

SANDRA ELIZABETH RAMOS SUCASACA

“PROPIEDADES FUNCIONALES Y QUIMICAS DE UMAK´AYA DE TRES VARIEDADES DE OCA (Oxalis tuberosa Mol.)”

Universidad Nacional de Juliaca



Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:503612720

99 páginas

Fecha de entrega

25 sep 2025, 10:04 p.m. GMT-5

18.644 palabras

Fecha de descarga

25 sep 2025, 10:06 p.m. GMT-5

101.016 caracteres

Nombre del archivo

TESIS parafraseado final - SANDRA RAMOS.pdf

Tamaño del archivo

2.7 MB




8% 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

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  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

Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unaj.edu.pe:8080	1%
2	Internet	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
3	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
4	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
5	Internet	likedoc.org	<1%
6	Internet	hdl.handle.net	<1%
7	Internet	ciencia.lasalle.edu.co	<1%
8	Internet	ia601003.us.archive.org	<1%
9	Internet	dgsa.uaeh.edu.mx:8080	<1%
10	Internet	prezi.com	<1%
11	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%

12	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
13	Internet	www.researchgate.net	<1%
14	Internet	repositorio.umb.edu.pe:8080	<1%
15	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
16	Internet	www.coursehero.com	<1%
17	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
18	Trabajos entregados	uncedu on 2024-01-23	<1%
19	Internet	docplayer.es	<1%
20	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
21	Trabajos entregados	Universidad de las Islas Baleares on 2019-04-29	<1%
22	Internet	saber.ucv.ve	<1%
23	Internet	www.scielo.org.co	<1%
24	Internet	www.slideshare.net	<1%
25	Trabajos entregados	BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA on 2024-01-12	<1%

26	Trabajos entregados	UNIV DE LAS AMERICAS on 2022-06-27	<1%
27	Trabajos entregados	Universidad Autónoma de Nuevo León on 2023-06-15	<1%
28	Trabajos entregados	Universidad San Ignacio de Loyola on 2025-03-31	<1%
29	Trabajos entregados	Universidad Tecnológica del Peru on 2020-01-16	<1%
30	Trabajos entregados	American High School on 2024-10-11	<1%
31	Trabajos entregados	Florida State University on 2024-12-02	<1%
32	Trabajos entregados	Instituto Superior Tecnológico Sudamericano on 2025-07-24	<1%
33	Trabajos entregados	UNIV DE LAS AMERICAS on 2015-10-01	<1%
34	Trabajos entregados	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2018-12-10	<1%
35	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
36	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
37	Internet	eprints.ucm.es	<1%
38	Internet	repositorio.unach.edu.pe	<1%
39	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%

40 Internet

tesis.ucsm.edu.pe <1%

41 Trabajos entregados

unap on 2022-06-13 <1%

42 Trabajos entregados

unhuancavelica on 2024-12-19 <1%

2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



**“PROPIEDADES FUNCIONALES Y QUIMICAS DE UMAK´AYA DE
TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)”**

Sandra Elizabeth Ramos Sucasaca

2

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor (a): D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

Co-Asesor: M. Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo

2

Juliaca, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS****ALIMENTARIAS****“PROPIEDADES FUNCIONALES Y QUÍMICAS DE UMAK´AYA
DE TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)”****TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS****Presentada por:****Sandra Elizabeth Ramos Sucasaca****Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:****Mtra. Tania Jakeline Choque Rivera****PRESIDENTE DE JURADO****1° MIEMBRO****Mag. Mateo Quispe Capajaña****JURADO (secretario)****2° MIEMBRO****Mag. Elvira Anani Durand Goyzueta****JURADO (Vocal)****3° MIEMBRO****D. Sc. Elizabeth Huanatico Suarez****ASESOR DE TESIS****M. Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo****CO – ASESOR DE TESIS**

DEDICATORIA

Este trabajo está principalmente consagrado a mi papá Pascual Ramos que está en el cielo, y a mi madre que está en vida por ser un impulso más para lograr este anhelo de formación profesional, por su apoyo absoluto sin importar las diferencias.

A mi querido esposo Ángel Mamani por haber sido mi apoyo en todos estos años tanto en los momentos buenos como malos y a lo largo de todo el desarrollo de este proyecto.

