central de Reserva del Perú
DRA	: Dirección Regional Agraria
AOAC	: Association of Analytical Communities
SC	: Secado a condiciones controlada
SA	: Secado a condiciones ambientales
TA	: Temperatura ambiente
TC	: Temperatura controlada

## RESUMEN

La oca es un tubérculo con un gran valor nutricional y rico en compuestos bioactivos especialmente en antioxidantes, que son sustancias que nos protegen frente a los radicales libres, causantes de enfermedades, por tales motivos el objetivo de investigación fue evaluar el efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante de la kcaya, la cual se realizó en las instalaciones del laboratorio de granos andinos en la sede de Ayabacas de la Escuela Profesional de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca., cuya materia prima fue recolectada de la Provincia de Yunguyo del Departamento de Puno, guiados bajos las siguientes etapas; en la primera etapa (proceso de congelación), se determinó los parámetros de congelación, utilizando los factores de tiempo con niveles de (9.5; 12;18; 24 y 26 h) y temperatura con niveles de (-21; -18; -10,5; -3, y -0.1°C) según el diseño central compuesto con 11 tratamientos, en función a su capacidad antioxidante (CA) y ácido oxálico (AO) las cuales fueron determinados por el método ABTS y titulación respectivamente, donde se demostró que a parámetros de -10,5°C /9,5 h. tuvo menor reducción de capacidad antioxidante con un valor de 9,29 µm de Trolox/g. y menor aumento de ácido oxálico con un valor de 0,196%. En la segunda etapa (procesos de secado) de la muestra óptima, se evaluó las condiciones de secado de la oca congelada a parámetros ambientales y controlados (50°C), donde se demostró que la oca congelada tarda entre 10 a 12 días a temperatura ambiente y 48 h aproximadamente a condiciones controladas, para llegar a la humedad de 12%. En la tercera etapa se determinó la capacidad antioxidante y ácido oxálico de kcaya, secado en condiciones ambientales (SA) presenta 3,99 µmol Trolox /g. de CA con 0,051% de AO y condiciones controladas (SC) presenta 4,55 µmol Trolox /g. de CA con 0,057% de AO, concluyendo que la congelación y secado afecta significativamente en el contenido de CA y AO.

**Palabras clave;** Acido oxálico, capacidad antioxidante, congelación, kcaya y secado.

## ABSTRACT

The goose is a tuber with a great nutritional value and rich in bioactive compounds, especially antioxidants, which are substances that protect us against free radicals that cause diseases. For these reasons, the objective of the research was to evaluate the effect of freezing and drying of the goose (*Oxalis tuberosa*) on the antioxidant capacity of the kcaya, which was carried out in the facilities of the laboratory of Andean grains at the Ayabacas headquarters of the Professional School of Food Industries of the National University of Juliaca, whose raw material was collected from the Province of Yunguyo in the Department of Puno, guided by the following stages; in the first stage (freezing process), the freezing parameters were determined, using the factors of time with levels of (9.5; 12; 18; 24 and 26 h) and temperature with levels of (-21; -18; -10.5; -3, and -0. 1°C) according to the central composite design with 11 treatments, according to their antioxidant capacity (AC) and oxalic acid (AO) which were determined by the ABTS method and titration respectively, where it was demonstrated that the parameters of -10.5°C /9.5 h. had the lowest reduction of antioxidant capacity with a value of 9.29 µmol Trolox/ g. and the lowest increase of oxalic acid with a value of 0.196%. In the second stage (drying processes) of the optimal sample, the drying conditions of the frozen goose were evaluated at environmental and controlled parameters (50°C), where it was demonstrated that the frozen goose takes between 10 to 12 days at room temperature and approximately 48 h at controlled conditions, to reach a humidity of 12%. In the third stage the antioxidant capacity and oxalic acid of kcaya was determined, dried in ambient conditions (SA) presents 3.99 µmol Trolox /g. of CA with 0.051% of AO and controlled conditions (SC) presents 4.55 µmol Trolox /g. of CA with 0.057% of AO, concluding that freezing and drying significantly affects the content of CA and AO.

**Key words;** Oxalic acid, antioxidant capacity, freezing, kcaya and drying.

## INTRODUCCIÓN

La región andina es conocida por ser cuna de algunos cultivos andinos de importancia mundial como la papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*). La oca (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo originario de la región andina de América, y se produce principalmente entre Perú, Bolivia y Ecuador. En orden de importancia alimenticia y económica, ocupa el segundo lugar después de la papa (Emshwiller, 2002). Es un tubérculo muy extendido en los Andes, por ser un producto tradicional, ancestral de sabor agradable, es uno de los alimentos más apreciados en la alimentación del sector rural (Maldonado et al., 2008).

La oca ha mostrado que es un buen preventivo de dolencias digestivas, gracias a su composición nutricional y su actividad antioxidante (Zhu & Cui, 2020). Considerado el segundo tubérculo con más contenido de capacidad antioxidante después de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*). La gran mayoría de los antioxidantes se encuentran en alimentos vegetales y en los cultivos andinos, que son beneficiosos para la salud y nutrición humana, y la oca es una gran fuente botánica con alto contenido en compuestos bioactivos, favorables en la elaboración de alimentos con propiedades funcionales. Por lo cual nace el interés en los alimentos que aporten compuestos bioactivos (Ore et al., 2020), por tal motivo puede considerarse como una excelente opción de materia prima para la elaboración de alimentos funcionales y para posibles aplicaciones industriales (Chirinos et al., 2009).

El alto contenido de oxalato en la oca es responsable del sabor amargo de este tubérculo (Sangketkit et al., 2000), contiene un alto nivel de oxalatos solubles (92-221 mg / 100 g de peso fresco)(Ross et al., 1999). El ácido oxálico y sus sales pueden tener efectos nocivos sobre la nutrición y la salud humanas, por lo que el ácido oxálico puede inhibir la absorción de calcio y facilitar la formación de cálculos renales (Noonan & Savage, 1999).

El proceso de liofilizado se realiza en épocas de “helada” (junio – agosto), que consiste en congelar el producto durante la noche y luego secar al sol durante el día, el valor agregado de estos derivados sería mucho mayor y además que estos pueden mantener su vida útil por más tiempo que cualquier otro producto procesado (Chuquilín et al., 2020). La capacidad antioxidante y el contenido de los fenoles individuales disminuyen, pero están lejos de

eliminarse durante el proceso. Por lo cual, puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta (Peñarrieta et al., 2011).

La congelación se emplea como un método de conservación de los alimentos. al retirar calor hasta lograr la formación de cristales de hielo a partir del agua presente en el alimento, permite una reducción en la actividad acuosa para prevenir el crecimiento de microorganismos y disminuir las reacciones químicas de deterioro (Tscheuschner, 2001). El secado o deshidratado es una de las tecnologías más frecuentes en la agroindustria y consiste en la eliminación de gran parte del agua del producto procesado, lo que se busca es disminuir al máximo la actividad bioquímica interna y la acción de microorganismos (Romero, 2000). Se realiza para aumentar la vida útil de los alimentos. El proceso generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire, al sol , vacío, microondas y liofilización (Vásquez et al., 2013).

Siendo el objetivo principal evaluar los efectos del congelado y secado de la oca (Oxalis tuberosa) sobre la capacidad antioxidante de la Kcaya, cuyo proceso implica dos etapas principales: congelación y secado (sol y ambiente controlado). La popularidad de los productos andinos sigue creciendo a escala mundial, pero se debe adaptar al estilo de vida de los consumidores con productos de alto valor agregado, basados en sus propiedades funcionales, que mejoran el sistema inmunológico y la salud pública.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

La oca es uno de los tubérculos más cultivados en la región Puno, con una producción de 8 t/ha aproximadamente, siendo el departamento con mayor producción en el Perú (DRA, 2019). Asimismo, contiene una cantidad importante de fitoquímicos antioxidantes, donde se demostró que ocupa la segunda posición en términos de contenido de capacidad antioxidante (Chirinos et al., 2013). En los últimos años hay una gran tendencia de los compuestos antioxidantes naturales, ya que con su consumo puede prevenir enfermedades degenerativas, enfermedades cardiovasculares, entre otras, esto es debido a que los antioxidantes actúan como neutralizantes de los radicales libres durante la actividad oxidativa en el organismo del ser humano. Sin embargo, para alargar su vida útil, y eliminar el ácido oxálico, se requiere un proceso que consiste en la congelación y/o el secado, siendo el nombre del producto final como kcaya. La capacidad antioxidante en este proceso disminuye, pero están lejos de eliminarse durante el proceso, por lo tanto, todavía puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta.

Por lo expuesto las preguntas de investigación fueron:

P.G ¿Cuáles son los efectos del congelado y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante de la kcaya?

P.E.1. ¿Cuál es el efecto del tiempo y temperatura de congelación sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada?

P.E.2. ¿Cuál es el contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada?

P.E.3. ¿Cuál es el contenido ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar los efectos del congelado y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante de la Kcaya.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del tiempo y temperatura de congelación de oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada.
- Determinar el contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada.
- Determinar el contenido de ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada.

## **1.3. Justificación**

Debido a que la oca es uno de los tubérculos más cultivados en la región puno y no se le da prioridad para su consumo teniendo muchas propiedades benéficas, como su gran aporte en antioxidantes, porque es un recurso poco conocido y explotado, que representa posibilidades para la agricultura, la alimentación, la agroindustria y el comercio internacional de los que se pueden derivar variedad de productos con propiedades funcionales beneficiarias para el consumidor, por lo cual en la actualidad existe una gran tendencia con el consumo de alimentos ricos en antioxidantes naturales, en vista de que los antioxidantes mostraron puede prevenir muchas enfermedades y promover la buena salud .

El tubérculo tiene un valor nutricional igual o mejor que la papa, también ha mostrado una variedad de actividades biológicas como la actividad antioxidante (Campos et al., 2018). Sin embargo, no se puede consumir en estado fresco por su alto porcentaje de ácido oxálico, porque genera cálculos renales en los consumidores, pero el ácido oxálico es soluble en agua y mediante la cocción o la transformación kcaya baja su contenido, es por tal razón que la presente investigación se enfoca en estudiar el efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*). Además, las técnicas de transformación permiten conservar por periodos prolongados.

El presente trabajo aporta información sobre el efecto de congelación de la oca (*Oxalis tuberosa*) para la obtención de la kcaya, también influyen los parámetros de congelación y secado en la capacidad antioxidante y ácido oxálico, para su aplicación en la industria de alimentos, de ese modo motivar e incentivar a las personas al cultivo y consumo de esta planta, también investigar otras propiedades que son desconocidas por algunas personas a pesar de su potencia.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

El trabajo de investigación que lleva por título “Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa*) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas)”: El objetivo de esta revisión fue comprender la importancia de dos tubérculos andinos orgánicos como *Oxalis tuberosa* Molina y *Ullucus tuberosus* Caldas, en cuanto a sus componentes benéficos para la salud humana, así como indagar el valor agregado que tendría mediante una técnica ancestral, llamada comúnmente “chuño”, conocidos como caya y chullce en la región Huancavelica. Se revisaron bases de datos Science direct, Taylor & Francis, Wiley, PubMed, Scielo y Alicia, con una antigüedad de 20 años. Los resultados sugieren que la capacidad antioxidante y el contenido de los fenoles individuales disminuyen, pero están lejos de eliminarse durante el proceso. El chuño, por lo tanto, puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta (Peñarrieta et al., 2011). Estos hallazgos demanda que, la producción de chuños de oca (kaya) y olluco (chullce) sea estudiada minuciosamente, ya que las propiedades funcionales, composición química y demás expuestas en este trabajo, podrían verse afectadas por el proceso tradicional de congelación y secado al sol. Existen pocos datos en la literatura sobre tubérculos liofilizados con respecto a su composición química, nutricional y funcional. también, el proceso en sí no está claramente descrito en la literatura científica, y debería ser estandarizado, si es que se desea exportar (Chuquilín Goicochea et al., 2020).

El trabajo de investigación que lleva por título “Evaluación de las características fisicoquímicas y aceptación general de cjava obtenida por dos métodos a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*)”. En este estudio se han probado dos métodos de liofilización natural de la oca para obtener la cjava; los cuales se diferencian por: (1) tiempo de remojo, (2) el orden de proceso de remojo y congelación, y es por ello, que existe la necesidad de estandarizar un método que permita bajar los costos de producción y conserve mejor sus características

sensoriales y fisicoquímicas. Con el objetivo de determinar la composición fisicoquímica y aceptación general, entre los dos métodos de obtención. La aceptabilidad general del método de cjava original fue significativamente superior a la del método tipo chuño de papa. En adición, se halló que, el contenido en sólidos solubles de la oca tuvo una reacción de orden cero, con respecto al tiempo de soleado de oca. Con los resultados obtenidos, el método convencional de obtención de cjava resulta ser el mejor para su elaboración y comercialización ( Aguilar, 2019).

El trabajo de investigación que lleva por título “Estado descongelado por el sobreenfriamiento de chuño para la agricultura tradicional en altiplano andes”. Este estudio discutió el punto de congelación y el proceso de sobreenfriamiento de la papa liofilizada andina llamada chuño. Muchos de los campos cercanos al lago Titicaca y las áreas del Valle del Colca se han enfrentado a una congelación marginal o completa de los tubérculos en los últimos 15 años. Se demostró que el punto de congelación de los tubérculos de papa no es 0°C; Con la participación del estado de sobreenfriamiento, es necesaria una temperatura de al menos -3°C o más fría para considerar la producción exitosa de chuño y también depende de la especie y tamaño de la papa, llegando a la conclusión que hacer buen chuño en los lugares donde históricamente se ha producido será problemático a medida que el clima continúa calentándose, la continuación de esta larga tradición de producción de alimentos deberá ser monitoreada de cerca para realizar un seguimiento de las temperaturas (Yoshikawa & Apaza, 2020).

El trabajo de investigación que lleva por título “Composición nutricional y de mucílago de tres variedades de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) para la obtención de chuño de olluco en el distrito de Santo Tomás – Cusco”, se realizó con el objetivo de determinar los componentes nutricionales y mucílago de tres variedades de olluco (pukas lisas, papa lisas y alqo lisas), para la obtención de chuño de olluco en el Distrito de Santo Tomás - Cusco. Evaluándose la Humedad, Proteína, Grasa, Ceniza, Fibra, Carbohidratos, Diferencia, Energía, Calcio, Hierro, Fósforo y Mucílago; en las tres variedades. Obteniendo los siguientes resultados: El valor nutricional de las tres variedades de olluco, no son diferentes significativamente en su composición, antes del procesamiento tradicional (Lingli). La variedad Puka lisas posee un aumento de porcentaje “no significativo” de proteína y minerales a comparación de las variedades Papa lisas y Alqo lisas. Las variedades de Alqo lisas y Papa lisas poseen porcentajes mayores en carbohidratos “no significativo” a

comparación de la variedad Puka lisas. Las tres variedades son aptas para el procesamiento tradicional o chuño de lisas, por sus cualidades óptimas de adaptación al proceso tradicional. Las tres variedades; Papa lisas, puka lisas y alqo lisas mantienen su volumen inicial de tubérculo después del proceso tradicional del lingli. Con respecto al peso de las variedades, bajaron significativamente en el proceso tradicional de lingli, siendo así que; La variedad Puka lisas tuvo una pérdida del 90 % de su peso en fresco, la variedad Papa lisas 89% y la variedad Alqo lisas 89.5%. Llegando a la conclusión que el porcentaje nutricional de las muestras procesadas (chuño de olluco) son mayores, en comparación de los porcentajes nutricionales de las muestras frescas, esto se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran. El contenido de humedad en los ollucos procesados bajó significativamente en el proceso tradicional (Lingui), siendo así que la variedad; Puka lisas tuvo una pérdida de (91.08%) de humedad, la variedad Papa lisas perdió (91.18%) y Alqo lisas (91.41%) de humedad. Las tres variedades de olluco al someterse al proceso tradicional (Lingli), pierden su contenido de mucílago (Márquez, 2019).

