

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



"PROPIEDADES FUNCIONALES, AZÚCARES REDUCTORES Y ÁCIDO
OXÁLICO EN EL PROCESO DE SOLEADO, CONGELADO -
DESHIDRATADO DE TRES VARIEDADES DE OCA
(Oxalis tuberosa Mol.)"

Sandra Marycruz Vargas Tite

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: M.Sc. ADALIHT JHONY ARISACA PARILLO

Co-Asesora: D.Sc. ELIZABETH HUANATICO SUAREZ



Juliaca, 2024





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



**"PROPIEDADES FUNCIONALES, AZÚCARES REDUCTORES Y ÁCIDO
OXÁLICO EN EL PROCESO DE SOLEADO, CONGELADO -
DESHIDRATADO DE TRES VARIEDADES DE OCA
(*Oxalis tuberosa* Mol.)"**

Sandra Marycruz Vargas Tite

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

Asesor: M.Sc. ADALIHT JHONY ARISACA PARILLO

Co-Asesora: D.Sc. ELIZABETH HUANATICO SUAREZ



Juliaca, 2024



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



“PROPIEDADES FUNCIONALES, AZÚCARES REDUCTORES Y ÁCIDO
OXÁLICO EN EL PROCESO DE SOLEADO, CONGELADO –
DESHIDRATADO DE TRES VARIEDADES DE OCA
***(Oxalis tuberosa Mol.)*”**

Sandra Marycruz Vargas Tite

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: M.Sc. ADALIHT JHONY ARISACA PARILLO

Co-Asesora: D.Sc. ELIZABETH HUANATICO SUAREZ

Juliaca, 2024

Vargas, S. (2024). “*Propiedades funcionales, azúcares reductores y ácido oxálico en el proceso de soleado, congelado – deshidratado de tres variedades de oca (Oxalis tuberosa Mol.)*”. [Tesis de pregrado en Ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca.

AUTOR: Sandra Marycruz Vargas Tite

TÍTULO: “Propiedades funcionales, azúcares reductores y ácido oxálico en el proceso de soleado, congelado – deshidratado de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)”.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (135 pp)

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

CÓDIGO: 03-000045-03/V32

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: M.Sc. Adalhit Jhony Arisaca Parillo

CO-ASESOR: D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

PALABRAS CLAVES: Oxalis tuberosa, ácido oxálico, azúcares reductores, compuestos fenólicos, congelado, deshidratado y soleado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**“PROPIEDADES FUNCIONALES, AZÚCARES REDUCTORES Y ÁCIDO
OXÁLICO EN EL PROCESO DE SOLEADO, CONGELADO –
DESHIDRATADO DE TRES VARIEDADES DE OCA
(*Oxalis tuberosa* Mol.)”**

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

**Presentada por:
Sandra Marycruz Vargas Tite**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. JULIO MACHACA YANA

PRESIDENTE DE JURADO

Mtra. TANIA JAKELINE CHOQUE RIVERA

JURADO (secretario)

Mag. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

JURADO (Vocal)

**M.Sc. ADALHT JHONY ARISACA PARILLO
ASESOR DE TESIS**

**D.Sc. ELIZABETH HUANATICO SUAREZ
CO-ASESORA DE TESIS**

Sandra Marycruz Vargas Tite

**“PROPIEDADES FUNCIONALES, AZÚCARES REDUCTORES Y
ÁCIDO OXÁLICO EN EL PROCESO DE SOLEADO, CONGELADO...**



Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:530190660

Fecha de entrega

19 nov 2025, 3:19 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 nov 2025, 3:22 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

FSÁNDRA VARGAS T.pdf

Tamaño del archivo

5.2 MB

135 páginas

32.091 palabras

165.487 caracteres




14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)


Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales
Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios, por concederme vida, salud, sabiduría e inteligencia y ser la fortaleza en todo momento y ser esa fuerza de no rendirme siendo mi guía y un gran padre.

A mi tía Rossmery Tite allá en el cielo, por ser mi ejemplo de decisión a seguir nuevos retos que la vida nos da y sin miedo. Al sacerdote Narciso también en el cielo, que gracias a él tome la decisión de estudiar esta hermosa profesión.

A mi Madre María Magdalena Tite Molleapaza, por darme la vida, por su gran apoyo incondicional y ejemplo de perseverancia para mi formación profesional, para mi ella es mi motor y motivo de vida, que gracias a sus sabios consejos y amor me ha encaminado en la vida.

A Carlos Pacheco, sacerdote quien me enseñó que no hay límites, si uno realmente se esfuerza por lograrlo, la importancia de la lectura, la responsabilidad y el amor a la vocación y servicio.

A papá Elmer, a mis hermanos Deyda y Rodrigo, por ser un motivo más para seguir logrando mis objetivos en la vida y ser para ellos un ejemplo a seguir como lo es nuestra madre.

A mis docentes, compañeros y en especial a mis amigos que fueron parte de mi formación profesional, y que compartimos conocimientos, experiencias y vivencias., quienes me apoyaron y respaldaron con consejos, propuestas y visiones.

AGRADECIMIENTO

A mi querida Universidad Nacional de Juliaca, que me dio la oportunidad de convertirme en una profesional y cumplir ese sueño que muchos anhelamos. También a cada miembro de forma parte de mi alma mater desde la comisión organizadora, hasta el personal de servicio que hacen lo posible en darnos la mejor formación profesional.

A mi querida familia especialmente a mi amada madre por su gran sacrificio en mi formación profesional y gracias a su ejemplo de bondad y amor, muchos de mis logros obtenidos se lo debo a ella ya que me formo con valores y ética.

A mis queridos docentes y compañeros, en especial a Sonia Quenallata Ochochoque en el cielo, quienes formaron parte de mi formación profesional, con valores, conocimiento y mucha unión para ser ejemplo de buenos profesionales con todo el equipo de docentes y compañeros.

A mi asesor, por todo el tiempo y dedicación quien, con su apoyo incondicional, con su conocimiento, experiencia y motivación hizo posible la ejecución de la presente tesis. Quién me respaldó en todo momento de la ejecución de la presente investigación.

A mi co-asesora, por todo el tiempo y dedicación quien, con su conocimiento, experiencia y motivación se logró la ejecución de la presente tesis. Quién me acompañó y apoyó en todo momento como una segunda madre.

A los miembros del jurado, Dr. Julio Machaca Yana Mtra. Tania Jakeline Choque Rivera e Mag. Elvira Anani Durand Goyzueta, por el tiempo, por las recomendaciones y sugerencias para mejorar la presente investigación.

Al Ingeniero y amigo Cristian Rony Yaguno por su apoyo y motivación a continuar y no rendirme y ser un ejemplo a seguir.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo, por el apoyo económico para la culminación de mi formación profesional en la UNAJ.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.1.Planteamiento general	4
1.1.2.Planteamientos específicos	5
1.2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2.1.Objetivo general.....	5
1.2.2.Objetivos específicos	5
1.3.JUSTIFICACIÓN	6

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES	8
2.2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.2.1. Oca (<i>oxalis tuberosa</i> mol.).....	12
2.2.2. Variedades de oca (<i>oxalis tuberosa</i> Mol):	15
2.2.3. Producción de oca en el Perú	18
2.2.4. Endulzamiento de la oca (<i>oxalis tuberosa</i> Mol.)	20
2.2.5. Métodos de conservación de la oca	21
2.2.6. K'aya.....	23
2.2.7. Proceso de la obtención de k'aya.....	23
2.2.8. Compuestos funcionales	24
2.2.9. Alimentos funcionales	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. HIPÓTESIS.....	30
3.1.1. Hipótesis general.....	30
3.1.2. hipótesis específicas.....	30
3.2. LUGAR DE ESTUDIO	30
3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	31
3.4.1. Diseño muestral	33
3.4.2. Procedimiento metodológico.	33
3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACION	36

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.6.1. Población.....	36
3.6.2. Muestreo y muestra.....	37
3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.7.1. Técnicas de recolección de datos	37
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos	37
3.7.3. Materiales y equipos	37
3.8. SELECCIÓN DE MUESTRAS	40
3.8.1. Recepción de materia prima.....	40
3.8.2. Selección de muestras	40
3.8.3. Acondicionamiento	40
3.9. METODOLOGIA	40
3.9.1. Procedimiento para determinar el rendimiento en las tres variedades de oca (<i>oxális tuberosa</i> Mol.).....	40
3.9.2. Procedimiento a seguir para la determinación de azúcares reductores las tres variedades de oca (<i>oxális tuberosa</i> Mol.)	40
3.9.3. Procedimiento para la obtención de compuestos fenólicos totales:.....	41
3.9.4. Determinación de la capacidad antioxidante:	42
3.9.5. Determinación de fibra dietética.....	43
3.9.6. Determinación de vitamina C.	45
3.9.7. Determinación de análisis químico proximal	45

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INFLUENCIA DEL SOLEADO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES EN TRES VARIEDADES DE OCA (<i>OXALIS TUBEROSA</i> MOL.).	49
4.1.1. Azúcares reductores en la oca fresca	49
4.2. EFECTO DEL CONGELADO-DESHIDRATADO A TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES EN TRES VARIEDADES DE OCA (<i>OXALIS TUBEROSA</i> MOL.) CON Y SIN SOLEADO SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES (COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES, CAPACIDAD ANTIOXITANTE, VITAMINA C, FIBRA DIETETICA).....	51
4.2.1. Contenido de vitamina C.	51
4.2.3. Compuestos fenólicos totales.....	54
4.2.4. Capacidad antioxidante.....	57
4.2.5. Fibra dietaria	61
4.2.6.Ácido oxálico.....	64
4.3. EL RENDIMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE TRES VARIEDADES DE LA OCA (<i>OXALIS TUBEROSA</i> MOL.) CON Y SIN SOLEADO, CONGELADO – DESHIDRATADO A TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES. ...	68
4.3.1. Rendimiento.....	68
4.3.2. Análisis fisicoquímico	69

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	73
5.2. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍCAS.....	75
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Química de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) por cada 100g de muestra.....	14
Tabla 2: Composición nutritiva de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) y K'aya (100 g).....	15
Tabla 3: Producción de oca (<i>oxalis tuberosa</i> Mol).	18
Tabla 4: Producción de ocas en la región Puno	19
Tabla 5: Producción de oca de la provincia de Yunguyo.	19
Tabla 6: Días de soleado y contenido de azúcares en la oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol).	21
Tabla 7: según Nina el Tiempo de almacenamiento del tubérculo de oca y de sus derivados transformados del tubérculo de oca.	22
Tabla 8: Azúcares reductores en oca fresca soleada.	49
Tabla 9: Contenido de ácido ascórbico en la oca fresca.	52
Tabla 10: Contenido de vitamina C de la oca congelada deshidratada (k'aya).	53
Tabla 11: Contenido de compuestos fenólicos totales en oca fresca.	54
Tabla 12: Contenido de compuestos fenólicos de la oca congelada deshidratada (k'aya).	56
Tabla 13: Cantidad de la capacidad antioxidante de la oca fresca.....	58
Tabla 14: Capacidad antioxidante de la oca congelado-deshidratado (k'aya).....	59
Tabla 15: cantidad de fibra dietaría de las ocas frescas.	61
Tabla 16: Contenido de fibra dietaría de oca congelada-deshidratada (k'aya).....	62
Tabla 17: Contenido de ácido oxálico de la oca fresca soleada y sin solear.	64
Tabla 18: Contenido de ácido oxálico de la oca congelada – deshidratada (k`aya).	65
Tabla 19: Rendimiento de las tres variedades de oca.	68
Tabla 20: Análisis fisicoquímico de la oca fresca sin solar.	69
Tabla 21: Análisis fisicoquímico de la Oca congelada deshidratada (k`aya).	71
Tabla 31: Análisis de Varianza para fibra dietaría de la oca congelado deshidratado (k'aya). ..	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variedades de oca de producidas en Yunguyo.....	12
Figura 2: Se observa las tres variedades de oca (Oxalis tuberosa Mol.) k'eny rojo, k'eny rojo y kello.....	16
Figura 3: Produccion de ocas 2003-2022.....	19
Figura 4: Transformación del tubérculo de la oca	22
Figura 5: Oca congelada – deshidratada (k`aya).....	23
Figura 6: Ácido L-ascórbico	25
Figura 7: Ácido oxálico.	25
Figura 8: Estructura de antocianinas de importancia en los alimentos.....	26
Figura 9: Actividad antioxidante del DPPH	27
Figura 10: Estructura química de los polifenóles.	28
Figura 11 : Diseño experimental a seguir para la Oca (Oxalis tuberosa Mol) sometida a soleado, congelado y deshidratado a temperaturas medio ambientales.	32
Figura 12: Diagrama de flujo del proceso de obtención de oca congelado - deshidratado.	34
Figura 13: Gráfico de interacciones de azúcares reductores en oca fresca.....	50
Figura 14: Interacción compuestos fenólicos.	57
Figura 15: Interacción para la capacidad antioxidante de la k`aya.....	61
Figura 16: Interacciones para fibra dietaría para la oca congelada-deshidratada (k`aya).....	64
Figura 17: Interacciones de ácido oxálico en k`aya.....	67
Figura 18: Interacción para rendimiento de la oca congelado - deshidratado (k`aya).....	69
Figura 19: Análisis fisicoquímico de la oca fresca.	70
Figura 20: Análisis fisicoquímico de la Oca congelada deshidratada (k`aya).....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: fotografías durante la recepción y selección.	85
Anexo 2: fotografías, etapa de lavado, desinfección y soleado de las ocas.....	86
Anexo 3: Fotografías de la evaluación de los ° brix de las tres variedades de oca.....	87
Anexo 4: Fotografías del control de temperatura y reparación de las muestras para ser llevadas al laboratorio.	88
Anexo 5: Fotografías de la exposición ha congelado por tres noches de las tres variedades de ocas.....	89
Anexo 6: Fotografías del proceso de apisonado de la oca.	90
Anexo 7 : Fotografías de la etapa de secado de la oca congelada.	91
Anexo 8: Fotografías de la etapa de secado de las ocas congeladas (khaya), pesado y almacenado.....	92
Anexo 9: Fotografías de la etapa de molienda y preparación de muestras en laboratorio.....	93
Anexo 10: Fotografías de la preparación de muestras para el análisis de ocas frescas.	94
Anexo 11: Fotografías de la preparación de muestras de ocas frescas para su análisis de las tres variedades.....	95
Anexo 12:Fotografías de la preparación de muestras para el análisis de ocas congelado- deshidratado (k'aya).	96
Anexo 13: Formato de registro de datos durante la ejecución.....	97
Anexo 14 : Disminución de pesos por día de soleado	98
Anexo 15: Registro de temperatura durante los días de soleado.	99
Anexo 16: Intervalo de temperaturas JULIACA 2022	100
Anexo 17. Meses con Temperaturas altas y bajas en Juliaca 2020 según senamhi 2023.....	100
Anexo 18. Balance de materia de las tres variedades de oca.....	101
Anexo 19:Balance de materia de la oca variedad k'eny blanco.	104
Anexo 20: Balance de materia de la oca variedad k'eny rojo.....	104
Anexo 21:Balance de materia de la oca variedad kello.	105
Anexo 22: Análisis de Varianza para azúcares reductores de ocas frescas.	105

Anexo 23: Análisis de Varianza para compuestos fenólicos de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.	106
Anexo 24: Análisis de Varianza para capacidad antioxidante de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.....	106
Anexo 25: Análisis de Varianza para fibra dietaría de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.....	107
Anexo 26: Análisis de Varianza para rendimiento de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.....	107
Anexo 27: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para azúcares reductores (k'aya).	108
Anexo 28: Pruebas de Múltiple Rangos para azúcar reductores por variedades de la oca congelada - deshidratada (k'aya).	109
Anexo 29: Medias y 95,0% de Fisher LSD	110
Anexo 30: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ácido oxálico.....	110
Anexo 31: Pruebas de Múltiple Rangos para ácido oxálico por Variedades	112
Anexo 32: Gráfico de media s y 95,0% de Fisher LSD del ácido oxálico de la oca congelada - deshidratada (k'aya).....	112
Anexo 33: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para compuestos fenólicos (k'aya).	113
Anexo 34: Pruebas de Múltiple Rangos para compuestos fenólicos por Variedades de la oca congelada - deshidratada (k'aya).	113
Anexo 35: Gráfico de media s y 95,0% de Fisher LSD para compuestos fenólicos en k'aya....	114
Anexo 36: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para capacidad antioxidante con intervalos de confianza del 95,0% de la oca congelada - deshidratada (k'aya).....	114
Anexo 37: Pruebas de Múltiple Rangos para capacidad antioxidante por Variedades de la oca congelada - deshidratada (k'aya).	115
Anexo 38: Gráfico de media s y 95,0% de Fisher LSD para la capacidad antioxidante de la oca congelada - deshidratada (k'aya).....	116
Anexo 39: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para fibra dietaría con intervalos de confianza del 95,0%.....	116
Anexo 40: Pruebas de Múltiple Rangos para fibra dietaría por Variedades.....	117
Anexo 41: Gráfico de medias y 95,0 % de Fisher LSD para fibra dietaría en k'aya.....	118

Anexo 42: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para rendimiento en oca intervalos de confianza del 95,0%	118
ANEXO 43: Pruebas de Múltiple Rangos para rendimiento por variedades.....	119
ANEXO 44: Gráfico de medias y 95,0% de Fisher LSD para el rendimiento de la k'aya.....	120

RESUMEN

La oca es un tubérculo más importantes después de la patata y por su contenido nutricional y diversos estudios vienen demostrado que tiene propiedades funcionales, morfotipos y variedades, este cultivo andino es cosechado en el altiplano peruano en grandes cantidades y por su alto contenido de agua se deteriora con facilidad, y no es posible conservarlo, por esta razón es transformada tradicionalmente exponiéndolo al sol y congelando–deshidratando (k`aya) para su consumo posterior, sin embargo, se desconoce del contenido de nutrientes, compuestos bioactivos, por esta razón nuestro objetivo fue determinar el efecto de la luz solar en la concentración de azúcar, para lo cual se trabajó con tres plantaciones provenientes de la provincia de Yunguyo. Al determinar la concentración de azúcares reductores se encontró que la variedad kello presenta un mayor contenido de 5.2%, respecto a la variedad k`eny blanco y k`eny rojo con 3.3 y 1.99% respectivamente, incrementándose el contenido de azúcares reductores conforme incrementa el tiempo de exposición al sol (20°C), al evaluar las propiedades funcionales de la oca en el proceso de congelado-deshidratado (k`aya) disminuye pero no desaparece, la variedad k`eny blanco tiene mayor disminución en capacidad antioxidante soleado por ocho días (315.2 eq.Trolox Cl50 $\mu\text{mol}/100$ g de oca) y la variedad k`eny rojo tiene mayor contenido (182.7 eq.Trolox Cl50 $\mu\text{mol}/100$ g de oca); los compuestos fenólicos se redujo a 218,7 mg/100g en variedad k`eny blanco y la variedad kény rojo conserva mejor; la vitamina C es hidrosoluble y desaparece; en cuanto al rendimiento la variedad k`eny blanco presentó un mejor rendimiento de 15.4%. Las características fisicoquímicas durante el proceso de congelado-deshidratado y soleado se mantienen, estos valores hallados servirán como fuente base para futuros trabajos de investigación a fin de controlar los parámetros.

Palabras clave: Oxalis tuberosa, ácido oxálico, azúcares reductores, compuestos fenólicos, congelado, deshidratado y soleado.

ABSTRACT

Oca is one of the most important tubers after the potato, and due to its nutritional content and various studies demonstrating its functional properties, morphotypes, and varieties, this Andean crop is harvested in large quantities in the Peruvian highlands. Because of its high water content, it deteriorates easily and cannot be preserved. For this reason, it is traditionally processed by exposing it to the sun and freezing-dehydrating it (k'aya) for later consumption. However, its nutrient content and bioactive compounds are unknown. Therefore, our objective was to determine the effect of sunlight on sugar concentration, for which we worked with three plantations from the province of Yunguyo. When determining the concentration of reducing sugars, it was found that the Kello variety has a higher content of 5.2%, compared to the white K'eny and red K'eny varieties with 3.3% and 1.99% respectively. The content of reducing sugars increased as the exposure time to sunlight (20°C) increased. When evaluating the functional properties of oca in the freeze-drying process (k'aya), the antioxidant capacity decreased but did not disappear. The white K'eny variety showed a greater decrease in antioxidant capacity after eight days of sun exposure (315.2 eq. Trolox Cl50 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ of oca), while the red K'eny variety had a higher content (182.7 eq. Trolox Cl50 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ of oca). Phenolic compounds were reduced to 218.7 mg/100 g in the white K'eny variety, while the red K'eny variety retained them better. Vitamin C is water-soluble and disappears. Regarding yield, the white k'eny variety showed a better yield of 15.4%. The physicochemical characteristics remained unchanged during the freezing-dehydration and sun-drying process; these values will serve as a baseline for future research to control the parameters.

Keywords: Oxalis tuberosa, oxalic acid, reducing sugars, phenolic compounds, frozen, dehydrated and sunny

INTRODUCCIÓN

Hoy en día podemos observar que la industria alimentaria crea nuevos productos alimenticios, pero estos en su mayoría son artificiales o transgénicos, pero se desconoce de la existencia cientos de productos nativos oriundos de los Andes y Selva peruana, con grandes propiedades favorecedoras para la salud (Huaccho, 2016). En el Perú existen varios alimentos valiosos nativos y silvestres, en la mayoría de los casos son cultivadas solo a nivel local, como: frutos, raíces, tubérculos, entre otros, y son una gran fuente de alimentos funcionales y existe un conocimiento tradicional asociado sobre sus propiedades nutricionales, terapéuticas y funcionales (Leidi *et al*, 2018) que aún falta ser investigado.

Dentro de este grupo se encuentra la oca, la cual es considerada un tubérculo importante posterior de la papa, olluco y mashua (Nina, 2018). La oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) comúnmente conocida con nombres como: oqa, apilla, uncha, ibia y cuiba, es un tubérculo actualmente domesticado a lo largo de los Andes sudamericanos, capaz de crecer hasta los 3000 metros de altitud sobre el nivel del mar (Zhu & Cui, 2019). La oca presenta un alto contenido de agua (>80%) y muy baja densidad energética en el material fresco. (Campos, Chirinos, Gálvez Ranilla, & Pedreschi, 2018). Asimismo, la oca, es una buena fuente de almidón, minerales, vitamina C y compuestos fenólicos también presenta como azúcares predominantes a la sacarosa y glucosa (Grover, Castañeda, & Peñarrieta, 2022).

La oca y el olluco son cultivos orgánicos que no requieren de agroquímicos, y se ha demostrado en diversos estudios tener propiedades funcionales, sobre todo en morfotipos y variedades pigmentadas, que les permiten ser una gran opción para el desarrollo de productos en este dicho de mercado (Campos, Chirinos, Gálvez Ranilla, & Pedreschi, 2018).

La Exposición al sol durante 8 días disminuye más del 50% del contenido de oxalato (Campos, Chirinos, Gálvez Ranilla & Pedreschi, 2018). Contenido de oxalato de los tubérculos de oca permanece estable al hervirlo o al vapor, pero aumenta al hornearlo debido a pérdida del contenido de humedad de los tubérculos (Albihn & Savage, 2001) y Shi, Arntfield & Nickerson, 2018).

Por lado, se sabe que, por causas ambientales, así como por la ingesta de compuestos oxidantes o incluso como consecuencia de nuestro propio metabolismo, surgen moléculas que nos pueden provocar daño oxidativo (Prieto-Simón *et al.* 2008). Reconocidas como especies reactivas al oxígeno (ERO), a las que se le relaciona con enfermedades o el natural envejecimiento humano (Huaccho, 2016). Dentro de este contexto, los antioxidantes han captado mucha la atención de los científicos y público en general ya que inhiben los efectos negativos que pueden causar las ERO (Niki, 2010). En estos últimos años se ha investigado el papel que juegan los antioxidantes en patologías cardiovasculares, en numerosos tipos de cáncer, el sida e incluso en otras dolencias directamente asociadas con el proceso de envejecimiento, como las cataratas o las alteraciones del sistema nervioso (Leifert y Abeywardena, 2008 y Fu *et al.* 2011). La mayoría de investigaciones se centran principalmente en dar a conocer los beneficios de los antioxidantes como la vitamina C, vitamina E, antocianinas, beta-carotenos, las antocianinas, flavonoides (un grupo de compuestos fenólicos), zinc y selenio, etc (Starke y Reed 2003).

La transformación de la oca en un sub producto como la *k`aya* haciendo uso de una “técnica ancestral”, las cuales se dan en épocas de “helada” en los meses de junio a agosto. Es así como al congelar la oca por la noche y secarlo al sol durante el día, se aumentará el valor agregado de este producto *k`aya* y así incrementar su vida útil por mucho más tiempo que cualquier otro producto procesado (Chuquilín, Martínez, & Rodrigo 2020).

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la exposición solar y congelado-deshidratado a temperatura ambiente sobre los azúcares reductores, propiedades funcionales y características fisicoquímicas de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) durante su transformación de la oca fresca en un producto tradicional congelado- deshidratado (*k`aya*), el cual pasa por soleado, congelado y secado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los tubérculos como la papa, oca, papalisa e isaño han sido cosechados en los Andes hace miles de años atrás y desde ahí son parte de los patrones alimenticios de los pobladores andinos (Fairlie, 1999), al cultivar los tubérculos no solo es un alimento si no que genera ingresos económicos a los agricultores de bajos recursos de las montañas alto andinas. Estos tubérculos son extraordinariamente tolerantes a las enfermedades como las plagas y se adaptan a ambientes desfavorables. Se da un favorable rendimiento en suelos pobres y bajo condiciones climáticas adversas (Cajamarca, 2010). Es uno de los tubérculos más cultivados en la región Puno es la oca, con una producción de 30250 Toneladas y para la provincia de Yunguyo es de 9117 Toneladas aproximadamente (DEAIP, 2022).

Los agricultores al tener dificultades para conservar la oca, descubrieron un método alternativo para conservar a este tuberculo. otra forma de conservar a este tubérculo. Esto a impulsado mayores oportunidades para su uso y consumo y esto depende del conocimiento que se tenga en cuanto a sus características físicoquímicas, nutricionales y funcionales para alinear sus posibles aplicaciones en la industria de alimentos (Vega, 2012) y la creacion de nuevos productos.

A pesar de su alto contenido de fibra, aminoácidos esenciales y bajo contenido de grasa, la producción, consumo y uso de la oca han disminuido, relegando este tubérculo al olvido, incluso en la gastronomía (Vega, 2012). La oca, un cultivo orgánico, es una fuente de vitamina C, compuestos fenólicos, antioxidantes, almidón, minerales y fibra. Diversos estudios han demostrado las propiedades funcionales de sus diferentes morfotipos y variedades pigmentadas (Campos, Chirinos, Galvez . y Pedreschi, 2017) Con el fin de darle un valor agregado a la Oca resaltando sus propiedades beneficios para la salud.

La oca (*Oxalis tuberosa* Mol) ofrece una variedad de opciones para su conversión en harina, mermeladas, néctar y más. Además, al emplear una técnicas de transformación tradicional o ancestral se amplían las posibilidades de utilización en la industria alimentaria. En la antigüedad, nuestros antepasados desarrollaron un método para preservar la oca la cual lo aplicaban durante las épocas de heladas. Este método implicaba congelar la oca durante la noche y luego secarla al sol durante el día, lo que daba como resultado un producto conocido como "k'aya" que tenía una vida útil más larga y un mayor valor. Otra técnica de conservación consistía en lavar y secar la oca a la sombra. Producto de color blanco, conocida como “umakaya” (Vega M, 2012), se asemeja a la moraya. Las prácticas ancestrales pueden describirse como la acumulación de conocimientos desarrollados por las comunidades a lo largo del tiempo. Este conocimiento es práctico y carece de codificación formal es por esa razón que la aplicación de nuevas tecnologías de hoy son una gran ayuda para conservación de alimentos.

Tingting *et al.* (2018) nos da a entender que para mitigar el riesgo de desarrollar cálculos renales, es aconsejable limitar la ingesta de oca en estado fresco, que contiene cantidades importantes de ácido oxálico. Este antinutriente plantea preocupación ya que puede provocar la formación de cálculos renales. Además, el alto contenido de humedad de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol) la hace inadecuada para la conservación a largo plazo, lo que provoca la degradación de determinados compuestos. Aunque la capacidad antioxidante de la oca disminuye durante este proceso, es importante señalar que los antioxidantes no se eliminan por completo. Por lo tanto, la k`aya todavía puede servir como una valiosa fuente de antioxidantes en la dieta en la dieta alimentaria.

1.1.1. Planteamiento general

- ¿Cuál será el efecto del soleado y congelado-deshidratado a temperaturas medioambientales sobre los azúcares reductores, contenido de ácido oxálico, propiedades funcionales y características fisicoquímicas de las variedades kheny rojo, kheny blanco y kello de oca (*Oxalis tuberosa* Mol)?

1.1.2. Planteamientos específicos

- ¿Cuál será el efecto del soleado en los azúcares reductores en las variedades kheny rojo, kheny blanco y kello de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)?
- ¿De qué manera influye el congelado-deshidratado a temperaturas medioambientales en tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) con y sin soleado sobre las propiedades funcionales?
- ¿Cuál será el efecto del soleado, congelado – deshidratado a temperaturas medioambientales en el rendimiento y características fisicoquímicas de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del soleado y congelado-deshidratado a temperaturas medioambientales sobre los azúcares reductores, contenido de ácido oxálico, propiedades funcionales y características fisicoquímicas de las variedades kheny rojo, kheny blanco y kello de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del soleado sobre los azúcares reductores en las variedades kheny rojo, kheny blanco y kello de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).
- Evaluar el efecto del congelado-deshidratado a temperaturas medioambientales en las variedades kheni blanco kheny rojo de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) con y sin soleado sobre las propiedades funcionales (compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, vitamina C, ácido oxálico, fibra dietética).
- Determinar el rendimiento y las características fisicoquímicas de las variedades kheny rojo, kheny blanco y kello de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) con y sin soleado, congelado – deshidratado a temperaturas medioambientales.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) considerado el segundo tubérculo más cultivado después de la papa en Sudamérica específicamente en la región de los Andes y es resistente a la congelación. Son tubérculos cilíndricos largos de color blanco a violeta grisáceo intenso. Además de ser rica en proteínas y tener un buen equilibrio de aminoácidos, también es una buena fuente de carbohidratos, fibra, potasio, oxalatos, compuestos antioxidantes (antocianinas y flavonoides) y compuestos antioxidantes. (Internacional Potato Center, 2015).

Según Holmes *et al.* 1995 citado por (Antay, 2018). La variación de ácido oxálico influye en el sabor de la oca, así como su durabilidad, situaciones que permitirían recomendar a los productores las condiciones de almacenamiento y tratamientos de postcosecha con la finalidad de comercializar este tubérculo (Cadima, 2006).

La Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) es también una buena fuente de energía, son bajas en grasas, fuente de proteínas y con mayor aporte de fibra que la papa y es una fuente importante de vitamina C, congelado y secado se denomina “k`aya” la cual se utiliza para hacer dulces con canela, clavo de olor y chancaca, o se le agrega leche para hacerlo más nutritivo. Si lavamos después del proceso de congelación se obtiene un producto más blanco, calificado de mejor calidad, conocido como “umakaya”; la harina de esta última se utiliza para preparar mazamorra y dulces (Vega, 2012).

El ácido oxálico es un secuestrador de calcio porque produce oxalatos de calcio, haciendo reducir la disponibilidad de calcio en los alimentos. Un consumo excesivo puede causar cálculos renales y enfermedades cardíacas (Holmes *et al.* 1995 citado por Antay, 2018). La interferencia con la biodisponibilidad de calcio es el principal daño nutricional, especialmente durante los períodos de lactancia y/o crecimiento, donde el aporte de este mineral es crucial (Soriano, 2011).

El consumo de sustancias oxidantes o provocados por nuestro metabolismo, producen moléculas que nos pueden causar daño oxidativo. Se ha demostrado que la falta de uno o más de los antioxidantes esenciales en el organismo está relacionada con el desarrollo de enfermedades. Las propiedades funcionales de la oca, que incluyen antioxidantes, vitamina C, antocianinas y flavonoides (un grupo de compuestos fenólicos), son beneficiosas para los consumidores.