A mis hijas Lushy Mirana y Anna Valeria por ser mi fuerza y motor principal para alcanzar mi meta profesional, por todo el amor y ternura que me entregan cada día.

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que confiaron en mí y me ayudaron a completar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre Paulina Sucasaca Roque, su respaldo incondicional que me ha permitido alcanzar hoy, un nuevo sueño en esta fase de mi vida.

A mi esposo Ángel Mamani Ramos por estar conmigo en cada paso y en todo momento acompañándome siempre, con sus palabras de aliento hicieron que confiara en mí misma así alcanzar mis sueños y objetivos.

2 Como no agradecer a mis asesores la D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez y al M.Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo, por dedicar su tiempo y conocimiento durante todo este proceso de mi proyecto.

1 También agradezco a la Universidad Nacional de Juliaca, a mi Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

3 Así mismo de igual forma estoy agradecida con la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por haberme permitido hacer uso de sus laboratorios experimentales, y también agradecer por la confianza al Ing. Jorge Choquenaira por el apoyo en todos los análisis realizados en la instalación del laboratorio químico.

Finalmente, a todas las personas que estuvieron acompañándome día a día, por su tiempo y conocimiento valioso, para permitir crecer día a día como profesional.

16

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ANEXOS	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN	x

1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. MARCO TEORICO	10

14

32

- 2.2.1. Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) 10
- 2.2.2. Composición química 11
- 2.2.3. Valor nutritivo 12
- 2.2.4. Variedades de oca (*oxalis tuberosa* mol.)..... 13
- 2.2.5. Usos y aplicaciones de la oca (*oxalis tuberosa* mol.)..... 14
- 2.2.6. Método de conservación 15
- 2.2.7. Propiedades funcionales y químicas 16
- 2.2.8. Propiedades funcionales 21
- 2.2.9. Proceso de obtención de la umak'aya..... 22
- 2.2.10. Rendimiento..... 24

1

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

11

- 3.1. Lugar de ejecución 25
- 3.2. Muestra..... 25
- 3.3. Materia prima 26
- 3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL..... 28
- 3.4.1. Diagrama de Flujo..... 28
- 3.4.2. Descripción de las operaciones..... 29
- 3.5. METODO DE ANÁLISIS DEL PRODUCTO 30
- 3.5.1. Método de análisis de la Umak'aya..... 30
- 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL 31
- 3.6.1. Diseño experimental por objetivos..... 31
- 3.7. Hipótesis planteadas 41
- 3.8. Técnicas e instrumentos..... 41
- 3.9. Técnicas para el procesamiento de datos..... 42

12

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LA UMAK'AYA.....	43
4.2. Influencia del soleado sobre la concentración del ácido oxálico y en el proceso de obtención de la umak'aya sobre las propiedades funcionales y químicos.....	45
4.2.1. Análisis del ácido oxálico en la Oca soleada.....	45
4.2.2. Propiedades funcionales de la Umak'aya.....	46
4.2.3. Propiedades Químicas de la Umak'aya.....	53