El trabajo de investigación que lleva por título “Niveles de glicoalcaloides durante la elaboración del chuño negro a partir de la papa amarga *solanum juzepczukii* y *solanum curtilobum*”. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las etapas del proceso de chuñificación en los niveles de glicoalcaloides de la papa amarga según especie y variedad. Resultados. - Las variedades que tienen valores de glicoalcaloides superiores a 14mg/100g. de papa son anchauri, ketta, piñaza de *Solanum juzepczukii* y ocucuri morado de *Solanum curtilobum*, siendo por lo tanto no aptas para el consumo humano. En la chuñificación de *Solanum juzepczukii*, la que presenta la mayor pérdida de glicoalcaloides, es la variedad rucky en el descongelado y maduración, seguida de ketta en el descongelado, anchauri en el descongelado y re congelado y piñaza en la maduración; mientras que en *Solanum curtilobum*, la que más pierde es ocucuri morado en el descongelado y parina en la maduración. Conclusión. - La mayor pérdida de glicoalcaloides se da en la variedad rucky de la especie *Solanum juzepczukii* y la variedad ocucuri morado de la especie *Solanum curtilobum* (Herrera, 2018).

El alto contenido de oxalato en la oca es responsable del sabor amargo (Sangketkit et al., 2000). Contienen principalmente sales de oxalato solubles, los niveles de oxalato soluble en 12 tubérculos de oca oscilaron entre  $\geq 90$ –220 mg / 100 g de peso fresco (Ross et al., 1999).

El ácido oxálico puede inhibir la absorción de calcio y facilitar la formación de piedras en el riñón, el alto consumo puede ser un riesgo para la salud humana (Noonan & Savage, 1999). Estudios recientes mostraron que el procesamiento de campo eléctrico pulsado (PEF) podría disminuir en gran medida el oxalato contenido de tubérculos de oca (Liu et al., 2018). Se estimaron que la ingesta dietética de oxalato normal sería de 100 mg. diariamente (Judprasong et al., 2006)(Ross et al., 1999).

En la zona sur del Perú y principalmente en el Altiplano puneño, la época más adecuada para la elaboración de chuño y tunta es entre los meses de mayo, junio y julio; donde se registran temperaturas bajas del año, pudiendo descender hasta  $-17^{\circ}\text{C}$ , las temperaturas de  $-5^{\circ}\text{C}$  son suficientes para provocar el congelado en la papa. A medida que la temperatura desciende por debajo de  $-5^{\circ}\text{C}$ , se requiere una o dos noches de exposición del tubérculo a heladas y mayores de  $-5^{\circ}\text{C}$ , se requieren de 3 a 5 noches o más para un congelado completo. (INIA, 2006). Este proceso produce un alimento básico, deshidratado y altamente nutritivo (Peñarrieta et al., 2015).

## **2.2. Oca (*Oxalis tuberosa*)**

### **a. Generalidades**

El tubérculo *Oxalis tuberosa* es conocidos como “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 (Del Río, 1990). Además, es un tubérculo almidonado domesticado en la Región andina mucho antes de los tiempos de los incas. Su cultivo y consumo en la región andina ocupa la segunda posición después de papa (NRC,1989), se cultiva principalmente en las tierras altas de Ecuador, Perú y Bolivia, pero también se encuentra en algunas partes de Chile, Argentina, Colombia y Venezuela. Hace más de un siglo, la forma del tubérculo varía de ovoides a formas cilíndricas y claviformes, el color de la superficie varía de blanco a crema, amarillo, naranja, rosa y morado. Aunque el valor nutricional de la oca es comparable a la papa, la variación existe en sus propiedades nutricionales entre los genotipos (Flores et al., 2003).

### **a. Distribución geográfica**

La oca es el segundo tubérculo en área de cultivo e importancia en los Andes, después de la papa, se la puede encontrar en los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia,

entre los 2 500 y 4 100 msnm, el límite de altitud con mayor concentración de parcelas y mayor producción está entre los 3 000 y 3 800 msnm, donde el clima es frío, pero con suficiente precipitación (mayor que 600 mm) y sin la incidencia de heladas extremas (Tapia & Fries, 2007).

#### **b. Clasificación taxonómica**

Según Ferryra (1986), “La oca” tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: vegetal

Clase: *dicotiledónea*

Orden: *geraniales*

Familia: *oxalidaceae*

Género: *Oxalis*

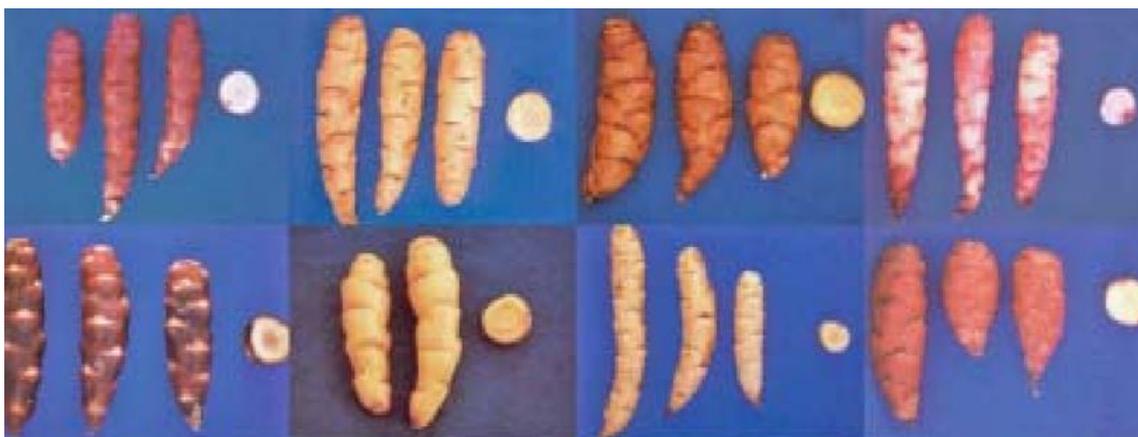
Especie: *Oxalis tuberosa*

Nombre vulgar: Oca

#### **c. Características morfológicas**

Es una especie anual, erecta, de 20 a 70 cm, de tallos cilíndricos y suculentos, con ligera pubescencia (presencia de pelos) en el tallo. Las hojas son alternas y trifoliadas como las del trébol; la inflorescencia es muy variable, en todos los casos se produce una sola flor (Tapia & Fries, 2007). Son rastreras, su polinización es cruzada, su fruto es una cápsula que contiene dos o tres semillas y con una gran diversidad en la forma (cilíndrica, ovoide o claviforme) y el color de los tubérculos (blancos, anaranjados, rojos, violetas, casi negros), presenta tolerancia a algunos estreses bióticos y abióticos, por lo tanto tiene una mayor adaptación a ambientes en donde otros cultivos no pueden sobrevivir (Rosero, 2010). Su tiempo de crecimiento es de 220 días para las más precoces y de 269 para las más tardías. La tuberización comienza más o menos a los 110 días después de la germinación y el máximo crecimiento de tubérculos ocurre entre los 170 y 230 días (Tapia & Fries, 2007).

El tubérculo de Oca tiene una forma cilíndrica o cornete con una longitud de ~5 a 8 cm y un diámetro de ~2 a 4 cm, la piel del tubérculo es mayormente lisa, con muchas escamas cubriendo los ojos profundos (Sangketkit *et al.*, 2000). La diversidad de tubérculos de oca cultivada en la región Puno se aprecia en la Figura 1.



**Figura 1. Diversidad de tubérculos de oca cultivada.**

FUENTE: Cadima (2006).

#### **d. Variedades**

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

Albas: son las ocas blancas (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.

Según la forma pueden ser ovoides, claviformes y cilíndricas.

#### **Variedades cultivadas en Puno:**

Según Tapia & Fries (2007), las variedades de oca cultivadas en Puno son:

Ocas dulces

- Keny blanca
- Keny roja
- Amarilla (Kello)

Ocas amargas

- Luki blanca

- Luki rosada

#### e. Propiedades nutricionales

La composición nutritiva en 100 g de la parte comestible tanto del tubérculo fresco se aprecia en la Tabla 1.

**Tabla 1: Propiedades nutricionales de la oca**

<b>Componentes</b>	<b>Oca fresca</b>
<b>Energía (kcal)</b>	61
<b>Agua (g)</b>	84,1
<b>Proteína (g)</b>	1
<b>Grasa (g)</b>	0,6
<b>Carbohidrato (g)</b>	13,3
<b>Fibra (g)</b>	1
<b>Ceniza (g)</b>	1
<b>Calcio (mg)</b>	22
<b>Hierro (mg)</b>	1,6
<b>Vitamina c (mg)</b>	38,4

FUENTE: Barrera et al. (1990).

#### f. Industrialización y usos de la oca

La oca ofrece buenas posibilidades para la producción industrial de harinas y almidón, tiene 20% de materia seca, de la cual 88 a 95% es harina con 6 a 15% de almidón puro. Las harinas de oca y maca tienen excelentes características para su uso en la panificación y repostería, además de aportar nuevos sabores y texturas. Se ha demostrado en los ensayos de panificación la posibilidad de reemplazar un 25% de harina de trigo por harina de oca, la harina más indicada es la obtenida de kaya, molida y cernida. Asimismo la oca se puede emplear en la elaboración de mermeladas y jaleas, en el área de panificación se puede elaborar sabrosos panes, tortas, galletas, purés de oca fresca y sancochada ( Flores, 1995)&(Barrera et al., 1990).

Los agricultores distinguen entre las características culinarias de los tubérculos y las describen como dulces o amargas, y en cuanto a su textura como harinosa, aguada y firme (Emshwiller, 2004). Estos consumen los tubérculos crudos, sancochados o asados (en sopas

y guisos o chupes), deshidratados y en forma de postre. En los Andes las variedades dulces de oca se sirven crudas o cocidas, ya sea sola o acaramelada, en diferentes platos tradicionales (Ugent & Ochoa, 2006).

Hay ocas que son para sancochar y otras que son más aptas para elaborar khaya. En todo caso se consumen recién después de haberlas soleado o transformado. El soleado tiene como objetivo la transformación de carbohidratos en glucosa, la que puede aumentar en un 40 por ciento luego del soleado y por lo tanto el producto tiene un agradable sabor algo dulce. La cantidad de ácido oxálico es variable en las diferentes variedades locales de ocas. Aquellas que tienen un alto contenido, son generalmente percibidas como agrias. Sin embargo, la cantidad relativa es menor que la encontrada en las hojas de espinaca. El ácido oxálico es soluble en agua y eliminado mediante la cocción o la transformación en khaya (Tapia & Fries, 2007).

#### **g. Producción de oca**

La producción de oca (*Oxalis tuberosa*) de la región Puno en el año 2017-2018/ 2018-2019 se aprecia en la Tabla 2.

**Tabla 2: Producción oca (*Oxalis tuberosa*) el año 2017-2018 / 2018-2019**

Cultivos	Producción		% VARIACION
	2018 TM Ene-Jun	2019 TM Ene-Jun	RECPECTO A LA camp. anterior
<b>ARROZ CÁSCARA</b>	208	207	-0,5
<b>ARVEJA GRANO SECO</b>	1,105	1,168	5,7
<b>CAÑIHUA</b>	4,683	5,509	17,6
<b>FRIJOL</b>	595	628	5,5
<b>MASHUA</b>	7,579	7,837	3,4
<b>OCA</b>	28,835	29,283	1,6

FUENTE: DRA ( 2019).

### **2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS**

Según la Norma Técnica Peruana NTP 011.400- 2007. Tubérculos procesados - papa deshidratada, menciona que:

- **Tunta:** Alimento elaborado mediante un proceso de deshidratación de tubérculos a través de sucesivos congelamientos (con protección solar), sumergido en agua corriente (río) y secado al sol. La tunta posee color blanco, superficie áspera con hendiduras, propio de los ojos del tubérculo que le dio origen.
- **Tuntilla:** Tunta de pequeñas dimensiones, elaborada a partir de tubérculos pequeños.
- **Moraya:** Alimento deshidratada de tubérculos de color blanco pardo, de proceso similar a la Tunta sumergido en aguas semi-estancadas.
- **Chuño blanco:** Término que generaliza a la tunta y moraya, en zonas ajenas a las zonas de producción y consumo.
- **Chuño:** Tubérculo deshidratado sin cáscara de color pardo oscuro, procesado mediante sucesivos congelamientos y secado con exposición al sol.
- **Lojota o chuño fresco:** Tubérculo fresco congelado durante una noche, sin exposición al sol. khachu-chuño: Tubérculo congelado y descongelado en corto tiempo.

La tunta debe ser almacenada en un lugar con la infraestructura mínima necesaria: puertas, paredes, ventanas, techos, etc; que asegure la protección de este producto contra los efectos de humedad, y contaminación de elementos extraños. Se recomienda usar un sistema cruzado de apilado, de forma tal que cada saco que se coloque encima de otro, sea de forma cruzada para mantener una circulación de aire adecuada.

## 2.4. Kcaya

La oca, se puede conservar por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol. Durante el proceso en la congelación y/o el secado, el cual se nombra “kcaya” que es de color oscuro y en el caso de deshidratación, remojado , lavado y secado a la sombra “umakcaya”, adquiriendo un color blanco y claro (García, 2001).

### a. Deshidratación

Todos los pueblos tuvieron y tienen la preocupación por tener suficientes reservas de alimentos para los momentos de escasez de comida. La ocurrencia de esas épocas requiere tener reservas de alimentos secos que se pueden guardar por un tiempo prolongado, estos son conformados por granos, harinas, tubérculos y raíces procesados y/o secados (Tapia & Fries, 2007).

Según Tapia & Fries (2007), las características de cada tecnología de transformación y conservación están ligadas a las condiciones climáticas locales. Los pobladores andinos han ideado, ensayado y perfeccionado las técnicas más variadas, predominando el secado, el salado, la fermentación y el congelamiento seguido por la deshidratación.