La “kaya” es el resultado de un proceso parecido a la liofilización que usamos hoy en día, en el cual el agua del producto se congela. Este proceso ayuda a mantener las características del tubérculo, como su color, su sabor, sus nutrientes y otros compuestos que son buenos para la salud.

Hoy en día, la aplicación de nuevas tecnologías de conservación es de gran importancia. Una de las más utilizadas es la deshidratación o secado de alimentos, un proceso que permite ampliar la vida útil de los productos, reducir los costos de transporte, empaque y almacenamiento, además de facilitar el uso de materias primas deshidratadas como ingredientes en otros productos o incluso en el desarrollo de nuevas propuestas alimentarias. La deshidratación se realiza mediante secado térmico, utilizando métodos como el secado con aire, al sol, al vacío, por microondas o mediante liofilización. Sin embargo, estos procesos suelen generar cambios en las características organolépticas de los alimentos. (Areche, Huayhua & Huaman, 2020).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Rover, Castañeda y Peñarrieta (2022), estudiaron algunos cambios fisicoquímicos en el tubérculo de oca (*Oxalis tuberosa* Mol) para la revalorización de algunos tuberculos bolivianos, examinaron cómo la radiación solar afectó las propiedades fisicoquímicas de las ocas cosechadas en La Paz, Bolivia, como los sólidos solubles, el color, la humedad, la acidez titulable y el pH. Trabajaron con variedades recién cosechadas y de mercados locales y se solearon por 10 días (5 horas diarias). Los hallazgos revelaron que la mayoría de las muestras no experimentaron una pérdida significativa de humedad y acidez titulable; sin embargo, hubo cambios significativos en los sólidos solubles, el color y el pH. La exposición al sol de las ocas es ideal para alcanzar el máximo dulzor la cual varía entre cinco a diez días para muestras recién cultivadas.

Taipe (2022), almacenó durante un periodo las ocas, en donde evaluó los polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la oca morada dando a conocer el contenido de cada uno, la materia prima proveniente de Huancavelica del centro poblado de Chuñunapampa en Yauli, aplico el método conocido como Folin-Ciocalteau para determinar el contenido total de polifenoles y la capacidad antioxidante utilizando DPPH+. Duró 45 días y los valores en estudio se determinaron cada 15 días. Reportando el contenido de polifenoles que osciló entre 1464,23 y 2087,71 mg equiv. Ác. Gálico por gramo y la capacidad antioxidante entre 888,28 y 1236,09 µg equiv. Trolox/g. El contenido total de polifenoles disminuyó un 20,0 % y la capacidad antioxidante disminuyó en 13,66% durante el almacenamiento de 45 días, pero no se observó una tendencia clara en la oca.

Cáceres & Valerio (2021), estudiaron en la oca la concentración de ácido oxálico y azúcares reductores, considerando también la cantidad de vitamina C. Se utilizaron técnicas de secado solar y de bandejas y se controló las horas de radiación solar de las ocas, considerando el espesor y registrando la temperatura en dos tipos ocas de Cajamarca, conocidas como blanca y amarilla, se examinaron el nivel de ácido oxálico, azúcares reductores y vitamina C en ocas. En la variedad blanca, se controló una exposición de 8 horas diarias, a 70 grados centígrados, con un espesor de 50 milímetros. Para la variedad amarilla, se mantuvieron las mismas condiciones de radiación y temperatura, pero con un espesor de 30 milímetros. Los análisis mostraron resultados de 0,0151% de ácido oxálico, 13,8633% de azúcares reductores y 17,6438 mg/100g de vitamina C para la oca blanca. Por otro lado, la oca amarilla presentó 0,0113% de ácido oxálico, 10,8739% de azúcares reductores y 18,1481 mg/100g de vitamina C.

Ore *et al.* (2020), nos da a conocer que la oca es un tubérculo tradicional de los Andes, valorado por su sabor y propiedades nutritivas. Esta investigación evaluó las propiedades fisicoquímicas, químicas y microbiológicas de la harina de oca (*Oxalis tuberosa*), deshidratada a diferentes temperaturas (60, 70 y 80 °C) durante 60 minutos. Los objetivos fueron analizar sus características fisicoquímicas (pH, acidez, concentración de azúcares), su composición proximal (humedad, grasa, proteína, fibra, ceniza y carbohidratos) y su seguridad microbiológica. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la composición nutricional y que la harina cumple con los estándares microbiológicos establecidos por DIGESA. Además, la harina de oca mantuvo sus características organolépticas, lo que la hace adecuada para aplicaciones agroindustriales, especialmente en alimentos funcionales.

Chuquilín, Martínez, & Rodrigo (2020), investigaron los beneficios para la salud de los tubérculos andinos orgánicos más conocido como la oca (*Oxalis tuberosa* Mol) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Usaron técnicas ancestrales como "k`aya" y "chullce" en Huancavelica. Analizaron 20 años de datos de bases como Science Direct, Taylor & Francis, Wiley, PubMed, Scielo y Alicia. Los resultados se presentaron en tablas para destacar las cualidades de los tubérculos como productos frescos y sus posibilidades en la agroindustria, manteniendo sus propiedades funcionales como es la káya la cual es congelada y secados al medio ambiente de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol) y el olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas).

Henriquez, (2019), analizó el efecto que tiene la temperatura y el tiempo de secado convectivo sobre el contenido de la capacidad antioxidante y ácido ascórbico en la harina de oca (*Oxalis tuberosa* Mol) en la variedad rosado violácea. Los resultados mostraron un efecto ($p < 0.05$) de la temperatura y el tiempo de secado siendo significativo, observando que ambos factores influyen directamente en el contenido capacidad antioxidante y el contenido de ácido ascórbico. Las variaciones en las temperaturas y tiempos de secado generaron diferencias importantes ($p < 0.05$) en la capacidad antioxidante (31.27 a 46.24 %) y en el contenido de ácido ascórbico (25.64 – 38.84 mg/100 g) en la harina de oca rosado violácea.

Antay (2018), evaluó cómo el estrés y el incremento de temperatura durante el almacenamiento influyen sobre el contenido de ácido oxálico, los azúcares reductores y la reducción de peso en las oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) durante un mes de almacenadas. Aplicó un diseño experimental factorial 2x2 para evaluar dos niveles de exposición solar (3 y 6 horas) y dos niveles de temperatura de almacenamiento (10 y 20 °C). Mediante titulación, se determinó que la oca blanca (*Lunchchu*) redujo el ácido oxálico en un 43.13%, la oca amarilla (*Kheni harinosa*) en un 42.48 % y la oca roja (*Huairi chuchu*) en un 63.89%. Las tres variedades también mostraron un incremento en la concentración de azúcares reductores: 17.48 %, 43.46 % y 30.37 %, respectivamente. La mayor pérdida de peso, fue del 3.67% en la oca amarilla. Su estudio concluyó que tanto el estrés como la temperatura de almacenamiento tienen un impacto significativo en estos parámetros durante el período de almacenamiento.

Hanco y Mamani (2017) estudiaron cómo cambian las propiedades fisicoquímicas de la oca (*Oxalis tuberosa*, variedad keni rosada) cuando se deshidrata a bajas temperaturas usando ultrasonido. En su investigación, determinaron la humedad de equilibrio de la oca a 20 °C mediante isotermas de sorción, obteniendo un valor de 0.03598 kg de agua por kg de materia seca. El uso de ultrasonido a 50 kHz permitió reducir de manera importante el tiempo de secado: sin aplicar ultrasonido, el proceso duró 4 horas con 56 minutos, mientras que con ultrasonido solo tomó 3 horas con 8 minutos, lo que representa una disminución del 36% en el tiempo total. Además, no se encontraron efectos significativos del ultrasonido ni de la temperatura sobre el contenido de ácido ascórbico ni sobre el color de la oca deshidratada.

Sin embargo, sí se detectaron cambios importantes en la textura, el volumen y la densidad de la muestra luego del secado. En conclusión, el estudio muestra que aplicar ultrasonido a bajas temperaturas puede acortar considerablemente el tiempo de deshidratación sin alterar de forma notable las propiedades fisicoquímicas de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Según Bernabe y Cancho (2017), en su investigación caracterizaron las harinas de k'aya y oca (*Oxalis tuberosa*, variedad flava) mediante análisis proximal. Para la determinación de azúcares reductores utilizaron espectrofotometría a 540 nm, y la amilosa se midió a 620 nm. Además, la caracterización fitoquímica se realizó por espectrofotometría a 450 nm. En cuanto a las propiedades funcionales, se midió la cantidad de agua y aceite retenida por gramo de harina.

Los resultados fueron: Harina de k'aya: El 94% pasa por el tamiz N° 70, con una acidez de 0.18%, densidad de 0.59 g/cm³, contiene 58% de almidón y tiene una capacidad de retención de agua de 1.3 mL/g. Harina de oca: El 75% pasa por el tamiz N° 70, con una acidez de 0.2%, densidad de 0.83 g/cm³, contiene 46% de almidón y tiene una capacidad de retención de agua de 1.5 mL/g. Los resultados mostraron diferencias significativas en las propiedades de ambas harinas.

Allcca (2021), investigó el color, los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la oca (*Oxalis tuberosa*) en sus ecotipos Yana oqa y Uma huaculla bajo condiciones frescas, soleadas y tras cocción. El color fue evaluado mediante el sistema CIELab* y técnicas de colorimetría, mientras que los compuestos fenólicos se analizaron por separado. Los resultados mostraron que el ecotipo Uma huaculla, bajo condiciones de secado al sol, presentó los valores más altos en las coordenadas de color Lab*, con 37.9 para L*, 29.71 para a* y 13.55 para b*. Tras la cocción, el valor de L* aumentó en un 81%, mientras que los valores de a* y b* disminuyeron en 57% y 84%, respectivamente. En el caso del ecotipo Yana oqa también secado al sol, las coordenadas de color obtenidas fueron 27.41, 22.84 y 5.59. Después de la cocción, L* se incrementó en un 49%, mientras que los valores de a* y b* igualmente disminuyeron. Respecto al contenido de compuestos fenólicos, la oca Yana oqa expuesta al sol registró la mayor cantidad, con 2114.7 mg AGE/100 g bh, aunque este valor se redujo en un 51% luego de la cocción. El ecotipo Uma huaculla en condiciones soleadas mostró 1990.5 mg AGE/100 g bh, que disminuyó en un 61% tras cocinarse. En cuanto a la capacidad antioxidante, la Yana oqa seca al sol presentó el valor más alto, con 77.6 µg EqTrolox/g bh, aunque se redujo en un 9% después de la cocción. Por su parte, el ecotipo Uma

huaculla soleado registró una capacidad antioxidante de 73.2 μg EqTrolox/g bh, con una disminución del 8% tras cocinarse

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) también llamadas oqa, apilla, uncha, ibia y cuiba (Chuquilin Goicochea et al., 2020) es un tubérculo andino, que se encuentra en el sur del Perú, los cuales se cultivan entre 3200 y 3900 m.s.n.m y esta compuesta de proteínas, carbohidratos y principalmente vitamina C. la oca se consume principalmente sancochada o cocida es muy agradable y dulce al paladar especialmente cuando se deja solear (Yenque, Salas, Muñoz & Lavado, 2007). En la figura 1 se muestra variedades de oca cultivadas en la región Puno exactamente en la provincia de Yunguyo.



Figura 1: Variedades de oca de producidas en Yunguyo.

La oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) es un cultivo oriundo de los Andes (Areche et al., 2020). Se desarrolló con otros tubérculos conocidos como ulluco (*Ullucus tuberosus*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), y papa (*Solanum tuberosum*) en las regiones andinas (Zhu & Cui, 2020).

La oca es un tubérculo es claviforme variando entre ovoide a cilíndrica y su color va desde blanco amarillo, naranja, rosa y morado oscuro. Reconocida como una excelente fuente de carbohidratos (Flores, Walker, Guimaraes & Vivanco, 2003). Este tuberculo cuenta con propiedades y nutrientes, tales como ácido ascórbico y compuestos bioactivos, , en el 2021 la producción ascendió a 96,1 Tm. a nivel nacional, de los cuales, 30,250.13 Tm. fueron producidos de la región Puno; para el

2022 la producción se incrementó a 106.62 Tm. la mayor parte de esta producción es destinada para el consumo directo (DEAIP, 2022).

Por otra parte (Apaza Morocco, 2018) nos da a conocer que en la región de Puno, la oca es el segundo tubérculo con mayor siembra y cosecha en área de cultivo, que sigue después de la papa.

a. Características morfológicas

Es cultivada anualmente y crecer entre 20 y 70 cm de altura y sus tallos son cilíndricos, suculentos y presenta una ligera capa de pequeños pelos (pubescencia). Las hojas son alternas y trifoliadas similar al trébol; la inflorescencia es muy inconstante, 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 que otros cultivos no la tienen (Rosero Alpala, 2010).

Su tiempo de desarrollo varía las variedades más precoces tardan 220 días, mientras que las más tardías requieren 269 días. 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).

b. Taxonomía y morfología de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Clasificación taxonomica de la oca.

Nombre científico:	<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.,
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Geraniales</i>
Familia:	<i>Oxalidaceae</i>
Género:	<i>Oxalis</i>
Especie:	<i>Tuberosa</i>
Sub orden:	<i>Geraniaceas</i>
Nombre Común:	<i>Oca</i>

FUENTE: Nieto (2004).

c. Composición química

La Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tiene un sobresaliente contenido de proteínas, fibra, vitamina C, carbohidratos y calorías. También tiene una dominante concentración de glucosinolatos aromáticos que al ser hidrolizados se transforman en isotiocianatos, responsables de otorgar ese sabor ácido a los tubérculos (Reyes & Montalvo, 2021). Los isotiocianatos son distinguidos por sus propiedades antibióticas, anticancerígenas, insecticidas, nematocidas y diuréticas (Manrique *et al.* 2014).

Tabla 1: Composición Química de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) por cada 100g de muestra.

Componente	(MINSA, 2009)	(Cajamarca, 2010)	(León & Villacorta, 2011)
Humedad (g)	84.1	80.10	86.79
Proteínas (g)	1.0	1.10	0.77
Grasa total (g)	0.6		0.47
Cenizas (g)	1.0	9.30	0.78
Fibra cruda (g)	1.0	0.80	0.78
Carbohidratos (g)	113.3		10.41
Vitamina C (g)	38.40		39.68

FUENTE : Hanco & Mamani (2017).

d. Valor nutritivo

La oca ocupa el segundo lugar, después de la papa, debido a su alto valor nutritivo que puede aportar (Ore *et al.* 2020).

El valor nutricional incluye proteínas, carbohidratos. Los nutrientes por 100 g del tubérculo fresco y de la K'aya (oca congelados y deshidratados) se muestra en la siguiente tabla 2:

Tabla 2: Composición nutritiva de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y K'aya (100 g).

Componente	Oca Fresca	K'aya
Energía (Kcal)	61	325
Agua (%)	84.1	15.3
Proteína (g)	1	4.3
Grasa	0.6	1.1
Carbohidratos (g)	13.3	75.4
Fibra (g)	1	3.4
Ceniza (g)	1	3.9
Calcio (mg)	22	5.2
Fosforo (mg)	36	171
Hierro (mg)	1.6	9.9
Vitamina C (mg)	38.4	2.4

FUENTE : Bernabe & cancho (2017) .

2.2.2. Variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.):

Según Torres & Torrico, (2004) existen al menos 50 variedades de oca. Por otro lado Apaza Morocco, (2018) señala que existen tres tipos de oca: alba, flavas y rose violáceas a negra:

- Albas: Ocas de color blanco como el pili runto o huevo de pato. (Muñoz, 2023).
- Flavas: Según Muñoz, (2023) y Bernabe & cancho (2017) indican que la flavas generalmente estas ocas se conocen por ser de color amarillo claro, pigmentados, flavonas de color amarillo intenso y las anaranjadas, con pigmentos de caroteno.
- Roseo violáceas: Puede relacionarse la pigmentación de las ocas con el contenido o presencia de antocianinas, ya sean de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro (Muñoz, 2023).

Según Tapia y Fries, (2007) nos detalla que en Puno se cultivan variedades de ocas dulces las cuales son Keny blanca, Keny rojo, Amarilla, Kello, Solterito, Huaricuyo, Lampaya y amargas entre ellas tenemos Luki blanca, luki rosado, luki negra y chiguanco wila.

- **Oca INIA 407 k'eny rojo (*Oxalis Tuberosa* Mol.).** Es una variedad de oca mejorada (*Oxalis tuberosa* Mol.), INIA 407 k'eny rojo, deriva de la selección clonada de variedades diferentes ocas, registrado en el Banco de Germoplasma con clave 03-21-0036. (I.N.I.A., 2004). Es conocido como Roseo violáceo las ocas con presencia de pigmentación roja que indica que tiene antocianinas y mas aun las de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro (Antay, 2017).
- **Oca k'eny blanco (*Oxalis Tuberosa* Mol.).** Es un tubérculo de forma Albas y se les denomina de esta manera a las Ocas (*Oxalis tuberosa* Mol.) blancas en general. En el departamento de Puno se cultiva esta variedad. (Tevez, 2017) y (Antay, 2017).
- **Oca kello (*Oxalis Tuberosa* Mol.).** es un tubérculo clasificado dentro del grupo flava, denominación que se emplea para referirse a las ocas de color amarillo claro, aquellas con pigmentación amarilla intensa, o incluso anaranjadas. En el departamento de Puno, esta variedad es cultivada según lo reportado por Tevez (2017) y Antay (2017).

En la figura 2 se ve tres variedades de ocas (*Oxalis tuberosa* Mol.).



Figura 2: Se observa las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) k'eny rojo, k'eny rojo y kello.

a. Industrialización y usos de la oca

La oca puede llegar a ser usada para diversos tipos de elaboraciones como la producción de postres y aplicación en la gastronomía puneña, hoy en día, ya no se consume en gran cantidad. Esto se debe a que tubérculo está siendo marginado muy a pesar que tiene un aporte nutricional resaltante. Así mismo el uso que se le da a la oca los agricultores también es medicinal. El zumo de las ocas

ayuda a disminuir las hinchazones es un astringente que actúa contra el dolor de los oídos (Miranda, 2013).

Según (R. I. Flores, 1995) la oca juega un papel importante en la producción de almidón y harina. El 20 % de la oca es materia seca, de 88 % al 95 % es harina y el 6% a 15% es almidón. La harina de oca ofrece excelentes características en sabor y texturas para su uso en la transformación de nuevos productos como mermeladas y jalea, panes, tortas, galletas y purés de ocas, sancochada y horneada. Se ha demostrado en investigaciones que al aplicarlo en la panificación existe la posibilidad de reemplazar un 25% de harina de trigo por harina de oca, la harina más indicada es la harina obtenida de la oca deshidratada (k'aya), molida y tamizada (Barrera et al., 1990).

Los agricultores describen a la oca como dulces o amargas y a su textura como harinosa, aguada y firme (Emshwiller, 2004). Hay algunas variedades de ocas que son para sancochar mientras que otras son más aptas para elaborar k'aya (Tapia & Fries, 2007). Los tubérculos pueden ser consumidos si ser cocinados, sancochados en sopas, guisos o chupes, también deshidratados, e incluso utilizados para preparar postres. En los Andes, las ocas dulces se sirven crudas o cocidas, ya sea sola o en diferentes platos tradicionales en la gastronomía peruana (Ugent & Ochoa, 2006).

(Tapia & Fries, 2007) recomiendan consumir las ocas posteriores de haberlas soleado por unos días. Durante el soleado se transforman los carbohidratos en glucosa, la que incrementa hasta 40% luego del soleado y por esta razón la oca sometida a soleado es agradable y tiene un sabor dulce. La cantidad de ácido oxálico varía entre las distintas variedades de oca. Aquellas con niveles más altos suelen tener un sabor más agrio. El ácido oxálico es soluble en agua y por esta causa es eliminado mediante la cocción o en la transformación en k'aya.

2.2.3. La Producción de oca en el Perú

En la tabla 3 se observa la producción de oca del periodo del año 2005 al 2022 en nuestro país.

Tabla 3: *Producción de oca (oxalis tuberosa Mol.).*

AÑO	Producción agropecuaria por principales productos (miles de toneladas) - Agrícola - Mercado Interno – Oca
2005	114,05605
2006	103,048947
2007	96,902761
2008	93,045944
2009	100,577831
2010	93,980645
2011	89,981907
2012	92,876116
2013	94,686895
2014	90,885478
2015	94,696993
2016	92,796589
2017	97,764335
2018	100,88195
2019	94,304438
2020	98,47749
2021	96,099227
2022	106,469068

FUENTE: Banco central de reserva del Perú - BCRP (2023).

En la figura 3 se observa graficamente la produccion de oca de nuestro pais en los años de 2013 al 2022.

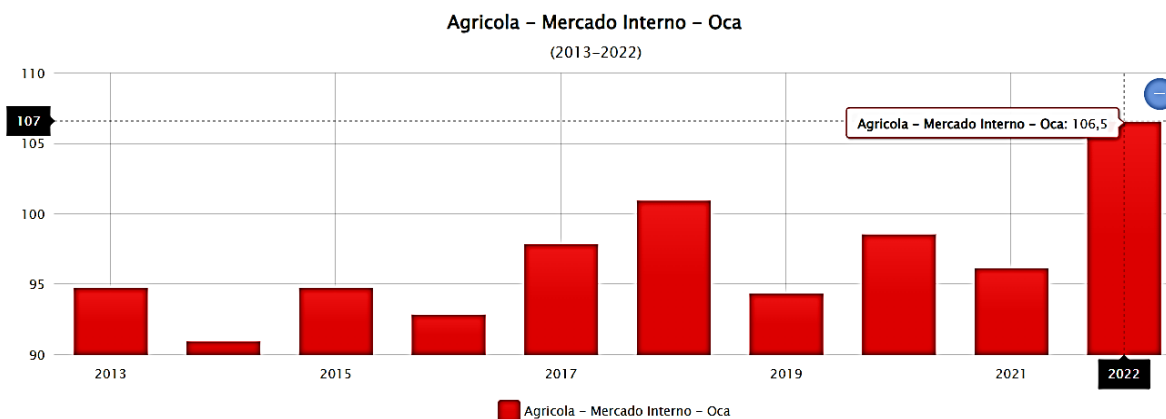


Figura 3: *Producción de ocas 2003-2022.*

FUENTE: BCRP (2023).

La producción de oca en nuestra región de Puno en los periodos 2014 al 2021, se observa en la siguiente tabla 4.

Tabla 4: *Producción de ocas en la región Puno*

Producción de Oca región Puno	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Siembras (Ha.)	3774,00	3939,00	3494,00	3478,00	3515,00	3571,00	3505,00
Cosechas (Ha.)	3774,00	3939,00	3494,00	3478,00	3515,00	3571,00	3505,00
Rendimiento (Kg. /Ha.)	8548,33	7851,1	8252,55	8290,77	8330,76	8360,04	8630,56
Producción (T.)	32261,41	30925,48	28834,43	28834,43	29282,63	29853,72	30250,13
Precio Chacra(S/Kg.)	1,23	1,23	1,29	1,29	1,33	1,43	1,47

FUENTE: DEAI Puno, (2022).

En la tabla 5, se observa la producción de oca de la provincia Yunguyo del 2013 al 2021.

Tabla 5: *Producción de oca de la provincia de Yunguyo.*

Producción de Oca Región Puno	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Siembras (Ha.)	1323,00	1324,00	1330,00	934,00	893,00	906,00	913,00	913,00
Cosechas (Ha.)	1323,00	1324,00	1330,00	934,00	893,00	906,00	913,00	913,00
Rendimiento (Kg. /Ha.)	9398,34	9783,99	8517,07	9801,93	9844,34	9885,2	9966,05	9985,76
Producción (T.)	12434,00	12954,00	11327,70	9155,00	8791,00	8956,00	9099,00	9117,00
Precio Chacra(S/Kg.)	0,99	1,03	1,04	1,08	1,05	1,09	1,2	1,25

FUENTE: DEAI Puno, (2022).

2.2.4. Endulzamiento de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

El endulzado de la oca no tiene un tiempo fijo en días, esto dependerá del tiempo de cosecha ya sean recientemente cosechadas. El color se torna de un color claro el cual va amarillándose a medida que avanza el tiempo de exposición solar de las ocas. Durante este tiempo, también va perdiendo humedad y se vuelven secas y suaves “chuchuquita” (Antay, 2018.). Las Ocas (*Oxalis tuberosa* Mol.) se pueden ser endulzadas de dos formas, una de ellas es directamente expuesta al sol sobre el suelo o colgadas de una sogas, amarradas entre dos de ellas (Espinoza, Vaca, Abad, y Crissman, 1997) y (Antay, 2018).

El contenido de azúcares totales se incrementa a medida que el tiempo transcurre de exposición de los tubérculos al calor solar, debido a la eliminación de agua y a la transformación de almidón en azúcares (Soto, 2000).

Tabla 6: Días de soleado y contenido de azúcares en la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

Tiempo (Días)	Contenido de azúcares (°Brix)
0	7.5
3	11
5	12
7	12.5
10	13.5
20	15

FUENTE: Caiza (2010) y Bernabe & Cancho (2017).

2.2.5. Métodos de conservación de la oca

La conservación de la oca es un proceso delicado que comienza con una cuidadosa selección de las piezas (Nina, 2018). Los agricultores emplean diversas técnicas para elegir las ocas que se destinarán a kaya, uma kaya y k´awui. En esta selección, se evalúan tanto el tamaño como el ecotipo de las ocas, ya que estos factores influyen en la calidad del producto final (Antay, 2018). Para la conservación de este tubérculo la selección de las ocas es de gran importancia, y esto es evaluado según al criterio de cada agricultor haciendo uso de distintos métodos de selección, las ocas que se transforman en kaya, uma kaya y k´awui, según los agricultores toman en cuenta el tamaño de la oca y la variedad de oca a emplear. Las ocas amarillas son las más adecuadas para la transformación en kaya, uma kaya, (Nina, 2018).

PROIMPA (2009). La conservación de los tubérculos andinos se basa en prácticas tecnológicas ancestrales y ceremonias de agradecimiento a la madre tierra. Considerada una riqueza cultural que hoy en día para muchos agrcultores, la transformación de tubérculos andinos en derivados como kaya y hupicaya que se utilizan diariamente en la alimentación de las comunidades de los andes (Nina, 2018).

Entre los métodos de conservación tenemos:

a. Almacenamiento en galpones

El almacenamiento de la oca se realiza después de la cosecha, la oca cosechada se solea por unos días, posterior a ello se le almacena para comerlo en los siguientes meses (Nina, 2018).

Tabla 7: según Nina el Tiempo de almacenamiento del tubérculo de oca y de sus derivados transformados del tubérculo de oca.

Tiempo	Oca soleada	Kaya	Uma kaya	K`awui
Meses (2 – 5)	tres meses de almacenamiento	Un mes ya se consume	Dos meses ya se consume	Dos mes ya se puede consumir
Años (1 - 5)	1 año ya con brotes para sembrar	Se conserva para más de 5 años	Se conserva más de 5 años	1 año máximo de conservación
Décadas (1 – 3)		1 década conservada	2 décadas conservadas	

FUENTE: Nina (2018).

b. Transformación de la oca.

	Imagen	Medio de conversión	Fechas de conversión
Oca Soleada		Este proceso se da después de la cosecha, se selecciona las semilla y son expuestas al sol las ocas.	Este proceso puede tardar de 1 a 2 semanas aproximadamente.
K`awui		las ocas son secadas en el mismo terreno hasta que se deshidraten	Esto tarde 1 a 2 meses y se necesita de la luz solar por los días y la tierra se caliente.
Kaya		Es oca al ser sometida a congelación luego es pisado y su posterior secado a la luz solar.	Entre junio y julio, en pleno invierno se realiza estas practicas
Uma kaya		Se realiza llevando la oca al lago y dejarlo remojado, así perdiendo su color, luego se procede a cercarlo a la luz solar	Se puede realizar durante todo el año solo hay que tener bastante agua, ríos lagunas posos etc.

Figura 4: Transformación del tubérculo de la oca

FUENTE: Nina (2018).

2.2.6. K`aya.

La k`aya es el producto obtenido mediante un método equivalente a la “liofilización” (Keleman Saxena, Cadima Fuentes, Gonzales Herbas, & Humphries, 2016), Este proceso consiste en congelar el agua contenida en el producto y, posteriormente, retirarla mediante la aplicación de vacío. Gracias a este método, se logra conservar de manera más eficiente las características de la oca, como su sabor, su color y gran parte de sus nutrientes y compuestos funcionales, según lo señalado por Chuquilin Goicochea, Martinez Laurente y Rodrigo Chumbes (2020).

La alta perecebilidad se da por el alto contenido de humedad de la oca, y se convierte en una desventaja por lo que la mayoría de las variedades de estos tubérculos son transformadas en k`aya, mientras que las ocas frescas se convertirán únicamente en semillas.

2.2.7. Proceso de la obtención de k`aya

De acuerdo a Fries & Tapia (2007) los métodos de transformación de la oca permiten conservar este tubérculo andino durante un periodo más prolongado. La temporada de transformación de la oca fresca en k`aya, son entre los meses de mayo y junio, a veces se extiende hasta julio. Conjuntamente con la elaboración de la papa congelada deshidratada chuño (ch`uñu en quechua), tunta. En la figura 5 se aprecia la oca congelada deshidratada (k`aya).



Figura 5: Oca congelada – deshidratada (k`aya).

Según Valencia, Pérez y Ramos, (1989) el tubérculo de la oca pasa por el siguiente proceso para la obtención de oca congelada deshidratada (*k'aya*):

- Una vez seleccionada y clasificada, las ocas se empozamiento durante un período de 30 a 40 días de remojo en pozas ubicadas cerca de arroyos (Bernabé & Cancho,2017).
- El escurrido y maduración de la *k'aya* se realiza en una cama de ichu, cubriéndose con este mismo para después de un periodo de 7 a 10 días llegar a la maduración (Bernabé & Cancho,2017).
- La exposición al sol y congelado a temperatura ambiente se hace en una cama de paja y se expone a la helada por una noche (Bernabé & Cancho,2017).
- El descongelado se da por el calor del sol durante la mañana, seguida del apisonado al medio día (Bernabé & Cancho,2017).
- El secado es como la del chuño y dura aproximadamente entre 16 días. Su almacenamiento es como del chuño, con una humedad final de 12 % (Bernabé & Cancho,2017).

Fries & Tapia (2007) indica que para la obtención de un kilogramo de oca congelada- deshidratada (*k'aya*) se requieren un aproximado de cinco kilogramos de oca fresca.

2.2.8. Compuestos funcionales

a. Vitamina C.

La vitamina C es el principal antioxidante hidrosoluble; detoxifica los radicales libres reactivos del plasma, citoplasma y mitocondrias, aminorando de esta forma, la ascenso de las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo (Miranda I., 2011). Según Espin, Villacres *et al.* (2004) dieron a conocer que hay tubérculos que contienen la vitamina C, y se presenta en altas concentraciones como es el caso de la mashua donde tiene aproximadamente 77,37 mg de vitamina C por cada 100 g de materia fresca y en la oca tiene 27.89 a 39.81 mg/100 g de materia fresca.

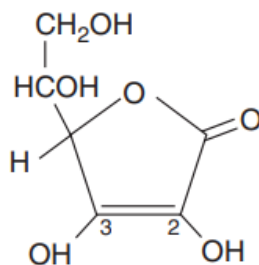


Figura 6: Ácido L-ascórbico

FUENTE: Badui (2006).

b. Ácido oxálico.

El ácido oxálico es un compuesto orgánico que se encuentra en las plantas. Puede estar presente en forma libre o como sales solubles como sodio, potasio e insolubles como el calcio. En el cuerpo humano el ácido oxálico, puede formar oxalato de cálcico, que proporciona la formación de cálculos renales, el cual es poco o nada soluble en agua. El oxalato se encuentra en mayor proporción en las hojas de las plantas, y en menor cantidad en tallos y raíces (Hermández, 2010). Es un secuestrador de calcio, ya que reduce la disponibilidad de calcio en los alimentos al formar oxalatos de calcio, el consumo en exceso ocasiona la formación de cálculos renales y enfermedades cardiacas, según Holmes *et al.* 1995 citado por (Antay, 2018).

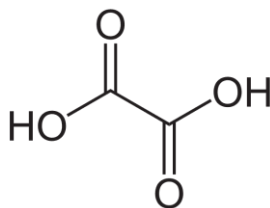


Figura 7: Ácido oxálico.