15

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Tabla 1: Composición Química de la Oca (en cada 100g de muestra)	12
4	Tabla 2: Composición nutritiva de la Oca y Khaya (100 g)	12
	Tabla 3: Compuestos bioactivos y actividad antirradical en la pulpa y cascara de Oca	13
	Tabla 4: Tiempo de soleado y contenido de azúcares	17
	Tabla 5: Procedimiento para la elaboración de la Umak'aya.....	23
	Tabla 6: Matriz de diseño DCA para el Rendimiento	33
38	Tabla 7: Técnicas e instrumentos usados para la recolección de información.....	42
	Tabla 8: Rendimiento de la Umak'aya.....	43
	Tabla 9: Ácido oxálico de la Oca soleada	45
	Tabla 10: Vitamina C (ácido ascórbico) de la Umak'aya	47
	Tabla 11: Capacidad antioxidante de la Umak'aya.....	48
	Tabla 12: Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya.....	51
	Tabla 13: Fibra dietaria de la Umak'aya.....	53
	Tabla 14: Acido oxálico de la Umak'aya.....	55
	Tabla 15: Promedio de contenido de azúcares en la Oca soleada.....	71
28	Tabla 16: Temperatura promedio del soleado de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol).....	72
	Tabla 17: Análisis fisicoquímico de la Oca fresca.....	72
	Tabla 18: Análisis de varianza en el rendimiento de la Umak'aya	73
	Tabla 19: Análisis de varianza para el ácido oxálico en la Oca soleada	74
	Tabla 20: Análisis de varianza del ácido oxálico en la Umak'aya.....	75
	Tabla 21: Análisis de varianza de la Capacidad antioxidante de la Umak'aya.....	76
6	Tabla 22: Análisis de varianza de los Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya.....	78
	Tabla 23: Análisis de varianza de Fibra dietaria de la Umak'aya.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variedad de Ocas Yunguyo.....	14
Figura 2: Diseño experimental a seguir para la obtención de Umak'aya.....	28
Figura 3: Proceso de soleado para la evaluación del rendimiento de la Umak'aya.	31
Figura 4: Proceso de la influencia del soleado sobre las propiedades funcionales y químicos de la Umak'aya	34
Figura 5: Graficas de Medias y 95.0% de Fisher LSD.....	44
Figura 6: Curva de la capacidad Antioxidante de las tres variedades de Umak'aya en función a los días de soleado.	50
Figura 7: Curva de los Compuestos fenólicos de las tres variedades de Umak'aya en función a los días de soleado.....	52
Figura 8: Gráfico de Porcentajes de fibra dietaría para cada variedad de Umak'aya en función de los días de soleado.....	54
Figura 9: Curva de la concentración de ácido oxálico en las tres variedades de Umak'aya	57
Figura 10: Análisis fisicoquímico de las tres variedades de Oca fresca	73
Figura 11: Grafico de interacciones del rendimiento de la Umak'aya.....	74
Figura 12: Gráfico de interacciones del ácido oxálico en la Oca soleada.....	75
Figura 13: Gráfico de interacciones del ácido oxálico en la Umak'aya.....	76
Figura 14: Gráfico de interacciones de la capacidad antioxidante en la Umak'aya.....	77
Figura 15: Gráfico de interacciones de los compuestos fenólicos en la Umak'aya	78
Figura 16: Gráfico de interacciones de la fibra dietaría en la Umak'aya.....	79

ANEXOS

ANEXOS 1: Proceso de elaboración de la Umak'aya	65
ANEXOS 2: Equipos, herramientas y materiales utilizados	67
ANEXOS 3: Panel de fotografías para el análisis experimental de la Umak'aya.....	69
ANEXOS 4: Resultado de la evaluación del contenido de Azúcares en la Oca soleado.	71
ANEXOS 5: Resultado del promedio de temperaturas del soleado de las ocas.....	72
ANEXOS 6: Análisis fisicoquímico de la oca fresca en las tres variedades.....	72
ANEXOS 7: Resultado del análisis de varianza en el Rendimiento	73
ANEXOS 8: Resultados del análisis de varianza del ácido oxálico en la Oca soleada.....	74
ANEXOS 9: Resultados del análisis de varianza del ácido oxálico en la Umak'aya	75
ANEXOS 10: Resultado del análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la Umak'aya	76
ANEXOS 11: Resultados del análisis de varianza de los Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya	78
ANEXOS 12: Resultados de los análisis de varianza de la fibra dietaria en la Umak'aya.....	79
ANEXOS 13: Resultados del análisis Fisicoquímico en Oca fresca.....	80
ANEXOS 14: Resultados del análisis de fibra dietaría en las tres variedades de Umak'aya de Oca.	81
ANEXOS 15: Resultados del análisis de ácido oxálico en Oca soleada y en la Umak'aya	82
ANEXOS 16: Resultados del análisis de vitamina C (ácido ascórbico) en las tres variedades de Umak'aya.	84
ANEXOS 17: Resultados del análisis de la Capacidad Antioxidante en las tres variedades de Umak'aya	85
ANEXOS 18: Resultados del análisis de Compuestos Fenólicos totales en las tres variedades de Umak'aya.	86