Desde el punto de vista alimentario, la transformación tiene también varias finalidades:

- 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, un ejemplo típico es la transformación de la papa amarga en chuño y tunta, siendo un proceso que responde a esas exigencias.

Las técnicas de transformación permiten conservar los excedentes de khaya y tubérculos andinos por periodos prolongados, la temporada de transformación, que son los meses de mayo y junio, se prolonga a veces hasta la primera semana de julio donde se finaliza con la elaboración de chuño (ch'uñu en quechua), tunta, papa seca, khaya. Para la preparación de la khaya se prefieren variedades amargas de oca, de color amarillo y las ocas dulces se usan únicamente cuando están infestadas por insectos (Tapia & Fries, 2007).

#### **b. Proceso de elaboración de la kcaya**

Según Pazmiño (2007) , su proceso se realiza, después de la cosecha, sometiendo a la oca a congelación natural en las noches heladas entre junio y julio, por cuatro días, luego de esto se realiza el secado a la luz del sol, descongelándose durante la mañana, para luego apisonar para quitar el agua apresurando el secado, el secado dura entre 8 y 15 días más (dependiendo de los rayos solares), el rendimiento es del 45%, esto significa que para cada kilo de kcaya se requiere de 2kg de oca fresca. El secado de la khaya es similar al del chuño y dura 16 días aproximadamente. Su almacenamiento es similar al chuño, su humedad final es de 12 % (Valencia et al., 1989).

## **2.5. Propiedades funcionales**

La comida funcional es una parte del ser humano, en la dieta se demuestra que tiene beneficios para la salud y disminuye el riesgo de enfermedades crónicas. Los alimentos funcionales incluyen: (i) habituales alimentos con sustancias bioactivas naturales (por ejemplo, fibra dietética), (ii) alimentos suplementados con sustancias bioactivas (p. ej., probióticos, antioxidantes) y (iii) ingredientes alimenticios derivados introducidos en alimentos convencionales (p. ej., prebióticos). La comida funcional debe tener una nueva perspectiva, en lugar de un producto alimenticio. Además los alimentos funcionales no son medicamentos como píldoras o cápsulas, sino que se consumen como parte de una dieta diaria normal (Grajek et al., 2005). Estos alimentos pueden estar destinados a toda la población o a grupos determinados, que se pueden definir, por ejemplo, según su edad o su constitución genética (Araya & Lutz , 2003).

### **a. Radicales libres**

Un radical libre (RL) es una especie química que tiene un único electrón en su órbita externa, en tal estado el RL es extremadamente activo e inestable y reacciona con sustancias químicas orgánicas e inorgánicas y especialmente con moléculas que componen las membranas biológicas, como son los lípidos y las proteínas, el ADN que compone el material genético, de esta forma los RL pueden lesionar irreversiblemente estructuras celulares e inducir mutaciones (Halliwell, 1987).

### **b. Antioxidantes**

Los antioxidantes son sustancias que cuando están presentes en concentraciones bajas con respecto a sustratos oxidables, inhiben o retrasan el proceso de oxidación (Aktumsek et al., 2013), el consumo de alimentos ricos en compuestos antioxidantes puede prevenir muchas enfermedades y promover la buena salud (Dini et al., 2013). Es evidente que las frutas, verduras, hierbas y especias tienen antioxidantes, la actividad antioxidante en general se correlaciona con el contenido de fenoles totales en productos naturales (Schaich et al., 2015). Se aplican ampliamente en los alimentos para combatir el estrés oxidativo, algunos de los antioxidantes más abundantes naturales son el ácido gálico y sus derivados, están presentes en muchos alimentos tales como los vinos y té verde (Fu et al., 2014).

## 2.6. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante es la medida de los moles, de un radical libre dado reducido por una solución prueba (Ghiselli et al., 2000), independientemente de la actividad antioxidante de cualquier antioxidante presente en la mezcla (Tememoche, 2003).

El concepto básico de actividad antioxidante de varios compuestos naturales y sintéticos comprende una transición redox mediante el cual la molécula antioxidante dona un electrón o átomo de hidrógeno, equivalente a la donación de un electrón y un H + al radical libre R\* (Gamarra, 2003).

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él, la mayoría de los compuestos antioxidantes de las frutas y verduras se deben a ciertos compuestos como la vitamina C, vitamina E o  $\beta$  caroteno. Además de los recientes estudiados y caracterizados compuestos fenólicos (flavones, isoflavones, flavonones, antocianinas, catequinas e isocatequinas), estos últimos son frecuentes de la dieta humana y han demostrado tener una alta capacidad antioxidante (Tememoche, 2003).

La capacidad antioxidante varía en función del grupo de compuestos estudiados y de su solubilidad en la fase acuosa o lipídica. Además, la gran diversidad de métodos empleados proporcionan resultados numéricos distintos difíciles de comparar para solventar este problema en la mayoría de estudios científicos, se utiliza el Trolox (ácido 6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcroman-2-carboxílico) como patrón, sustancia que se caracteriza por ser un análogo hidrosoluble de la vitamina E (Martínez et al, 2002) &(Gamarra, 2003).

## 2.7. Oxalatos

El ácido oxálico ( $H_2C_2O_4$ ) y las sales de oxalato son sustancias altamente oxidadas y consideradas tóxicas para algunos sistemas biológicos, incluido el humano, no obstante, pueden ser utilizadas como fuente de carbono y energía por algunas comunidades bacterianas, denominadas oxalotróficas. Las cuales por su capacidad metabólica forman parte de la ruta biogeoquímica oxalato-carbonato (OCP, oxalate-carbonate pathway) (Castillo et al., 2015). Así mismo pueden tener efectos nocivos sobre la nutrición y la salud

humana, como el ácido oxálico puede inhibir la absorción de calcio y facilitar la formación de piedras en el riñón (Noonan & Savage, 1999).

## **2.8. Método ABTS: 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6 ácido sulfónico)**

El ensayo del ácido 2, 2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6- sulfónico) (ABTS) ( $C_{18}H_{24}N_6O_6S_4$ ), está basado en la captura por parte de los antioxidantes del radical catión  $ABTS^{\bullet+}$  generado en el medio de reacción. Como patrón se emplea el ácido 6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Trolox), un análogo sintético hidrosoluble de la vitamina E. El radical catión del ABTS posee una coloración verde azulada con un máximo de absorción a 415 nm y una serie máximos secundarios de absorción a 645, 660, 734, 815 y 820 nm. Dependiendo de la variante del método se emplean distintas longitudes de onda, aunque las más frecuentes son 415 y 734 nm (Cao et al.,1993).

## **2.9. Congelación**

La congelación es el proceso de preservación originado por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio, como operación previa a la liofilización influye determinantemente en características tales como el color y la densidad del producto final, así mismo en la velocidad de sublimación (Verri et al., 2012).

## **2.10. Liofilización**

La liofilización, también llamada crio deshidratación o secado en estado congelado, es otra de las técnicas de conservación de alimentos por reducción de su actividad de agua.

Destaca frente a las restantes por respetar en grado sumo las propiedades organolépticas y nutritivas del alimento procesado, otra ventaja asociada a esta técnica es la porosidad del producto tratado, que le confiere una muy buena rehidratabilidad (Rodríguez et al., 2002).

De acuerdo a Barbosa (2000), la liofilización consta de dos etapas: congelación y secado.

La congelación debe de ser muy rápida con el objeto de obtener cristales de hielo pequeños y en un estado amorfo, la etapa de secado se realiza a presiones bajas para permitir la sublimación del hielo.

## **2.11. Secado**

Según Arauz ( 2009), menciona que “la razón principal de la deshidratación es extender la vida de anaquel del producto, su propósito es disminuir el agua disponible en el alimento a niveles que inhiban el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos”. El secado de materiales biológicos, se usa como técnica de conservación, ya que los microorganismos no pueden desarrollarse en ausencia del agua, al igual las enzimas que causan los cambios químicos y otros materiales biológicos; los alimentos secos pueden almacenarse durante periodos largos (Geankoplis, 1998).

- **Cinética de secado**

El estudio de la cinética está basado en el estudio de la fluctuación de cantidad de humedad en función del tiempo, por el contrario, se desarrolla la dinámica de secado que estudia las variaciones de temperatura y humedad, así la cinética del secado estudia la cantidad de humedad que se pierde por evaporación, el tiempo, el consumo de energía, etc. Sin embargo, la variación de humedad está sujeta a la transferencia de masa y calor entre el área superficial, el ambiente y la parte interna del material que se secura. Es necesario saber que la intensidad del proceso de secado determina el cambio en la cantidad de humedad en función al tiempo, además es influenciado por los factores o parámetros del secado como temperatura, velocidad de ingreso de aire, presión, entre otros (Ortiz, 2018).

## **2.12. Temperaturas de congelación en la región puno**

Las temperaturas mínimas pronosticadas para la región Puno para el mes de junio, en las provincias del sur (El Collao, Chucuito, Yunguyo y Puno ) y zonas de valles interandinos y selva de Carabaya y Sandia, se podría esperar mínimas entre 0 a  $-2^{\circ}\text{C}$  en zonas circunlacustres; en zonas intermedias del altiplano entre  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-8^{\circ}\text{C}$ ; y en zonas alto andinas entre  $-3^{\circ}\text{C}$  a  $-16^{\circ}\text{C}$ , en zona más fría de Puno (Mazo cruz), podría alcanzar hasta  $-20^{\circ}\text{C}$  (DIRECCION REGIONAL SENAMHI PUNO, 2013).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El proyecto se realizó en las instalaciones del laboratorio de granos andinos en la sede de Ayabacas de la Escuela Profesional de Industrias Alimentarias (EPIIA) de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ).

Los análisis se realizaron en los laboratorios generales de la UNAJ, EPIIA y LAQ&S.

#### **3.2. Muestra**

La muestra de oca como objetivo de estudio fue recolectado de la Provincia de Yunguyo, Departamento de Puno, ubicado en el altiplano peruano a una altura de 3 826 metros sobre el nivel del mar, a 136 kilómetros de la ciudad de Puno, con las coordenadas 16°14'39"S 69°05'34"O.

#### **3.3. Materia prima**

- Oca blanca: variedad luki rosada

#### **3.4. Equipo y materiales**

##### **3.4.1. Equipos**

- Espectrofotómetro JENWAY (6850 UV/VIS)
- Refrigerador SAMSUNG
- Micropipeta 100 µl - 1000 µl marca voeco.
- Micropipeta 10-100 µl marca voeco.
- Vortex marca Mixer.
- Balanza analítica marca AND, modelo HR-250AZ

- Licuadora marca OSTER.
- Congeladora JENWAY
- Agitador termo magnético JP SELECTA
- Centrífuga EPPENDORF 5810R
- Estufa eléctrica, JP SELECTA
- Campana desecadora con silicagel
- Mufla eléctrica, JP SELECTA.
- Equipo de titulación.
- PH metro, PASCO AUG10

### **3.4.2. Materiales**

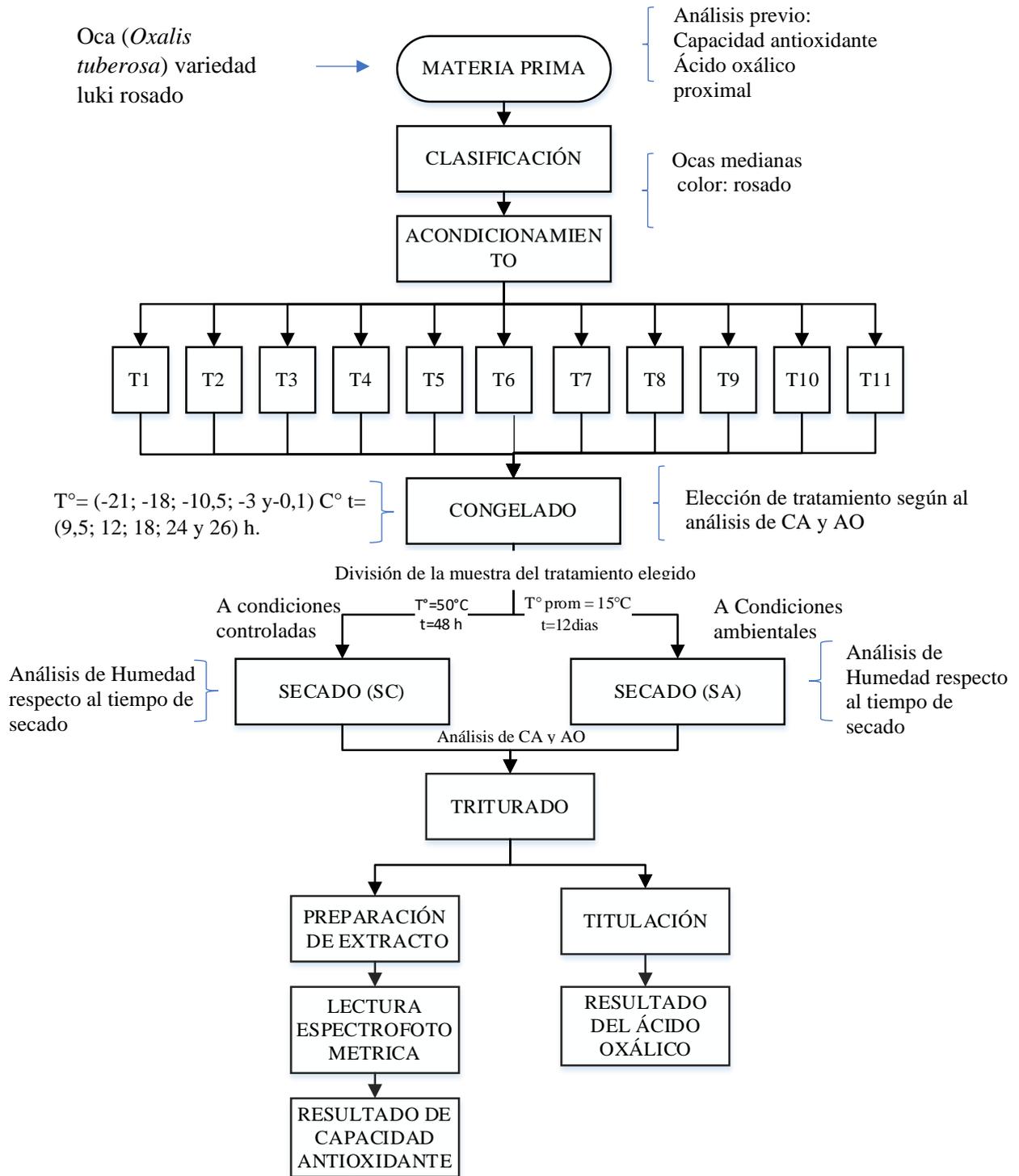
- Pinzas metálicas
- Matraz kitasato
- Embudo buchner
- Crisoles
- Papel toalla
- Recipientes de material inox
- Mortero
- Probetas de (100 y 500mL)
- Rollos Papel aluminio
- Bolsas de puntas para Micropipetas
- Espátulas metálicas
- Caja Tubos de ensayo caja (30 tubos)
- Fiolas (5 y 10mL)
- Matraces (50,100 y 250 mL)
- Pliegos papel filtro
- Gradillas para tubos de ensayo
- Frascos ámbar de (100 y 300 mL)
- Cubetas para espectrofotómetro de vidrio Micropipeta (10-100  $\mu$ L y 100-1000  $\mu$ L)  
(Brand)
- Varilla
- Frascos volumétricos

- Vasos de precipitado de 10, 50 y 100 mL
- Probetas de (5, 10 y 100 mL)
- Bureta
- Mesa o soporte universal
- Matraz Erlenmeyer
- Gotero
- Pipetas graduadas de (1, 5 y 10 mL)
- Cápsulas
- Viales
- Desecadores

### **3.4.3. Reactivos**

- ABTS (2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)
- Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)
- Etanol 99%
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Indicador fenolftaleína
- Agua destilada
- Agua ultrapura
- Buffer pH (4 y 7)

### 3.5. Metodología experimental



**Figura 2: Diagrama experimental de la elaboración de kcaya a diferentes parámetros de congelado y secado.**

### **3.6. Análisis previo de la oca fresca**

#### **3.6.1. Análisis proximal**

El análisis proximal de las ocas frescas recién cosechadas, se realizaron en el laboratorio de análisis químico & servicios EIRL (LAQ&S).