FUENTE: Antay (2018).

c. Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles distribuidos en el reino vegetal, con características glucosídicas (Ocampo, Betancur, Ríos, y Ocampo, 2008). Posee una estructura O-glucósido, que está formado por un aglucón (antocianidina) unido en forma glucosídica a 1 o 2 azúcares, como glucosa, ramnosa, galactosa, xilosa o arabinosa (Cubero, Monferrer, y Villalta, 2002).

Las antocianinas no son estables bajo diferentes condiciones de almacenamiento como, el cambio de color afecta la calidad del producto almacenado (Marcano y Hasegawa, 2002). La causa que está estrictamente relacionado con el color de las antocianinas es el pH, porque en estas condiciones existir en equilibrio varias especies (Rojano, Zapata y Cortes, 2012).

Las antocianinas derivadas del griego anthos, (flor) y kyanos (azul), son una subclase de los flavonoides; también se conocen como flavonoides azules (Badui, 2006). Estos compuestos vegetales sin nitrógeno forman parte de la familia de los flavonoides y se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Aunque poseen pocos grupos cromóforos, se han identificado alrededor de 300 de ellos. Son los responsables de una gran variedad de colores, que pueden ir desde tonos incoloros hasta matices púrpuras (Badui, 2006).

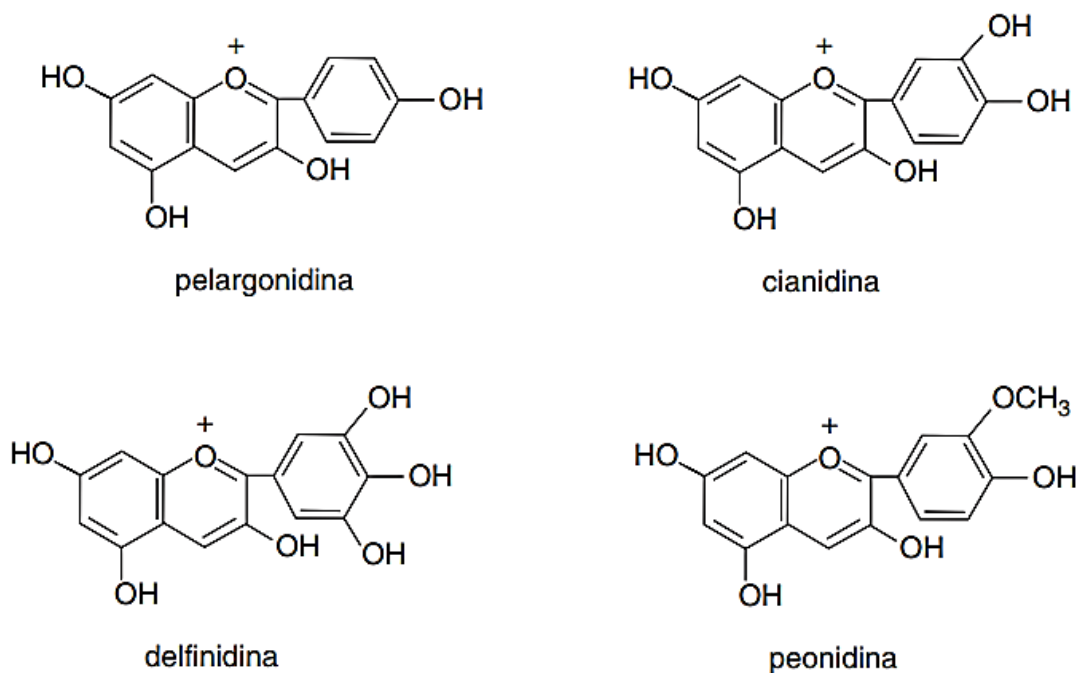


Figura 8: Estructura de antocianinas de importancia en los alimentos.

FUENTE: Badui (2006).

d. Antioxidantes

Los antioxidantes, también llamados inhibidores de la oxidación, son moléculas con estructuras y mecanismos de acción diversos que ayudan a prevenir o retrasar las reacciones oxidativas. Actúan capturando radicales libres y evitando que estos causen daño, un antioxidante es una molécula

capaz de impedir o disminuir la oxidación de otras moléculas. La oxidación, por su parte, es una reacción química en la que se transfieren electrones de una sustancia hacia un agente oxidante según Rojas (2012). Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que inician reacciones en cadena que dañan las células, la presencia de antioxidantes ayuda a prevenir este proceso en donde se dañan las células (Rojas, 2012). Según Mixcan (2015), menciona que un antioxidante es una molécula suficientemente estable como para donar un electrón a un radical libre y neutralizarlo, reduciendo así su capacidad para dañar, interactuando de forma segura con los radicales libres y terminando la reacción en cadena antes que las moléculas vitales estén dañadas.

Actividad antioxidante por DPPH

El DPPH es un radical libre susceptible a reacciones con compuestos antioxidantes por sección de un átomo de hidrógeno, proporcionado por el antioxidante, este comienza con un color morado cuando es un radical libre y va cambiando a color amarillo y claro al momento de reducirse (Allcca, 2021).

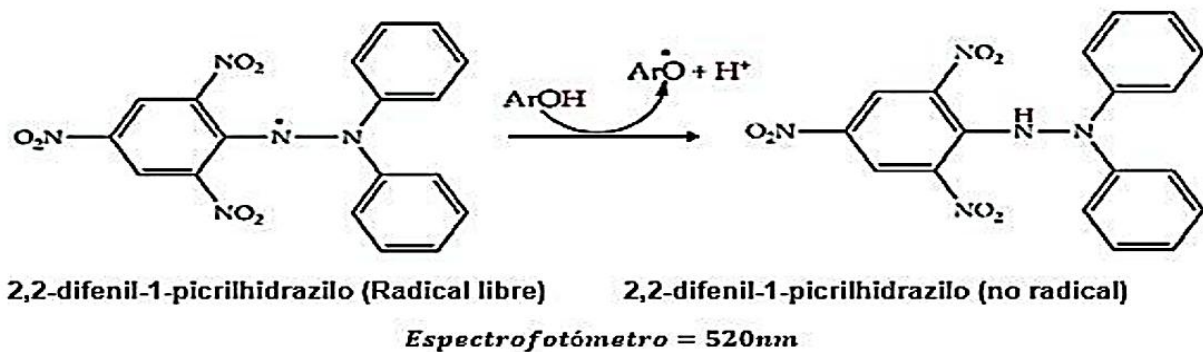


Figura 9: Actividad antioxidante del DPPH

FUENTE: Allcca (2021).

La capacidad antioxidante de los alimentos está influenciada por el tipo y la cantidad de antioxidantes naturales que contienen. En el caso de frutas y verduras, esta actividad suele estar relacionada con la presencia de compuestos como la vitamina C, la vitamina E y el β -caroteno. Además, los estudios sobre compuestos fenólicos como flavonas, isoflavonas, flavanonas,

antocianinas, catequinas e isocatequinas muestran que estos forman parte habitual de la dieta humana y poseen una notable capacidad antioxidante (Whang *et al.*, citado por Tememoché, 2003).

e. Polifenoles

Los polifenoles son sustratos de las enzimas polifenol oxidasa, las cuales producen la hidroxilación de monofenoles a difenoles, que son el punto de partida de reacciones de pardeamiento de las frutas, generando coloración parda, cuando la fruta se corta o se descascara (Hernández, 2010).

Lo más relevante de los compuestos fenólicos son las propiedades antioxidantes presentes. Por un lado, son muy susceptibles a ser oxidados y también, impiden que los metales catalicen las reacciones de oxidación (Gimeno, 2004).

Poseen estructuras con anillos aromáticos y dobles enlaces conjugados con uno o más azúcares unidos a un grupo hidroxilo o directamente al anillo aromático, aunque también se pueden asociar a otros compuestos ver Figura 10, (Pérez, 2017).

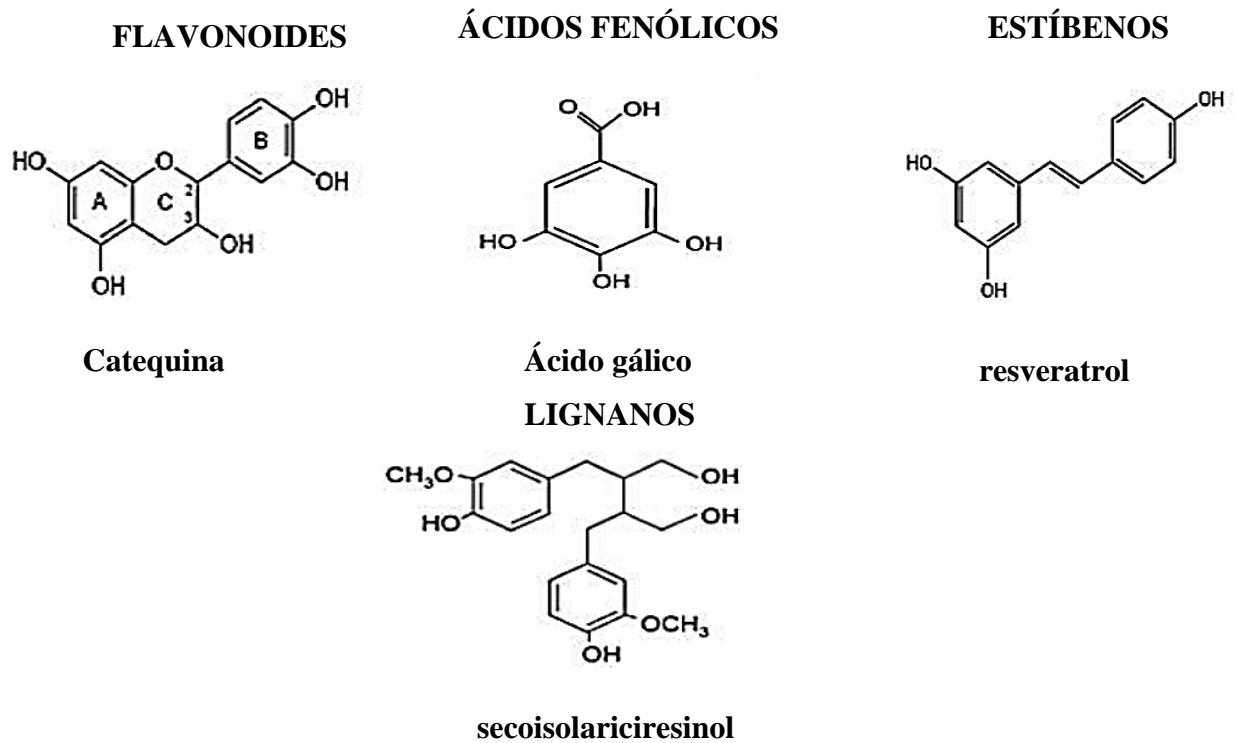


Figura 10: Estructura química de los polifenoles.

FUENTE: Juli & Arias (2011).

2.2.9. Alimentos Funcionales

El término Alimento Funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80's con la publicación del reglamento para los "Alimentos para uso específico de salud" ("Foods for specified health use" o FOSHU) y que se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutrimental (Morales *et al*, 2002). Los alimentos de este tipo son reconocidos porque llevan un sello de aprobación del Ministerio de Salud y Bienestar del gobierno japonés (Arai, 1996). Algunas de las principales funciones son las relacionadas con un óptimo crecimiento y desarrollo, la función del sistema cardiovascular, los antioxidantes, el metabolismo de xenobioticos, el sistema gastrointestinal, entre otros (Palou & Serra, 2002).

Un Alimento funcional (Functional food): es un alimento en natural o procesado, que además de sus contiene componentes adicionales que favorecen a la salud como la capacidad física y el estado mental de una persona. (Morales *et al*. 2002). El calificativo de funcional se relaciona con el concepto bromatológico de "propiedad funcional", o sea la característica de un alimento, en virtud de sus componentes químicos y de los sistemas fisicoquímicos de su entorno, sin referencia a su valor nutritivo (Morales *et al*. 2002).

En Europa se define alimento funcional a "aquel que satisfactoriamente ha demostrado afectar benéficamente una o más funciones específicas en el cuerpo, más allá de los efectos nutricionales adecuados en una forma que resulta relevante para el estado de bienestar y salud o la reducción de riesgo de una enfermedad"(Roberfroid, 2000).

Los alimentos funcionales despliegan su movimiento en múltiples sistemas, como son el gastrointestinal, inmunológico y cardiovascular. Se comportan como potenciadores del desarrollo y la diferenciación, moduladores del metabolismo de nutrientes, la expresión génica, el estrés oxidativo y la esfera psíquica (Silveira *et al*. 2003).

Los alimentos funcionales están estrechamente relacionados con beneficios para la salud. Su consumo puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 mediante la ingesta de frutas y verduras, ofrecer protección frente al cáncer a través del consumo de café y té verde, y mejorar la digestión gracias al yogurt. Además, son productos accesibles y fáciles de incorporar en la alimentación diaria (Hernández & López, 2024).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

- Los compuestos fenólicos de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) se verán influenciados por el soleado y deshidratación a temperaturas medioambientales.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La concentración de azúcares reductores incrementará a mayor tiempo de exposición a la radiación solar de las tres variedades de oca.
- El proceso de congelado-deshidratado a temperaturas medioambientales disminuirá significativamente las propiedades funcionales, contenido de ácido oxálico de tres variedades de oca.
- El rendimiento de las tres variedades de oca sometido a soleado, congelado – deshidratado a temperaturas medioambientales disminuirán significativamente.

3.2. LUGAR DE ESTUDIO

Esta investigación se llevó a cabo en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, la fase experimental se ejecutó en la Urbanización Sol de Oro - ciudad de Juliaca.

Los análisis para medir de compuestos fenólicos total, capacidad antioxidante, ácido ascórbico y ácido oxálico se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad San Antonio Abad del Cusco.

3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología que se aplicó es el método cuantitativo, ya que la información se obtuvo partiendo de aspectos generales de esta manera, se buscó revalorar el método tradicional ancestral de transformación de la oca y evaluar sus propiedades fisicoquímicas que contiene; para lo cual se aplicó lineamientos establecidos en la normativa peruana del chuño y métodos ancestrales para la conservación de la oca y sus transformaciones la teoría y métodos ancestrales de conservación hasta llegar a principios específicos a mediante la recolección numéricamente de datos y el análisis estadístico para la comprobación de la hipótesis de estudio. De.

- **Según Norma técnica peruana N° 011. 400: 2007:** Tubérculos Procesados. Papa Deshidratada. Tunta. Requisitos Y Definiciones.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este es el diseño experimental propiamente dicho, el cual consiste en realizar un análisis estadístico para validar o refutar nuestra hipótesis. De esta manera se dio a conocer las causas y efectos de nuestras variables con el grupo control.

En la figura 11 se aprecia el diseño experimental a seguir.

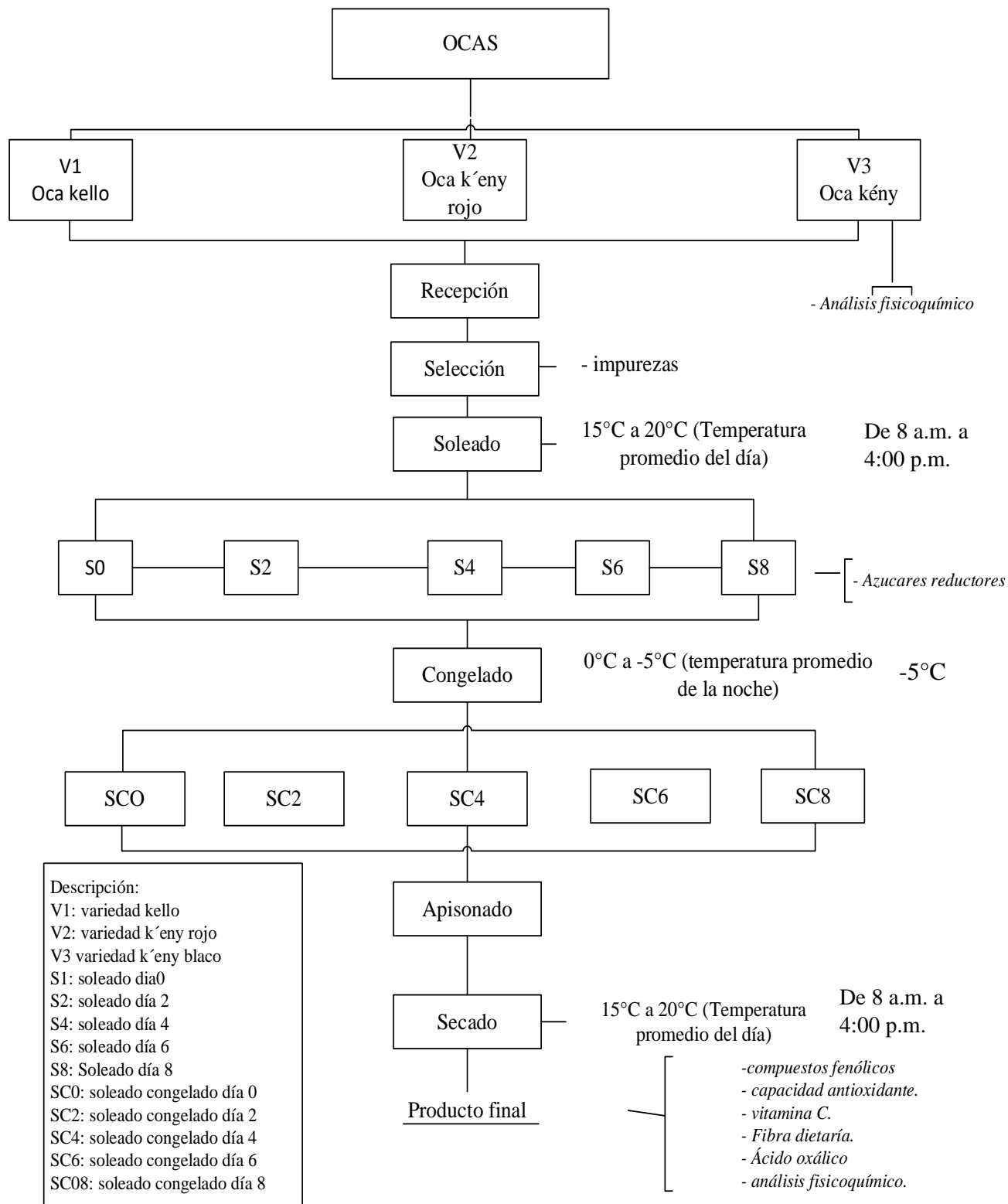


Figura 11 : Diseño experimental a seguir para la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) sometida a soledad, congelado y deshidratado a temperaturas medio ambientales.

3.4.1. Diseño muestral

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de tres (3) por cinco (5) con un total de quince (15) tratamientos y cuarenta y cinco (45) unidades experimentales. Este enfoque permite evaluar múltiples factores y sus interacciones de manera eficiente. Es un método robusto para obtener resultados confiables y precisos en la investigación. El modelo que sigue este diseño será:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Siendo μ el efecto promedio global, A_i el efecto del nivel i -ésimo del factor A, β_j el nivel j -ésimo del factor B, $(A\beta)_{ij}$ el efecto de la interacción entre A_i y β_j , y ϵ_{ijk} un componente del error aleatorio. Con $i=1,2$; $j=1,2$; $k=1 \dots n$.

3.4.2. Procedimiento metodológico.

Para la presente investigación se cuenta con el siguiente diagrama de flujo que se siguió durante cada proceso que se muestra en la figura 12 donde se detalla cada proceso hasta la obtención de la oca congelada – deshidratada (*k'aya*):

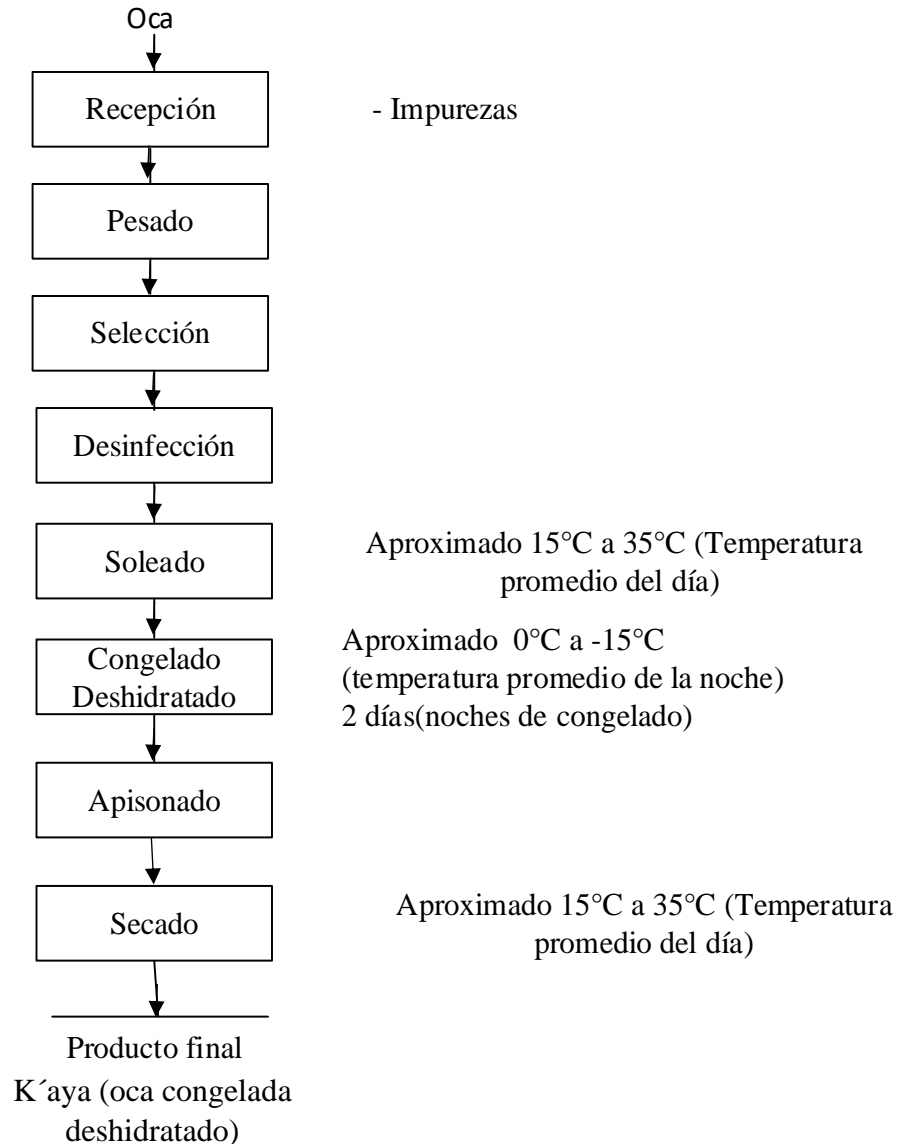


Figura 12: Diagrama de flujo del proceso de obtención de oca congelado - deshidratado.

Procedimiento a seguir para la obtención de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) sometida a soleado, congelado - deshidratado a temperaturas medio ambientales (*k'aya*), modificado de (Segura, 2004).

a. Descripción de las operaciones realizadas.

Recepción: Antes de la adquisición de los tubérculos en la feria de Yunguyo se realizo un muestreo al azar (donde se considerará su apariencia física del tubérculo y las variedades que se requerida en mi proyecto) para la selección de los tubérculos ver anexo 1. Las tres variedades de oca se

adquirieron de la ciudad de Yunguyo de la asociación de productores de la comunidad de Villa Poccona. Y se realizó el análisis químico proximal al inicio y final de la materia prima.

Pesado: Las Ocas (*Oxális tuberosa* Mol.) se recibieron las ocas y se procedió a pesar, para dividir la cantidad total en 5 partes de la materia prima de las tres variedades.

Selección: Las Ocas (*Oxális tuberosa* Mol.) se seleccionaron teniendo referencia a características físicas como el peso, color y tamaño. Sin ningún daño o golpes, manchas del tubérculo, y esto puede infectar al resto de las ocas de las tres variedades con las que se trabajó y alterar los resultados.

Desinfección: El proceso de limpieza de las ocas (*Oxalis tuberosa* Mol.) implicó sumergirlas y frotarlas suavemente con abundante agua potable para eliminar la tierra. Seguidamente se introdujo en una solución de agua y hipoclorito de sodio a 100 ppm para contrarrestar la carga microbiana. Mantener la higiene y seguridad alimentaria es clave para preservar los alimentos y garantizar su calidad, ver anexo 2.

Soleado: Se extendió los tubérculos al medio ambiente y a la luz del sol para su respectivo soleado, desde las 8 a.m. a 4 p.m., la temperatura a considerar fue la temperatura promedio del día aproximadamente entre los 15°C a 35°C (a fin de sacar una temperatura promedio, se controló la temperatura cada dos horas, en vista de que no se puede manejar la temperatura del medio ambiente (20°C)), esta operación se llevó a cabo durante ocho días ver anexo 3 y 4.

Congelado-deshidratado: Los tubérculos de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) obtenidos de la operación anterior, fueron utilizados en este proceso, la que consiste en extender los tubérculos al medio ambiente para su congelado y deshidratado por las heladas del medio ambiente durante tres noches, cuyas temperaturas aproximadas que oscilan fueron entre los 0°C a -15°C (Agroperú, 2021) (a fin de sacar una temperatura promedio, se controló la temperatura cada dos horas, en vista de que no se puede manejar la temperatura del medio ambiente) ver anexo 6.

Apisonado: Una vez que se culminó con la operación anterior, los tubérculos fueron apisonados para la eliminación del agua.

Secado: Luego de obtener los tubérculos apisonados, se procedió a extenderlos al medio ambiente para su secado a una temperatura promedio aproximado entre los 15°C a 35°C (a fin de sacar una temperatura promedio, se controló la temperatura cada dos horas, en vista de que no se puede manejar la temperatura del medio ambiente) ver anexo 8.

3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACION

a. Variable independiente

Objetivo 1

- Variedades de oca: Oca INIA 407 (k'eny rojo), k'eny blanco y Oca kello.
- Tiempo de soleado: 0, 2, 4, 6, 8 días.

Objetivo 2

- Variedades de oca: INIA 407 (k'eny rojo) k'eny blanco y kello.
- Tiempo de soleado congelado: 0,2,4,6,8 días.

Objetivo 3:

- Variedades de oca: INIA 407 (k'enny rojo) k'eny blanco y kello soleada, congelado deshidratado.
- Variedades de oca: INIA 407 (k'enny rojo) k'eny blanco y kello sin solear congelado deshidratado.

b. Variables dependientes

Objetivo 1 :

- Concentración de azúcares reductores .

Objetivo 2:

- propiedades funcionales (capacidad antioxidante, Compuestos fenólicos totales, vitamina C y fibra dietaria).

objetivo 3.

- Características fisicoquímicas (proteína, grasa, ceniza, carbohidratos, fibra, humedad) y rendimiento.

3.6. POBLACIÓN - MUESTRA

3.6.1. Población

Está representada mediante las tres variedades de ocas cultivadas en la provincia de Yunguyo del departamento de Puno – Perú.

3.6.2. Muestreo y muestra

El muestreo se realizó un muestreo tipo al azar en la elección de las ocas.

La muestra utilizada fue de 20 kg divididos en cuatro (4 kg) para cada día, de cada variedad de oca k'enny rojo, k'eny blanco y kello

3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCESO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnica aplicada para la recolección de datos

Para obtener los datos, se empleó la técnica de observación directa, registro de las medidas de temperaturas, °Brix y pesos, la cual permite tomar datos en las diferentes etapas de esta investigación de manera minuciosa para inferir conclusiones y procesar e interpretar la información obtenida.

3.7.2. Instrumentos para la recopilación de datos

Para la recopilación de datos se usó como instrumentos recopilación de datos como el termómetro, fichas para el registro de valores obtenidos en cada proceso el cual elaboré como formato para la obtención de la oca congelado deshidratado (*k`aya*) detallada en el Anexo 12 y 13.

3.7.3. Materiales y equipos

a. Materia prima.

La materia prima a utilizar, es producido en la Provincia de Yunguyo del departamento de Puno.

- Oca INIA 407 k'enny rojo (*Oxalis Tuberosa* Mol)
- Oca k'eny blanco (*Oxalis Tuberosa* Mol)
- Oca kello (*Oxalis Tuberosa* Mol)

b. Equipos

- Balanza analítica GR-120, cap. 120 gr.
- Balanza de precisión EP213C cap. 0,001 – 210 Ø 121
- Espectrofotómetro UV-VIS METLER TOLEDO
- Cromatógrafo líquido HPLC

- Estufa "incubat"
- Vortex mezclador 230 VAC.
- Horno Mufla M104 MARCA THERMO SCIENTIFIC – 50040487
- Soxhlet Extraction Apparatus
- Desecador con deshidratante silica gel
- pH – metro HANNA HI 98107.
- termómetro digital YH-JR7 de 20cm
- Licuadora Oster
- Sonificador .
- Baño maria HH-6.
- Refractometro digital milwaukee AMA871.
- Centrifuga auromar de 6 Tubos X 20ml

c. Materiales

- Tubos de ensayo Pirex
- Tubos para Centrifuga 15 ml, Cónicos en PP
- Fiolas de 100mL y 500 mL.
- Matraz de Erlenmeyer de 25 mL.
- gradillas del tubos de ensayo.
- Probeta de 50 y 100mL.
- Cisoles de 15 mL
- Pipetas (1.0 0.3, y 5 ml 10 mL)
- Papel filtro (Whatman -40) Ø 11 cm.
- Espátulas
- Pinzas metálicas
- Vasos de precipitados de 50, 100 mL Y 500mL.
- Mortero
- Papel aluminio
- Picetas
- Jeringas de 10 ml.
- Filtro de jeringas 0.45 µm Syringe Filter.

- Viales de vidrio
- Frasco de vidrio de 500ml y 1Lt.

d. Reactivos

- DPPH- 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo
- Hipoclorito
- Estandar trolox
- Agua Milli-Q
- Etanolal 80%, 78%, 95%.
- Felin-ciocalteu 1N.
- Catalizador de oxidación.
- Ácido Sulfúrico 1.25 %.
- Ácido Bórico.
- Fenolftaleína.
- Ácido Clorhídrico 0.05 N.
- Hexano O Éter.
- Hipoclorito 0.05%.
- Alfa-Amilasa.
- Indicador Fenolftaleína.
- Hidróxido de Sodio 0.275 N, 0.1 N, 4 N.
- Ácido Ascórbico.
- Fehling A Y Fehling B.
- Cloruro de Hidrogeno.
- Indicador de Azul De Metileno.
- Carbonato de Sodio 0.5 M.
- Tampón Fosfato Ph 6.0.
- Ácido Gálico.
- Ácido Fosfórico 4.5 %.
- Ácido Clorhídrico 0.325 N, 0.05N.

3.8. SELECCIÓN DE MUESTRAS

3.8.1. Recepción de materia prima

Después de adquirir las tres variedades de oca INIA 407 k'enny rojo (*Oxalis Tuberosa* Mol), Oca k'eny blanco (*Oxalis Tuberosa* Mol) y Oca kello (*Oxalis Tuberosa* Mol) de la provincia de Yunguyo se procedió a pesarlas.

3.8.2. Selección de muestras

Para la selección de nuestras muestras a analizar, se seleccionaron ocas con mejores características y mejor apariencia de cada variedad las cuales se llevaron al laboratorio ver anexo 5 así mismo se separó muestras frescas para el análisis físico-químico de las tres variedades de ocas.

3.8.3. Acondicionamiento

Las tres variedades de oca fueron divididas en 4 kg en pequeños costalillos, luego fueron expuestas al sol también para congelar las oca ver anexo 1.

3.9. METODOLOGIA

3.9.1. Metodología para determinar el rendimiento en las tres variedades de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

Fundamento: Se pesó las muestras de oca fresca, registrando el peso inicial y el peso final de la oca congelado – deshidratado (*k'aya*) (Bernabé y Cancho, 2017).

Procedimiento.

Se pesó la muestra inicial de oca fresca.

Se pesó la muestra final del producto final *k'aya*.

Cálculos.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso final de la Oca congelado – deshidratado}}{\text{peso inicial de la oca}} * 100$$

3.9.2. Procedimiento para la determinación de azúcares reductores en la oca (*oxalis tuberosa* Mol.) de las tres variedades.

Según (A.O.A.C., 1950) y NTP 209.172, detallada según (Antay, 2018).