35

27

RESUMEN

La Umak'aya de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) un producto poco estudiado que es consumido en forma tradicional, conservada durante años. Sin embargo, es necesario conocer sus propiedades funcionales (vitamina C, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, fibra dietaría, ácido oxálico). Por tal razón el propósito de esta investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades funcionales y químicas de la Umak'aya de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), por consiguiente, se trabajó con tres variedades: Kheni roja, Kello y Kheni; los cuales fueron sometidos a los procesos experimentales. El rendimiento de la Umak'aya en las tres variedades de oca, la variedad Kello (S8) fue menor con 14.4 % de rendimiento en su peso, en comparación con la variedad Kheni rojo (S0) con un mayor rendimiento de peso 20.08%. El análisis de las propiedades funcionales de la Umak'aya fue por el método de cromatografía HPLC. La vitamina C no se detectó datos debido a ser hidrosoluble. La capacidad antioxidante con mayor actividad fue la variedad kheni roja (S0) con 164.8 ± 0.502 Eq Trolox CI50 mg/g de Oca mientras que la variedad Kheni (S8) fue la menor con 314.1 ± 0.157 EquTrolox CI50 mg/g de Oca. Los compuestos fenólicos con mayor concentración fue en la variedad kheni rojo de 316.6 ± 5.144 Eq. Ácido Gálico mg/100gr de Oca. El mayor porcentaje de Fibra Dietaría fue la variedad kheni (S0) de 5.10% hasta (S8) de 4.74%. El ácido oxálico en la oca soleada la variedad Kello (S8) fue menor en 0.50 ± 0.44 acido oxálico mg/1g Oca; mientras que el ácido oxálico en la Umak'aya la variedad Kheni (S8) fue menor en 0.17 ± 0.044 acido oxálico mg/1g Oca. Los análisis ANOVA fueron altamente significativos con un ($P < 0.05\%$). Concluyendo así que las propiedades funcionales y químicas de la Umak'aya son afectados por los procesos de soleado, congelado, empozado, secado significativamente para cada propiedad.

Palabras clave: *Oxalis tuberosa*, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, fibra dietaría, ácido oxálico.

INTRODUCCIÓN

El tema de la alimentación siempre ha sido un factor que ha preocupado a familias y los expertos de la salud, es por ello que se han evaluado el rendimiento y el nivel de propiedades internos de los diversos productos; mejorando así la dieta y la influencia de una buena alimentación dentro de las familias. Justamente es la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), tubérculo andino de una gran importancia como un alimento en diversas comunidades. Sin embargo, su valor nutricional y las propiedades funcionales y químicas de sus distintas variantes aún no han sido suficientemente estudiados.

El procedimiento de deshidratación o secado de los alimentos se realiza con el objetivo de extender la durabilidad los mismos alimentos y de esta manera se pueden disminuir los costos que puede ocasionar en el transporte, empaque y almacenamiento, y como resultado satisfacer las exigencias de materias primas en estado seco como un componente para la producción de otros productos nuevos, y contribuir al desarrollo de nuevas alternativas de alimentos. La deshidratación es un método comúnmente que se lleva a cabo mediante técnicas antiguas con un secado térmico, como el secado con aire, luz solar y al vacío, como también utilizando métodos industriales como el microondas y mediante liofilización, sin embargo, este método puede alterar las propiedades organolépticas (Areche, Huayhua, & Huaman, 2020)

El único propósito de la investigación fue valorar las propiedades funcionales y químicas (vitamina C, la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, fibra dietaria y ácido oxálico) a partir de la Umak'aya de tres variedades de oca kheni, Kello y kheni roja, por medio de un proceso a diferentes tiempos de soleado, se determinó el porcentaje del rendimiento manejando un DCA (diseño completamente al azar). Además, se llevó a cabo el análisis de las cualidades fisicoquímicas en la Oca fresca para su posterior comparación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los tubérculos de mayor producción y cultivada en el departamento de Puno es la Oca, por tal razón en Perú, se estima una producción que alcanza las 8 toneladas por hectárea (DRA, 2019). Según investigaciones de Chirinos *et al.* (2013), también posee un importante número de fitoquímicos antioxidantes, ocupando el segundo lugar en cuanto a contenido de capacidad antioxidante. Dado que su consumo puede prever en las personas enfermedades degenerativas, como los trastornos cardiovasculares y otras afecciones, los productos químicos antioxidantes naturales son cada vez más populares en los últimos años. Esto se debe a que las propiedades antioxidantes sirven como neutralizadores de los radicales libres durante todo el proceso de la reacción oxidativa en el cuerpo humano. La oca en estado fresco expone estas características como también compuestos bioactivos que posee sus propios compuestos de manera única. Los compuestos fenólicos están dentro de los fitoquímicos que existen, por ende, han atraído diferentes áreas de aplicación, dentro de ellas están la industria alimentaria, también farmacéutica, de salud y cosmética. (Chuquilin, 2021). Respecto a los métodos de secado se utilizan técnicas desde los tiempos remotos con el único objetivo exclusivo de reducir su peso, volumen y extender su durabilidad, las fases que consta el proceso de secado son; la introducción de calor al producto para así poder eliminar su considerable cantidad de agua (Lopez y Garcia, 2016).