- Humedad (%) Método gravimétrico.
- Proteína (%) Método Kjeldahl.
- Grasa cruda (%) Método extracción soxhlet.
- Cenizas (%) Método gravimétrico.
- Carbohidratos (%) y energía total (Kcal) se determinó por diferencia.
- Fibra cruda (%) Digestión ácida y neutralización con NaOH.

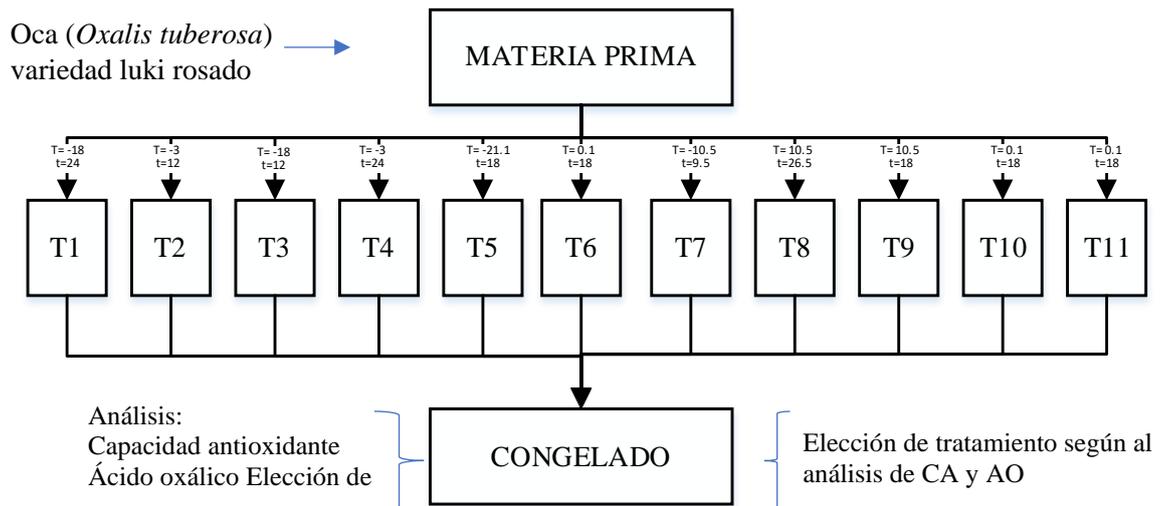
#### **3.6.2. Análisis de cuantificación de capacidad antioxidante y ácido oxálico**

- Análisis de la capacidad antioxidante ( $\mu\text{mol trolox/g}$ ) método descrito por Monar (2014).
- Análisis de ácido oxálico (%) método descrito por (Bartholomai et al., 2000).

### **3.7. Metodología por objetivos**

#### **3.7.1. Determinación del efecto de tiempo y temperatura de congelación de oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada**

A continuación, se muestra cada uno de los parámetros de congelación de la oca (Figura 3), luego se evaluó su contenido de capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada, para elegir el tratamiento adecuado.

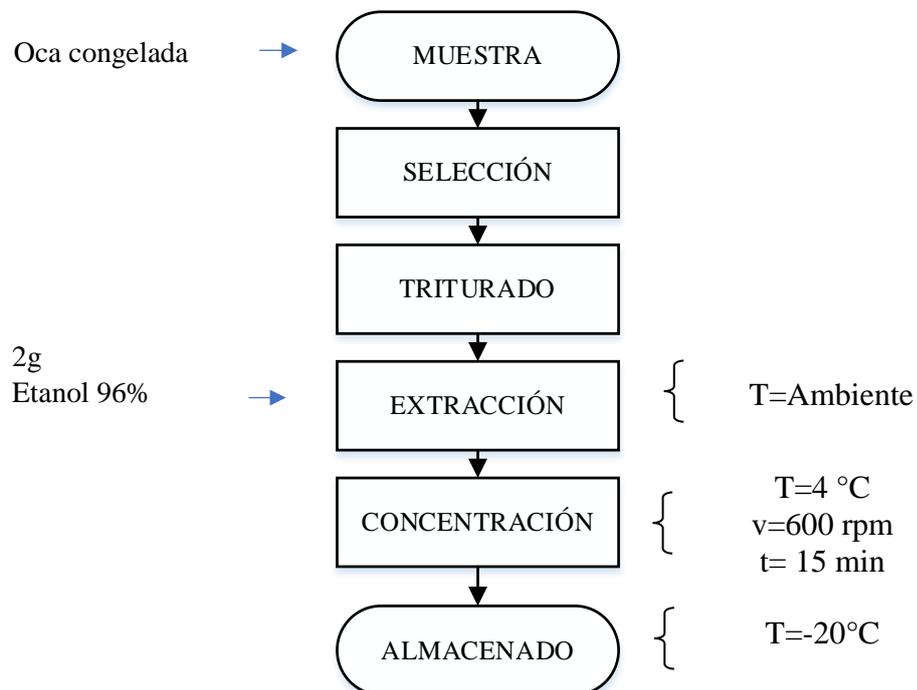


**Figura 3. Esquema de parámetros de congelación.**

- **Determinación de la capacidad antioxidante de oca congelada**

- Preparación de extracto alcohólico**

Se aprecia en la Figura 5. Este proceso se realizó con el método descrito por Monar (2014).



**Figura 4: Diagrama de flujo para la obtención de extracto etanólico.**

- **Muestra**

Se trabaja con 400 g de oca congeladas de variedad luki rosada.

- **Selección**

A las materias primas se les retiró toda materia extraña, así como los productos con indicios de deterioro.

- **Triturado**

Se trituró con un mortero. Inmediatamente se procedió a la extracción.

- **Extracción**

Se pesó 2g de muestra triturada, luego se agregó 10 ml de etanol (96%) en tubos falcón protegidos de la luz, finalmente se homogenizó en un agitador magnético durante 20 minutos.

- **Concentración**

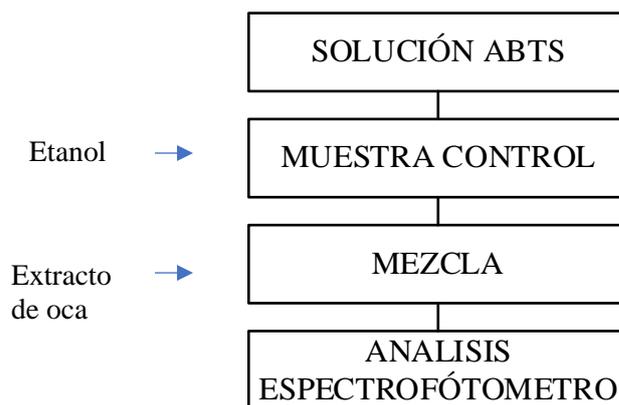
Se centrifugó a 6000 rpm por 15 minutos a 4°C y se filtró. Finalmente, la fase líquida filtrada se dispensó en viales de 1ml con una micropipeta.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento se realizó en una congeladora a -20°C, hasta el momento de su análisis.

**b. Proceso de la cuantificación de la capacidad antioxidante (CA)**

Para este proceso se empleó el método utilizado por (Monar, 2014).



**Figura 5: Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.**

Descripción de cada proceso:

**a. Solución ABTS:** La solución ABTS (2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina- 6-sulfónico) se obtuvo de la empresa Bioquochem.

**b. Muestra control:** 1 ml de solución ABTS fue mezclada con etanol, hasta obtener una absorbancia entre  $0,7 (\pm 0,02)$ , a una longitud de onda de 734 nm.

**c. Mezcla:** La mezcla que se realizó fueron 150  $\mu\text{L}$  de extractos de oca con 2850 $\mu\text{L}$  de dilución del radical ABTS, luego se reposaron por 30 min, en un ambiente oscuro.

**d. Lectura espectrofotométrica:** Para la lectura de la absorbancia se utilizó el espectrofotómetro de marca JENWAY, modelo (6850 UV/VIS), a una longitud de onda de 734 nm.

**e. Preparación de estándares Trolox**

Se preparó una curva de calibración a partir del estándar de trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), se disolvió 5,0058 mg de muestra seca en 20 ml de etanol (1000  $\mu\text{M}$ ), de solución de Trolox, del cual se extrajeron volúmenes y se aforan a 3000  $\mu\text{L}$ , posteriormente las muestras fueron analizadas a una longitud de onda máxima de 734 nm en el espectrofotómetro.

**Tabla 3: Preparación de estándares Trolox**

Volumen Trolox ( $\mu\text{L}$ )	Solvente ( $\mu\text{L}$ )	Concentración ( $\mu\text{mol/L}$ )
0	3000	0
300	2700	100
600	2400	200
900	2100	300
1200	1800	400
1500	1500	500
1800	1200	600

Para el cálculo de la capacidad antioxidante, se utilizaron las siguientes fórmulas:

Fórmula obtenida de la curva de calibración:

$$Y = 1.0442X + 0.0352 \quad (1)$$

De la fórmula (1) despejamos X

$$\Delta \text{Abs} = \text{bs muestra} - \text{Abs control} \quad (2)$$

$$X = \frac{\Delta \text{Abs} - 0.0352}{1.0442} \quad (3)$$

**Dónde: Abs control:** Es la absorbancia control, **Abs muestra:** Es la absorbancia de la muestra.

X=Capacidad antioxidante ( $\mu\text{mol trolox/g}$ )

$\Delta\text{Abs}$ = Diferencia de absorbancia

#### **f. Determinación de ácido oxálico**

Determinación de ácido oxálico propuesto por (Bartholomai et al., 2000). La acidez se determinó en un peso de muestra llevada a un volumen conocido, se tituló con una base estandarizada hasta el viraje determinado por el pH 8,2 del indicador fenolftaleína.

#### **Procedimiento**

1. Se pesó 30 g de muestra en un vaso de 100 ml
2. Se adicionan 25 ml de agua destilada y se licua.

3. El licuado se vertió al vaso precipitado y se realizaron enjuagues con 25 ml de agua destilada.
4. Se aforó hasta un volumen conocido de 100 ml.
5. Se tomó una alícuota de 30 ml en un vaso de precipitado de 50 ml y se colocó el agitador termomagnético.
6. Se calibró el pH – metro, utilizando las soluciones buffer de pH = 4 y pH = 7, en este orden respectivamente.
7. Posteriormente se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N estandarizado hasta que el pH – metro marque 8,2; que es el viraje del indicador fenolftaleína.
8. Se anotó el consumo del titulante. El resultado se expresa como porcentaje de ácido oxálico.

Cálculos (valoración de ácido oxálico)

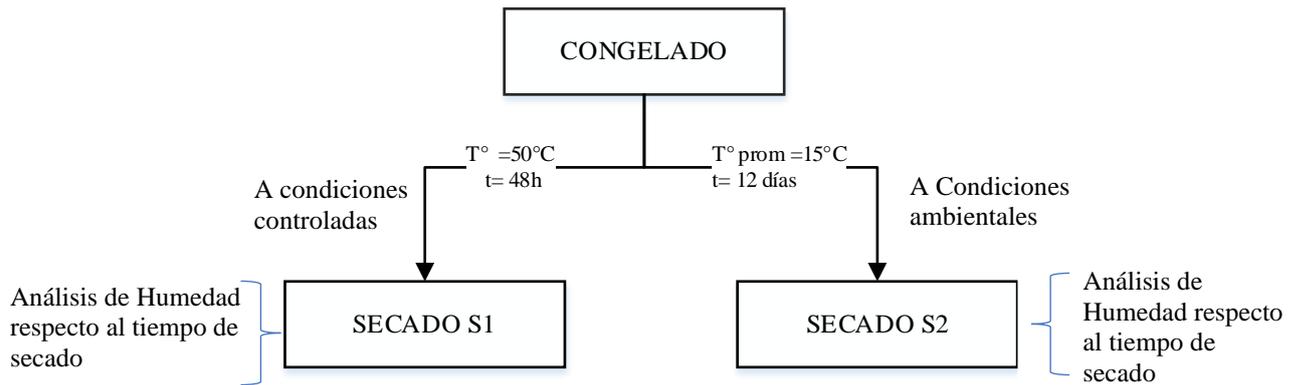
$$\% AO = \frac{ml(NaOH) * N(NaOH) * meq(acido\ oxalico)10 * v(ml)}{p(g) * v(alicuota\ ml)} * 100 \quad (4)$$

Leyenda:

- %AO** : Porcentaje de ácido oxálico.
- ml (NaOH)** : Mililitros de hidróxido de sodio gastado.
- N (NaOH)** : Normalidad de hidróxido de sodio (0.1 N).
- Meq** : Mili equivalente de ácido oxálico (90,04 g / mol).
- V (ml)** : Volumen total de la muestra.
- p (g)** : Peso de la muestra.
- V (alícuota)** : Volumen de alícuota en ml.

### 3.7.2. Determinación del contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada

Para el secado se trabajó con temperatura ambiente y controlada, el esquema se muestra en la Figura 6. Tovar(2018), menciona que la mejor retención en la capacidad antioxidante fue a temperatura de 50° C, por tal motivo se trabajó a esa temperatura.



**Figura 6 Esquema de secado.**

- **Determinación de la capacidad antioxidante**

Este proceso se realizó con el método descrito por Monar (2014). Como se describe en el primer objetivo.

### 3.7.3. Determinación del contenido de ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada

- **Determinación de ácido oxálico**

La determinación de ácido oxálico se trabajó con el método propuesto por (Bartholomai et al., 2000). Como se describe en el primer objetivo.

### 3.8. Diseño experimental

#### 3.8.1. Congelado

Se trabajó con dos factores en proporciones de (temperatura de congelación y tiempo de congelación) y cinco niveles según el diseño Central Compuesto (DCC). Siendo en total once tratamientos que se muestra en la Tabla 4 y 5.