La Preparación de las muestras, se licuo con ayuda de una licuadora hasta homogenizar luego se filtró con papel filtro. (Watman -40) Ø 11 cm. Las muestras filtradas se vertieron en tubos de ensayo y se adiciono agua destilada hasta disolver bien la muestra. Se mezcló la solución de Fehling A y Fehling B en cantidades iguales y estandarizo (Antay, 2018).

Hidrólisis

Se tomó una alícuota de la solución filtrada con una pipeta y trasvaso a una fiola. Se llevó a baño maría durante 15 minutos. Se sacó la fiola con la muestra del baño maría, se agregó HCl y se dejó enfriar (Antay, 2018).

Neutralización

Se añadió 3 a 4 gotas de fenolftaleína y agrego NaOH a 4 N hasta precipitar y aforamos la fiola con agua destilada (Antay, 2018).

Titulación

Se tomó una alícuota de la solución filtrada utilizando una pipeta y se transfirió a una fiola, completando el volumen con agua. Luego, se llenó la bureta con la muestra previamente diluida. A continuación, se midieron 10 mL de la mezcla en un matraz y se añadió parte de la muestra diluida desde la bureta. La solución se llevó a ebullición y se agitó, incorporando posteriormente el indicador azul de metileno. Finalmente, se agregó la muestra de la bureta gota a gota hasta observar un color rojo ladrillo, registrándose el volumen consumido (Antay, 2018).

Cálculos a realizados:

Porcentaje de azúcares reductores

$$\%AR = ((A) * (a) * \frac{100}{W} * (V))$$

Donde:

%AR: Azúcares reductores.

A: Aforo de la muestra.

W: Peso de la muestra en gramos.

V: Volumen gastado en la titulación

a: Título de fehling.

3.9.3. Procedimiento para la obtención de compuestos fenólicos totales en las ocas:

Los fenoles totales se cuantificaron por el método espectrofotométrico con el reactivo folin Ciocalteau (Singleton *et al.*1999).

Se preparó una dilución de Carbonato de sodio Na₂CO₃ (10 % p/v) pesando 2.5 g de carbonato de sodio, en una fiola de 25 ml, se enrasó con agua ultra pura, se llevó a agitación hasta su completa disolución (Espinosa *et al.*, 2016). Se preparó una dilución del reactivo Folin-Ciocalteu, reduciendo su concentración de 2N a 1N mediante una proporción 1:2 con agua ultrapura. El reactivo se mantuvo protegido de la luz cubriéndolo con papel aluminio y se conservó en refrigeración hasta el momento de su uso.

Asimismo, se empleó una solución patrón de ácido gálico (C₇H₆O₅) a una concentración de 0.1 g/L. Para ello, se pesaron 25 mg de ácido gálico en una fiola de 25 mL y se completó el volumen con agua ultrapura. A partir de esta solución inicial, se elaboró una dilución 1:10 utilizando agua ultrapura para preparar la curva de calibración (Allecca, 2021). La presencia de compuestos fenólicos totales se estimará a partir de una curva estándar elaborado con una solución acuosa de Ácido gálico como patrón. Los resultados se expresaron en mg de Ácido gálico equivalente (AGE) por cada 100 g o ml de muestra (Singleton *et al.*1999).

La ecuación de la curva estándar para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales es la siguiente:

Ecuación de la curva patrón en oca fresca:

$$y = 0.0315x + 0.0692,$$

$$R^2 = 0.992$$

A cada tubo se le añadieron las concentraciones respectivas, se agitó la mezcla y luego se dejó reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se realizó la lectura de la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Visible Génesis 20 Thermo Electron, empleando cubetas de vidrio de 1 cm.

3.9.4. Determinación de la capacidad antioxidante:

Preparación de la muestra

La capacidad antioxidante se determinó mediante el método DPPH, siguiendo la adaptación propuesta por Brand Williams *et al.* (1997). Los valores obtenidos para las muestras en estado

fresco, expuestas al sol y sometidas a cocción, en los dos ecotipos de oca, se expresaron como μg equivalentes de Trolox por gramo de muestra, utilizando como referencia la curva estándar. Preparación del extracto de la muestra: Se pesó 1 gramo de cada una de las tres variedades de oca y se mezcló con 10 mL de metanol al 80% (p/v). La mezcla se dejó reposar en oscuridad durante 24 horas, luego de una agitación previa a 250 rpm durante 10 minutos, según el procedimiento descrito por Brand Williams et al. (1997).

Posteriormente, la mezcla fue centrifugada a 3000 rpm durante 15 minutos y el extracto obtenido se reservó para su análisis. Preparación de la solución del radical DPPH: Se pesaron 10 mg de DPPH y se disolvieron en 25 mL de metanol al 80%. La solución se sometió a ultrasonido dentro de una fiola protegida con papel aluminio. La mezcla preparada mantiene su estabilidad por aproximadamente 12 horas a temperatura ambiente. Se midió la absorbancia de la solución diluida de DPPH a una longitud de onda de 517 nm, utilizando metanol como blanco del equipo (Lezama, 2017). Preparación de la solución madre de Trolox Se prepara la disolución madre de trolox disolviendo 0.025 mg del reactivo Trolox en 25 ml de metanol al 80% (Allcca, 2021).

La reacción se llevará a cabo durante 30 minutos, midiendo la absorbancia en el espectrofotómetro a 517 nm a intervalos de 10 min (Cedeño S., 2017).

Los resultados obtenidos para la actividad antioxidante se expresan como el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI_{50} o IC_{50}), calculado en miligramos equivalentes de Trolox presentes en 100 gramos de muestra húmeda. Cabe señalar que valores más bajos de IC_{50} indican una mayor capacidad antioxidante.

Ecuación de la curva patrón:

$$y = 0.05x + 0.0904,$$

$$R^2 = 0.9951$$

3.9.5. Determinación de fibra Dietética. (Tevez M., 2017) y (Grossi).

Se llevó a cabo mediante el método enzimático gravimétrico, basado en la digestión enzimática con amilasa, proteasa y amiloglucosidasa, para remover proteínas y almidón, precipitación y posterior secado (Lee, Prosky, & De Vries, 1992).

Para determinar la fibra dietética se realizó por el método enzimático – gravimétrico siguiendo el siguiente procedimiento:

Se procedió a moler la muestra, seguidamente se procedio a pesar por duplicado 1g. de muestra en dos vasos de precipitado de 400 ml se pondrá las muestras, el peso de las muestras no deberá diferir en más de 20 mg (se realizo el mismo procedimiento por separado con ambos pesos) registrar como P1 y P2 (Tevez M., 2017).

Se Agregó 50 ml de tampón fosfato pH 6.0 a cada vaso, en la que se justo el pH a 6 ± 0.2 , se adicionará 0.1 ml de solución de α -amilasa y se Cubrio el matraz con papel aluminio, y se llevará a baño maría durante 15 minutos, agitando en intervalos de 5 minutos, el contenido deberá llegar a 95°C y procedio a enfriar la solución a temperatura ambiente (Tevez M., 2017).

Se realizó el ajuste del pH a 7.5 ± 0.2 con ayuda de 10 ml de NaOH 0.275 N aproximadamente, luego adicionamos 5 mg de proteasa y Cubriremos el matraz con papel aluminio y se incubio a 60°C con agitación continua por 30 minutos. Enfriaremos y se añadirá 10 ml de HCl 0.325 N. Ajustaremos el pH a 4.3 ± 0 y se Añadirá 0.3 ml de amiloglucosidasa. cubrimos el matraz con ayuda del papel aluminio y se incubo a 60°C con agitación continua por 30 minutos (Tevez M., 2017).

Se Adicionó 280 ml de etanol al 95% precalentado a 60°C y se Deja precipitar a temperatura ambiente durante 60 minutos, seguidamente se peso el papel filtro y se procedio a filtrar. lavamos el restante que se filtró sucesivamente con tres repeticiones de 20 ml de etanol al 78%, dos repeticiones de 10ml de etanol al 95% y dos repeticiones de 10 ml de acetona, se secará el papel filtro con el residuo durante 24 horas a 70°C (Tevez M., 2017).

Se Enfrió, peso y procedimos a restar el peso del papel filtro y registraremos el peso como P3 y P4 los residuos.

De los residuos se procedio a determinar proteínas usando como factor 6.25. y se registrará el contenido de proteína como P5. El residuo duplicado se calcinó por un tiempo de 5 horas a 525°C , y luego se enfrió, peso y restó el peso del crisol y se registró el contenido de ceniza como P6. (Lee, Prosky, & De Vries, 1992) y (Lee, Prosky, & De Vries, 1992).

Se Verificó la determinación del blanco por duplicado rotulándose como blanco en proteínas (BP) y blanco en cenizas (BC). Para determinar en contenido de la fibra dietética total se realizó los siguientes cálculos:

Determinación del blanco

$$B = MRB - BP - BC$$

Donde:

B: blanco

MRB: Masa del residuo blanco

BP: masa de la proteína del blanco.

BC: masa de la ceniza del blanco.

Calculo de la fibra dietética total :

$$\% FDT = \frac{MR - P5 - P6 - B}{M} \times 100$$

Donde:

FDT: fibra dietética total

MR: masa del residuo (promedio del peso p3 y p4).

M: masa de la muestra (promedio del peso p1 y p2).

P5: peso de la proteína.

P6: peso de la ceniza.

B: blanco.

3.9.6. Determinación de vitamina C.

Para la obtención de la curva se usó ácido ascórbico QP, preparando de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 mg/ml, Se acondicionó el equipo para la calibración de la curva de la vitamina C.

Pesar 2 g de oca fresca y 1 g de oca congelada deshidratada, Luego se adicionó 5 ml de fosfórico al 4.5%, homogenizar y triturar en un mortero la muestra de oca fresca posterior se trasvaso a un tubo de 15 ml una vez trasvasado homogenizar en vortex por 5 min mente se adicionó 15 ml de agua ultra pura; y se centrifugo a 4000 r.p.m. por 15 min al termino se filtró en discos de porosidad de 0.20 μ m, finalmente se analizó en el HPLC (Valle & Rodríguez ,2011).

3.9.7. Determinación de análisis químico proximal

a. Determinación de humedad:

Para determinar la humedad primero se debe pesar un crisol y agregar la muestra para luego colocarlos en una estufa a una temperatura de 100 – 105°C durante 6 horas. Por la diferencia de

peso se tendrá como resultado la humedad de la muestra. La determinación de la materia seca se realizará mediante la diferencia de peso inicial de muestra y el porcentaje de humedad hallada, obteniéndose de esta manera y en forma directa el porcentaje de la materia seca (A.O.A.C., 1995), Adaptado AOAC 964.22 y (Tevez M., 2017).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso total} - \text{peso final}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

b. Determinación de ceniza:

En primer lugar, se colocó los crisoles limpios en un horno de incineración a 600°C durante una hora. Luego se trasladará los crisoles del horno al desecador. Se pesará tan pronto como sea posible para evitar la absorción de humedad., después se colocará en un horno incinerador manteniéndolo a una temperatura de 600 °C de 3 a 5 horas. Transcurrido el tiempo se trasladará el crisol al desecador, cuando se enfríe, se pesará el crisol y se registrará el peso (A.O.A.C., 1995), Adaptado AOAC 964.22 y (Tevez M., 2017).

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

c. Determinación de proteína total (Método de Kjeldahl):

Primero se pesó aproximadamente 0.1 g de muestra, luego se le agregará 1 g de catalizador de oxidación, para acelerar la reacción. Se limpió con agua el cuello del balón de digestión, seguidamente se le agregará 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado y el colocado del balón en la cocina de digestión. La muestra digerida en el aparato de destilación, se le adicionará 5 ml de hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente se procederá a conectar al vapor para que se dé la destilación. Conectado el refrigerante se recogerá el destilado en un Erlenmeyer de 125 ml Conteniendo 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicadores de pH, la destilación finalizará cuando ya no pasa más amoniaco y presente un viraje del indicador. Finalmente se tituló con ácido clorhídrico valorado (aproximadamente 0.05 N) anotando el gasto (A.O.A.C., 1995), Adaptado AOAC 964.22.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{Meq de N}_2 \times 100}{\text{gramos de muestra}}$$

Calculo:

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno} \times 6.25$$

d. Determinación de grasa total (Método de Soxhlet):

Para determinar la grasa por este método se utilizó una muestra deshidratada. Posteriormente se pesó 5 g de muestra, en un pedazo de papel filtro Whatman N° 2. Luego de colocarse el paquete en el cuerpo del aparato Soxhlet, se agregó hexano destilado hasta que al menos una parte del mismo sea sifoneado hacia el matraz, seguidamente se conectó a una fuente de calor (Tevez M., 2017). El solvente ya sea hexano o éter al ser puesto en calor (68°C - 84.6°C) se evaporó y ascenderá a la parte superior del equipo. Y allí se condensará por refrigeración con agua y caerá sobre la muestra, retornando al matraz por sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo será cerrado y la velocidad de goteo del hexano tendrá de 45 a 65 gotas por minuto. Este proceso durará aproximadamente 3 horas, enseguida se retirará el matraz del aparato cuando este tenga poco hexano-éter. Después se evaporará el hexano remanente en el matraz en una estufa y se enfriará en una campana que contenga sustancias deshidratantes (A.O.A.C., 1995), Adaptado AOAC 964.22.

Calculo:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz vacío}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

e. Determinación de fibra cruda:

Para la determinación de fibra cruda se procedió a pesar 1 g de muestra en un vaso de 600 ml, luego se hervirá durante 30 minutos con 200 ml de H₂SO₄ al 1.25 %. Luego se filtrará y se lavará con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez. Se agregará 200 ml de NaOH al 1.25 % y se procederá a hervir por 30 minutos adicionales. Después se filtrará al vacío en una cápsula de cerámica porosa, lavando con agua destilada caliente. Luego se pondrá en la estufa por 3 horas, transcurrido este tiempo se pesará, a este peso se le llamará P1. Seguidamente se colocará a la

mufla esto para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas, pesando nuevamente, a este peso se llamará P2 (A.O.A.C., 1995), Adaptado AOAC 964.22.

Calculo:

$$Fibra\ neta = P1 - P2$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{P1 - P2}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

f. Determinación de carbohidratos:

Este método fundamenta restar 100, menos la suma de todos los valores encontrados anteriormente los cuales son Ceniza, Proteína total, Grasa y Fibra cruda. La diferencia obtenida es el NIFEX en base seca, constituida por los hidratos de carbono soluble que son arrastrados junto con otras sustancias, durante las digestiones ácidas y alcalinas en la determinación de la fibra cruda (A.O.A.C., 1995, Adaptado AOAC 964.22).

Calculo:

$$\% \text{ NIFEX} = 100 - (\% \text{ Ceniza} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Grasa} + \% \text{ Fibra})$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INFLUENCIA DEL SOLEADO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES EN TRES VARIEDADES DE OCA (OXALIS TUBEROSA MOL.).

4.1.1. Azúcares reductores en la oca fresca

En la Tabla 8 se presenta los resultados del contenido de azúcares reductores en las ocas frescas soleadas. De las tres variedades k'enny rojo, k'enny blanco y kello fueron soleados durante ocho horas diarias, el cual inicio a las 8:00 a.m. y finalizo a las cuatro 4:00 p.m., por 8 dia.

Tabla 8: Azúcares reductores en oca fresca soleada.

Variedades	Días de soleado	Temperatura promedio del día °C	Azúcares reductores			X %
			r1	r2	r3	
1. Oca k'enny blanco	SS	11.4	0.7	0.65	0.79	0.71 ± 0.071
	S2	21.1	1.56	1.64	1.52	1.57 ± 0.061
	S4	22.5	2.05	2.15	1.99	2.06 ± 0.081
	S6	23.1	2.7	2.8	2.65	2.72 ± 0.076
	S8	24.18	3.3	3.36	3.28	3.31 ± 0.042
2. Oca kenya rojo	SS	11.5	0.95	0.89	0.97	0.94 ± 0.042
	S2	19.46	1.1	1.0	1.8	1.30 ± 0.436
	S4	23.38	1.5	1.9	1.4	1.60 ± 0.265
	S6	23.62	1.74	1.8	1.7	1.75 ± 0.050
	S8	25.06	1.99	2.1	1.89	1.99 ± 0.105
3. Oca kello	SS	11.03	1.5	1.59	1.52	1.54 ± 0.047
	S2	19.78	1.96	2	1.99	1.98 ± 0.021
	S4	22.48	2.8	2.89	2.78	2.82 ± 0.059
	S6	22.74	4.4	4.5	4.43	4.44 ± 0.051
	S8	24.5	5.2	5.25	5.23	5.23 ± 0.025

SS= Sin solear, S= Soleado y r= Repeticiones.

De las tres variedades de ocas por cada día de soleado incrementaron su contenido de azúcares reductores, la oca k'enny rojo se aprecia que inicio con 0.94 % en el día 0 y para día 8 se incremento a 1.99 % de contenido de azúcares reductores , la oca k'eny blanco inicio con 0.7 % en el día 0 y para el día 8 incremento a 3.3% de azúcares reductores y la oca variedad kello inicio con 1.5 % en el dia 0 y para el dia 8 se incremento 5.2 % de azúcares reductores .

De acuerdo con Cáceres y Valerio (2021), el incremento del tiempo de exposición de la oca al sol provoca un aumento en el contenido de azúcares reductores. En su estudio con oca blanca, registraron un valor de 1.5487 % tras 4 horas de exposición solar, que se elevó a 1.7515 % después de 8 horas. En el caso de la oca amarilla, los niveles pasaron de 1.7846 % a las 4 horas a 2.1814 % a las 8 horas, mostrando un comportamiento similar al obtenido en la presente investigación.

Asimismo, Antay (2018) indica que el punto óptimo para que la oca blanca alcance su dulzor es alrededor de los 12 días de asoleado. Esto coincide con lo señalado por Nina (2018), quien explica que, a medida que aumenta el tiempo de exposición solar, la oca pierde agua y el almidón se convierte progresivamente en azúcares, elevando así su concentración de dulzor.

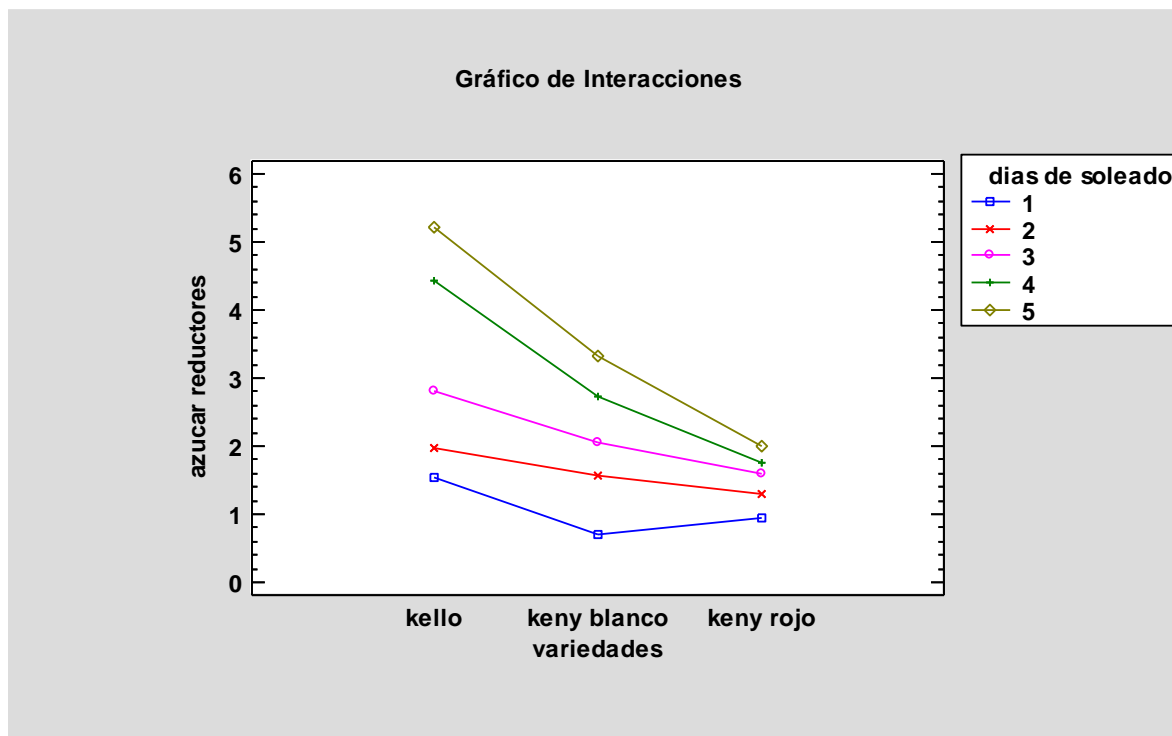


Figura 13: Gráfico de interacciones de azúcares reductores en oca fresca.

En nuestro caso los azúcares reductores incrementaron en cada variedad de oca sometida a soleado y a mayor tiempo de soleado hay mas incremento de azúcares reductores como es el caso de las ocas soleadas por 8 días, la variedad con mayor incremento es la variedad kello con 5.2 %, seguida de la variedad k`eni blanco con 3.3% y finalmente con menor incremento es variedad k`eni rojo 1.99% y podemos decir que el contenido de azúcares reductores puede variar por varios factores como tiempo de exposición al sol, la humedad de cada oca, temperatura, variedad de oca e incluso el tamaño del tubérculo.

Barrios, Celina, Albiter, Elim, & Zanella. (2015) nos dice que la luz del sol proveer energía, captación de luz implica que la energía adsorbida se convierta en energía química por lo que decimos que el soleado provoca cambios químicos en el tubérculo que resultan un aumento de los azúcares reductores. La razón principal de este incremento es la hidrólisis de los polisacáridos y oligosacáridos presentes en la oca, como el almidón y la sacarosa, el polisacárido se hidroliza por la acción de las amilasas, y mediante otros sistemas enzimáticos se sintetizan la sacarosa y la fructosa. (Badui, 2006). La exposición al sol activa enzimas como las amilasas y las invertasas, que descomponen estas moléculas más grandes en azúcares simples como glucosa y fructosa, que son azúcares reductores.

4.2. EFECTO DEL CONGELADO-DESHIDRATADO A TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES EN TRES VARIEDADES DE OCA (OXALIS TUBEROSA MOL.) CON Y SIN SOLEADO SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES (COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES, CAPACIDAD ANTIOXITANTE, VITAMINA C, FIBRA DIETETICA).

4.2.1. Contenido de vitamina C.

En la Tabla 9 se observa la cantidad de ácido ascórbico o vitamina C presentes en la oca fresca en las tres variedades.

Tabla 9: Contenido de ácido ascórbico en la oca fresca.

VARIETADES	Oca Fresca Días soleados	Vitamina C			PROMEDIO
		r1	r2	r3	Ácido Ascórbico mg/g oca
1.oca k'eny blanco	SS	0.624	0.418	0.767	0.60 ± 0.18
	S2	0.437	0.465	0.512	0.47 ± 0.04
	S4	0.355	0.614	0.305	0.42 ± 0.17
	S6	0.384	0.496	0.200	0.36 ± 0.15
	S8	0.052	0.502	0.152	0.24 ± 0.24
2.oca k'eny rojo	SS	0.670	0.865	0.831	0.79 ± 0.10
	S2	0.626	0.543	0.569	0.58 ± 0.04
	S4	0.423	0.692	0.498	0.54 ± 0.14
	S6	0.248	0.295	0.571	0.37 ± 0.17
	S8	0.025	0.003	0.573	0.20 ± 0.32
3. oca kello	SS	0.748	0.738	0.614	0.70 ± 0.07
	S2	0.381	0.829	0.692	0.63 ± 0.23
	S4	0.501	0.666	0.298	0.49 ± 0.18
	S6	0.301	0.415	0.142	0.29 ± 0.14
	S8	0.006	0.388	0.019	0.14 ± 0.22

Nota: S =Soleado, SS= sin solear y r=Repeticiones.

En la presenta Tabla 9, podemos observar el contenido de vitamina C, donde la variedad k'eny rojo tiene mayor cantidad de ácido ascórbico de 0,79 mg/g de oca y el menor fue de la variedad k'eny blanco con 0,60 mg/g de oca. La oca es un tubérculo con fuente importante de vitamina C), el descenso de la vitamina C ocurre ya que es más susceptible al cambio de temperatura nos dice (Pèrez E, 2019).

Según Cáceres & Valerio (2021) durante la exposición solar de la oca reporto 24,4141 mg/100g Vitamina C y a 4 horas de exposición solar con 21,6060 mg/g Vitamina C y por último con 20,6834 mg/g Vitamina C, las muestras de 60 ° C y 50 mm de espesor con 6 horas de exposición solar (Nina,2018). Por lo que podemos decir que influye mucho la temperatura y el tiempo de exposición solar en los resultados del contenido de vitamina C y se da una reducción de la vitamina C por cada día de exposición solar de las ocas. Estos valores se les atribuyen debido a varios factores entre ellos, clima, variedad, estado de madurez etc. FAO (2009) citado por, (Robles, 2016).

Araujo (2012) y Robles (2016). Hace una comparación del contenido de la vitamina C con otros tubérculos nativos como la papa (20.0 mg/g), mashua (77.5 mg/g) y el olluco (11.5 mg/g) destaca un mayor contenido de vitamina C y podemos evidenciar que la oca destaca también con su contenido de vitamina C el cual varía dependiendo de la variedad de oca.

En la Tabla 10 se puede apreciar los resultados obtenidos en los análisis que se mandó a realizar.

Tabla 10: Contenido de vitamina C de la oca congelada deshidratada (k'aya).

VARIEDADES	Congelado- deshidratado (k'aya) Vitamina C					X
	tratamientos	Días	r1	r2	r3	Ácido Ascórbico mg/1g Oca
1. Oca k'eny blanco	Sin soleado	C-D	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D2	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D4	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D6	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D8	ND	ND	ND	ND
2. Oca k'eny rojo	Sin soleado	C-D	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D2	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D4	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D6	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D8	ND	ND	ND	ND
3. Oca kello	Sin soleado	C-D	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D2	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D4	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D6	ND	ND	ND	ND
	Soleado	C-D8	ND	ND	ND	ND

Nota: ND: No detectado, C-D = Congelado – deshidratado, SS= sin soleado y r: Repeticiones.

En la presente Tabla 10 podemos observar que no se detectó el contenido de vitamina C en ninguna variedad de oca transformada en congelado – deshidratado (k'aya). El proceso de deshidratación generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire, al sol y a vacío, microondas y liofilización, pero con la consecuente modificación de las propiedades organolépticas (Ore, Aguirre, & Ticsihua, 2020) razón por la cual confirmamos la pérdida de la vitamina C.

Fennema (2002) nos dice que, debido a la gran solubilidad del ácido Ascórbico en disoluciones acuosas, siempre existe la posibilidad de que se produzcan importantes pérdidas por lixiviación durante el corte o daños físicos. Es por esta razón que la vitamina C no es detectada en la oca congelado – deshidratado. Así mismo (Badui, 2006) nos dice que, debido a su estructura química, de todas las vitaminas, la C es la más inestable y la más reactiva.

Robles (2016) indica que el efecto de la temperatura a través del tiempo es el principal causante de la reacción de degradación de la vitamina C, ya que esta es sensible al calor.

4.2.3. Compuestos fenólicos totales

En la Tabla 11 se muestra el resultado de los análisis realizados a las tres variedades de oca fresca.

Tabla 11: Contenido de compuestos fenólicos totales en oca fresca.

Variedad	Oca Fresca	r1	r2	r3	Eq. Ácido Gálico mg/100 g de Oca húmeda X
1. oca k'eny blanco	SS	921.3457	927.5126	924.4292	924.4 ± 3.1
	S2	876.3080	879.2907	873.3253	876.3 ± 3.0
	S4	821.0007	818.1179	809.4698	816.2 ± 6.0
	S6	747.8849	762.9148	744.8790	751.9 ± 9.7
	S8	731.3095	734.3340	728.2851	731.3 ± 3.0
2.oca k'eny rojo	SS	1.135.2864	1.138.5412	1.141.7961	1.138.5 ± 3.3
	S2	990.2159	993.5188	1.003.4276	995.7 ± 6.9
	S4	961.9921	964.9002	967.8083	964.9 ± 2.9
	S6	860.0151	869.9079	866.6103	865.5 ± 5.0
	S8	814.6175	808.3704	811.4940	811.5 ± 3.1

«Continuación»

3.o ca kello	SS	801.8123	810.9654	798.7613	803.8 ± 6.4
	S2	786.9019	789.8848	783.9189	786.9 ± 3.0
	S4	609.5238	612.2843	615.0449	612.3 ± 2.8
	S6	470.7629	473.9697	467.5561	470.8 ± 3.2
	S8	362.0052	367.5405	364.7729	364.8 ± 2.8

Nota: SS = Sin soleado, S = Soleado y r = Repeticiones

En la presenta Tabla 11, podemos observar que la oca de variedad k'eny rojo tiene elevado contenido de compuestos fenólicos con 1138.5 Eq. Ác. Gálico mg/100 g de oca húmeda en el día 8 de soleado (S8) y la variedad kello es la que presenta menor cantidad 803.8 Eq. Ác, Gálico mg/100 g de Oca húmeda en el día soleado 8.

A medida que los días de soleado incrementaron los compuestos fenólicos se redujo para el día S8 de soleado en la variedad k'eny rojo 1138.5 Eq. Ác. Gálico mg/100 g de Oca se redujo a 370,15 Eq. Ácido Gálico mg/100 g de Oca, para la variedad k'eny blanco de 924.4 Eq. Ácido Gálico mg/100 g de Oca a 731,3 Eq. Ácido Gálico mg/100 g de Oca y para la variedad kello de 370,1 Eq. Ácido Gálico mg/100 g de Oca se redujo a 316,2 Eq. Ác. Gálico mg/100 g de Oca. Podemos observar que existe una variación en cuanto a la variedad. Condori en su investigación reporto valores menores a lo obtenido para la oca rojo grisáceo 295,239 mg ác. gálico eq. /100 g, amarillo 314,389 mg ác. gálico eq. /100 g y para la oca rosado 390,983 mg ácido gálico eq. /100 g. esto puede ser debido a lo que menciona Montero, Quilca & Villacrés, (2009) mientras más intenso resulta ser el color de la piel o Pulpa del tubérculo a color rojo o morado, estas variedades presentan mayor contenido de fenoles.

En la Tabla 12, se observa la cantidad de compuestos fenólicos en la oca congelada deshidratada (k'aya).

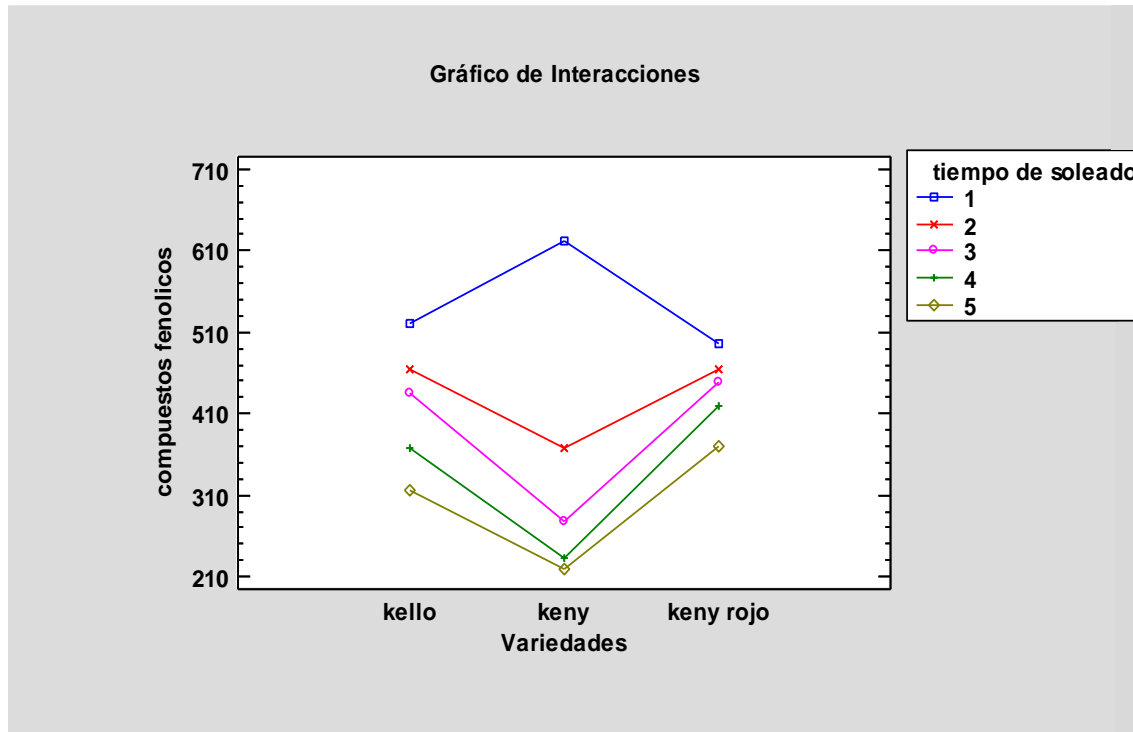
Tabla 12: Contenido de compuestos fenólicos de la oca congelada deshidratada (k'aya).