Sobre todo lo referido, nace la idea de la investigación del proceso de obtención de Umak'aya, al pasar necesariamente por el proceso de obtención de khaya o chuño, y es necesario este procedimiento de soleado, congelación, empozado y secado para así extender su durabilidad como también minimizar la cantidad de ácido oxálico (oxalatos), que es el nombre del último paso; además determinar el rendimiento de la Umak'aya de Oca afectado por todos los procesos hasta su obtención y así mismo evaluar qué pasa con las propiedades funcionales y químicos (vitamina C, fibra dietaria, ácido oxálico, compuestos fenólicos totales. Y ofrecer un producto deshidratado beneficioso para la salud y comestible en varias formas. Por la cual se plantea las siguientes preguntas:

- ¿Cómo evaluó las propiedades funcionales y químicas de la Umak'aya de oca (*Oxalis tuberosa* Mol)?
- ¿Cómo influye el tiempo de soleado sobre el rendimiento de la oca en la obtención de Umak'aya?
- ¿Cuál es el efecto de la influencia del soleado sobre la concentración del ácido oxálico y en el proceso de obtención Umak'aya sobre los componentes funcionales y químicos?

1.2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las propiedades funcionales y químicos de la Umak'aya de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el rendimiento de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) en la obtención de Umak'aya.
- Evaluar la influencia del soleado sobre la concentración del ácido oxálico y en el proceso de obtención de la Umak'aya sobre las propiedades funcionales y químicos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la que se encuentra entre los más cultivados en la región puneña y sus provincias es la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), no se le ha dado mucha importancia en el proceso de conservación y transformación a nivel de la industria alimentaria, debido a que la oca contiene alcaloides, más conocido con el nombre de ácido oxálico, la Umak'aya es un alimento que puede ser conservado durante mucho tiempo, es poco conocido debido a que tiene propiedades funcionales que son favorables para los consumidores; actualmente existe una tendencia a consumir alimentos ricos en antioxidantes naturales y propiedades funcionales, ya que se ha demostrado que previenen muchas enfermedades y promueven una buena salud a las personas .

Con respecto a la importancia alimentaria e industrial de la Oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.), se tiene un gran interés debido a que posee compuestos bioactivos. Se considera que estos compuestos tienen un impacto favorable para la salud de las personas y exceden su función como nutriente esencial. Estos componentes suelen encontrarse en minuciosa proporción en los productos vegetales y en otros alimentos que contengan alto nivel de lípidos. (Chale *et al.*, 2013).

Por este motivo , la investigación estuvo enfocada en evaluar las propiedades funcionales y químicas a partir de Umakaya de tres especies de oca, también se requiere dar a conocer el efecto del proceso de soleado respecto a su rendimiento en el pesaje, como también el proceso de empocado afectando sus propiedades funcionales de vitamina C, fibra dietaria, capacidad antioxidante, compuestos fenólico, este proyecto de investigación aportará nuevos conocimientos para futuras investigaciones en la rama de la industria alimentaria ya que para algunas personas este producto es aún desconocido, también útil como punto de referencia para la producción diversos alimentos nuevos, siendo benéficos y saludables para el ser humano, como también la incentivación de producción de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) dentro del sector Alimentario.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