**Tabla 4: Parámetros de tiempo y temperatura bajo el diseño Central Compuesto (DCC)**

	Nivel mínimo	Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto	Nivel máximo
<b>T°= temperatura</b>	-21,1	-18	-10,5	-3	0,11
<b>t=tiempo / horas</b>	9,5	12	18	24	26,5

**Tabla 5: Matriz del Diseño Central Compuesto (DCC)**

TRATAMIENTO	Valores naturales		Valores de respuesta	
	Temperatura a (°C)	Tiempo (horas)	Cap. Antioxidante	Ácido oxálico
<b>1</b>	-18	12	CA1	AO1
<b>2</b>	-3	12	CA2	AO2
<b>3</b>	-18	24	CA3	AO3
<b>4</b>	-3	24	CA4	AO4
<b>5</b>	-21,1	18	CA5	AO5
<b>6</b>	0,11	18	CA6	AO6
<b>7</b>	-10,5	9,5	CA7	AO7
<b>8</b>	-10,5	26,5	CA8	AO8
<b>9</b>	-10,5	18	CA9	AO9
<b>10</b>	-10,5	18	CA10	AO10
<b>11</b>	-10,5	18	CA11	AO11

CA= Capacidad antioxidante en la muestra congelada; AO = Ácido oxálico en la muestra congelada

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon \quad (5)$$

### 3.8.2. Secado

El secado a temperatura ambiente, fue durante 12 días con una temperatura promedio de 15°C y 37% de humedad relativa en la ciudad de Juliaca en el mes de julio del 2021 según SENAMHI. Y el secado controlado fue a temperatura de 50°C durante dos días, se trabajó con el diseño regresión lineal simple, con una variable x que vendría a ser el tiempo de secado.

$$Y = a + bx \quad (6)$$

Y=Humedad

x=Tiempo de secado

### 3.9. Análisis complementario proximal de la kcaya

El análisis proximal de la kcaya recién, se realizaron en el laboratorio de análisis químico & servicios EIRL (LAQ&S).

- Humedad (%) Método gravimétrico.
- Proteína (%) Método Kjeldahl.
- Grasa cruda (%) Método extracción soxhlet.
- Cenizas (%) Método gravimétrico.
- Carbohidratos (%) y energía total (Kcal) se determinó por diferencia.
- Fibra cruda (%) Digestión ácida y neutralización con NaOH.

### **3.10. Hipótesis**

#### **3.10.1. Hipótesis general**

- Los parámetros de congelación y secado influyen significativamente en la capacidad antioxidante de la oca (*Oxalis tuberosa*).

#### **3.10.2. Hipótesis específica**

- Los parámetros de tiempo y temperatura de congelación influyen significativamente en el contenido de capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca (*Oxalis tuberosa*) congelada.
- Los parámetros de secado bajo condiciones controladas y ambientales influyen significativamente en el contenido de capacidad antioxidante de la kcaya.
- Los parámetros de secado bajo condiciones controladas y ambientales influyen significativamente en el contenido de ácido oxálico de la kcaya.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis previo de la oca fresca

##### 4.1.1. Análisis proximal

Los resultados del análisis proximal de la oca fresca de variedad Luki rosada, se reportan en la Tabla 6.

**Tabla 6: Análisis proximal de la oca fresca**

Determinación	Expresión	Resultado
<b>Humedad</b>	%	81,31
<b>Proteína</b>	%	0,99
<b>Grasa</b>	%	0,4
<b>Fibra</b>	%	0,82
<b>Ceniza</b>	%	0,86
<b>Carbohidrato</b>	%	16,44
<b>Energía</b>	exp. En kcal	73,32

La humedad de la oca fresca de la variedad luki rosada utilizada en la presente investigación fue de 81,31%; según Cajamarca (2010), la oca fresca tiene un porcentaje de 86,79% de humedad. Para la parte comestible de la “oca”, Vásquez (2021) recopiló (por % de material fresco) de humedad 79,14%; proteína 1,04 %; cenizas 1,01 %; carbohidratos 13,30 % y energía total 51 Kcal. Los valores obtenidos del análisis proximal de la oca fresca se asemejan a los antecedentes, pero se encuentran diferencias en los parámetros de carbohidratos y energía. Según Espín et al. (2004), esto puede deberse a muchos factores como son la diferencia genética, tipo de tierra cultivada, entre otros que influyen en las características de los tubérculos.

#### 4.1.2. Análisis de Capacidad antioxidante (CA) y ácido oxálico (AO)

Los resultados de la cuantificación de capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca fresca de variedad Luki rosada, se reportan en la Tabla 7.

**Tabla 7: contenido de Capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca fresca**

Determinación	Expresión	Resultado
Capacidad antioxidante	$\mu\text{mol trolox/g}$	9,91
Ácido oxálico	%	0,17

La oca fresca presentó un contenido de 9,91  $\mu\text{mol trolox/g}$  de capacidad antioxidante, los datos se asemejan a los que presenta Chirinos (2013), obteniendo 13,2  $\mu\text{mol trolox/g}$  en ocas frescas en la variedad kenya rosada, por otra parte Monar (2014) obtuvo 13,41 y 9,52  $\mu\text{mol trolox/g}$ . en ocas frescas de variedad lluch'uopa y bola kamusa. El resultado obtenido es similar a los estudios realizados para la variedad luki rosada. Según Chirinos et al. (2009), la capacidad antioxidante de distintos genotipos oscila entre 1,1 y 8,9  $\mu\text{mol trolox/g}$  de peso fresco de oca.

La oca fresca presentó un contenido de 0,17 % de ácido oxálico, valor cercano a 0,071, 0,106 y 0,110% reportado por Araujo (2012) para la variedad rojo grisáceo, amarillo señorita y rosado, respectivamente. Pérez (2019), reportan una acidez de 0,076% en la variedad roceo violácea y Cajamarca (2010) reporta 0,135%.

Brito et al., (1999) indica que la acidez guarda relación con el grado de madurez del tubérculo y contenido de azúcares totales.

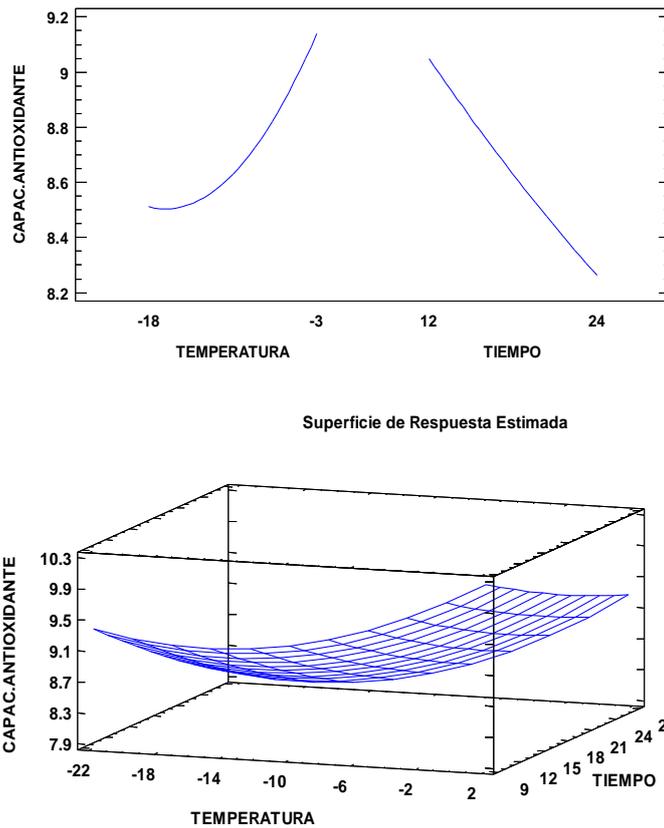
#### 4.2. Determinación del efecto de tiempo y temperatura de congelación de oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada

##### 4.2.1. Resultados de los parámetros de tiempo y temperatura de congelación con respecto al contenido de capacidad antioxidante

En el análisis de la capacidad antioxidante de cada tratamiento se utilizó la fórmula (3) que se obtuvo a partir de la curva de calibración del estándar trolox (6-hydroxy 7,8-dihydroxy-2-methylchroman-2-carboxylic acid) que se muestra en el Anexo 5.

**Tabla 8: Cuantificación de la Capacidad Antioxidante (CA) en  $\mu\text{mol trolox/g}$  con 11 tratamientos**

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Temperatura</b>	<b>tiempo</b>	<b>Promedio Abs</b>	<b>CA (<math>\mu\text{mol de Trolox/g}</math>)</b>
1		-18	12	0,52	9,03
2		-3	12	0,52	9,40
3		-18	24	0,54	8,25
4		-3	24	0,53	8,80
5		-21.1	18	0,53	8,44
6		-0.1	18	0,52	9,57
7		-10.5	9,5	0,52	9,29
8		-10.5	26	0,54	8,04
9		-10.5	18	0,53	9,03
10		-10.5	18	0,53	9,03
11		-10.5	18	0,53	9,03



**Figura 7: Gráficas de superficie de respuesta y efecto principales de variables de tiempo y temperatura respecto a la cantidad de capacidad antioxidante.**

En la Figura 7, se puede apreciar que el contenido de capacidad antioxidante es dependiente al tiempo y la temperatura de congelación. A mayor tiempo y menor temperatura de congelación, es menor el contenido de capacidad antioxidante mientras, a menor tiempo y mayor temperatura es menor la reducción de la capacidad antioxidante.

En una congelación lenta, el tamaño del cristal que se forma es tan grande que rompe las paredes celulares, permitiendo el derrame de fluidos internos y la consiguiente pérdida de sabor, textura y valor nutritivo cuando se descongela el alimento (Tejada, 1988). Los resultados de los tratamientos nos indican que a parámetros de  $-0,1^{\circ}\text{C} / 18\text{h}$  y  $-3^{\circ}\text{C} / 12\text{h}$ ., se obtuvo menor degradación de capacidad antioxidante. Sin embargo, no llegó a congelarse completamente, de tal manera se descartó para la elaboración de kcaya.

Según Yoshikawa & Apaza (2020), demostró que el punto de congelación de los tubérculos de papa es necesario una temperatura de al menos  $-3^{\circ}\text{C}$  o más fría con un tiempo adecuado,

para considerar la producción exitosa de chuño. Por consiguiente, que a parámetros de -10.5° C / 9,5 h. tuvo menor degradación de capacidad antioxidante, con un contenido de 9,29 µmol trolox/g, seguido por -18°C a 12h. En cambio, en los parámetros 10,5°C /26 h. Fue donde disminuyó más capacidad antioxidante obteniendo 8,04 µmol trolox/g.

La congelación afecta en el contenido de vitamina C, fenoles totales y la actividad antioxidante (Molina et al., 2015), este descenso se debe al aumento de la temperatura que afecta a muchos compuestos antioxidantes como los compuestos fenólicos y antocianinas (Alvarado et al., 2013), puesto que la vitamina es soluble al agua, transferencia de masa, sensibilidad al calor y oxidación enzimática (Tijsskens, 2006).

Se puede decir que tras el proceso de elaboración del chuño y tunta hay aproximadamente, hasta un 85% de pérdida de antioxidantes (Patron, 2019). Este resultado evidencia que la aplicación de los tratamientos provoca una pérdida considerable de la capacidad antioxidante.(Gamarra, 2011), pero están lejos de eliminarse durante el proceso, todavía el chuño puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta (Peñarrieta et al., 2011).

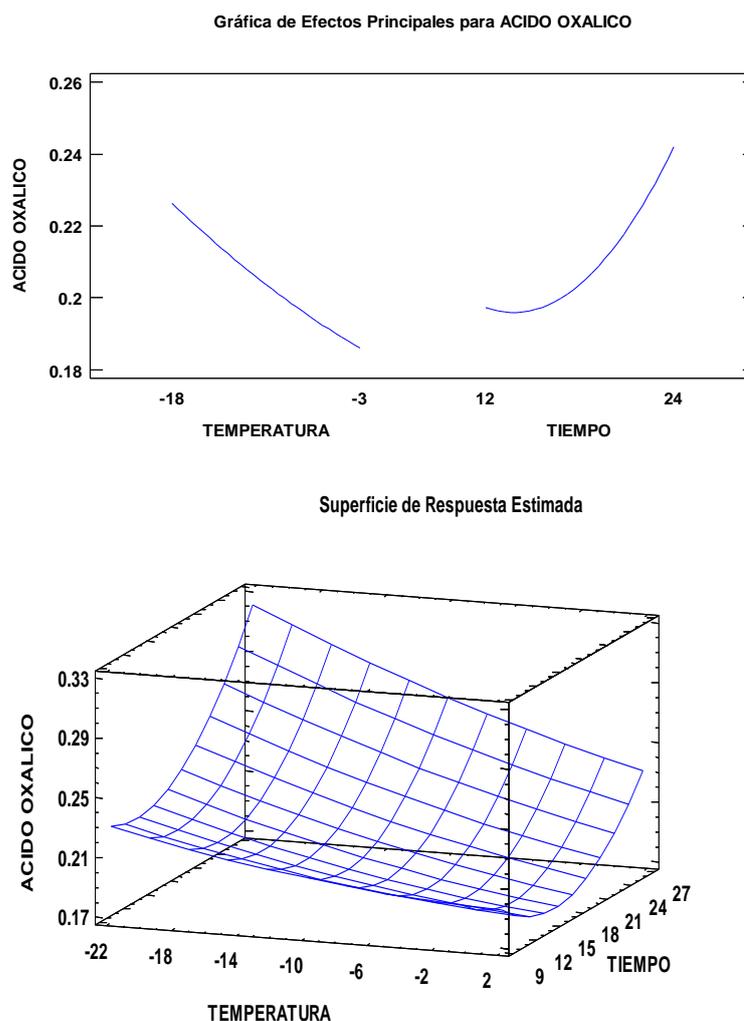
El tiempo y la temperatura de congelación influye significativamente en el contenido de capacidad antioxidante trabajando a un nivel de significancia del 5%, el resultado de análisis de varianza se aprecia en el Anexo 6.

#### **4.2.2. Resultados de los parámetros de tiempo y temperatura de congelación con respecto al contenido de ácido oxálico**

En el análisis del ácido oxálico de la oca congelada en cada tratamiento se utilizó la fórmula (4), en la Tabla 9 se aprecia la cuantificación de la capacidad antioxidante de la oca congelada.