Compuestos fenólicos						
Variedad	Tratamientos	Oca congelada deshidratada (k'aya). Días	r1	r2	r3	Equivalentes ácido gálico mg/100 g de Oca
1.Oca k'eny blanco	Sin soleado	C-D	622.4501	624.76	620.14	622.5 ± 2.3
	Soleado	C-D2	365.3133	367.79	370.26	367.8 ± 2.5
	Soleado	C-D4	275.8028	278.18	280.57	278.2 ± 2.4
	Soleado	C-D6	231.8356	234.05	229.62	231.8 ± 2.2
	Soleado	C-D8	216.2518	218.66	221.07	218.7 ± 2.4
2. Oca k'eny rojo	Sin soleado	C-D	491.2925	496.07	498.45	495.3 ± 3.6
	Soleado	C-D2	465.8142	460.88	468.28	465.0 ± 3.8
	Soleado	C-D4	451.8203	447.45	449.64	449.6 ± 2.2
	Soleado	C-D6	420.0810	422.47	417.69	420.1 ± 2.4
	Soleado	C-D8	373.8550	369.29	367.01	370.1 ± 3.5
3.Oca kello	Sin soleado	C-D	518.8282	521.08	523.32	521.1 ± 2.2
	Soleado	C-D2	464.3934	466.62	462.17	464.4 ± 2.2
	Soleado	C-D4	430.3475	437.61	435.19	434.4 ± 3.7
	Soleado	C-D6	365.4039	367.80	372.58	368.6 ± 3.7
	Soleado	C-D8	313.8990	316.16	318.42	316.2 ± 2.3

Nota: C-D = Congelado- deshidratado y r: Repeticiones

Podemos observar que para cada variedad de oca congelada - deshidratada (*K'aya*) se redujo el contenido inicial de compuestos fenólicos resaltando que la oca k'eny rojo tuvo mayor pérdida en su transformación en k'aya seguida de la oca k'eny blanco y por último la variedad kello. Durante la transformación de la oca congelada deshidratada (*k'aya*) se reduce la cantidad de compuestos fenólicos, pero no desaparece. La temperatura de secado tiene un efecto negativo sobre los compuestos funcionales (Esparza, Miranda & Guzmán, 2016) razón por la cual se observa la reducción de los compuestos fenólicos.

Figura 14: Interacción compuestos fenólicos.



Los compuestos fenólicos ofrecen no sólo importantes propiedades sensoriales, siendo responsables del color, sabor y gusto en muchas plantas, sino también porque podrían desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas al estrés oxidativo nos dice Chirinos *et al.*, (2009).

Investigaciones dan a conocer que los fenoles totales tienen capacidad antioxidante el cual es un potencial beneficioso para la salud. Ya que Podrían reducir el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares y cáncer menciona García (2010).

4.2.4. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

En la tabla 13 se muestra el contenido de capacidad antioxidante de las tres variedades de ocas frescas.

Tabla 13: Cantidad de la capacidad antioxidante de la oca fresca.

VARIETADES	Días soleados.	Capacidad antioxidante			X
		r1	r2	r3	Equivalentes Trolox CI50 umol/100g de Oca
1.o ca k'eny blanco	SS	221.2087	223.7427	220.5742	221.8 ± 1.7
	S2	237.6766	239.3877	238.2474	238.4 ± 0.9
	S4	263.5945	264.7669	261.8316	263.4 ± 1.5
	S6	275.2501	271.8189	276.9577	274.7 ± 2.6
	S8	321.1920	319.1951	320.6942	320.4 ± 1.0
2.o ca k'eny rojo	SS	197.7981	191.7342	188.6898	192.7 ± 4.6
	S2	208.4565	205.7182	201.6003	205.3 ± 3.5
	S4	243.7200	239.6700	238.9900	240.8 ± 2.6
	S6	282.4499	281.8535	279.4620	281.3 ± 1.6
	S8	301.3289	298.1905	297.5608	299.0 ± 2.0
3.o ca kello	SS	258.2397	255.3314	257.6591	257.1 ± 1.5
	S2	267.7136	267.2070	266.6998	267.2 ± 0.5
	S4	315.0117	314.4789	312.3390	313.9 ± 1.4
	S6	342.6446	342.9619	343.5909	343.1 ± 0.5
	S8	379.4052	379.4052	378.0577	379.0 ± 0.8

Dato: SS= Sin solear, S= Soleado y r =Repeticiones

Los resultados reportados en la determinación de actividad antioxidante están expresados el coeficiente de inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en miligramos equivalentes trolox que están presentes en 100 g de muestra húmeda. Considerándose así los valores bajos reportados poseen mayor actividad antioxidante (Molina, 2022).

En la Tabla 13 observamos que la oca con más cantidad capacidad antioxidante es la k'eny rojo con 192, 7eq.Trolox CI50 umol/100g de oca para el día de soleado S0 seguido de la oca k'eny blanco con 220,5742 Eq.Trolox CI50 umol/100g la variedad kello tiene menor contenido de capacidad antioxidante 379,0 Eq.Trolox CI50 umol/100g. Según la investigación de Robles, (2016) obtuvo 753,30 Eq.Trolox CI50 umol/100g para la oca amarilla y la oca rojo 775,77 Eq.Trolox CI50 umol/100g. al comparar con los resultados, el obtenido es menor a lo reportado

por robles. Para el día soleado S8 el contenido de capacidad antioxidante se redujo en las tres variedades de oca. Se puede observar que la reducción se dio a medida que pasaban los días de exposición al sol. Campos *et al.* (2006) y Chirinos *et al.* (2013). La capacidad antioxidante de tubérculos andinos mostró que la oca ocupa el segundo lugar después de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) seguido de papa (*Solanum tuberosum*) y olluco.

Los compuestos fenólicos y las antocianinas son los antioxidantes más abundantes en los tubérculos, y sus niveles en los tubérculos se ven afectados por el crecimiento y las condiciones de almacenamiento posteriores a la cosecha (Reyes *et al.* 2004; Rosenthal & Jansky, 2008). El aumento de compuestos fenólicos debido a tratamientos térmicos podría deberse a la liberación de ácidos fenólicos a los constituyentes celulares, seguido de alguna polimerización y oxidación de estos contribuyentes fenólicos (Cerrón, 2012).

Tabla 14: Capacidad antioxidante de la oca congelado-deshidratado (k'aya).

variedad	Tratamientos	Congelado deshidratado (K'aya). Días	Capacidad antioxidante			X
			r1	r2	r3	Equivalentes Trolox CI50 umol/100g de Oca húmeda
1.o ca k'eny blanco	Sin soleado	C-D	255.9799	252.6261	256.3485	255.0 ± 2.1
	Soleado	C-D2	289.9060	289.8515	289.9172	289.9 ± 0.9
	Soleado	C-D4	292.7712	293.1138	291.3889	292.4 ± 0.9
	Soleado	C-D6	309.3047	309.6881	309.9299	309.6 ± 0.3
	Soleado	C-D8	315.3010	315.1252	315.1883	315.2 ± 0.1
2.o ca k'eny rojo	Sin soleado	C-D	181.3183	181.7666	184.8951	182.7 ± 1.9
	Soleado	C-D2	227.1067	224.8842	226.6633	226.2 ± 1.2
	Soleado	C-D4	259.3026	258.9077	258.1155	258.8 ± 0.6
	Soleado	C-D6	259.6722	260.7162	260.0212	260.1 ± 0.5
	Soleado	C-D8	268.0336	267.4125	267.7340	267.7 ± 0.3
3.o ca kello	Sin soleado	C-D	219.7912	218.6185	219.0100	219.1 ± 0.6
	Soleado	C-D2	240.4511	239.1393	240.8871	240.2 ± 0.9
	Soleado	C-D4	281.5866	281.9238	282.5949	282.0 ± 0.5
	Soleado	C-D6	257.9887	255.9062	257.6439	257.2 ± 1.1
	Soleado	C-D8	278.3147	278.0766	277.8368	278.1 ± 0.2

Dato: C-D = Congelado- deshidratado y r: Repeticiones.

Los resultados determinados de la actividad antioxidante esta expresado con el coeficiente de inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en miligramos equivalentes trolox que están presentes en 100 g de muestra húmeda. Donde los valores bajos obtenidos poseen mayor actividad antioxidante (Molina,2022).

En la Tabla 15 podemos observar que el contenido de capacidad antioxidante se redujo en las tres variedades cuando fue congelado - deshidratado (k'aya). La variedad k'eny blanco tiene mayor contenido con 255,0 Eq.Trolox CI50 umol/100g, la variedad k'eny rojo 182,7 Eq.Trolox CI50 umol/100g y la variedad kello 219.0 Eq.Trolox CI50 umol/100g eso en el día de soleado C-D. Para el día de soleado S8 se redujo aún más, la variedad k'eny blanco el contenido es de 315,2 Eq.Trolox CI50 umol/100g, la variedad k'eny rojo 267,7 Eq.Trolox CI50 umol/100g y la variedad kello 278,1Eq.Trolox CI50 umol/100g.

Según Chen *et al.* (2017) y Matuszewska *et al.* (2018), establecen que un valor de coeficiente de inhibición al 50% bajo indica una mayor actividad antioxidante. La actividad puede evaluarse mediante la determinación del IC 50 valores que corresponden a la concentración de muestras que son capaces de eliminar el 50% de los radicales libres presentes en la mezcla de reacción y en IC alto 50 los valores indican una baja actividad antioxidante, muestra la mayor actividad de eliminación de radicales de DPPH Chen *et al.* (2017).

Wanyo *et al.* (2017) nos da conocer que la reducción de la actividad antioxidante es debido a la lixiviación de compuestos fenólicos y disminución de la concentración del ácido ascórbico después de la cocción debido a las condiciones de temperatura, por esta razón es que se puede explicar la reducción de la actividad antioxidante en ocas congeladas –deshidratadas (k'aya), la pérdida de capacidad antioxidante también se puede relacionar con la pérdida de vitaminas por su solubilidad en agua, transferencia de masa, sensibilidad al calor y oxidación enzimática

Castañeta, Miranda & Bascopé, (2023). Nos dice que a mayor intensidad de color morado en los tubérculos tendrán mayor capacidad antioxidante pero menor concentración de carotenoides. Los antioxidantes reducen el riesgo de diversas enfermedades degenerativas (cáncer, enfermedades inflamatorias, enfermedades cardiovasculares, enfermedades del hígado) (Oldham & Bowen, 1998) La principal función de los polifenoles y antocianinas es su capacidad antioxidante, los antioxidantes cumplen un rol protector frente a los radicales libres (Ghiselli *et al.* 1998).

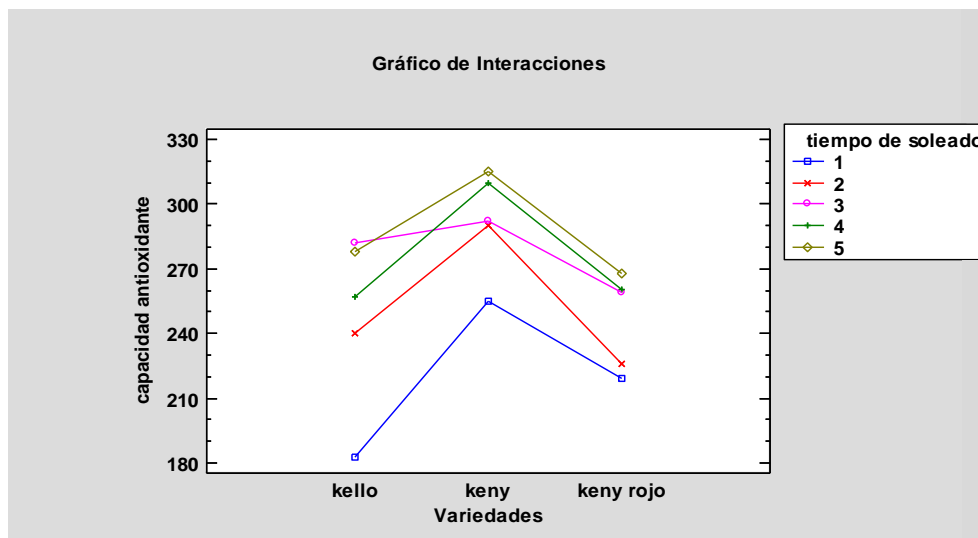


Figura 15: Interacción para la capacidad antioxidante de la k'aya.

4.2.5. FIBRA DIETARIA

En la Tabla 15 se observa el contenido de fibra dietaria de las tres variedades de oca fresca.

Tabla 15: cantidad de fibra dietaria de las ocas frescas.

VARIETADES	días soleados	% DE FIBRA DIETARIA			X %
		r1	r2	r3	
1. Oca k'eny blanco	SS	0.63	0.62	0.65	0.63 ± 0.04
	S2	0.65	0.68	0.63	0.65 ± 0.02
	S4	0.67	0.65	0.69	0.67 ± 0.02
	S6	0.68	0.69	0.66	0.68 ± 0.03
	S8	0.70	0.74	0.67	0.70 ± 0.02
2. Oca k'eny rojo	SS	0.84	0.83	0.85	0.84 ± 0.02
	S2	0.85	0.86	0.84	0.85 ± 0.05
	S4	0.88	0.89	0.86	0.88 ± 0.02
	S6	0.90	0.85	0.95	0.90 ± 0.01
	S8	0.92	0.90	0.93	0.92 ± 0.01
3. Oca kello	SS	0.55	0.53	0.58	0.55 ± 0.01
	S2	0.57	0.57	0.57	0.57 ± 0.02
	S4	0.59	0.56	0.63	0.59 ± 0.04
	S6	0.60	0.59	0.62	0.60 ± 0.00
	S8	0.62	0.61	0.63	0.62 ± 0.03

Dato: S: soleado, SS = sin soleado y r: repeticiones.

Según nuestra Tabla 15 se muestran los resultados para el día soleado S0 la variedad con mayor cantidad de fibra en oca fresca es la variedad k'eny rojo con 0,85 %, la variedad k'eny blanco es de 0,63% y la variedad kello 0,55 % pero a media que los días de exposición % incremento para el día S8 k'eny rojo con 0,92 %, la variedad k'eny blanco es de 0,70% y la variedad kello 0,62% Según lo reportado por Araujo,(2012) obtuvo valores mayores a nuestros resultados obtenidos en la siguientes variedades rojo grisáceo (3,31%), amarillo (2,84%) y para rosado(2,78%). La oca un tubérculo considerado un buen aportante de fibra y fuente importante de vitamina C, nos dice Zhu F., & Cui R. (2020).

La ingesta adecuada de fibra que previene las enfermedades coronarias es de 14 gramos de cada 1000 kcal y una ingesta creciente de 25- 30 g /día de fibra esto según el Instituto de Medicina (IOM) y según la OMS indican Asakura K, Todoriki H, Sasaki S. (2017).

En la Tabla 16 se detalla los resultados reportados de fibra dietaría de oca congelada-deshidratada (*k'aya*).

Tabla 16: Contenido de fibra dietaría de oca congelada-deshidratada (*k'aya*).

VARIETADES	Tratamientos	CONGELADO DESHIDRATADO (K'AYA)	REPETICIONES			PROMEDIO
		Días soleados	1	2	3	Ácido Oxálico mg/g Oca
1. oca k'eny blanco	Sin soleado	C-D	0.115	0.236	0.164	0.17 ± 0.06
	Soleado	C-D2	0.125	0.14	0.206	0.16 ± 0.04
	Soleado	C-D4	0.164	0.188	0.126	0.16 ± 0.03
	Soleado	C-D6	0.134	0.134	0.165	0.14 ± 0.02
	Soleado	C-D8	0.092	0.16	0.113	0.12 ± 0.03
2. oca k'eny rojo	Sin soleado	C-D0	0.342	0.36	0.379	0.36 ± 0.02
	Soleado	C-D2	0.256	0.368	0.207	0.28 ± 0.08
	Soleado	C-D4	0.302	0.32	0.231	0.28 ± 0.05
	Soleado	C-D6	0.225	0.345	0.247	0.27 ± 0.06
	Soleado	C-D8	0.301	0.289	0.198	0.26 ± 0.06

Continuación»

	Sin soleado	C-D	0.232	0.242	0.28	0.25 ± 0.03
3. oca kello	Soleado	C-D2	0.228	0.199	0.19	0.21 ± 0.02
	Soleado	C-D4	0.149	0.206	0.218	0.19 ± 0.04
	Soleado	C-D6	0.194	0.204	0.174	0.19 ± 0.02
	Soleado	C-D8	0.201	0.136	0.201	0.18 ± 0.04

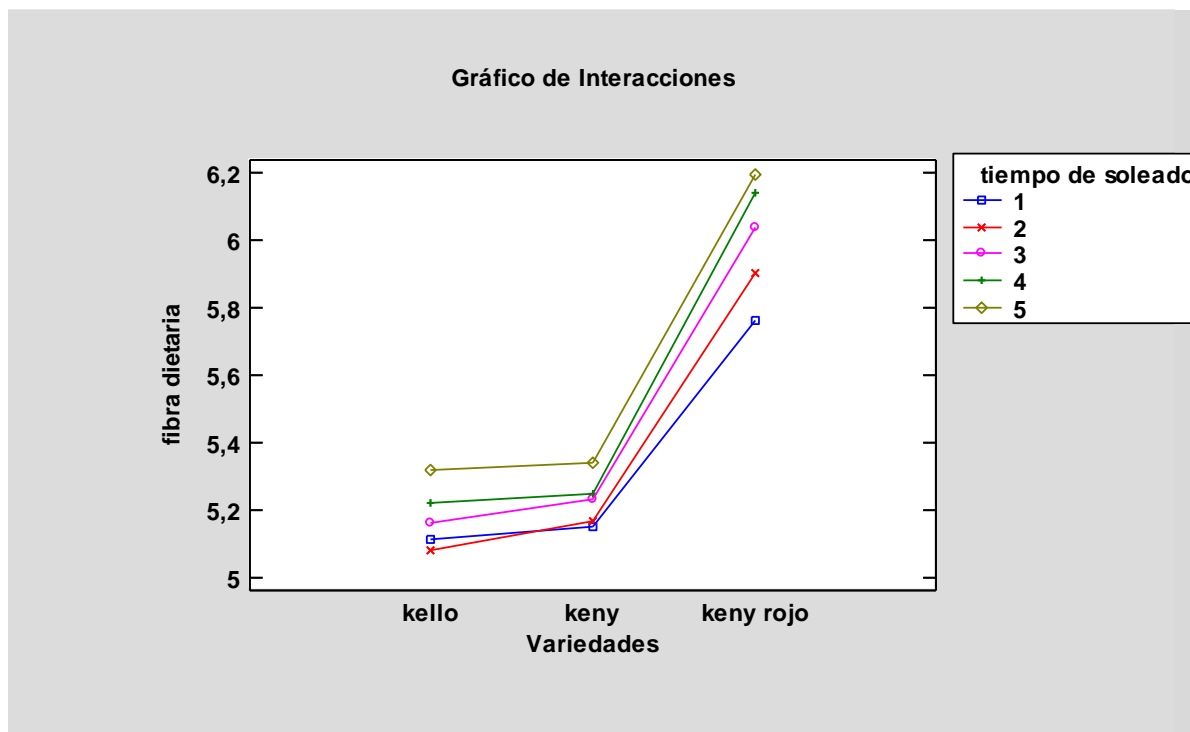
Dato: C-D = Congelado-deshidratado y r: repetición.

En la presente Tabla 16 apreciamos los resultados obtenidos del contenido de fibra dietaría de la k'aya donde podemos apreciar el incremento del contenido de fibra dietaría esto es debido a que la oca al estar en estado fresco presenta más humedad y al ser congelado – deshidratado se incrementa su contenido de materia seca. La variedad k'eny rojo es la que tiene mayor contenido de fibra con 6,19 para el día soleado S8, para la variedad k'eny blanco 5,34% y la variedad kello 5,32%. Valores similares a los reportados por Bernabé & Cacho, (2017) y Chiquilín *et al*, (2020), también afirman que el proceso de elaboración de k'aya y chullece, a partir de la oca y el olluco, respectivamente; no solo conserva, sino que incrementa su contenido de fibra dietaría.

Tucker *et al*, (2009) y Asakura, Todoriki & Sasaki. (2017). Nos dicen que investigaciones epidemiológicas sólidas han mostrado el riesgo de contraer cáncer colorrectal debido a la falta de consumo de la fibra dietaría. Asakura, Todoriki & Sasaki. (2017). Por cada 10 gramo de ingesta de fibra diaria disminuye hasta un 10% de contraer esta enfermedad, si se hace un análisis independiente según el tipo de alimento fuente de fibra, llegaríamos a decir que por cada 10 gramo de la fibra proveniente de los cereales consumidos se reduce en un 30% el riesgo y por cada 10 gramo de fibra proveniente de la fruta se reduce el en un 21%.

Las ocas endulzadas sin ningún tipo de tratamiento presentan un porcentaje del 1.0 % de fibra y las ocas maduras el 1.20 %, Según Pélate (2013). La fibra dietaría se halla en las legumbres, los cereales, las frutas, las verduras, las oleaginosas y algunos tubérculos andinos como la oca nos da a conocer Cárdenas (2021). Fibra dietética proveen beneficios para la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas como las afecciones cardiovasculares, la diabetes mellitus, el cáncer y la hipertensión arterial, entre las más estudiadas (Almeida, Aguilar & Hervert, 2014).

Figura 16: Interacciones para fibra dietaria para la oca congelada-deshidratada (k'aya).



4.2.6. ÁCIDO OXÁLICO.

Los resultados hallados de ácido oxálico de la oca fresca de variedades k'enny rojo, k'enny blanco y kello son mencionados en la Tabla 17.

Tabla 17: Contenido de ácido oxálico de la oca fresca soleada y sin solear.

VARIEDADES	Ácido Oxálico	Repeticiones			X
	Días soleados	r1	r2	r3	Acido Oxálico mg/1g Oca
1. oca k'eny blanco	SS	1.514	1.190	1.214	1.306 ± 0.15
	S2	1.333	0.992	1.071	1.132 ± 0.15
	S4	1.257	0.681	1.365	1.101 ± 0.30
	S6	1.224	1.098	0.948	1.090 ± 0.11
	S8	1.037	1.080	0.896	1.004 ± 0.08

Continuación»

2. oca k'eny rojo	SS	0.922	1.525	1.426	1.291 ± 0.26
	S2	1.058	1.180	1.481	1.240 ± 0.18
	S4	0.831	0.857	1.440	1.043 ± 0.28
	S6	0.982	0.697	1.250	0.976 ± 0.23
	S8	0.483	0.807	1.469	0.920 ± 0.41
3. oca kello	SS	1.152	1.146	1.136	1.145 ± 0.01
	S2	1.065	1.036	0.714	0.938 ± 0.16
	S4	0.735	1.088	0.716	0.846 ± 0.17
	S6	0.337	1.106	0.869	0.771 ± 0.32
	S8	0.211	1.008	0.286	0.502 ± 0.36

Dato: S =soleado, SS= sin solear y r = repetición.

El contenido de ácido oxálico varía a los diferentes días de exposición al sol en las tres variedades de oca. La oca k'eny blanco tuvo un contenido de 1.306 mg/g de oca en el día soleado S0, el día soleado S8 es de 1.004 mg/g de oca de ácido oxálico. Para la oca k'eny rojo para el día de soleado 0 fue 1,291 mg/g de Oca en el día s8 se redujo a 0,920 mg/g de Oca y la oca kello inicio con 1,145 mg/g de Oca s0 finalizo en el día S8 con 0,502. A mayor tiempo de exposición de las ocas al sol, el contenido de ácido oxálico se redujo en la oca blanca, oca roja como en la oca kello.

Pérez (2019) reportan una acidez de 0,076% en la variedad roceo violácea y Cajamarca (2010) reporta 0,135%. Valores similares al nuestro. Brito & Espin, (1999) indica que la acidez guarda relación con el grado de madurez del tubérculo y contenido de azúcares totales. Antay, (2018) en su investigación llega a concluir que a 3 horas de exposición solar se da una mayor reducción de ácido oxálico en la variedad khieni harinosa.

Castañeda (2022) indica que a 10 días de exposición solar también ocurrió un aumento en el contenido de sólidos solubles lo que provoca una disminución en los ácidos orgánicos presentes que paralelamente ocasiona un incremento en el pH y una ligera disminución de la acidez titulable e indica que los días de asoleo para ocas frescas (recién cosechadas) no debe exceder los 10 días.

En la tabla 18 se observa los resultados hallados del análisis de ácido oxálico de la oca congelada – deshidratada (*k`aya*).

Tabla 18: *Contenido de ácido oxálico de la oca congelada – deshidratada (k`aya).*

VARIETADES	Tratamientos	CONGELADO DESHIDRATADO (K'AYA)	REPETICIONES			PROMEDIO
		días	1	2	3	Ácido Oxálico mg/g Oca
1. oca k'eny blanco	Sin soleado	C-D	0.115	0.236	0.164	0.17 ± 0.06
	Soleado	C-D2	0.125	0.14	0.206	0.16 ± 0.04
	Soleado	C-D4	0.164	0.188	0.126	0.16 ± 0.03
	Soleado	C-D6	0.134	0.134	0.165	0.14 ± 0.02
	Soleado	C-D8	0.092	0.16	0.113	0.12 ± 0.03
2. oca k'eny rojo	Sin soleado	C-D0	0.342	0.36	0.379	0.36 ± 0.02
	Soleado	C-D2	0.256	0.368	0.207	0.28 ± 0.08
	Soleado	C-D4	0.302	0.32	0.231	0.28 ± 0.05
	Soleado	C-D6	0.225	0.345	0.247	0.27 ± 0.06
	Soleado	C-D8	0.301	0.289	0.198	0.26 ± 0.06
3. oca kello	Sin soleado	C-D	0.232	0.242	0.28	0.25 ± 0.03
	Soleado	C-D2	0.228	0.199	0.19	0.21 ± 0.02
	Soleado	C-D4	0.149	0.206	0.218	0.19 ± 0.04
	Soleado	C-D6	0.194	0.204	0.174	0.19 ± 0.02
	Soleado	C-D8	0.201	0.136	0.201	0.18 ± 0.04

Dato: C-D = congelado-deshidratado y r =repetición.

El contenido de ácido oxálico disminuye en la k`aya tal como apreciar en la Tabla 18 de los resultados. Esto puede ser a causa del proceso de lixiviación del oxalato en agua a si como lo afirma Nha, Nguyen & Nguyen, (2022). El uso de agua en las etapas de procesamiento induce a la lixiviación de componentes solubles en agua, incluida el oxalato soluble. La oca fresca con mayor contenido de ácido oxálico es la variedad k`eny blanco con 1.306 mg/g de Acido Oxálico soleado en el día S0. Y con menor contenido de ácido oxálico es la variedad oca kello con 0.50 mg/1g de Acido Oxálico soleado el día C-D8.

Según Escarcena (2022) el contenido de ácido oxálico de la k`aya secada 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). Nos da a entender que en la chuñificación hay pérdida de glicoalcaloides, debido a la influencia de la luz solar la cual activa el

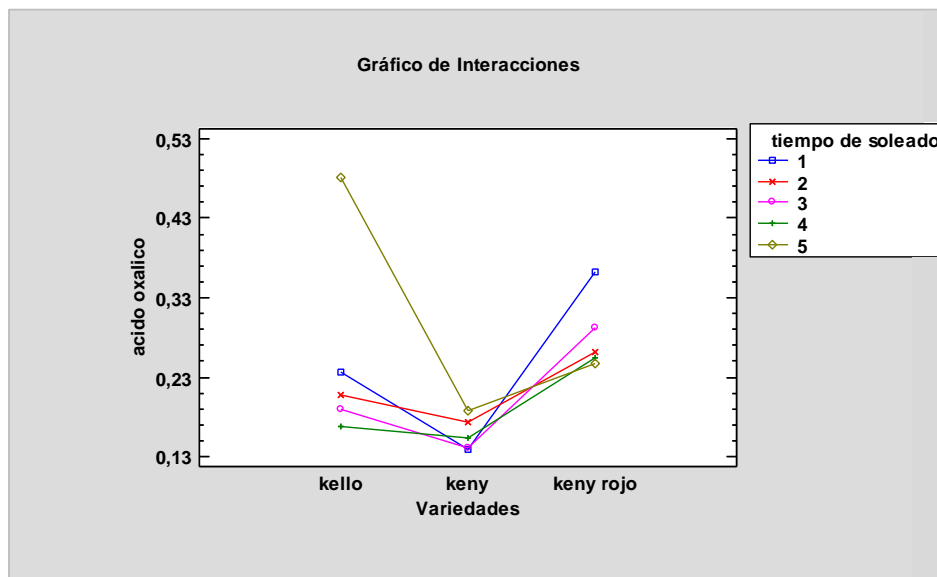
sistema enzimático he inicia el proceso de degradación del ácido oxálico produciéndose incremento de los azúcares totales.

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.

Liu, Burritt, Eyres & Oey (2018). Nos dice que la oca tiene un alto contenido de oxalatos solubles 92-221 mg/100 g en peso fresco, el oxalato se convierte en responsable del sabor amargo de la oca. El ácido oxálico y sus sales generan efectos dañinos sobre la nutrición y la salud humana, ya que el ácido oxálico puede privar la absorción de calcio y facilitar la formación de cálculos renales.

Vega (2012) Nos dice los tubérculos amargos contienen un elevado contenido de oxalato de calcio; por por esta razón se debe exponerlas al sol por varios días. El tubérculo de oca tiene un nivel moderado de oxalatos solubles que es un antinutriente.

Figura 17: Interacciones de ácido oxálico en k'aya.



4.3. RENDIMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE TRES VARIEDADES DE LA OCA (OXALIS TUBEROSA MOL.) CON Y SIN SOLEADO, CONGELADO – DESHIDRATADO A TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES.

4.3.1. Rendimiento

En la tabla 19 se observa el rendimiento obtenido de la oca congelado – deshidratado (*k'aya*).

Tabla 19: Rendimiento de las tres variedades de oca.

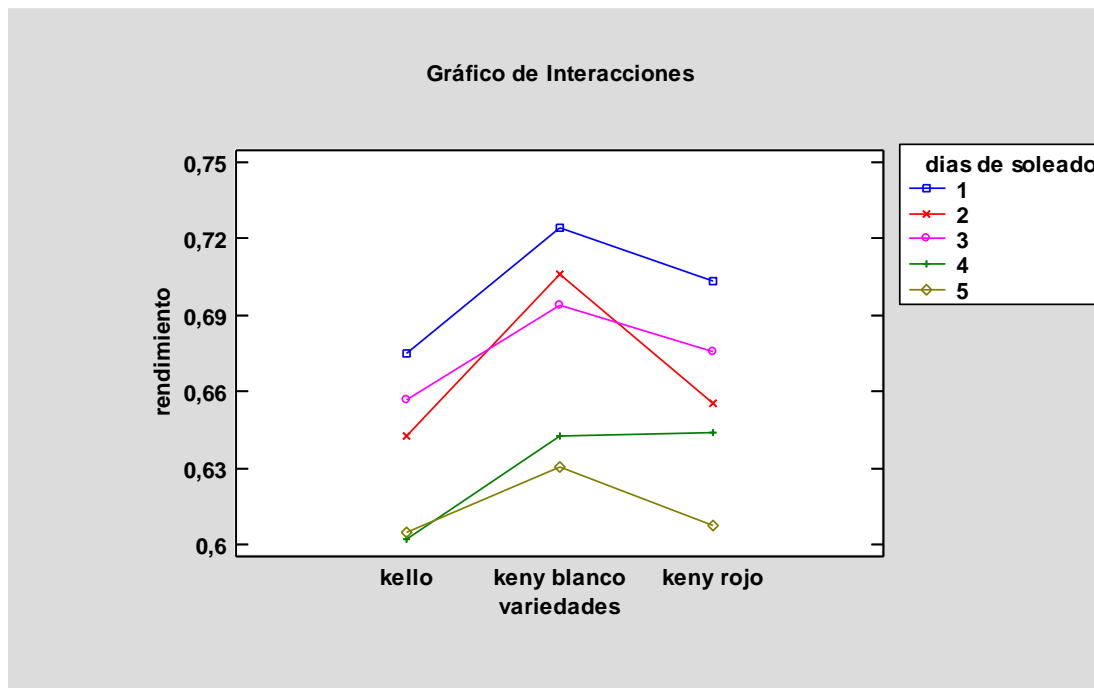
VARIETADES	Tratamientos Días	Oca fresca Peso inicial	PESO PERDIDO	Congelado deshidratado peso final (kg.)	RENDIMIENTO %
1. Oca keny blanco	SC0	4	3.28	0.72	18
	SC2	4	3.297	0.703	17.575
	SC4	4	3.302	0.698	17.45
	SC6	4	3.358	0.642	16.05
	SC8	4	3.374	0.626	15.65
Promedio		4		0.6778	16.9
2. Oca keny rojo	SC0	4	3.298	0.702	17.55
	SC2	4	3.344	0.656	16.4
	SC4	4	3.324	0.676	16.9
	SC6	4	3.358	0.642	16.05
	SC8	4	3.392	0.608	15.2
Promedio		4		0.6568	16.4
3. Oca kello	SC0	4	3.326	0.674	16.85
	SC2	4	3.358	0.642	16.05
	SC4	4	3.344	0.656	16.4
	SC6	4	3.398	0.602	15.05
	SC8	4	3.395	0.605	15.125
Promedio		4		0.6358	15.9

Dato: SC-D= Soleado congelado-deshidratado.