13 Teniendo en cuenta a Castañeta (2022), su investigación que titula “*Cambios fisicoquímicos provocadas por exposición a la radiación solar en tubérculos de Oxalis tuberosa, “Oca” cultivados en Bolivia*”. El propósito de este estudio fue investigar las propiedades funcionales en función con algunos de sus cambios fisicoquímicos en el tubérculo de *Oxalis tuberosa* conocida también con el nombre de Oca en las regiones andinas; este tubérculo comprende una gran fuente de almidones, también minerales, vitamina C y los compuestos fenólicos. Su producción está disminuyendo, ya que se destina principalmente para el autoconsumo, aunque se trate de un producto alimenticio con tantas cualidades. Para que la Oca sea consumida y aceptada más ampliamente por la población, es costumbre exponerlo al sol antes de su consumo para aumentar su dulzor natural (aumentar los azúcares libres). Se estudio la consecuencia de la radiación solar al ser expuestas indirectamente algunas características fisicoquímicas tales como el grado de acidez y PH, los sólidos totalmente solubles, el color y la humedad en todas las variedades de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) que fueron impactadas, que como punto de producción está en la ciudad de La Paz, país boliviano. Además, se consiguió evaluar las variedades recolectadas recientemente y también evidenciar en los mercados locales y luego fueron expuestas a la luz solar durante 10 días (5 h/día). Se concluyó que la gran parte de las muestras no muestran pérdidas significativas en cuanto a su acidez titulable y la humedad, pero se observó cambios relevantes del tubérculo en

sólidos solubles, cambios de color y el pH. Se determinó que la duración óptima de la exposición solar durante el día y lograr una máximo concentración del dulzor requerido de 5 a 10 días en las muestras recién recolectadas y para las muestras de ocas comerciales se requería dentro de 3 a 6 días (Castañeta *et al.*, 2022).

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Por su parte, Chiquilín (2021), en su estudio e investigación “*Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas)*”. Como propósito primordial recuperar la gran relevancia de este tubérculo de los andes cuyo nombre científico *Oxalis tuberosa* Mol y *Ullucus tuberosus* Caldas, ambos beneficiosos de composición para el consumo humano, y también otorgarle un valor agregado al producto por medio de técnicas ancestrales, comúnmente conocido por “chuño”, en la región Huancavelica es más conocido como la kaya y chullce. Los principales resultados fueron recopilados en tablas y analizados para mostrar tanto las cualidades de tubérculos en fresco y con el potencial que podría llegar a tener cuando logre la transformación en productos agroindustriales que conservan sus propiedades funcionales (Chuquilin, 2021).

Además Ganses (2020), en su investigación de las propiedades físicas de los productos cárnicos logro el análisis mediante pruebas de medición donde se aplicaron las normas NTE INEN 0154, las normas NTE INEN 0154 que se aplicó en el ensayo de tamices y en términos de cuantificación del tamaño de partículas se aplicó la norma NTE INEN 0517, en cuanto a los análisis químico de la investigación se empleó el procedimiento de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AQSO), por tal razón para la determinación de análisis microbiológicos se tuvo que aplicar la norma NTE INEN 616 que era un requisito importante para el uso de harina de trigo en el producto, en donde se empleó la técnica de Anderson en los productos funcionales, se empleó un prototipo

33 detallado para los análisis sensoriales de las harinas. La investigación se basó en un modelo estadístico en donde se ordenó un DCA diseño completamente al azar, respectivamente con 5 repeticiones cuya unidad de experimento fue 500 gramos, en donde se aplicó el test de significancia tukey ($P \leq 0,05$). Los valores medios del contenido de nutrientes de las tres especies fueron las siguientes: Humedad con 8,60 %; Grasa con 1,73 %; Fibra con 6,76 %; Proteína con 6,32 %; Cenizas con 5,18 % y Carbohidratos con 71,42 %. Según los estudios microbiológicos se han observado niveles muy bajos de mohos, levaduras y coliformes, logrando cumplir los requerimientos especificados de la norma INEN 616 (2015). Según las variables estudiadas y los valores de las propiedades funcionales muestran distención significativa: La absorción fue de 3,54 mL/g; Capacidad de retención fue 7,81 mL/g; la capacidad de solubilidad fue del 4,06 % y 3,59g fue el poder de Hinchamiento. La variedad de oca Mestiza (V1) se demostró que fue la que mejor aceptación tubo y por indicar características sensoriales de gran aceptabilidad de un 100 %. Se concluye que se puede utilizar tres variedades de harinas de oca para un proyecto de acondicionamiento de los productos cárnicos como pasta, los más destacados (salchicha vienesa, salchicha Frankfurt, mortadelas) (Garcés M. V., 2020).