**Tabla 9: Cuantificación de ácido oxálico en % en los 11 tratamientos**

<b>N° Tratamientos</b>	<b>Temperatura</b>	<b>tiempo</b>	<b>Prom. (ml)</b>	<b>% ácido oxálico</b>
<b>1</b>	-18	12	1,52	0,23
<b>2</b>	-3	12	1,29	0,19
<b>3</b>	-18	24	1,74	0,26
<b>4</b>	-3	24	1,38	0,21
<b>5</b>	-21,1	18	1,64	0,25
<b>6</b>	-0,1	18	1,21	0,18
<b>7</b>	-10,5	9.5	1,31	0,19
<b>8</b>	-10,5	26	1,88	0,28
<b>9</b>	-10,5	18	1,40	0,23
<b>10</b>	-10,5	18	1,41	0,23
<b>11</b>	-10,5	18	1,40	0,22



**Figura 8: Gráficas de superficie de respuesta y efecto principales de variables de tiempo y temperatura respecto a la cantidad de ácido oxálico.**

En la Figura 8 se observa que el contenido de ácido oxálico es dependiente al tiempo y la temperatura de congelación, a mayor tiempo y menor temperatura de congelación, es mayor el contenido de ácido oxálico mientras, a menor tiempo y mayor temperatura es mayor en contenido de ácido oxálico. Los resultados de los tratamientos nos indican que a parámetros de  $-0,1^{\circ}\text{C} / 18\text{h}$  y  $-3^{\circ}\text{C} / 12\text{h}$  presenta menor contenido de ácido oxálico. Sin embargo, no llegó a congelarse completamente, de tal manera se descartó para la elaboración de kcaya. Según Yoshikawa & Apaza (2020), demostró que el punto de congelación de los tubérculos de papa es necesario una temperatura de al menos  $-3^{\circ}\text{C}$  o más fría con un tiempo adecuado, para considerar la producción exitosa de chuño. Por consiguiente, que a parámetros de  $-10, 5^{\circ}\text{C} / 9,5\text{h}$  tuvo menor aumento de AO, con un contenido de 0,19%. En cambio, el mayor porcentaje de aumento se encuentra a  $-10, 5^{\circ}\text{C} / 26\text{h}$  con un valor de 0,28%. Según Gamez (2012), la acidez aumenta significativamente con el tiempo de congelación, la liofilización

afecta significativamente parámetros el contenido de acidez que tiende a reducirse (surco, 2017).

El tiempo y la temperatura de congelación influye de manera independiente en el contenido de ácido oxálico trabajando a un nivel de significancia del 5%, el resultado de análisis de varianza se aprecia en el Anexo 6.

#### **4.3. Determinación del contenido de capacidad antioxidante de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada**

En la Tabla 10 se muestran los resultados la capacidad antioxidante de la kcaya secado a condiciones controladas y ambientales.

**Tabla 10: Resultados de capacidad antioxidante de la kcaya**

<b>Determinación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Kcaya (Secado controlado)</b>	<b>Kcaya (Secado ambiente)</b>
<b>Capacidad antioxidante</b>	$\mu\text{mol}$ trolox/g	3,99	4,55

El contenido de capacidad antioxidante de la kcaya secado a condiciones ambientales es de 4,55  $\mu\text{mol}$  trolox/g, y 3,99  $\mu\text{mol}$  trolox/g en la kcaya secado a condiciones controladas, en ambos casos disminuye una cantidad considerable, sin embargo, en la kcaya secado a condiciones ambientales tuvo menor reducción de capacidad antioxidante.

Se observa claramente la disminución de la capacidad antioxidante cuando transcurre el tiempo y la disminución de la humedad con respecto a la temperatura. Pocorny (2001), alega que los antioxidantes naturales presentan una baja resistencia al oxígeno, exposición a la luz, temperaturas altas y al proceso de secado. Asimismo, Carne (2007), afirma que el efecto de la temperatura en la pulpa de naranja utilizando temperaturas altas de 80 y 90, 60, 40 y 30° C llegando a concluir que las temperaturas altas, así como las temperaturas que implican tiempos largos promueven una disminución de la capacidad antioxidante. También Tovar (2018), menciona que hay menor reducción de capacidad antioxidante a temperatura de 40°C que a comparación de 50°C y 60°C.

La capacidad antioxidante y el contenido de los fenoles individuales disminuye, pero están lejos de eliminarse durante el proceso, por lo tanto, todavía puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta (Peñarrieta, 2011). También Chuquilin (2021), menciona que la kcaya contiene  $2564.7 \pm 125.6 \mu\text{mol Trolox equiv. /100 g}$  de capacidad antioxidante. Asimismo, Rubio (2019) indica que el contenido promedio de la actividad de antioxidantes en la harina de oca es de  $380,117 \pm 22,263 \mu\text{M de Trolox/100g}$ . El resultado obtenido en la kcaya es similar a la harina de oca.

#### **4.4. Determinación del contenido de ácido oxálico de la kcaya obtenida bajo las condiciones controladas y ambientales de secado de la oca congelada**

##### **4.4.1. Contenido de ácido oxálico en la kcaya en ambas condiciones**

En la Tabla 11 se muestran los resultados del contenido de ácido oxálico de la kcaya secado a condiciones controladas y ambientales.

**Tabla 11: Resultados del contenido de ácido oxálico de la kcaya**

<b>Determinación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Kcaya (Secado controlado)</b>	<b>Kcaya (Secado ambiente)</b>
<b>Ácido oxálico</b>	%	0,051	0,057

El contenido de ácido oxálico de la kcaya secado a condiciones ambientales es de 0,057% y 0,051% en la kcaya secado a condiciones controladas, en ambos casos disminuye una cantidad considerable, sin embargo, en la kcaya secado a condiciones controladas tuvo mayor reducción de ácido oxálico. Según Herrera (2018), en la chuñificación de *Solanum juzepczukii*, hubo pérdida de glicoalcaloides, esto se debe a la influencia del calor activa el sistema enzimático de degradación del ácido oxálico en beneficio de los azúcares totales (Soto, 2000).

Cajamarca (2010) Menciona que al deshidratar el tubérculo (oca), la oca fresca contiene 135mg/100g de ácido oxálico, mientras que en las ocas deshidratadas contienen 31,40 mg/100g de ácido, perdiendo hasta un 76% de ácido oxálico, a medida que el agua se elimina las reacciones de oxidación se aceleran, como el caso de la oca deshidratada. El resultado obtenido en la kcaya es similar a la harina de oca.

#### 4.4.2. Secado de la oca congelada a temperatura ambientales



**Figura 9: Gráfica de la humedad con respecto al tiempo a temperatura ambiente.**

La Figura 9 nos indica la humedad de la oca congelada frente al tiempo de secado operando en condiciones ambientales, se obtiene curvas en la que se puede observar que al principio la humedad disminuye linealmente con el tiempo de secado, este periodo de velocidad permanece constante hasta el día 10 con una humedad de 12.40 %. Se efectúa esta velocidad constante hasta que el sólido alcanza un valor crítico, a partir del cual la velocidad disminuye, anulando cuando el sólido alcanza el valor del equilibrio (Ángeles, 2012).

En cuanto a humedad se puede observar, que desciende notablemente en la obtención de kaya con respecto a la oca fresca, por un 87 % de pérdida de humedad. En general, cuanto menor es el contenido de humedad de un producto, mayor es la vida útil potencial de almacenamiento (Adegunwa et al., 2012). Sin embargo, tomando como referencia a la Norma Técnica Peruana para Tunta (papa deshidratada) precisa que la humedad máxima debe ser de 15 % (Indecopi, 2007), y la kaya obtenida nos indica que los resultados están en el rango de la humedad óptima.

Según Fries(2007) la humedad final de la kcaya es de 12%, de acuerdo a los resultados obtenidos, se llega en 10 días de secado aproximadamente.

Se puede verificar que, la reducción de la humedad durante este proceso es hasta el 81,81 % (tapia et al., 1990). Sin embargo, el tiempo secado y la humedad varía dependiendo del tamaño del tubérculo.

#### 4.4.3. Secado de la oca congelada a temperatura controlada



**Figura 10: Gráfica de la humedad con respecto al tiempo a temperatura controlada.**

La Figura 10 nos indica la humedad de la oca congelada frente al tiempo de secado operando en condiciones ambientales, se obtiene curvas en la que se puede observar que al principio la humedad disminuye linealmente con el tiempo de secado, este periodo de velocidad permanece constante. Se efectúa esta velocidad constante hasta que el sólido alcanza un valor crítico, a partir del cual la velocidad disminuye, anulándose cuando el sólido alcanza el valor del equilibrio (Ángeles, 2012).

Los resultados obtenidos del secado de la oca congelada, la humedad desciende con respecto al tiempo de secado, la humedad relativa disminuye como consecuencia del calentamiento del aire hasta alcanzar un valor constante (Gatica, 2015), según Fries (2007) la humedad final de la kcaya es de 12%. En estos resultados se puede apreciar que a 48 horas de secado la humedad de la kaya disminuye a 13,50%, lo cual nos indica que la humedad es similar, también el secado varía dependiendo el tamaño de la oca.

#### 4.4.4. Análisis proximal de la kcaya

El resultado del análisis proximal de la kcaya con menor degradación de capacidad antioxidante, que fue el secado a condiciones ambientales, se puede observar en la Tabla 12.

**Tabla 12: Análisis proximal de la kcaya**

<b>Determinación</b>	<b>Expresión</b>	<b>Kcaya</b>
<b>Humedad</b>	%	11
<b>Proteína</b>	%	5,08
<b>Grasa</b>	%	1,55
<b>Fibra</b>	%	0,97
<b>Ceniza</b>	%	4,34
<b>Carbohidrato</b>	%	78,03
<b>Energía</b>	exp. En kcal	346,39

Al ser procesada como kcaya, se puede verificar que hubo un aumento significativo en algunos de sus componentes nutricionales como proteína, carbohidratos, grasa y energía. Según Marquez (2019), que el porcentaje nutricional de las muestras procesadas (chuño de olluco) son mayores, en comparación de los porcentajes nutricionales de las muestras frescas, esto se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran, la humedad durante este proceso es hasta el 81,81 %; y en los demás componentes se incrementa de 290 % a 466,92 % (tapia et al., 1990).

Por lo tanto, se puede afirmar que el proceso de elaboración de kaya y chullcce, a partir de la oca y el olluco, respectivamente; no solo conserva, sino que incrementa su composición química proximal. (Chuquilín Goicochea et al., 2020).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos es posible concluir que:

- La congelación y secado influyen en el contenido de capacidad antioxidante y ácido oxálico de la oca congelada, a temperatura de  $-10,5^{\circ}\text{C}$  durante 9,5 h. tuvo menor reducción de capacidad antioxidante con un contenido de  $9,29\ \mu\text{M}$  de Trolox/ g. y  $0,196\%$  de ácido oxálico.
- 
- El secado de la oca congelada para la obtención de la kcaya a temperatura ambiente fue entre 10 a 12 días obteniendo  $4,55\ \mu\text{M}$  de Trolox/ g. de capacidad antioxidante y a temperatura controlada fue de  $3,99\ \mu\text{M}$  de Trolox/ g. de capacidad antioxidante.
- El secado de la oca congelada para la obtención de la kcaya a temperatura ambiente fue entre 10 a 12 días obteniendo  $0,057\%$  de ácido oxálico y a temperatura controlada fue de  $0,051\%$  de ácido oxálico.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios sobre parámetros o metodología adecuada para la elaboración de kcaya, chuño, tunta, etc. existen pocos datos y no está claramente descrito en la literatura científica con respecto a su proceso.
- Realizar investigaciones sobre los parámetros de secado para la elaboración de kcaya, chuño, etc., teniendo en cuenta la pérdida de sus componentes nutricionales y funcionales en dicho proceso.

- Realizar investigaciones relacionadas con la actividad antioxidante u otros, de productos liofilizados, a fin de conocer el verdadero contenido nutricional de este producto.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G. O., Cakmak, Y. S., & Duran, A. (2013). Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea L.* species. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.018>
- Arauz, E. (2009). *Efecto de tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica y por convección de piña (Ananas comosus)*. Proyecto de graduación previo a la obtención del título de ingenieros en alimentos. Carrera de Agroindustria Alimentaria. Honduras.
- Araya L, H., & Lutz R, M. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(1). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182003000100001>
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (1990). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador (Conservaci)*.
- Cadima Fuentes, X. (2006). Ximena Cadima Fuentes. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 347–369. [www.proinpa.org](http://www.proinpa.org)
- Cao, Guohua, Helaine M. Alessio, y R. G. C. (1993). *Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants* (pp. 303–311). *Free Radical Biology and Medicine*.
- Castillo-Arteaga, R. D., Mariela Burbano-Rosero, E., Otero-Ramirez, I. D., & Fernández-Izquierdo, P. (2015). *Degradación de oxalato por bacterias oxalotróficas asociadas a plantas del género Oxalis sp en regiones Andinas del departamento de Nariño, Colombia Oxalate*. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v18n1/v18n1a08.pdf>
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113(4), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>
- Chirinos, R., Ochoa, K., Aguilar-Galvez, A., Carpentier, S., Pedreschi, R., & Campos, D. (2018). Obtaining of peptides with in vitro antioxidant and angiotensin I converting enzyme inhibitory activities from cañihua protein (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal of Cereal Science*, 83, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.07.004>
- Chuquilín Goicochea, R. C., Martínez Laurente, M. C., & Rodrigo-Chumbes, J. T. (2020).

- Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3). <https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>
- Del Río, C. A. (1990). *Análisis de la variación isoenzimática de "Oca" (Oxalis tuberosa Molina) y su distribución geográfica*. Universidad. Universidad Ricardo Palma.
- Dini, I., Tenore, G. C., & Dini, A. (2013). Effect of industrial and domestic processing on antioxidant properties of pumpkin pulp. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 382–385. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.005>
- Dirección Regional Agraria. (2019). Dirección estadística Agraria e informática (Síntesis Agraria). *Dirección Estadísticas Agraria e Informática*, 11. [http://www.sintesisagraria.com/paginas/interes/completa\\_interes.php?codigo=9873](http://www.sintesisagraria.com/paginas/interes/completa_interes.php?codigo=9873)
- DIRECCION REGIONAL SENAMHI PUNO. (2013). *perspectivas del comportamiento de bajas temperaturas (Mayo y Junio, 2013) en region Puno*.
- Emshwiller, E. (2002). Biogeography of the *Oxalis tuberosa* alliance. *Botanical Review*, 68(1), 128–152. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0128:BOTOTA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0128:BOTOTA]2.0.CO;2)
- Emshwiller, E. (2004). *Patrones de diversidad genotípica en el cultivo de oca (Oxalis tuberosa Molina)*. *Datos de marcadores AFLP comparados con la etno taxonomía*. [https://www.academia.edu/329849/Patrones\\_de\\_diversidad\\_genotípica\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_oca\\_Oxalis\\_tuberosa\\_Molina\\_Datos\\_de\\_marcadores\\_AFLP\\_comparados\\_con\\_la\\_etnotaxonomía](https://www.academia.edu/329849/Patrones_de_diversidad_genotípica_en_el_cultivo_de_oca_Oxalis_tuberosa_Molina_Datos_de_marcadores_AFLP_comparados_con_la_etnotaxonomía)
- Ferryra, R. (1986). *Flora del Perú dicotiledoneas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Flores, H. E., Walker, T. S., Guimarães, R. L., Bais, H. P., & Vivanco, J. M. (2003). Andean root and tuber crops: Underground rainbows. In *HortScience* (Vol. 38, Issue 2, pp. 161–167). <https://doi.org/10.21273/hortsci.38.2.161>
- Flores, R. I. (1995). *Estudio del proceso de elaboración de Khaya*. *Cultivos Andinos*. (pp. 60–61). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Programa de Investigación en Cultivos Andinos.
- Fu, Y., Zhang, Y., Hu, H., Chen, Y., Wang, R., Li, D., & Liu, S. (2014). Design and

- straightforward synthesis of novel galloyl phytosterols with excellent antioxidant activity. *Food Chemistry*, *163*, 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.093>
- Gamarra. (2003). *Extracción de betaninas de las semillas de ayrampos (Opuntia schrensi Birton & Rose), evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de los extractos*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM.
- García, M. c. (2001). *la agroindustria de la oca. alternativas viables para los fruticultores* (1°).
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Editorial Continental. México.
- Ghiselli, A., Serafini, M., Natella, F., & Scaccini, C. (2000). Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: Critical view and experimental data. *Free Radical Biology and Medicine*, *29*(11), 1106–1114. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(00\)00394-4](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(00)00394-4)
- Grajek, W., Olejnik, A., & Sip, A. (2005). Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, *52*(3), 665–671.
- Halliwel, B. (1987). Disease : Some New Concepts. *The FASEB Journal*, *1987*, 358–364.
- Herrera, L. (2018). *Niveles de glicoalcaloides durante la elaboracion negro a partir de la papa amarga solanum juzepczukii y solanum curtilobum*. 99. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6564/MDMcahel%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Judprasong, K., Charoenkiatkul, S., Sungpuag, P., Vasanachitt, K., & Nakjamanong, Y. (2006). Total and soluble oxalate contents in Thai vegetables, cereal grains and legume seeds and their changes after cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, *19*(4), 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.04.002>
- Liu, T., Burritt, D. J., Eyres, G. T., & Oey, I. (2018). Pulsed electric field processing reduces the oxalate content of oca (*Oxalis tuberosa*) tubers while retaining starch grains and the general structural integrity of tubers. *Food Chemistry*, *245*(July 2017), 890–898. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.085>
- Maldonado, S., Santapaola, J. E., Singh, J., Torrez, M., & Garay, A. (2008). Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus*

- sonchifolius). *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 28(1), 251–256. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100036>
- Margott Aguilar Velasque. (2019). “Evaluación de las características fisicoquímicas y aceptación general de cjava obtenida por dos métodos a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*).” Universidad Nacional de Huancavelica.
- Marquez Mendoza, H. C. (2019). *Composición nutricional y de mucílago de tres variedades de olluco (Ullucus tuberosus loz.) para la obtención de chuño de olluco en el distrito de Santo tomás - Cusco*. Universidad nacional san antonio abad del Cusco.
- Martinez F, S. J., Gonzales- Gallego, J. M., Culebras, M. J. (2002). *Los flavonoides propiedades y acciones antioxidantes*. (pp. 271–278).
- Molina, Y., Caez, G., Rodríguez, M. L., Cerón, M. del S., & Garnica, A. M. (2015). Contenido De Antioxidantes En Papas Criollas Nativas (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) en Proceso de Precocción y Congelación. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 23(36), 31–41.
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa): Bola Kamusa y Lluchú Oqa*. 47–51.
- National Research Council. (1989). Lost Crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. In *National Academy Press*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1398>
- Noonan, S. C., & Savage. (1999). Oxalate content of foods and its effect on humans. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 8(1), 64–74. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.1999.00038.x>
- Pazmiño Vaca, M. D. L., & Lourdes, M. De. (2007). *Estudio y análisis de la oca (oxalis tuberosa) y propuesta gastronómica*.
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejeda, L., Alvarado, J. A., & Bergenståhl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 580–587. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.10.006>
- Pérez, E. (2019). Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (*Oxalis tuberosa*). *Universidad Nacional De*

Trujillo, 1–53.

- Perrot, M., Pineau, N., Antille, N., Moser, M., Lepage, M., Thaler, T., Voirin, A., & Rytz, A. (2018). Use of multi-market preference mapping to design efficient product portfolio. *Food Quality and Preference*, 64(May), 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.08.008>
- Rosero Alpala, M. G. (2010). *Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de oca (Oxalis tuberosa mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/3643/>
- Ross, A. B., Savage, G. P., Martin, R. J., & Vanhanen, L. (1999). Oxalates in oca (New Zealand yam) (*Oxalis tuberosa* Mol.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12), 5019–5022. <https://doi.org/10.1021/jf990332r>
- Sangketkit, C., Savage, G. P., Martin, R. J., Searle, B. P., & Mason, S. L. (2000). Sensory evaluation of new lines of oca (*Oxalis tuberosa*) grown in New Zealand. *Food Quality and Preference*, 11(3), 189–199. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00050-6](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00050-6)
- Schaich, K. M., Tian, X., & Xie, J. (2015). Reprint of “Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays.” *Journal of Functional Foods*, 18, 782–796. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.024>
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima. In *Defense*. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Tememoche, C. (2003). Evaluación de algunas características funcionales de 30 clones de mashua. In *Tesis*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM.
- Ugent, D., & Ochoa, C. M. (2006). *La Etnobotánica del Perú. Desde la Prehistoria al Presente. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), Lima, Perú. Cuarta edición*. <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/7441/La-Etnobotanica-del-Peru-Desde-la-Prehistoria-al-Presente>
- Valencia, M., & Perez, Wa. (1989). *Estrategia Para Impulsar la Produccion Y El Procesamiento Rural de Los Cultivos Nativos Andinos*. <https://books.google.com.pe/books?id=rDx5WAXXgXoC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Estrategia+para+impulsar+la+producción+y+el+procesamiento+rural+de+los+cultivo>

s+nativos+andinos.+Lima+–

Perú.&source=bl&ots=\_mdvS\_BWqd&sig=ACfU3U1XE7r2EjSXRy7efumxHOe3pu  
tE0Q&hl=es&sa=X&ved

Vásquez Campos, J., & Aurora Vigo, E. F. (2021). Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en la textura y color de un chip de oca (*Oxalis Tuberosa*). In *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación* (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/10.26495/icti.v8i1.1541>

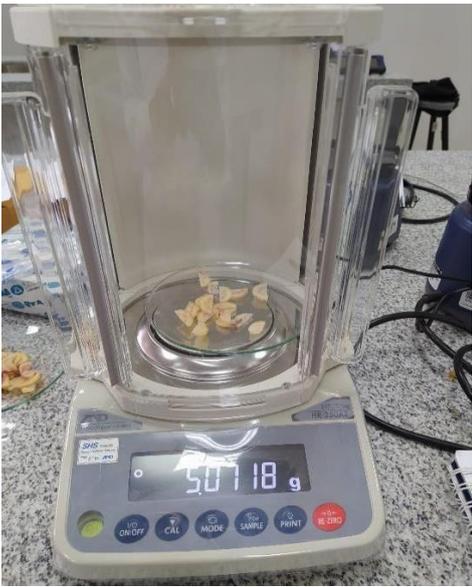
Vásquez Parra, J. E., Ochoa Martínez, C. I., & Bustos Parra, M. (2013). Effect of chemical and physical pretreatments on the convective drying of cape gooseberry fruits (*Physalis peruviana*). *Journal of Food Engineering*, *119*(3), 648–654. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.06.037>

Verri, W. A., Vicentini, F. T. M. C., Baracat, M. M., Georgetti, S. R., Cardoso, R. D. R., Cunha, T. M., Ferreira, S. H., Cunha, F. Q., Fonseca, M. J. V., & Casagrande, R. (2012). Flavonoids as anti-inflammatory and analgesic drugs: Mechanisms of action and perspectives in the development of pharmaceutical forms. In *Studies in Natural Products Chemistry* (Vol. 36, Issue 4, pp. 297–330). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53836-9.00026-8>

Yoshikawa, K., & Apaza, F. (2020). Unfrozen state by the supercooling of chuño for traditional agriculture in altiplano andes. *Environmental and Sustainability Indicators*, *8*(September), 100063. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100063>

## ANEXOS

### Anexo 1: Equipos utilizados

	
<p>ESTUFAS DE SECADO Y ESTERILIZACIÓN</p>	<p>ESPECTROFOTÓMETRO UV VISIBLE DOBLE HAZ</p>
	
<p>BALANZA ANALÍTICA</p>	<p>CENTRÍFUGA REFRIGERADA</p>



AGITADOR DE TUBOS



AGITADOR MAGNÉTICO CON CALENTAMIENTO

## Anexo 2: Informe del análisis proximal de la oca fresca (LAQ&S)



### LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 039 – 05 – VAR. – 2021

#### I.- INFORMACIÓN PRELIMINAR

**SOLICITANTE** : ROCÍO MARITZA ESCARCENA QUISPE

**DIRECCIÓN** : Juliaca

**PRODUCTO** : OCA LUKI ROSADA

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Análisis Químico Proximal: Humedad, Cenizas, Proteína Total, Grasa Cruda, Fibra Cruda, Carbohidratos y Energía Total.

**PRESENTACIÓN** : 01 kg. de muestra.

**CODIGO REG. LABORATORIO** : M-1 = 191

**FECHA DE RECEPCION** : 20 de Mayo del 2021

**PERIODO DE CUSTODIA** : 15 días

**FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS** : 31 de Mayo del 2021

#### II.- RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL EN OCA

DETERMINACION	Expresión de los Resultados	RESULTADO M-1 Variedad de Oca Luki Rosada 191
Humedad	%	81.31
Cenizas	%	0.86
Proteína Total N x 6.25*	%	0.99
Grasa Cruda	%	0.40
Fibra Cruda	%	0.82
Carbohidratos	%	16.44
Energía Total	exp. en Kcal	73.32

Abreviaturas

% = Porcentaje

N = Nitrógeno x 6.25\* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína

Kcal = Kilocalorias

METODOLOGIA

Humedad: Método Gravimétrico Secado en estufa a 105 °C

Cenizas: Método Gravimétrico. Calcinado en Mufla a 550 °C

Proteína: Método Kjeldahl

Grasa Cruda: Método Extracción Soxhlet

Fibra Cruda: Digestión Ácida y neutralización con NaOH y posterior calcinación a 550 °C

Carbohidratos: Diferencia

Energía Total: Cálculo

*Victoria Frisancho Motta*  
Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta

C.Q.P. 270

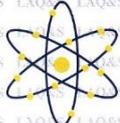


PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME  
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 • CEL.: 959458551 - 953433351 • E-MAIL: lab\_laquis@hotmail.com  
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA  
www.laboratoriolaquis.com  
AREQUIPA - PERU

### Anexo 3: Informe del análisis proximal de la kcaya (LAQ&S)



**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO  
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

**INFORME DE ENSAYO N° 097 – 08 – VAR. – 2021**

**I.- INFORMACIÓN PRELIMINAR**

**SOLICITANTE** : ROCÍO MARITZA ESCARCENA QUISPE  
**DIRECCIÓN** : Juliaca  
**PRODUCTO** : KHAYA  
**ANÁLISIS SOLICITADO** : Análisis Químico Proximal: Humedad, Cenizas, Proteína Total, Grasa Cruda, Fibra Cruda, Carbohidratos, Energía Total.  
**PRESENTACIÓN** : 01 bolsa con 120 g. de muestra  
**CODIGO REG. LABORATORIO** : M-1 = 273  
**FECHA DE RECEPCION** : 21 de Julio del 2021  
**PERIODO DE CUSTODIA** : 15 días  
**FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS** : 09 de Agosto del 2021

**II.- RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL EN KHAYA**

DETERMINACION	Expresión de los Resultados	RESULTADO M-1 KHAYA 273
Humedad	%	11.00
Cenizas	%	4.34
Proteína Total N x 6.25*	%	5.08
Grasa Cruda	%	1.55
Fibra Cruda	%	0.97
Carbohidratos	%	78.03
Energía Total	exp. en Kcal	346.39

Abreviaturas  
 % = Porcentaje  
 N = Nitrógeno x 6.25 = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína  
 Kcal = Kilo calorías

**METODOLOGIA**

**Humedad:** Método Gravimétrico. Secado en estufa a 105 °C  
**Cenizas:** Método Gravimétrico. Calcinado en Mufla a 550 °C  
**Proteína:** Método Kjeldahl  
**Grasa Cruda:** Método Extracción Soxhlet  
**Fibra Cruda:** Digestión Ácida y neutralización con NaOH y posterior calcinación a 550 °C  
**Carbohidratos:** Diferencia  
**Energía Total:** Cálculo

*Juliaca - Perú*  
 Lic. Quím. Victoria Pizsancho Motta  
 C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME  
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

#### Anexo 4: Evaluación de la oca y kcaya



**Figura 11: Lavado de la oca.**



**Figura 12: Congelado de la oca.**



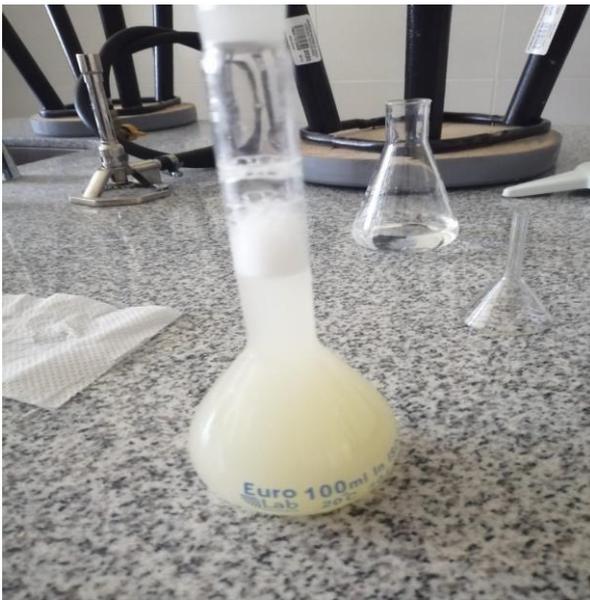
**Figura 13: Triturado de la muestra.**



**Figura 14: Pesado de la muestra.**



**Figura 15: Medición de la capacidad antioxidante.**



**Figura 16: Medición de ácido oxálico.**



**Figura 17: Secado de la oca congelada a temperatura ambiente.**



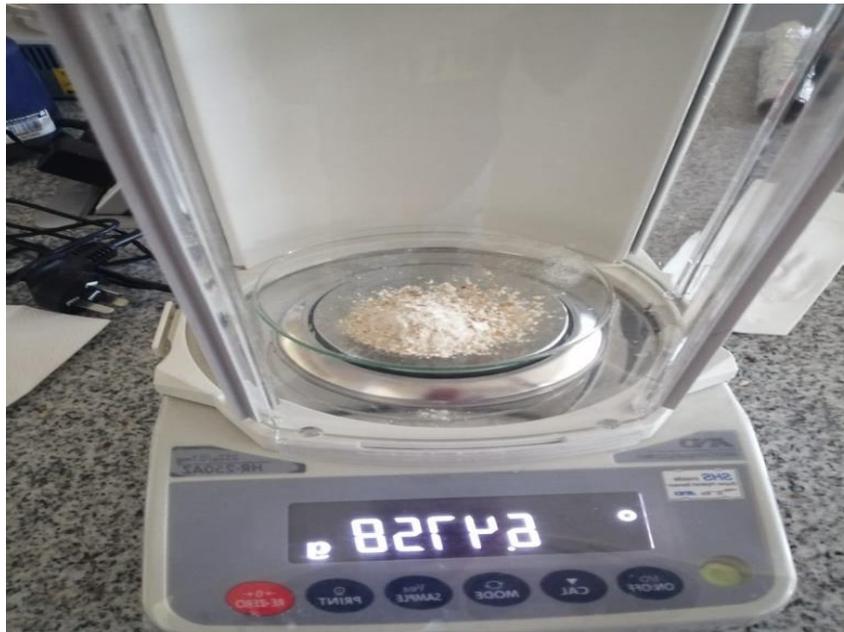
**Figura 18: Secado de la oca congelada a temperatura controlada.**