Según los resultados obtenidos la variedad con mayor rendimiento es la variedad k'eny blanco con 18% de redimiendo, seguido de la variedad k'eny rojo con 17,6% y la variedad kello con 16,9 %, valores similares a Bernabé & Cacho, (2017). Si calculamos en promedio para la variedad k'eny blanco es 16.9 % y para la variedad k'eny rojo 16.4% y para la variedad kello 15.9%.

Bernabé & Cacho, (2017) nos dice que se necesita 530,5 g de oca fresca para obtener 100 g de harina de oca, en nuestro caso es similar la relación, puesto que de 4 kg se obtuvo 658g de k'aya en promedio de las tres variedades de ocas.

Figura 18: Interacción para rendimiento de la oca congelado - deshidratado (k'aya).



4.3.2. Análisis Físicoquímico

En la tabla 20 se detalla el resultado del análisis físicoquímico de las tres variedades de oca k'eny blanco, oca k'eny rojo y oca kello.

Tabla 20: Análisis físicoquímico de la oca fresca sin solar.

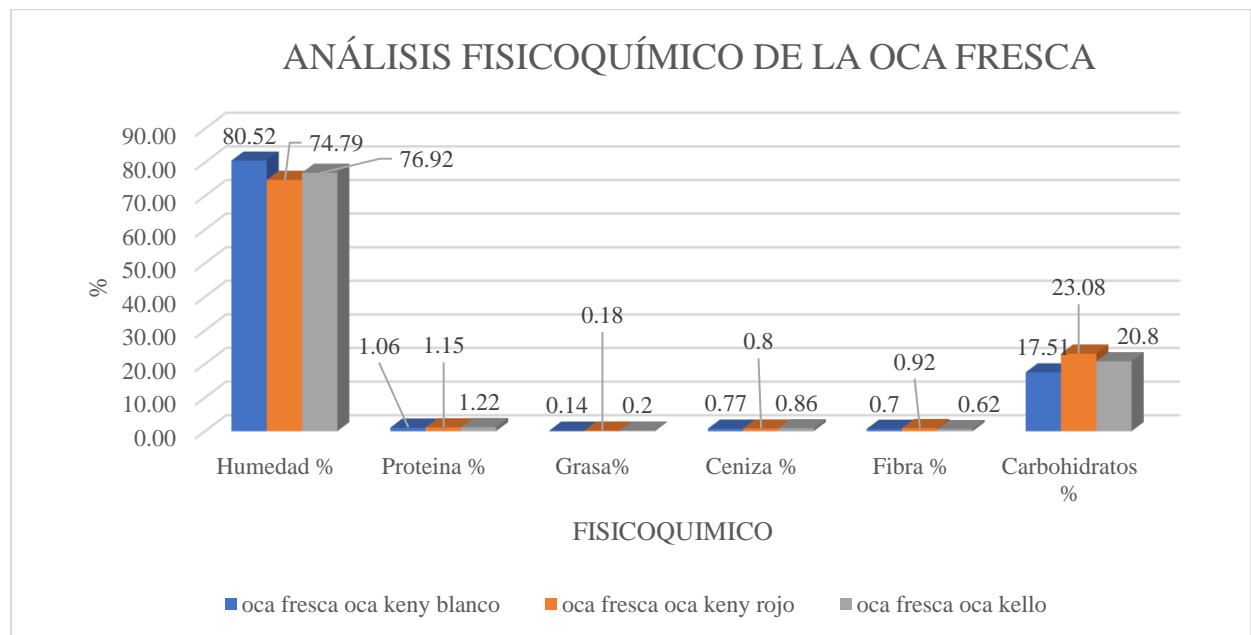
Tratamiento	%	Osca fresca		
		Oca k'eny blanco	Oca k'eny rojo	Oca kello
SS	Humedad %	80.52	74.79	76.92
	Proteína %	1.06	1.15	1.22
	Grasa %	0.14	0.18	0.2
	Ceniza %	0.77	0.8	0.86
	Fibra %	0.7	0.92	0.62
	Carbohidratos %	17.51	23.08	20.8

Dato: SS= Sin soleado.

Según Chirinos *et al.* (2009) este tubérculo es reconocida como fuente de carbohidratos 13,8 a 85,2 g/100 g de materia seca haciendo una comparación con nuestro resultado es el contenido de carbohidratos es de 17.51% de oca k`eny blanco, 23.08 % de la oca k`eny rojo y 20.8 de la oca kello. Caceres P. & Valerio M. (2021) tambien reporto valores similares al nuestro en dos variedades de oca blanca y oca amarilla frescas.

En la figura 19 se observa los resultados del analisis fisicoquimico.

Figura 19: Análisis fisicoquímico de la oca fresca.



En la figura 19 podemos detallar que la oca con mayor contenido de humedad es la oca k`eny blanco con 80% y con menor % es la oca k`eny rojo 74.79. En cuanto al % de proteínas la oca variedad kello contiene mayor % de proteínas de 1.22% y la menor es la variedad k`eny blanco con 1.06 % donde podemos observar que hay una pequeña variación de un 8% entre variedades. En cambio, del contenido de grasa y ceniza no existe mucha variación en cada variedad donde encontramos una variación es en el contenido de fibra donde la oca K`eny rojo tiene mayor contenido de 0.92 y la variedad kello es la que tiene menor cantidad de fibra con 0.62 %.

En la Tabla 22 se observa el contenido del análisis fisicoquímico de la oca congelada - deshidratada (k`aya) en tres variedades de oca K`eny rojo, k`eny blanco y kello.

Tabla 21: Análisis fisicoquímico de la Oca congelada deshidratada (k`aya).

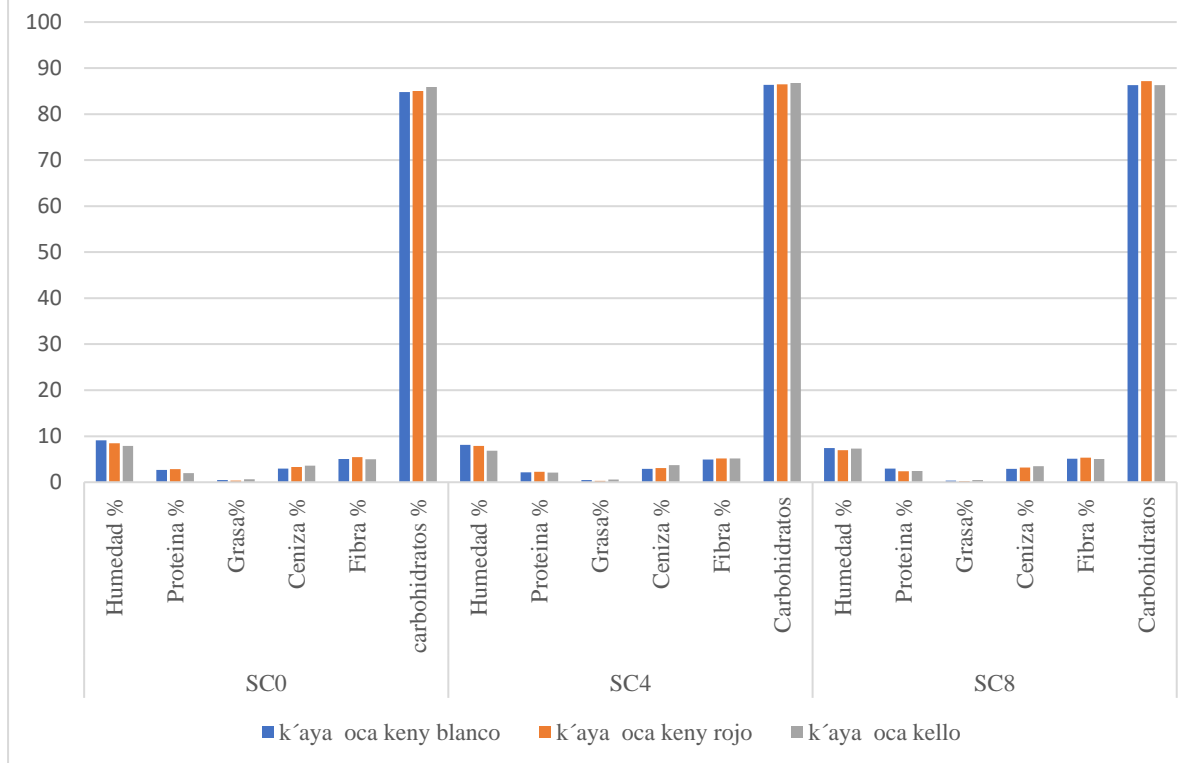
Tratamientos Días	Análisis fisicoquímico %	Oca congelada deshidratado (k`aya)		
		Oca k`eny blanco	Oca k`eny rojo	Oca kello
SS	Humedad %	9.11	8.48	7.9
	Proteína %	2.68	2.87	1.97
	Grasa%	0.48	0.33	0.66
	Ceniza %	2.95	3.3	3.61
	Fibra %	5.05	5.44	4.96
	Carbohidratos	84.78	85.02	85.86
SC-D4	Humedad %	8.13	7.88	6.85
	Proteína %	2.17	2.28	2.07
	Grasa%	0.45	0.3	0.6
	Ceniza %	2.88	3.06	3.7
	Fibra %	4.92	5.18	5.16
	Carbohidratos	86.37	86.48	86.78
SC-D8	Humedad %	7.42	6.97	7.3
	Proteína %	2.96	2.4	2.45
	Grasa%	0.38	0.24	0.47
	Ceniza %	2.92	3.2	3.5
	Fibra %	5.1	5.34	5.02
	Carbohidratos	86.32	87.19	86.28

Dato: SS =Sin solear SC-D= Soleado congelado-deshidratado.

Al realizar una comparación se reporta que la composición química proximal de la oca fresca varía al ser transformada en k`aya tal como lo reporto Chuquilin, Martinez, & Rodrigo (2020). La oca congelado- deshidratado SS tiene mejores características fisicoquímicas. Se puede observar que la humedad de la oca fresca se reduce en gran magnitud hasta un 88% durante el proceso de obtención de la k`aya y es un factor que influye en el contenido de las características fisicoquímica de la oca.

Figura 20: Análisis fisicoquímico de la Oca congelada deshidratada (k`aya).

Análisis fisicoquímico de la Oca congelada deshidratada (k`aya).



Según Bernabé & Cacho (2017) nos dan a conocer los siguientes valores: humedad 6,60%, fibra 2,49%, grasa 0,52%, ceniza 4,23%, proteínas 3,30% y carbohidratos 83,45%. Por lo que podemos decir que son valores similares al nuestro. Así mismo Ore, Aguirre & Ticsihua, (2020) al deshidratar ocas a diferentes temperaturas (60, 70 y 70 °C) pero con mejores características es la oca deshidratada a 60°C con resultados muy similares a nuestra humedad 11,32%, fibra 1,23%, grasa 5,96%, ceniza 4,39%, proteínas 3,74% y carbohidratos 75,93% y nos dice que estas variaciones son debidas al origen de la oca fresca o el tiempo de cosecha de dicho tubérculo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El soleado tiene un resultado significativo en la concentración de azúcares reductores de las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), los azúcares reductores fueron incrementando en cada variedad de oca sometida a soleado y a mayor tiempo de soleado hay mas incremento de azúcares reductores como es el caso de las ocas soleadas por 8 días, la variedad con mayor incremento es la variedad kello con 5.2 %, seguida de la variedad k`eni blanco con 3.3%. y finalmente con menor incremento es variedad k`eni rojo 1.99% y podemos decir que el contenido de azúcares reductores puede variar por varios factores como tiempo de exposición al sol, la humedad de cada oca, temperatura, variedad de oca e incluso el tamaño del tubérculo, por lo que concluimos que a mayor tiempo de exposición solar se incrementa el contenido de azúcares reductores por la degradación del almidón de la oca, degradación provocada por enzimas. La temperatura promedio durante 8 días de exposición solar fue de 24.58°C.
- El proceso de congelado y deshidratado tiene un resultado de reducción significativo en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y fibra dietaría de la oca soleado y congelado deshidratado a temperatura medioambientales promedio de 20 °C de día y por la noche -5°C. El proceso de congelado - deshidratado (*k`aya*) se reduce la capacidad antioxidante, la variedad con mayor disminución es la variedad k`eny blanco soleado por ocho días (315.2 eq. Trolox Cl 50 µmol/100 g de oca) y la variedad k`eny rojo es con mayor contenido de capacidad antioxidante (182.7 eq. Trolox Cl 50 µmol/100 g de oca); compuestos fenólicos se redujo a 218,7 mg/100 g en variedad k`eny blanco y la variedad que más se conserva es la variedad k`eny rojo; pero no se eliminan durante el proceso de congelado deshidratado. La oca congelada – deshidratada (*k`aya*), por esta

razón, aun puede ser una fuente importante de compuestos bioactivos en la dieta alimentaria revalorando este método ancestral de transformación y conservación de la oca; la vitamina C es la única que durante el proceso de congelado deshidratado no se detectó esto debido a que la vitamina C es hidrosoluble y la fibra dietaría individualmente muestra un ligero incremento a 6,19% en la variedad k'eny rojo debido a la deshidratación de la oca, la cual es favorable su consumo.

- El rendimiento de las tres variedades de oca durante el proceso de soleado y congelado – deshidratado a temperaturas medioambientales se reduce un 88 % significativamente en comparación a la oca fresca. Ya que la oca es un tubérculo con 80% de humedad la cual se reduce durante el proceso de congelado - deshidratado (*k'aya*) a 7.78% de humedad y se demanda de 6 kg de oca fresca para obtener 1 kg de oca congelado deshidratado (*k`aya*), el resultado obtenido nos da a conocer que la variedad k'eny blanco tiene mayor rendimiento con 16.9% (0.678 g de oca congelada-deshidratada) y la variedad kello con menor rendimiento de 15.9 % (0.636g de oca congelada-deshidratada). la oca con mejores características fisicoquímicas es la que no fue sometida a soleado en las tres variedades y de las tres variedades con mejores características es la oca variedad k'eny rojo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Compara el proceso de obtención de la k'aya a temperaturas medio ambientales con la obtención de k'aya con temperaturas controladas.
- Evaluar los componentes bioactivos que se pierden durante el proceso de apisonado de las ocas soleadas después de ser congeladas.
- Realizar investigaciones que ayuden a estandarizar el proceso de elaboración de K'aya para la normalización de los parámetros de calidad del producto final, la comercialización y la obtención de certificaciones como el certificado de origen de K'aya.
- Se debe investigar como congelar adecuadamente los tubérculos sin depender de las épocas de helada, así garantizar su producción de la k`aya.
- Se debería aplicar nuevas tecnologías para la obtención de oca congelado deshidratado y compara el comportamiento de los compuestos bioactivos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1984). Association of Official Analytical Chemist, Official Methods of. Washinton. Obtenido de Official Methods of.
- Agroperú. (19 de Febrero de 2021). *Obtenido de Agroperú informa:* <https://www.agroperu.pe/noticias/inacal-aprobo-norma-tecnica-para-el-procesamiento-artesanal-de-la-tunta-o-chuno-blanco/>
- Allca Huarcaya (2021). Evaluación del Color, Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante en Oca (*Oxalis Tuberosa* Mol), en Condiciones de Fresco, Soleado y Cocción de Las Variedades Uma Huaculla y Yana Oqa. Andahuaylas – Apurímac – Perú: Tesis de grado, Universidad Nacional José María Arguedas.
- Almeida, Aguilar & Hervert. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 73-76. consultado el 01 de julio de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079807522014000100011&lng=es&tlng=es.
- Antay (2018), Influencia del stress y la Temperatura de Almacenamiento en la Variación del Ácido Oxalico, Azúcares Reductores y Perdida de Peso en tres Variedades de Oca (*Oxális tuberosa* Mol). (tesis de pregrado) Perú.
- Asakura, Todoriki & Sasaki. (2017), Relationship between nutrition knowledge and dietary intake among primary school children in Japan: Combined effect of children's and their *guardians knowledge*. *J Epidemiol*.
- Arai (1996). Studies on functional foods in Japan. *State of the art. Biosci. Biotech. Biochem.* 60: 9-15.
- Araujo (2012). Estudio fitoquímico y nutricional de tres variedades de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) del distrito de Manta, provincia y departamento de huancavelica. tesis de pregrado. *Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo*.
- Areche, Huayhua & Huaman, (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina Effect of time and temperature on the dehydration of oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) *Through fluidized bed for the obt.* 4(2000), 200–210.
- Apaza (2018). Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamusa. *Universidad Peruana Union*, 95. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/503>
- Badui S. (2006). *Química de los Alimentos*. Mexico: Pearson cuarta edición

- Banco Central De Reserva Del Perú, (2023). *Agrícola - Mercado Interno - Oca*
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05078AA/html/2005/2023/>.
- Barreiro & Sandoval. (2006) Operaciones de Conservación de Alimentos por bajas Temperaturas. Equinoccio, Caracas.
- Barrio, Albiter & Zanella, (2015). La fotosíntesis artificial, una alternativa para la producción de combustibles. *Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 8(15), 6-21. Epub 05 de junio de 2021.<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2015.15.53813>
- Bernabé & Cancho. (2017). Características Físicoquímicas, Fitoquímicas Y Funcional de la Harina de Khaya y Oca (*Oxalis tuberosa*) para uso Industrial. Huancayo - Perú: Tesis de grado de la Universidad nacional del Centro Perú.
- Brito & Espin (1999) Variabilidad en la composición química de raíces y tubérculos andinos del Ecuador. rubiños ediciones Lima- Peru.
- Caceres P. & Valerio M. (2021) “Secado Solar y de Bandejas en el Contenido De Azúcares Reductores y de Ácido Oxálico de oca (*Oxalis Tuberosa*)”. Tesis de grado Universidad Nacional De la Santa. Nuevo Chimbote – Perú.
- Cadima X. (2006). Tubérculos Botánicos Económica de los Andes Centrales. La Paz:: Universidad Mayor de San Andrés.
- Caiza C., (2010). Elaboración y valoración nutricional de tres variedad de tres productos alternativos a base de oca (*Oxalis tuberosa*) para escolares del proyecto runa Kawsay. *Tesis de grado para la optencion de titulo profesional de Bioquimico farmaceutico*.
- Cajamarca R., (2010). “Evaluación Nutricional de la Oca (*Oxalis tuberosa*) Fresca, Endulzada y Deshidratada en Secador de Bandejas”. Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia.
- Campos D., Chirinos R., Galvez Ranilla L. & Pedreschi, G. (2017). *Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds and Tubers*. *Advances in Food and Nutrition Research*, 287-343. Doi: [10.1016/bs.afnr.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005).
- Cardena J., (2021). Conocimientos acerca de la fibra dietaria y su ingesta en los estudiantes de una universidad pública de Lima. Tesis de grado *Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú*.
- Castillo B., (2017). Efecto de Fritado en la Obtención de Chips de Oca (*Oxalis tuberosa Mol*). tesis de grado Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Cedeño (2017). Efecto de los diferentes procesos de secado en los bioactivos de murtila (*ugni molinae turcz*) y su bioaccesibilidad.
- Cerrón Mallqui, L. M. (2012). Evaluación del efecto del tipo de cocción en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en papa nativa cuchipelo. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Huancayo. Recuperado el 10 de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1228/CERRON%20MALQUI%20LUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavarrias, M. (2010). Liofilización para una mejor conservación. Obtenido de https://www.quiveter.com/ftp_public/A2190210.pdf
- Chen, Lan, Wu, Ou, Chen T. & Wu, (2017). The antioxidant activity and nitric oxide production of extracts obtained from the leaves of *Chenopodium quinoa Willd.* *BioMedicine* (France), 7(4), 24-28. <https://doi.org/10.1051/bmcdn/2017070424>
- 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>
- Chuquilin, Martinez, & Rodrigo (2020). *Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas): Una revisión.* 2(3), 363–387. <https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>
- Cubero, Monterrer & Villalta. (2002). *Aditivos Alimentarios.* España: Mundi Prensa Libros.
- Dirección de Estadística Agraria e Informática Puno (DEAI'P), (2022). *Region Puno: Serie Historica De Ejecución Y Perspectivas De La Información Agrícola.* <https://www.agropuno.gob.pe/estadistica-agraria-informatica/agricola/>
- Espinoza, Vaca, Abad y Crissman. (1997). Raíces y tubérculos andinos cultivos marginados en el Ecuador: situación actual y limitaciones para la producción. Recuperado de: <https://books.google.co.ve/books?id=MaSgBAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
- Esparza-Martínez F. J., Miranda-López R.& Guzmán-Maldonado S. H. (2016), Efecto De La Temperatura Sobre Los Compuestos Fenólicos Y La Capacidad Antioxidante En El Residuo De La Producción De Jugo De Mandarina (*Citrus reticulata* Satsuma). México <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/9/146.pdf>.
- Fairlie T., Morales M. & Holle M.. (1999). *Raíces y Tubérculos Andinos.* Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/RTA59120.pdf>. Centro Internacional de la Papa.Lima - Peru.

- Fernandez C. & Baptista P. (2014). Metodología de la investigación. McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. sexta edición. México.
- Flores H., Walker T., Guimarães, R. L., Bais, H. P., & Vivanco, J. (2003). *Andean root and tuber crops: Underground rainbows*. Horticultural Science, 38, 161–167
- Fu, L.; Xu, B.; Xu, X.; Gan, R.; Zhang; Xia, E. & Li, H. 2011. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. Food Chemistry 129 345–350.
- García, M. & Zago K. (2010) *Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción*. Mérida.
- Genebank. Copyright Banco de genes. Recuperado de <https://cipotato.org/genebankcip/process/Oca/>
- Ghiselli, A., Baldi, A., & Scaccini, C. (1998). Antioxidant Activity of Different Phenolic Fractions Separated from an Italian Red Wine. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(2), 361-367. <https://doi.org/10.1021/jf970486b>
- Gomez R. (2020). *Efecto del Tiempo de Almacenamiento Poscosecha Sobre los Compuestos Funcionales de Mashua (Tropaeolum tuberosum) Variedad de Yana Añu*. Puno: tesis de grado Universidad Nacional del Altiplano.
- Grossi, O. Ohaco & Michelis A.. (s.f.). *Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo pleurotus ostreatus*. recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_determinacin_de_fibra.pdf Intan Ediciones.
- Grover, C., Castañeda, M., & Peñarrieta, R. (2022). Cambios Físicoquímicos por Exposición a la Radiación Solar en Tubérculos de *Oxalis Tuberosa*, “Oca” Cultivados En Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 44-55.
- Castañeta G., Miranda D. & Bascopé M., (2023). Characterization of carotenoids, proximal analysis, phenolic compounds, anthocyanidins and antioxidant capacity of an underutilized tuber (*Tropaeolum tuberosum*) from Bolivia, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3414715/v1>]
- Gualterio, Bartholomai, Enzo, & Gonzales. (2000). *Caracterización de Compuestos Nutritivos, no Nutritivos y Calidad Proteica*. Buenos Aires : Eudeba.
- Henriquez E. (2019). Efecto de la Temperatura de Secado Convectivo Sobre la Capacidad Antioxidante y Vitamina C en Harina de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol). (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú.
- Hernández A. (2010). Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. *Medica Panamericana S.A.*

- Hernández & López (2024). La alimentación como medicina: explorando los alimentos funcionales. *Con Evidencia*, (2), 38–41. <https://doi.org/10.32870/ce.vi2.34>
- Huancco J. & Mamani P. (2017) Evaluación de las Propiedades Fisicoquímicas de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) (tesis de pregrado) Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú.
- I.N.E.I. (2015). *Compendio estadístico 2015*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- I.N.I.A. (17 de octubre de 2004). *INIA 407 K'eny Rojo*. Obtenido de https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/oca/INIA_407.pdf
- Internacional Potato Center. (s.f.). CIP. Recuperado el 20 de Setiembre de 2020, de <https://cipotato.org/roots-and-tubers/>
- Juli & Arias, (2011). Antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos clones de papa nativa del género (*solanum*) de pulpa azul y roja. Tesis de pregrado, Universidad nacional de *San Antonio Abad del Cusco*, Cusco.
- Keleman, Cadima, Gonzales & Humphries, (2016). Indigenous Food Systems and Climate Change: Impacts of Climatic Shifts on the Production and Processing of Native and Traditional Crops in the Bolivian Andes. *Frontiers in Public Health*, 4(March), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00020>
- Lee, S., Prosky, L., & De Vries, J. (1992). Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods; enzymatic-gravimetric method. *Journal of AOAC international*, 395-416.
- Leifert, W. & Abeywardena, M. 2008. Cardioprotective actions of grape polyphenols. *Nutrition Research*, 28(11), 729-737.
- León M., & Villacorta G. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), "arracacha" (*Arracacia xanthorrhiza*) y „tarwi“ (*Lupinus mutabilis*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*.239-252. Recuperado de: <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495372520.pdf>.
- Lan Shi, Susan Arntfield & Michael Nickerson, (2018). Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses, *Food Research International*, 107, Pages 660-668 <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.056>.
- Liu, Burritt, Eyres & Oey, (2018). El procesamiento con campos eléctricos pulsados reduce el contenido de oxalato de los tubérculos de oca (*Oxalis tuberosa*) al tiempo que retiene los granos de almidón y la integridad estructural general de los tubérculos. *Química de los alimentos*, 245, 890–898. doi:10.1016/j.foodchem.2017.11.085
- Mejia, Salcedo , Vargas , Serna, & Torres (2018) Capacidad Antioxidante y Antimicrobiana de tuberculos Andinos. doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>

- Manrique, Arbizu, Vivanco, Gonzales, Ramírez, Chávez, Tay & Ellis, (2014). Catálogo de la colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Centro internacional de la papa. Recuperado de: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/006159.pdf>.
- Marcano D. & Hasegawa M. (2002). *Fitoquímica Orgánica*. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/omp/index.php/editorialucv/catalog/view/18/10/56-1>.
- Matuszewska, Jaszek, Stefaniuk, & Ciszewski, (2018). Actividades anticancerígenas, antioxidantes y antibacterianas de subfracciones bioactivas de bajo peso molecular aisladas de cultivos de hongos que degradan la madera Cerrena unicolor.
- MINSA. (2009). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima, Perú: *Instituto Nacional de Salud*.
- Mejia, Salcedo, Vargas, Serna, & Torres, (2018) Capacidad Antioxidante y Antimicrobiana de tuberculos Andinos. doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>
- Miranda I. (2011) Vitamina C. *Revisión en Nutrición Clínica*. Recuperado de: https://www.iidenut.org/pdf_revista_tec_libre/Renut%2015/RENUT%202011%20TE_15_782-787.pdf.
- Miranda, V.E. (2013). *estudio de la oca y propuesta gastronomica*. Universidad Internacional del Ecuador.
- Mixcan Martínez, C. D. (2015). Evaluación de fenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante en diez clones mejorados de papa nativa (*Solanum tuberosum* sp.) de la región Cusco. Tesis pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Monar V. (2014). Determinación de la Composición química y capacidad Antioxidante de dos Variedades de Oca (*Oxalis tuberosa*): *Bola Kamusa* y *Lluch'u Oqa*. tesis de pregrado *Universidad Tecnológica Equinoccial*. Quito.
- Montero, C., Quilca N. y Villacrés E. (2009) *Caracterización física, nutricional y funcional de papas nativas (Solanum tuberosum ssp.) para orientar sus usos en Ecuador*. Quito, pp. 52-54.
- Morales, Gonzales & Jimenez. (2002) Tendencias en la Producción de Alimentos: Alimentos Funcionales, *revissalud pública y nutrición*. Vol 3
- Nha K. Huynh, Duyen H.M. Nguyen, Ha V.H. Nguyen, (2022). *Effects of processing on oxalate contents in plant foods: A review*, Journal of Food Composition and Analysis, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104685>.

- Nieto G. (2004). Cuantificación de la erosión genética de melloco (*Ullucus tuberosos*), Oca (*Oxalis tuerosa*) y masuha (*Tropaeolum tuberosum*) en localidades de las provincias de Chimborazo y Tungurahua.
- Niki E. (2010). Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. Review. Free Radical Biology and Medicine, 49(4), 503-515.
- Nina Gutiérrez, A. P., & Murillo García, R. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de tres Ecotipos de oca (*Oxalis tuberosa*) y revalorización de las prácticas alimenticias ancestrales de la comunidad Huatapampa del municipio de Tito Yupanqui: Ayrton Paul Nina Gutiérrez, Rafael Murillo García. *Apthapi*, 4(3), 1324–1333.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, N. O. (30 de diciembre de 2010). Obtenido de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf
- Muñoz, (2023). Bebida funcional del extracto del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y zumo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer y evaluación fisicoquímica. tesis de grado *Universidad Nacional de Huancavelica*, Peru.
- Ocampo, R., Betancur, L. A., Ríos, L. A., & Ocampo, D. M. (2008). Curso práctico de química orgánica. *Enfocado a biología y alimentos*. Universidad de Caldas.
- Oldham, K. M., & Bowen, P. E. (1998). Oxidative Stress in Critical Care: Is Antioxidant Supplementation Beneficial? *Journal of the American Dietetic Association*, 98(9), 1001-1008. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(98\)00230-2](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(98)00230-2)
- Ore, F., Aguirre, L. L., & Ticsihua, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, 4(12), 200–210. <https://doi.org/10.33996/REVISTAALFA.V4I12.84>.
- Palate, A. (2013). Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración. (Tesis de pregrado). Ecuador- Ambato.
- Palou A. & Serra, (2000). Perspectivas europeas sobre alimentos funcionales. *Alimentación, Nutrición y Salud*. 7 (3): 76-90
- Perez E. (2019). Efecto de la Temperatura y Tiempos de Secado Convectivo Sobre la Capacidad Antioxidante y Vitamina C en Harina de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Tesis pregrado *Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo Perú.
- Perez A., & Serrato E. (2019). Evaluación del efecto de dos métodos de deshidratación sobre las características de un snack de tubérculos andinos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus* y *T. tuberosum*) y análisis de su vida útil. Tesis de grado, Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería, Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/273

- Pérez Jimenez, J. (2017). Efecto de fibra Antioxidante de Uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos. Tesis doctoral, *Universidad Autónoma de Madrid, Metabolismo y Nutrición*, Madrid.
- Prieto-Simon, B.; Cortina, M.; Campas, M. & Calas-Blanchard, C. (2008). Electrochemical biosensors as a tool for antioxidant capacity assessment. Review. *Sensors and Actuators B*, 129, 459-466.
- PROINPA, (2003). Producción de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*): *Avances en la investigación del manejo agronomico*. PBRTA. Proyecto PAPA ANDINA. Cochabamba, Bolivia. 50 p.
- Reyes P. y Montalvo R., (2021). Evaluación de la potencia y el tiempo de ultrasonido para la extracción de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*). tesis de grado Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú.
- Roberfroid (2000). Concepts and strategy of functional food science: *the European perspective*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6):1669S-1664S0 <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1660S>
- Robles C. (2016) “*Efecto Del Tiempo y Temperatura de Pasteurización en el Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante En Zumo de Oca (Oxalis Tuberosa Mol)*” tesis de grado Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Rojano, Zapata & Cortes (2012). Estabilidad de antocianinas y valores de capacidad de absorbancia de radicales oxígenos (ORAC) de extractos acuosos de corozo (*Bactris guineensis*). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(3), 244-255. Recuperado en 27 de julio de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000300005&lng=es&tlng=es.
- Rojas N., R. (2012). *Evaluacion de fenolicos totales y capacidad antioxidante en la pulpa concentrada de arzanora*.
- Ross, AB, Savage, GP, Martin, RJ & Vanhanen, L. (1999). Oxalatos en oca (*ñame de Nueva Zelanda*) (*Oxalis tuberosaMol.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12), 5019–5022. doi:10.1021/jf990332r
- Ross, J. A., & Kasum, C. M. (2002). *Dietary flavanoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety*. *Annual Review in Nutrition*, 22, 19–34.
- Samamé, P. (2018). *Evaluación de la aceptabilidad del pan elaborado con harina de Oca (Oxalístuberosa)*. (Tesis de grado) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque-Perú.

- Segura R., (2004). "Evaluación química y digestibilidad in vitro de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol) y sus procesados tradicionales". *tesis para optar el grado de magister*.
- SUNAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, (2022), *Pronóstico del tiempo para JULIACA (Puno)*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=21&localidad=0020>
- Silveira Rodríguez M., Monereo Megías S. & Molina Baena B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos?. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 317-331. consultado el 11 de septiembre de 2024, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003&lng=es&tlng=es.
- Soriano J. (2011). *Nutrición Básica Humana*. Valencia 428
- Soto, L. (2000). Selección y optimización de un método de secado para incrementar la concentración de azúcares en la oca (*Oxalis tuberosa*). Riobamba, Ecuador: Escuela Politécnica de Chimborazo.
- Starke-Reed, (2003). *Antioxidantes: nutrición del instituto nacional de estudios sobre el envejecimiento*. Maryland, Estados Unidos.
- Suzanne S. (2009). *Análisis de los Alimentos*. España: Acribia S.A.
- Taipe, M. (2022) Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento. (tesis de grado) Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica -Peru.
- Tapia, M. (1990). *Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación*.
- Tapia M. (2000) *Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación*. Santiago - Chile.
- Tsao, R., & Deng, Z. (2004). *Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals*. *Journal of Chromatography B*, 812, 85–99.
- Tememoche C. (2003). *Evaluación de algunas características funcionales de 30 clones de mashua*. UNALM. Lima -Perú
- Tevez M. (2017). *Caracterización de Snack de Oca (Oxalis tuberosa Mol.) con incorporación de Queso y Oregano*. (tesis de pregrado) Universidad Nacional del Altiplano Puno - Perú.
- Tingting, Burritt, Graham & Indrawati (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*, Vol. 245, Pages 890-898, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.085>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617319040>)

- Tucker, Thomas. (2009) Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *The Journal of Nutrition*. Mar [cited 2024 Jul 23]; 139 (3):576–581. 44 Available from: <https://doi.org/10.3945/jn.108.096685>
- Valencia, M., Pérez, W. & Ramos, F. (1989). Estrategia para impulsar la producción y el procesamiento rural de los cultivos nativos andinos. Lima –Perú.
- Valle & Rodriguez (2011). Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* v. *Dominator*) Revista Eciperu ISSN: 1813 - 0194 Volumen 8, número 1, Pag. 48, enero 2011.
- Vega M., (2012). “*Desarrollo de Productos Panificables con inclusión de la Harina de Oca*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chiborazo.
- Villacres E., Brito B., Barrera V., Caicedo C., Cordova, Espin S., Espinosa, Estrella J., Heredia G., Merino F., Monteros A., Munoz L., Nieto M., Tapia C. & Valverde F. (2004). *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito- Ecuador.
- Wanyo, Siriamornpun & Meeso (2017). Improvement of quality and antioxidant properties of dried mulberry leaves with combined far-infrared radiation and air convection in Thai tea process. *Food and Bioprocess Processing*, 89(1), 22- 30. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.03.005>
- Weather Spark. (2023). Weather Spark: *Datos históricos meteorológicos en el invierno de 2022 en Juliaca Perú*. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/h/s/26601/2022/3/Datos-hist%C3%B3ricos-meteorol%C3%B3gicos-del-invierno-2022-en-Juliaca-Per%C3%BA#Figures-Temperature>.
- Yenque J., Santos E., Salas J., Feliciano O. & Lavado A. (2007). Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*Oxalis tuberosa*), para el procesamiento de harinas en la Quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash. *Industrial Data*. vol.10. 7-8. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81610102.pdf>
- Zhu, F., & Cui, R. (2020). International Journal of Biological Macromolecules Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>

ANEXOS

Anexo 1: fotografías durante la recepción y selección.



a. Variedades de ocas (*Oxalis tuberosa* Mol) kello, k`eny blanco y k`eny rojo.



b. Selección de ocas.



c. Pesado de la oca

Anexo 2: fotografías, etapa de lavado, desinfección y soleado de las ocas.



a. Lavado y desinfección de la oca.

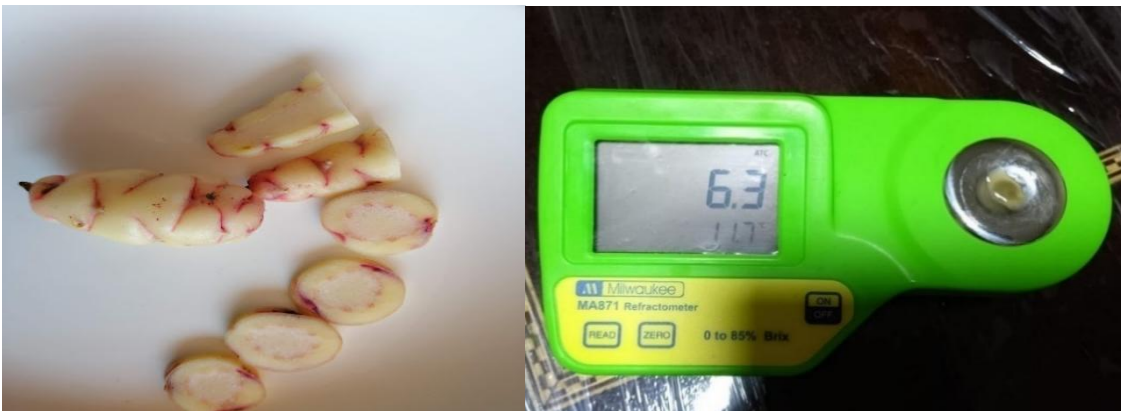


b. Exposición de las ocas al sol (soleado).

Anexo 3: Fotografías de la evaluación de los ° brix de las tres variedades de oca.



a. Medición de los °BRIX oca k'eny rojo.



b. Medición de los °BRIX oca k'enny blanco.

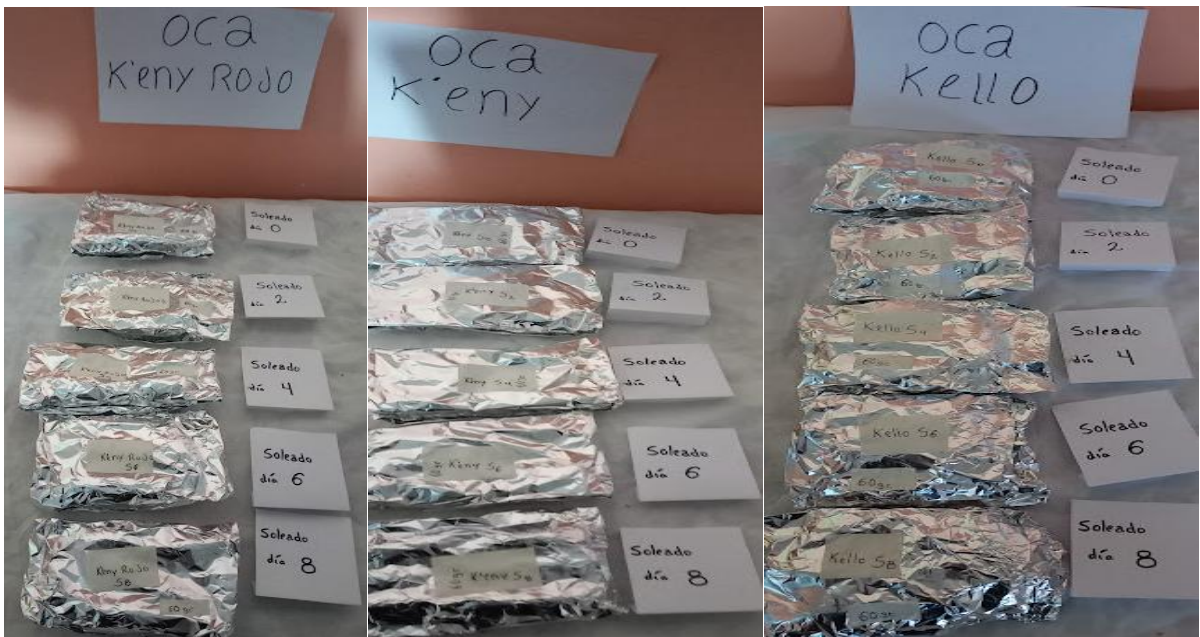


c. Medición de los °BRIX oca kello.

Anexo 4: Fotografías del control de temperatura y reparación de las muestras para ser llevadas al laboratorio.



a. Medición de temperatura de las tres variedades de oca.



b. Muestras frescas enviadas a laboratorio.

Anexo 5: Fotografías de la exposición ha congelado por tres noches de las tres variedades de ocas



a. Exposición al medio ambiente de las ocas soleadas para su congelación.



b. Toma de temperatura por la noche durante su congelación



c. Proceso de congelado noche 1 a la noche 3.

Anexo 6: Fotografías del proceso de apisonado de la oca.



a. Ocas congeladas listas para ser apisonadas.



b. Apisonado de las oca congelas.

Anexo 7 : Fotografías de la etapa de secado de la oca congelada.



a. Secado de ocas.



b. Secado de las tres variedades de ocas congeladas al medio ambiente

Anexo 8: Fotografías de la etapa de secado de las ocas congeladas (khaya), pesado y almacenado



a. Oca congelada – deshidratado (k`aya) secas de las tres variedades.



b. Muestras de khaya para enviar a laboratorios.



c. Almacenado.

Anexo 9: Fotografías de la etapa de molienda y preparación de muestras en laboratorio



a. Molienda de la khaya y tamizaje de la harina de oca congelada – deshidratada (*k`aya*)



b. Muestra de oca para el laboratorio.

Anexo 10: Fotografías de la preparación de muestras para el análisis de ocas frescas.

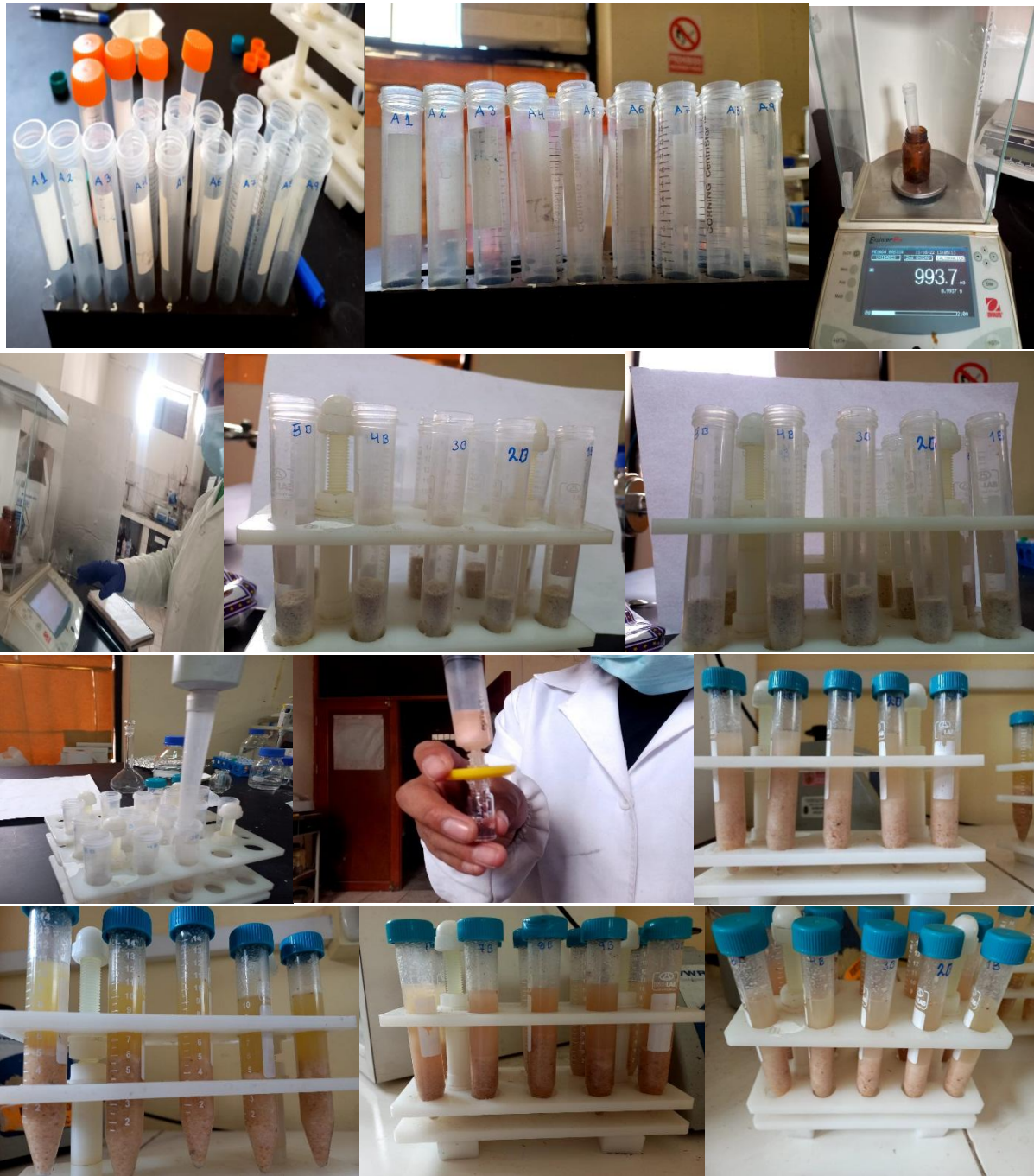


Anexo 11: Fotografías de la preparación de muestras de ocas frescas para su análisis de las tres variedades.



a. Muestras de oca fresca para el análisis.

Anexo 12: Fotografías de la preparación de muestras para el análisis de ocas congelado-deshidratado (*k'aya*).



b. Preparación de muestras de ocas congeladas– deshidratadas de las tres variedades.

Anexo 13: Formato de registro de datos durante la ejecución.

Registro de TEMPERATURAS durante el día							
VARIEDADES	HORA:	Oca fresca temperatura inicial	DIA 2 Fecha:	DIA 4 Fecha:	DIA 6 Fecha:	DIA 8 Fecha:	°brix
oca kenya blanco	08:00						
	10:00						
	12:00						
	14:00						
	16:00						
promedio							
oca kenya rojo	08:00						
	10:00						
	12:00						
	14:00						
	16:00						
promedio							
oca kello	08:00						
	10:00						
	12:00						
	14:00						
	16:00						
PROMEDIO							

Anexo 14 : Disminución de pesos por día de soleado

Registro de los pesos por día de soleado.

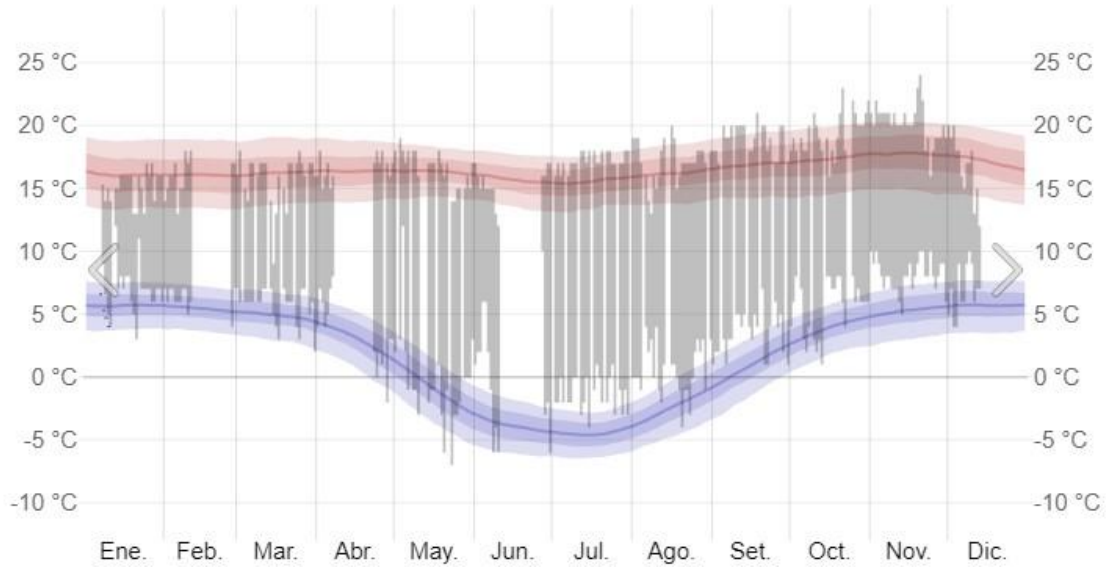
VARIETADES	días soleados	Registro de pesos						
		Oca fresca peso inicial	día 2 peso kg	día 4 peso kg	día 6 peso kg	día 8 peso kg	peso final soleado	peso perdido en el soleado
oca k'eny blanco	S0	4000	4	4	4	3.998	3.998	2
	S2	4000	3.853	3.853	3.853	3.853	3.853	147
	S4	4000	3.846	3.750	3.750	3.750	3.750	250
	S6	4000	3.832	3.739	3.605	3.605	3.605	395
	S8	4000	3.821	3.732	3.576	3.491	3.491	509
oca k'eny rojo	S0	4000	4	4	4	3.990	3.990	10
	S2	4000	3.852	3.952	3.952	3.952	3.852	148
	S4	4000	3.814	3.728	3.728	3.728	3.728	272
	S6	4000	3.831	3.735	3.560	3.560	3.560	440
	S8	4000	3.810	3.695	3.524	3.493	3.493	507
oca kello	S0	4000	4	4	4	3.993	3.993	7
	S2	4000	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	385
	S4	4000	3.714	3.587	3.587	3.587	3.587	413
	S6	4000	3.830	3.746	3.697	3.697	3.697	303
	S8	4000	3.780	3.635	3.530	3.399	3.399	601

Anexo 15: Registro de temperatura durante los días de soleado.

Registro de las temperaturas tomadas por día.

Variedades	HORA:	Oca fresca temperatur a inicial	registro de TEMPERATURAS durante el día			
			DIA 2 Fecha: 27/06/22	DIA 4 Fecha: 29/06/22	DIA 6 Fecha: 01/07/22	DIA 8 Fecha: 03/07/22
oca k'eny blanco	8:00	11.4	14.2	13.8	13.6	14.0
	10:00		23.3	24.3	23.0	25.7
	12:00		29.9	24.8	30.7	29.1
	14:00		20.0	27.4	26.3	28.6
	16:00		18.1	22.2	21.9	23.5
promedio		11.4	21.1	22.5	23.1	24.18
oca k'eny rojo	8:00		13.8	13.9	14.0	13.6
	10:00		22.3	27.6	22.0	27.5
	12:00		23.3	26.9	30.6	29.8
	14:00		19.1	30.1	28.4	29.4
	16:00		18.8	18.4	23.1	25.0
promedio		11.4	19.46	23.38	23.62	25.06
oca kello	8:00		16.2	15.2	14.8	13.9
	10:00		20.4	22.5	22.8	25.8
	12:00		24.3	25.8	28.2	30.0
	14:00		19.7	29.3	27.9	28.8
	16:00		18.3	19.6	20.0	24.0
Promedio		11.4	19.78	22.48	22.74	24.5

Anexo 16: Intervalo de temperaturas JULIACA 2022

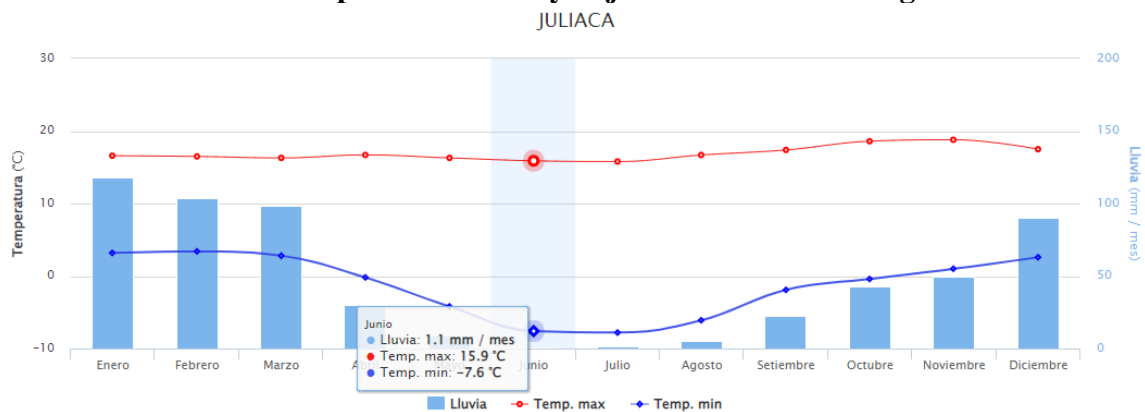


Intervalos de temperaturas del distrito de JULIACA.

FUENTE: WEATHE RPARRK., (2023)

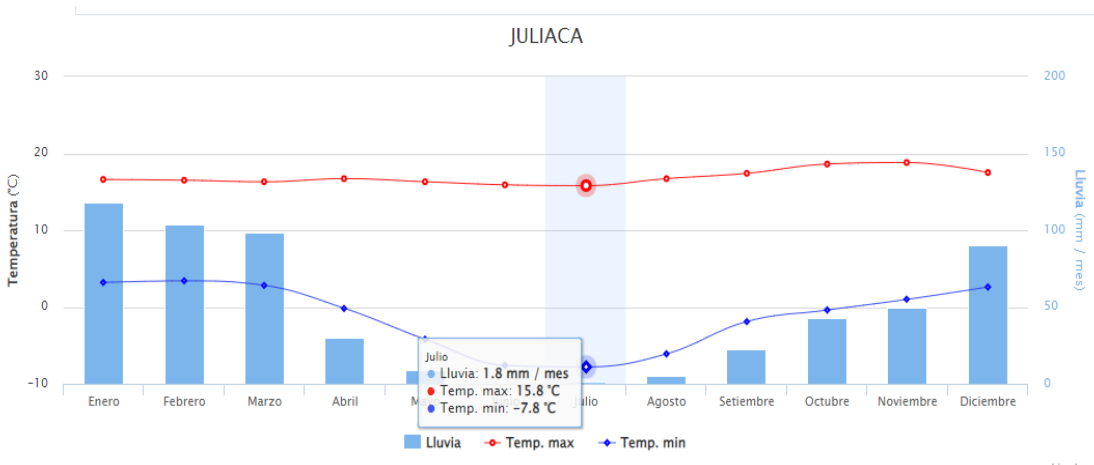
En la figura observamos que las temperaturas reportadas están con barras grises mientras que las temperaturas las máximas están marcadas con rojas y las mínimas están marcadas con azules de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90 información mostradas en *WEATHE RPARRK, 2023*.

Anexo 17. Meses con Temperaturas altas y bajas en Juliaca 2020 según senamhi 2023



Temperaturas altas y bajas del distrito de Juliaca del mes de junio 2023.

FUENTE: SENAMHI (2022).



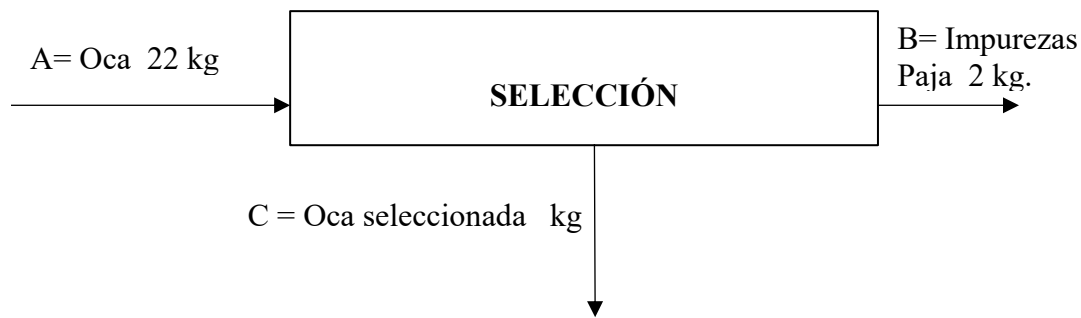
Temperaturas altas y bajas del distrito de Juliaca del mes de julio 2023.

FUENTE: SENAMHI (2022).

Para JULIACA, el mes con temperatura más alta fue el mes de noviembre (18.8°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (-7.8°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de enero 118 mm/mes (SENAMHI, 2022). En las figuras se observa la temperatura de los meses de junio y julio del 2022.

Anexo 18. Balance de materia de las tres variedades de oca.

Selección:

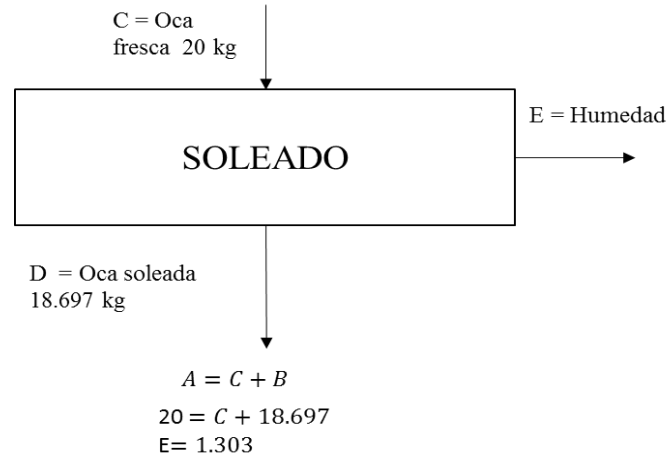


$$A = C + B$$

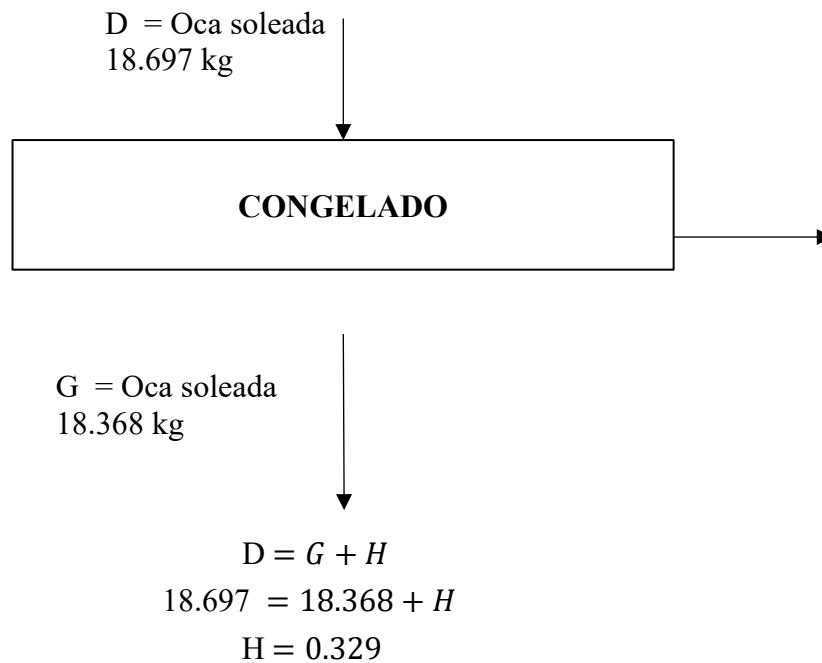
$$22 = C + 2$$

$$C = 20 \text{ KG}$$

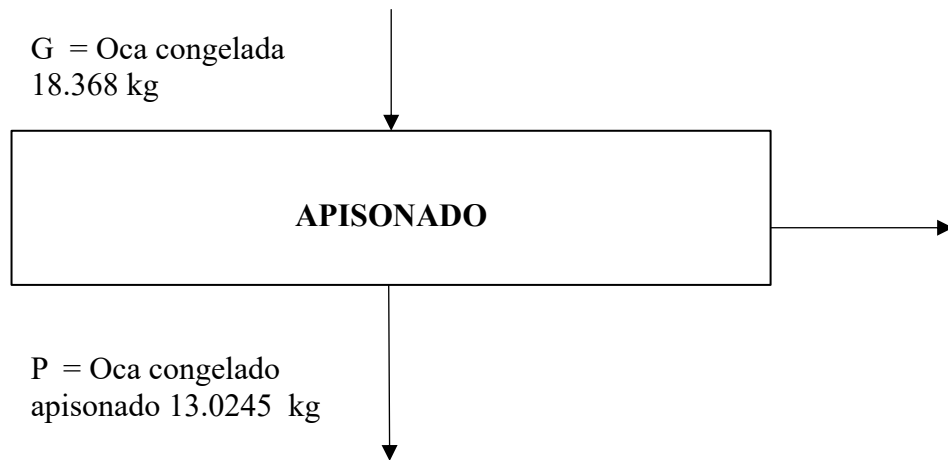
Soleado:



Congelado:

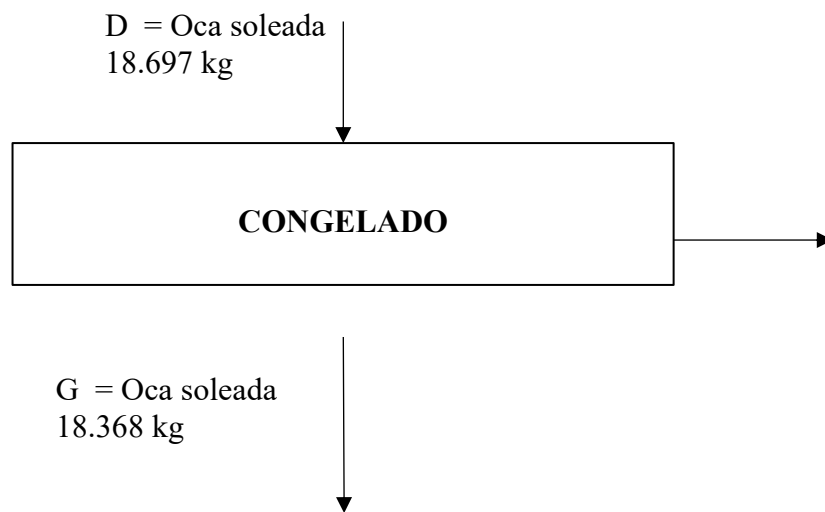


Apisonado:



$$G = P + M$$
$$18.363 = 13.245 + M$$
$$M = 5.123$$

Secado:



$$D = G + H$$
$$18.697 = 18.368 + H$$
$$H = 0.329$$

Anexo 19: Balance de materia de la oca variedad k'eny blanco.

	OPERACIÓN	ENTRADA Kg,	salida %	salida Kg.	continua Kg.	rendimiento de la operación%
oca k'eny blanco	Recepción	22	100	22	22	100
	Selección	22	9.1	2	20	90.909
	Soleado Día 0	20	0.009	0.002	19.998	90.900
	Soleado Día 2	19.998	0.7	0.147	19.851	90.232
	Soleado Día 4	19.851	1.1	0.25	19.601	89.095
	Soleado Día 6	19.601	1.8	0.395	19.206	87.300
	Soleado Día 8	19.206	2.3	0.509	18.697	84.986
	Congelado	18.697	1.5	0.329	18.368	83.491
	Apisonado	18.368	23.3	5.123	13.245	60.205
	Secado	13.245	44.8	9.848	3.397	15.441
	Empacado	3.397	15.4	3.397	3.397	15.441

Anexo 20: Balance de materia de la oca variedad k'eny rojo.