**Figura 19: Muestra de 6 días de secado.**



**Figura 20: Triturado de la muestra seca.**



**Figura 21: Pesado de la muestra seca.**



**Figura 22: Determinación de humedad.**

## Anexo 5: Resultados de la capacidad antioxidante y ácido oxálico

Tabla 13: Absorbancia del trolox a distintas concentraciones

Concentración ( $\mu\text{mol/g}$ )	Promedio Abs.
0	0,050
0,100	0,132
0,200	0,241
0,300	0,332
0,400	0,447
0,500	0,578
0,600	0,659

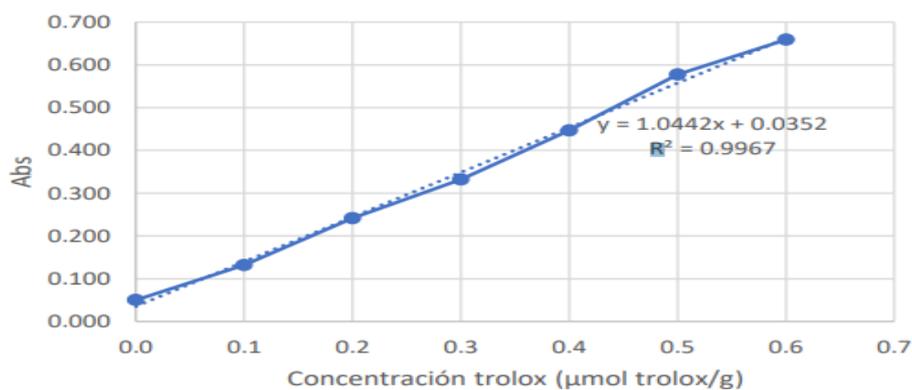


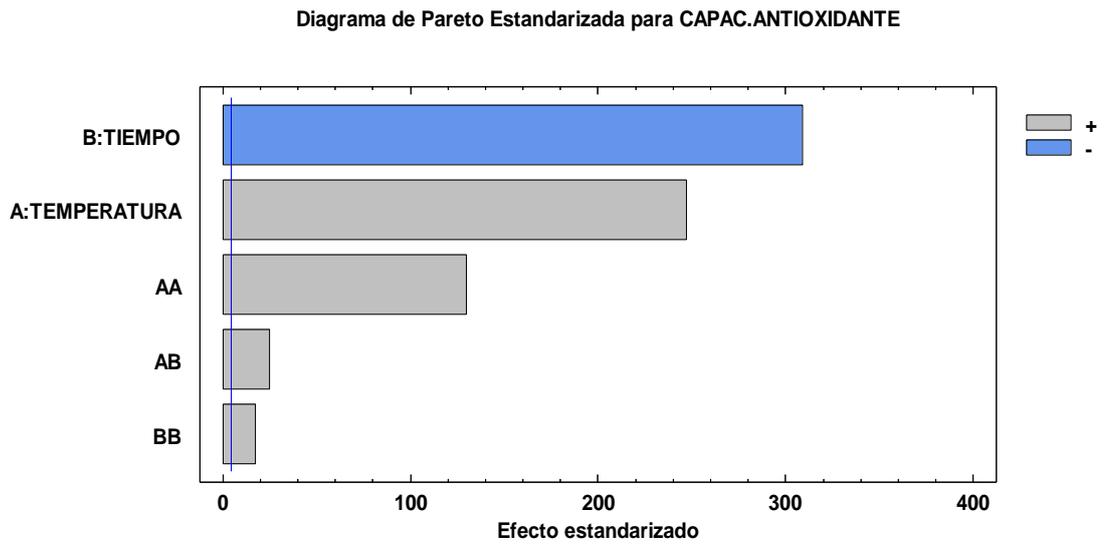
Figura 23: Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.

**Tabla 14: Resultados de la Capacidad Antioxidante en los 11 tratamientos**

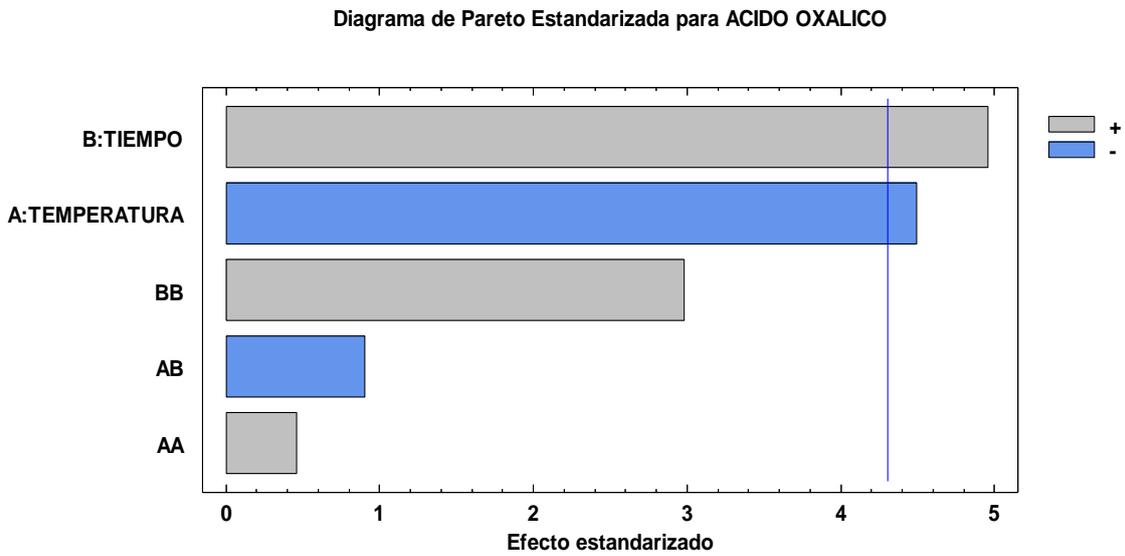
<b>Temperatura</b>	<b>Tiempo</b>	<b>ABS. 1</b>	<b>ABS. 2</b>	<b>ABS. 3</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>CA (<math>\mu</math>M de Trolox / g B.)</b>
<b>oca fresca</b>		0,51	0,511	0,511	0,51	9,91
<b>0</b>	18	0,515	0,516	0,517	0,52	9,57
<b>-3</b>	24	0,527	0,528	0,528	0,53	8,80
<b>-3</b>	12	0,5185	0,518	0,519	0,52	9,40
<b>-10,5</b>	9,5	0,52	0,5205	0,520	0,52	9,29
<b>-10,5</b>	18	0,53	0,5305	0,531	0,53	8,63
<b>-10,5</b>	26	0,539	0,54	0,541	0,54	8,04
<b>-18</b>	12	0,524	0,5247	0,524	0,52	9,03
<b>-18</b>	24	0,536	0,537	0,537	0,54	8,25
<b>-21,1</b>	18	0,533	0,5334	0,534	0,53	8,44
<b>-10,5</b>	18	0,50	0,5205	0,501	0,51	8,63
<b>-10,5</b>	18	0,49	0,505	0,4951	0,49	8,63

**Tabla 15: Resultados del ácido oxálico en los 11 tratamientos**

<b>temperatura</b>	<b>tiempo</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>%AO</b>
<b>a</b>					<b>O</b>	
<b>oca fresca</b>		1,18	1,15	1,16	1,16	0,1745
<b>0</b>	18	1,21	1,205	1,2	1,21	0,1808
<b>-3</b>	24	1,385	1,35	1,39	1,38	0,20625
<b>-3</b>	12	1,29	1,295	1,28	1,29	0,19325
<b>-10,5</b>	9,5	1,3	1,31	1,305	1,31	0,19575
<b>-10,5</b>	18	1,41	1,4	1,405	1,41	0,21075
<b>-10,5</b>	26	1,85	1,9	1,9	1,88	0,28250
<b>-18</b>	12	1,5	1,53	1,52	1,52	0,22750
<b>-18</b>	24	1,78	1,74	1,705	1,74	0,26125
<b>-21,1</b>	18	1,65	1,64	1,62	1,64	0,24550
<b>-10,5</b>	18	1,40	1,405	1,415	1,41	0,2075
<b>-10,5</b>	18	1,41	1,39	1,405	1,40	0,2025



**Figura 24: Diagrama de Pareto estandarizada para capacidad antioxidante en la congelación.**



**Figura 25: Diagrama de Pareto estandarizada para ácido oxálico en la congelación.**

**Tabla 16: Resultado de la variación de la humedad a condiciones ambientales**

<b>DIA</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>PROMEDIO(%HUMEDAD)</b>
<b>0</b>				81,31
<b>2</b>	19,954	5,0045	21,528	68,55
<b>4</b>	18,9175	5,0014	21,0019	58,32
<b>6</b>	19,4536	5,0084	22,11	46,96
<b>8</b>	19,4564	5,0022	22,996	29,24
<b>10</b>	19,4539	5,0067	23,84	12,40
<b>12</b>	19,3208	5,0085	23,8204	10,16

**Tabla 17: Variación de humedad en condiciones controladas**

<b>HORAS</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>PROMEDIO(%HUMEDAD)</b>
<b>0</b>				81.31
<b>24</b>	46,7682659	46,9611053	46,1383089	46,62256006
<b>48</b>	11,5174662	11,5583508	11,4304554	11,50209078

**Tabla 18: Comparación de capacidad antioxidante en ambas condiciones**

	<b>T°</b>	
	<b>CONTROLADA</b>	
	<b>T° AMBIENTE (T1)</b>	<b>(T2)</b>
<b>R1</b>	4,55	3,99
<b>R2</b>	4,58	3,95
<b>R3</b>	4,59	3,96

<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>	<b>CAPACIDAD ANTIOXIDANTE</b>
TA	4,55
TA	4,58
TA	4,59
TC	3,99
TC	3,95
TC	3,96

**Tabla 19: Comparación de ácido oxálico en ambas condiciones**

	<b>T° AMBIENTE (T1)</b>	<b>T° CONTROLADA (T2)</b>
<b>R1</b>	0,0578	0,0565
<b>R2</b>	0,0573	0,0569
<b>R3</b>	0,0571	0,0568

<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>	<b>ACIDO OXÁLICO</b>
TA	0,0578
TA	0,0573
TA	0,0571
TC	0,0565
TC	0,0569
TC	0,0568

### **Anexo 6: Análisis de varianza**

En la Tabla 20, se muestran los resultados del análisis de varianza del efecto de los parámetros de congelación en el contenido de capacidad antioxidante.

**Tabla 20: Análisis de Varianza para CAPAC.ANTIOXIDANTE**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>A:TEMPERATURA</b>	0.792579	1	0.792579	60967.61	0
<b>B:TIEMPO</b>	1.23856	1	1.23856	95273.47	0
<b>AA</b>	0.218601	1	0.218601	16815.42	0.0001
<b>AB</b>	0.0081	1	0.0081	623.08	0.0016
<b>BB</b>	0.00404086	1	0.00404086	310.84	0.0032
<b>Falta de ajuste</b>	0.0787161	3	0.0262387	2018.36	0.0005
<b>Error puro</b>	0.000026	2	0.000013		
<b>Total (corr.)</b>	2.34256	10			

En la Tabla 21 se muestran los resultados del análisis de varianza del efecto de los parámetros de congelación en el contenido de ácido oxálico.

**Tabla 21: Análisis de Varianza para ÁCIDO OXÁLICO**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>A:</b>					
<b>TEMPERATURA</b>	0.00327454	1	0.00327454	20.17	0.0462
<b>B: TIEMPO</b>	0.00398824	1	0.00398824	24.57	0.0384
<b>AA</b>	3.4709E-05	1	3.4709E-05	0.21	0.6892
<b>AB</b>	0.00013225	1	0.00013225	0.81	0.462
<b>BB</b>	0.00144189	1	0.00144189	8.88	0.0966
<b>Falta de ajuste</b>	0.00054483	3	0.00018161	1.12	0.504
<b>Error puro</b>	0.00032467	2	0.00016233		
<b>Total (corr.)</b>	0.00973691	10			

**Tabla 22: Análisis de varianza de secado a condiciones controladas**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2436.72	1	2436.72	96123.00	0.0021
TIEMPO	2436.72	1	2436.72	96123.00	0.0021
Error	0.03	1	0.03		
Total	2436.74	2			

**Tabla 23: Análisis de varianza para secado a condiciones ambientales**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3904.45	1	3904.45	91.71	0.0002
TIEMPO	3904.45	1	3904.45	91.71	0.0002
Error	212.87	5	42.57		
Total	4117.33	6			

## Anexo 7: Norma técnica peruana de la tunta



**c) Cáscaras:** Contenido de cáscaras adheridas a la superficie del tubérculo deshidratado, no se considera defecto las cascara adheridas a los ojos del tubérculo.

- Menor: Afecta a la Tunta ligeramente
- Mayor: Imperfección visible, tunta cubierta desde 10 % de su superficie.
- Grave: Imperfección muy visible, tunta cubierta con mas de 30 % de su superficie.

**d) Impurezas:** Material extraño presente en un lote, paja, cáscara, tierra, piedras, etc.

- Grave: Cantidad muy perceptible que afecta a la inocuidad del producto.

**CUADRO 3 - Tolerancias máximas para defectos visibles**

Defectos	Medida	Categoría			Total
		Menor	Mayor	Grave	
<b>Daños</b>	Por tunta				
Menor		1			
Mayor			2		
Grave				4	
<b>Manchas</b>	Por tunta				
Menor		1			
Mayor			2		
Grave				4	
<b>Cascara</b>	Por tunta				
Menor		1			
Mayor			2		
Grave				4	
<b>Impurezas</b>	cada cm2				
Grave				4	
<b>Total de puntos tolerables</b>		70	70	8	148

## 7. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

	(%) máximo	Método
HUMEDAD	15	NTP 205.037
CENIZA	2.5	NTP 205.038
FIBRA	2	AOAC 991.43



UNW



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

*"Universidad Pública de Calidad"*