	OPERACIÓN	ENTRADA Kg,	salida %	salida Kg.	continua Kg.	rendimiento de la operación%
oca keny rojo	RECEPCION	23	100	23	23	100
	Selección	23	13.6	3	20	90.909
	Soleado Día 0	20	0.045	0.01	19.99	90.864
	Soleado Día 2	19.99	0.7	0.148	19.842	90.191
	Soleado Día 4	19.842	1.2	0.272	19.57	88.955
	Soleado Día 6	19.57	2.0	0.44	19.13	86.955
	Soleado Día 8	19.13	2.3	0.507	18.623	84.650
	Congelado	18.623	1.6	0.359	18.264	83.018
	Apisonado	18.264	23.7	5.223	13.041	59.277
	Secado	13.041	44.4	9.757	3.284	14.927
	Empacado	3.284	14.9	3.284	3.284	14.927

Anexo 21: Balance de materia de la oca variedad kello.

	Operación	ENTRADA Kg,	salida %	salida Kg.	continua Kg.	rendimiento de la operación%
	Recepción	24	100	24	24	100
	Selección	24	18.2	4	20	90.9
	Soleado Día 0	20	0.045	0.01	19.99	90.9
	Soleado Día 2	19.99	0.7	0.148	19.842	90.2
oca kello	Soleado Día 4	19.842	1.2	0.272	19.57	89.0
	Soleado Día 6	19.57	2.0	0.44	19.13	87.0
	Soleado Día 8	19.13	2.3	0.507	18.623	84.7
	Congelado	18.623	1.6	0.359	18.264	83.0
	Apisonado	18.264	28.3	6.223	12.041	54.7
	Secado	12.041	40.3	8.862	3.179	14.5
	Empacado	3.179	14.5	3.179	3.179	14.5

Anexo 22: Análisis de Varianza para azúcares reductores de ocas frescas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	22.1541	2	11.077	540.29	0.0000
B: días de soleado	35.3065	4	8.82664	430.52	0.0000
INTERACCIONES					
AB	8.98422	8	1.12303	54.78	0.0000
RESIDUOS	0.615067	30	0.0205022		
TOTAL (CORREGIDO)	67.0599	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Anexo 23: Análisis de Varianza para compuestos fenólicos de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades	77866.4	2	38933.2	4862.91	0.0000
B: tiempo de soleado	322620.0	4	80655.1	10074.14	0.0000
INTERACCIONES					
AB	114179.0	8	14272.4	1782.68	0.0000
RESIDUOS	240.184	30	8.00615		
TOTAL (CORREGIDO)	514906.0	44			

Anexo 24: Análisis de Varianza para capacidad antioxidante de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades	20467.1	2	10233.5	11103.61	0.0000
B: tiempo de soleado	27111.7	4	6777.92	7354.19	0.0000
INTERACCIONES					
AB	4834.12	8	604.265	655.64	0.0000
RESIDUOS	27.6492	30	0.92164		
TOTAL (CORREGIDO)	52440.5	44			

Anexo 25: Análisis de Varianza para fibra dietaria de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.

Tabla 22: Análisis de Varianza para fibra dietaria de la oca congelado deshidratado (k'aya).

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades	6.45515	2	3.22758	2631.18	0.0000
B: tiempo de soleado	0.456369	4	0.114092	93.01	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0991378	8	0.0123922	10.10	0.0000
RESIDUOS	0.0368	30	0.00122667		
TOTAL (CORREGIDO)	7.04746	44			

Anexo 26: Análisis de Varianza para rendimiento de la oca congelado deshidratado (k'aya) - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	0.0140004	2	0.0070002	278.28	0.0000
B: días de soleado	0.0446973	4	0.0111743	444.21	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0030536	8	0.0003817	15.17	0.0000
RESIDUOS	0.000754667	30	0.0000251556		
TOTAL (CORREGIDO)	0.062506	44			

Anexo 27: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para azúcares reductores (k'aya).

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	45	2.26467			
variedades					
kello	15	3.20267	0.0369705	3.12716	3.27817
K'eny blanco	15	2.076	0.0369705	2.0005	2.1515
K'eny rojo	15	1.51533	0.0369705	1.43983	1.59084
días de soleado					
1	9	1.06222	0.0477287	0.964747	1.1597
2	9	1.61889	0.0477287	1.52141	1.71636
3	9	2.16222	0.0477287	2.06475	2.2597
4	9	2.96889	0.0477287	2.87141	3.06636
5	9	3.51111	0.0477287	3.41364	3.60859
variedades por días de soleado					
kello;1	3	1.53667	0.0826685	1.36783	1.7055
kello;2	3	1.98333	0.0826685	1.8145	2.15217
kello;3	3	2.82333	0.0826685	2.6545	2.99217
kello;4	3	4.44333	0.0826685	4.2745	4.61217
kello;5	3	5.22667	0.0826685	5.05783	5.3955
K'eny blanco;1	3	0.713333	0.0826685	0.544501	0.882165
K'eny blanco;2	3	1.57333	0.0826685	1.4045	1.74217
K'eny blanco;3	3	2.06333	0.0826685	1.8945	2.23217
K'eny blanco;4	3	2.71667	0.0826685	2.54783	2.8855
K'eny blanco;5	3	3.31333	0.0826685	3.1445	3.48217
K'eny rojo;1	3	0.936667	0.0826685	0.767835	1.1055
K'eny rojo;2	3	1.3	0.0826685	1.13117	1.46883
K'eny rojo;3	3	1.6	0.0826685	1.43117	1.76883
K'eny rojo;4	3	1.74667	0.0826685	1.57783	1.9155
K'eny rojo;5	3	1.99333	0.0826685	1.8245	2.16217

Esta tabla muestra la media del azúcar reductor en ocas para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo.

Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

Anexo 28: Pruebas de Múltiple Rangos para azúcar reductores por variedades de la oca congelada - deshidratada (k'aya).

Método: 95,0 porcentaje LSD

variedades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
K'eny rojo	15	1.51533	0.0369705	X
K'eny blanco	15	2.076	0.0369705	X
kello	15	3.20267	0.0369705	X

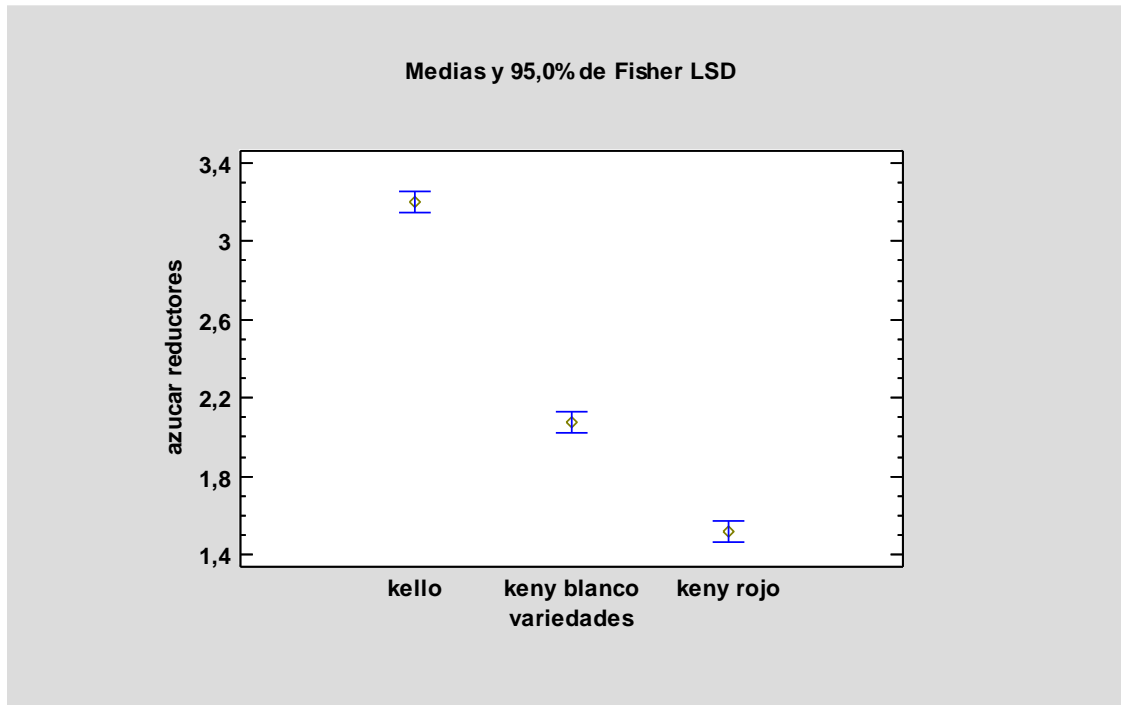
Contraste	Sig	Diferencia	+/- Límites
	.		
kello – k'eny blanco	*	1.12667	0.106779
kello – k'eny rojo	*	1.68733	0.106779
K'eny blanco – k'eny rojo	*	0.560667	0.106779

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla muestra la comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El * que se encuentra al lado de los 3 pares, indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Anexo 29: Medias y 95,0% de Fisher LSD



Anexo 30: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ácido oxálico.

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>
MEDIA GLOBAL	45	0,233178		
Variedades				
kello	15	0,257	0,0332139	0,189168
keny	15	0,159067	0,0332139	0,0912346
keny rojo	15	0,283467	0,0332139	0,215635
tiempo de soleado				
1	9	0,246556	0,042879	0,158985
2	9	0,214	0,042879	0,126429
3	9	0,208111	0,042879	0,12054
4	9	0,191556	0,042879	0,103985
5	9	0,305667	0,042879	0,218096
Variedades por tiempo de soleado				
kello;1	3	0,237	0,0742686	0,0853229
kello;2	3	0,208	0,0742686	0,0563229
kello;3	3	0,190333	0,0742686	0,0386562
kello;4	3	0,168	0,0742686	0,0163229
kello;5	3	0,481667	0,0742686	0,32999
keny;1	3	0,139667	0,0742686	-0,0120104
keny;2	3	0,173	0,0742686	0,0213229

<< continuación >>

keny;3	3	0,141333	0,0742686	-0,0103438
keny;4	3	0,153	0,0742686	0,00132291
keny;5	3	0,188333	0,0742686	0,0366562
keny rojo;1	3	0,363	0,0742686	0,211323
keny rojo;2	3	0,261	0,0742686	0,109323
keny rojo;3	3	0,292667	0,0742686	0,14099
keny rojo;4	3	0,253667	0,0742686	0,10199
keny rojo;5	3	0,247	0,0742686	0,0953229

	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	
Variedades	
Kello	0,324832
Keny	0,226899
keny rojo	0,351299
tiempo de soleado	
1	0,334126
2	0,301571
3	0,295682
4	0,279126
5	0,393237
Variedades por tiempo de soleado	
kello;1	0,388677
kello;2	0,359677
kello;3	0,34201
kello;4	0,319677
kello;5	0,633344
keny;1	0,291344
keny;2	0,324677
keny;3	0,29301
keny;4	0,304677
keny;5	0,34001
keny rojo;1	0,514677
keny rojo;2	0,412677
keny rojo;3	0,444344
keny rojo;4	0,405344
keny rojo;5	0,398677

Esta tabla detalla la media de ácido oxálico para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0%

para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionando Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

Anexo 31: Pruebas de Múltiple Rangos para ácido oxálico por Variedades

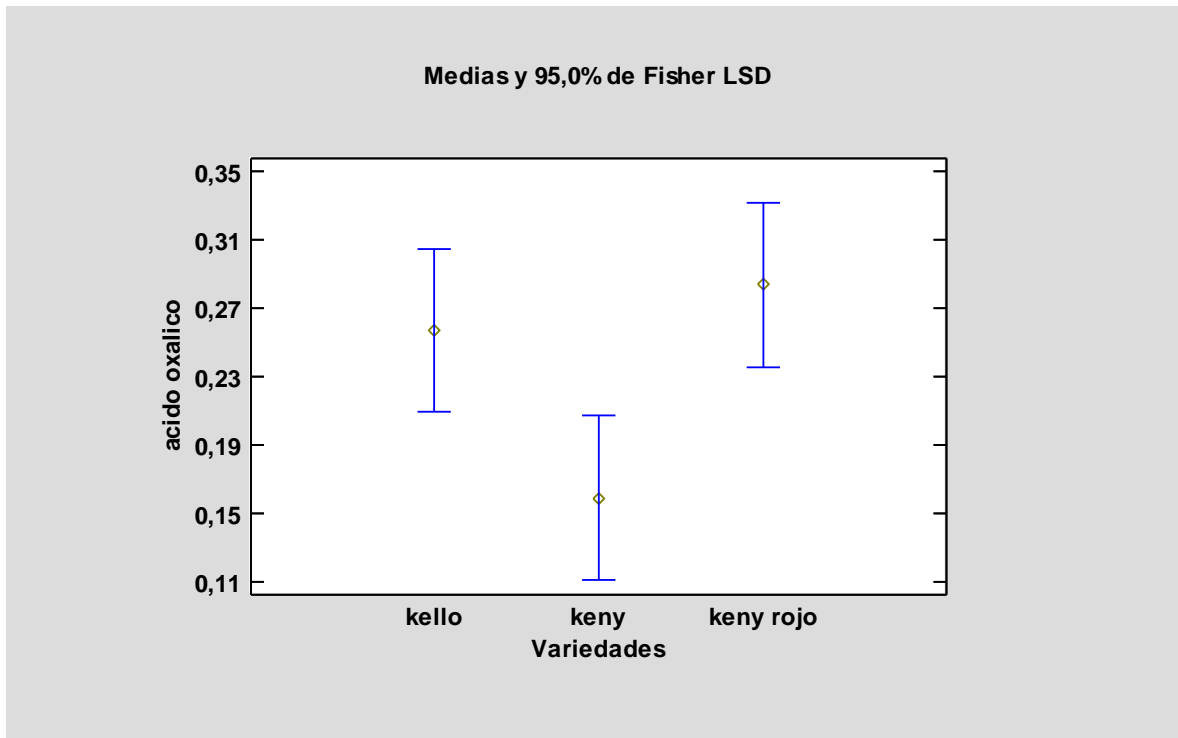
Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Keny	15	0,159067	0,0332139	X
Kello	15	0,257	0,0332139	X
keny rojo	15	0,283467	0,0332139	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
kello – kenya	*	0,0979333	0,095929
kello - kenya rojo		-0,0264667	0,095929
kenya - kenya rojo	*	-0,1244	0,095929

* indica una diferencia significativa.

Anexo 32: Gráfico de media s y 95,0% de Fisher LSD del ácido oxálico de la oca congelada - deshidratada (k'aya).



Anexo 33: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para compuestos fenólicos (*k'aya*).

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	45	401,57			
Variedades					
kello	15	420,921	0,730577	419,429	422,414
keny	15	343,784	0,730577	342,292	345,276
keny rojo	15	440,006	0,730577	438,514	441,498
tiempo de soleado					
1	9	546,266	0,943171	544,339	548,192
2	9	432,391	0,943171	430,465	434,317
3	9	387,401	0,943171	385,475	389,327
4	9	340,17	0,943171	338,244	342,096
5	9	301,624	0,943171	299,698	303,55
Variedades por tiempo de soleado					
kello;1	3	521,076	1,63362	517,74	524,412
kello;2	3	464,394	1,63362	461,058	467,731
kello;3	3	434,382	1,63362	431,046	437,719
kello;4	3	368,595	1,63362	365,258	371,931
kello;5	3	316,16	1,63362	312,823	319,496
keny;1	3	622,45	1,63362	619,114	625,786
keny;2	3	367,788	1,63362	364,451	371,124
keny;3	3	278,184	1,63362	274,848	281,521
keny;4	3	231,835	1,63362	228,499	235,172
keny;5	3	218,661	1,63362	215,324	221,997
keny rojo;1	3	495,271	1,63362	491,935	498,607
keny rojo;2	3	464,991	1,63362	461,655	468,328
keny rojo;3	3	449,637	1,63362	446,3	452,973
keny rojo;4	3	420,08	1,63362	416,744	423,417
keny rojo;5	3	370,052	1,63362	366,715	373,388

la media de compuestos fenólicos para cada uno de los niveles de los factores se observa.

También da a conocer los errores estándar de la media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada media.

Anexo 34: Pruebas de Múltiple Rangos para compuestos fenólicos por Variedades de la oca congelada - deshidratada (*k'aya*).

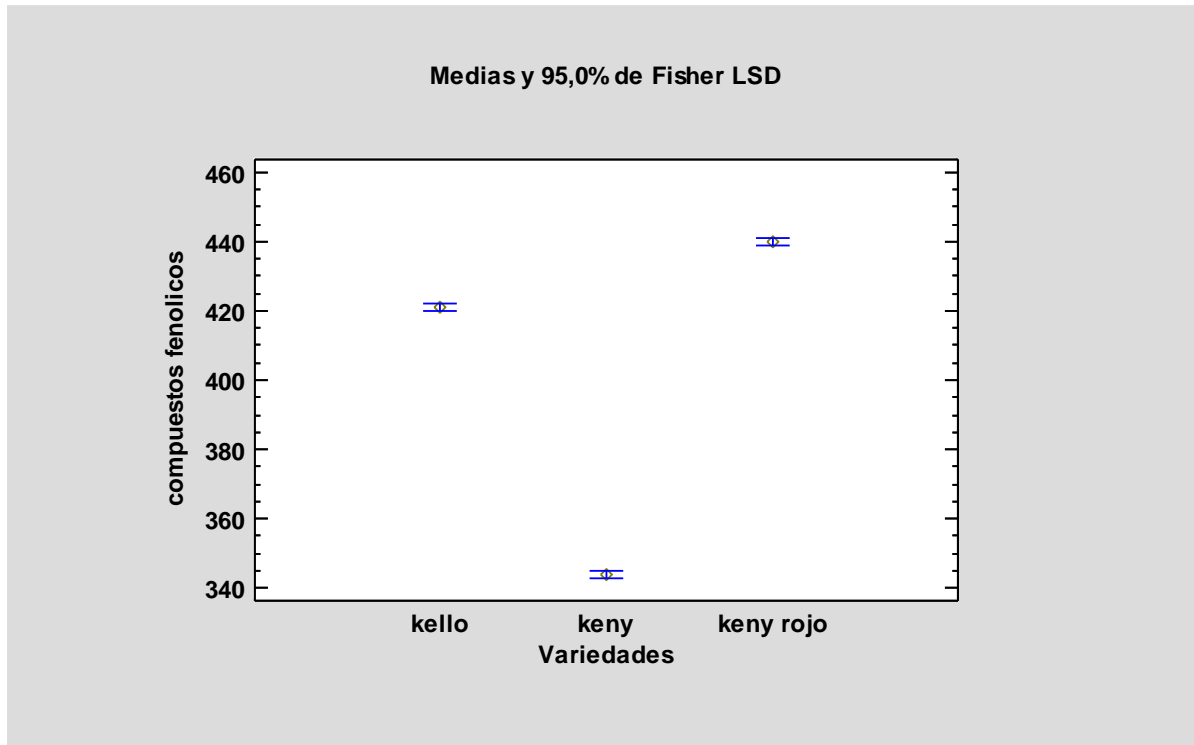
Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Keny	15	343,784	0,730577	X
Kello	15	420,921	0,730577	X
keny rojo	15	440,006	0,730577	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
kello – kenya	*	77,1379	2,11006
kello - kenya rojo	*	-19,0847	2,11006
kenya - kenya rojo	*	-96,2226	2,11006

* indica una diferencia significativa.

Anexo 35: Gráfico de medias y 95,0% de Fisher LSD para compuestos fenólicos en k'aya.



Anexo 36: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para capacidad antioxidante con intervalos de confianza del 95,0% de la oca congelada - deshidratada (k'aya).

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	45	262,284			
Variedades					

Kello	15	248,022	0,247876	247,516	248,528
Keny	15	292,429	0,247876	291,923	292,936
keny rojo	15	246,399	0,247876	245,893	246,906
tiempo de soleado					
1	9	218,928	0,320007	218,275	219,582
2	9	252,09	0,320007	251,436	252,743
3	9	277,745	0,320007	277,091	278,399
4	9	275,652	0,320007	274,999	276,306
5	9	287,003	0,320007	286,349	287,656
Variedades por tiempo de soleado					
kello;1	3	182,66	0,554268	181,528	183,792
kello;2	3	240,159	0,554268	239,027	241,291
kello;3	3	282,035	0,554268	280,903	283,167
kello;4	3	257,18	0,554268	256,048	258,312
kello;5	3	278,076	0,554268	276,944	279,208
keny;1	3	254,985	0,554268	253,853	256,117
keny;2	3	289,892	0,554268	288,76	291,024
keny;3	3	292,425	0,554268	291,293	293,557
keny;4	3	309,641	0,554268	308,509	310,773
keny;5	3	315,205	0,554268	314,073	316,337
keny rojo;1	3	219,14	0,554268	218,008	220,272
keny rojo;2	3	226,218	0,554268	225,086	227,35
keny rojo;3	3	258,775	0,554268	257,643	259,907
keny rojo;4	3	260,137	0,554268	259,005	261,269
keny rojo;5	3	267,727	0,554268	266,595	268,859

Se observa la media de capacidad antioxidante en oca congelada- deshidratada para cada factor. También muestra los errores estándar, los cuales son una medida de la variabilidad en el muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada media.

Anexo 37: Pruebas de Múltiple Rangos para capacidad antioxidante por Variedades de la oca congelada - deshidratada (*k'aya*).

Método: 95,0 porcentaje LSD

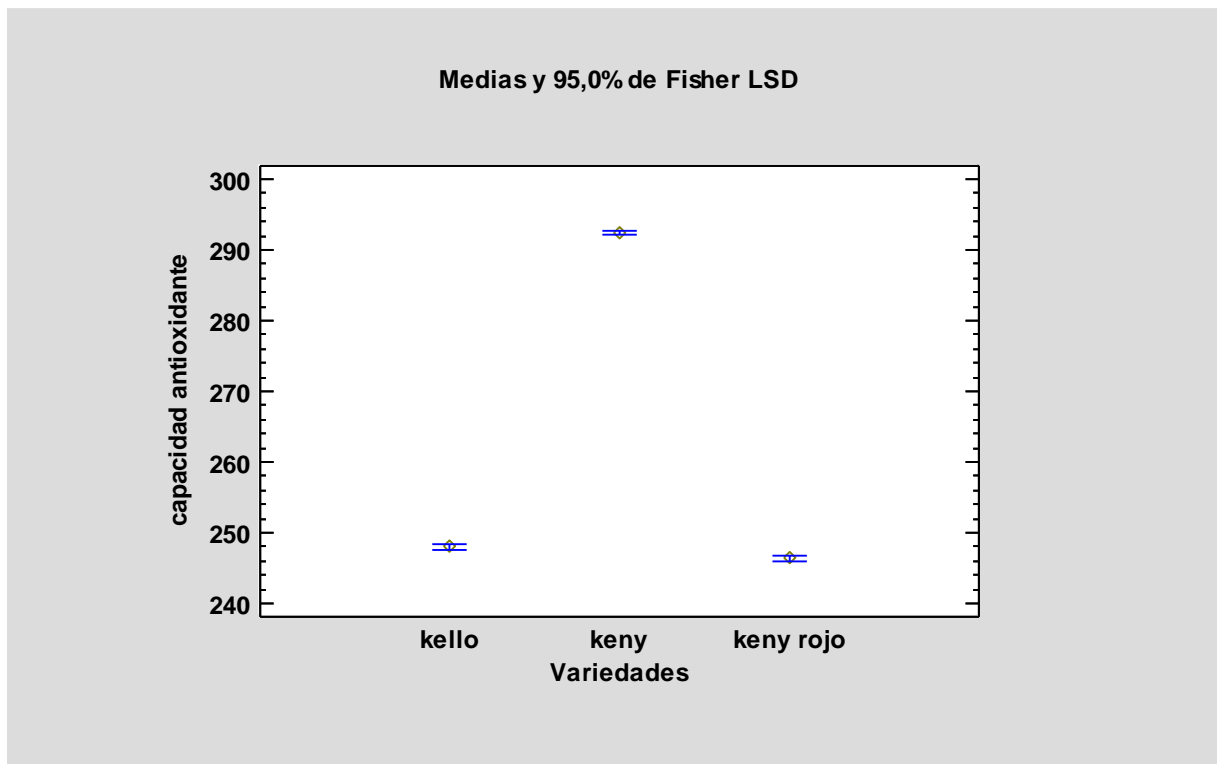
<i>Variedades</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
keny rojo	15	246,399	0,247876	X
Kello	15	248,022	0,247876	X
Keny	15	292,429	0,247876	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
------------------	-------------	-------------------	--------------------

kello - keny	*	-44,4074	0,71592
kello - keny rojo	*	1,62269	0,71592
keny - keny rojo	*	46,0301	0,71592

* indica una diferencia significativa.

Anexo 38: Gráfico de medias y 95,0% de Fisher LSD para la capacidad antioxidante de la oca congelada - deshidratada (*k'aya*).



Anexo 39: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para fibra dietaria con intervalos de confianza del 95,0%.

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	45	5,47178			
Variedades					
Kello	15	5,18	0,00904311	5,16153	5,19847
Keny	15	5,22867	0,00904311	5,2102	5,24714
keny rojo	15	6,00667	0,00904311	5,9882	6,02514
tiempo de soleado					
1	9	5,34222	0,0116746	5,31838	5,36606

2	9	5,38222	0,0116746	5,35838	5,40606
3	9	5,47889	0,0116746	5,45505	5,50273
4	9	5,53667	0,0116746	5,51282	5,56051
5	9	5,61889	0,0116746	5,59505	5,64273
Variedades por tiempo de soleado					
kello;1	3	5,11333	0,020221	5,07204	5,15463
kello;2	3	5,08	0,020221	5,0387	5,1213
kello;3	3	5,16333	0,020221	5,12204	5,20463
kello;4	3	5,22333	0,020221	5,18204	5,26463
kello;5	3	5,32	0,020221	5,2787	5,3613
keny;1	3	5,15333	0,020221	5,11204	5,19463
keny;2	3	5,16667	0,020221	5,12537	5,20796
keny;3	3	5,23333	0,020221	5,19204	5,27463
keny;4	3	5,24667	0,020221	5,20537	5,28796
keny;5	3	5,34333	0,020221	5,30204	5,38463
keny rojo;1	3	5,76	0,020221	5,7187	5,8013
keny rojo;2	3	5,9	0,020221	5,8587	5,9413
keny rojo;3	3	6,04	0,020221	5,9987	6,0813
keny rojo;4	3	6,14	0,020221	6,0987	6,1813
keny rojo;5	3	6,19333	0,020221	6,15204	6,23463

Se detalla la media de fibra dietaria para los niveles de los factores. También se observa los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias.

Anexo 40: Pruebas de Múltiple Rangos para fibra dietaria por Variedades

Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Kello	15	5,18	0,00904311	X
Kenya	15	5,22867	0,00904311	X
keny rojo	15	6,00667	0,00904311	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
kello - kenya	*	-0,0486667	0,0261184
kello - kenya rojo	*	-0,826667	0,0261184
kenya - kenya rojo	*	-0,778	0,0261184

* indica una diferencia significativa.

Anexo 41: Gráfico de medias y 95,0 % de Fisher LSD para fibra dietaria en k'aya

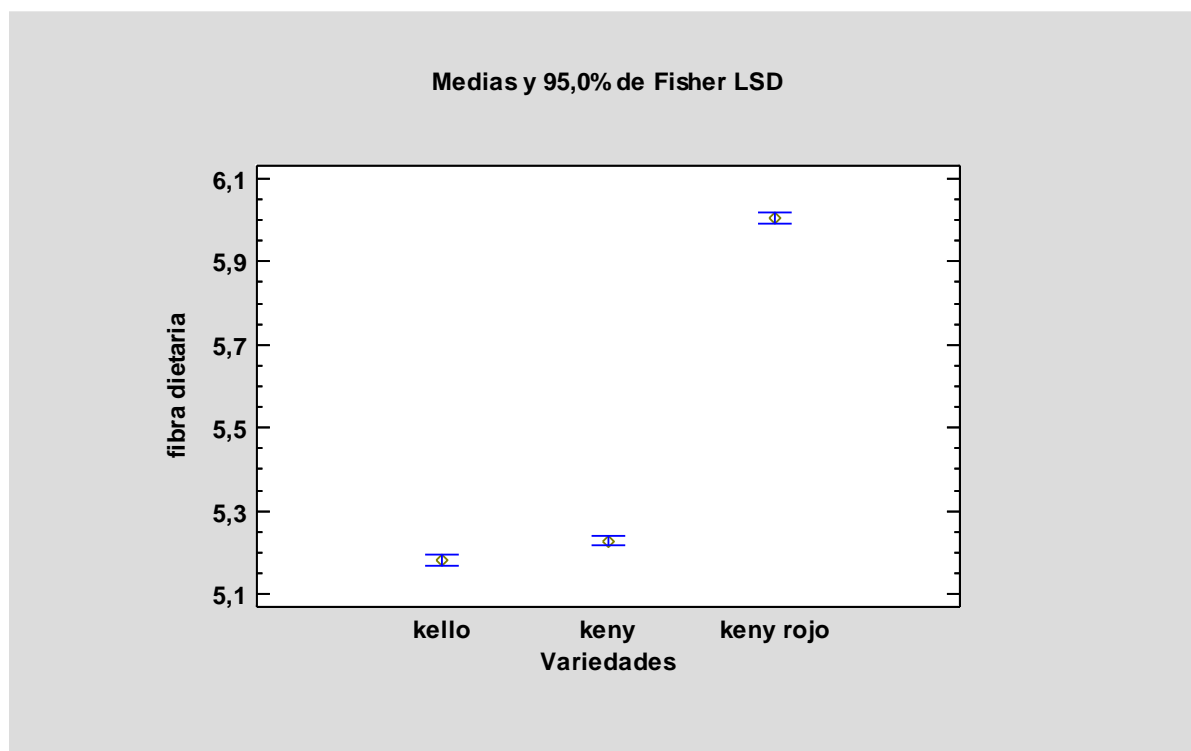


Gráfico de medias y 95,0% de Fisher LSD para fibra dietaria en Oca congelada – deshidratada (k'aya).

Anexo 42: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para rendimiento en oca intervalos de confianza del 95,0%.

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	45	0,657667			
variedades					
Kello	15	0,636267	0,001295	0,633622	0,638911
kenya blanco	15	0,679467	0,001295	0,676822	0,682111
kenya rojo	15	0,657267	0,001295	0,654622	0,659911
días de soleado					
1	9	0,700889	0,00167184	0,697475	0,704303
2	9	0,668	0,00167184	0,664586	0,671414
3	9	0,675556	0,00167184	0,672141	0,67897
4	9	0,629667	0,00167184	0,626252	0,633081
5	9	0,614222	0,00167184	0,610808	0,617637

variedades por días de soleado					
kello;1	3	0,675	0,00289572	0,669086	0,680914
kello;2	3	0,642667	0,00289572	0,636753	0,648581
kello;3	3	0,656667	0,00289572	0,650753	0,662581
kello;4	3	0,602333	0,00289572	0,596419	0,608247
kello;5	3	0,604667	0,00289572	0,598753	0,610581
keny blanco;1	3	0,724333	0,00289572	0,718419	0,730247
keny blanco;2	3	0,706	0,00289572	0,700086	0,711914
keny blanco;3	3	0,694	0,00289572	0,688086	0,699914
keny blanco;4	3	0,642667	0,00289572	0,636753	0,648581
keny blanco;5	3	0,630333	0,00289572	0,624419	0,636247
keny rojo;1	3	0,703333	0,00289572	0,697419	0,709247
keny rojo;2	3	0,655333	0,00289572	0,649419	0,661247
keny rojo;3	3	0,676	0,00289572	0,670086	0,681914
keny rojo;4	3	0,644	0,00289572	0,638086	0,649914
keny rojo;5	3	0,607667	0,00289572	0,601753	0,613581

Esta tabla muestra la media de rendimiento para los niveles de los factores. También se muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en el muestreo.

ANEXO 43: Pruebas de Múltiple Rangos para rendimiento por variedades

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>variedades</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Kello	15	0,636267	0,001295	X
keny rojo	15	0,657267	0,001295	X
keny blanco	15	0,679467	0,001295	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
kello - kenya blanco	*	-0,0432	0,00374025
kello - kenya rojo	*	-0,021	0,00374025
kenya blanco - kenya rojo	*	0,0222	0,00374025

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 44: Gráfico de medias y 95,0% de Fisher LSD para el rendimiento de la k'aya.