También Bernabé y otros (2017), en su estudio sobre la descripción de la harina de oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de Kaya cuya variedad es flava, se comenzó el procedimiento de la selección, la limpieza, el lavado y el rodajeado (oca fresca), seguidamente el secado, molido, tamización y envasado para la obtención de harina. En el estudio fisicoquímica de la oca se realizó el análisis proximal, seguidamente las harinas fueron zarandearas con la ayuda de un tamiz cuyas medidas fueron el N° 70 de espesor 212 μm , y se calculó la densidad volumétrica mediante el peso sobre volumen (p/v), asimismo también el pH y acidez de la oca fueron evaluaras mediante valoración de volumetría, y para el análisis del porcentaje de azúcares se empleó el procedimiento

refractométrico, la evaluación por el método de espectrofotometría en los azúcares reductores mostró las señales de periodo espacial de 540 nm, el análisis de amilosa también se realizó mediante espectrofotometría cuya longitud se ejecutó a 620 nm, se usó el mismo método para la caracterización fitoquímica fue a 450 nm semejante a lo anterior, para completar el análisis de las propiedades funcionales se empleó las técnicas que puedan calcular la cantidad de agua y la retención de aceites por gramo de harina. La harina de Khaya evidencia el 94 % como resultado que traspasa por un tamiz N° 70, donde reportó un porcentaje de 0,18 % de acidez, y 0,59 g/cm³ de su densidad; almidón en 58 % y hasta 1,3 ml de capacidad de retención de agua, en cuanto a los datos obtenidos el 75 % de harina de oca es lo que pasa mediante el tamizador medida n° 70; con un porcentaje 0,2 % de acidez; y 0,83 g/cm³ en su densidad aparente y 46 % del almidón, también registro 1,5 mL/g. en la capacidad de retención de H₂O. A la vez los dos presentan diferencias significativas (Bernabé & Cancho, 2017).

En el trabajo de investigación de Lido (2021), el ecotipo Yana oqa en condición fresco, soleado y en cocción manifestó un contenido superior de sus compuestos fenólicos presentando valores (2037.5, 2114.7 y 1039.1) mg AGE/100g bh, respectivamente; los compuestos fenólicos incrementaron con el soleado a un 4% y en el proceso de cocción disminuyó en 51%. Por otro lado, el factor de variabilidad obtiene valores menores a 0.27%, significando que, cuando se replican las medidas variables de los compuestos fenólicos, estos muestran desviaciones reducidas.

El ecotipo Yana oqa demostró un alta de capacidad antioxidante durante la fase fresco, oca en sol y en cocción cuyos datos fueron son los siguientes (73.1, 77.6 y 70.6) μg EquTrolox/g bh, correspondientemente; la capacidad antioxidante aumento en un 6% gracias al soleado y disminuyo un 9% durante la cocción. Además, el coeficiente de versatilidad muestra resultados inferiores de 0.26%, significa que, debido a la repetición de los datos de la capacidad antioxidante,

nos muestran datos numéricos bajos de sus desviaciones. Al comparar con el ecotipo Uma huaculla los índices de la capacidad antioxidante que muestra en condición fresco, soleado y en cocción se observó resultados (71.1, 73.2, 67.5) μg EqTrolox/g bh, correspondientemente; la capacidad antioxidante aumento con el soleado en un 3% y en la etapa de la cocción redujo en 8%. Además de eso, se examina que el coeficiente de variabilidad obtiene datos inferiores de 1.42%, indica que la repetición de ensayos de la capacidad antioxidante, indican desviaciones mínimas. (Lido, 2021)

El incremento en la capacidad antioxidante ocurre porque los tubérculos poseen una concentración superior de antioxidantes ubicada en la zona de sus cáscaras, por lo cual puede ser influenciado por la insolación por un periodo de tiempo que ocasiona la pérdida de agua conocido como la deshidratación y propugnando que la capacidad antioxidante este con una elevada concentración (Cantuta, 2016). Además, la disminución de vitaminas también está relacionadas con la disminución de la capacidad antioxidante debido hacer soluble en agua, en diferentes procesos como la transferencia de masas, la reacción al calor y al proceso de enzimas de oxidación (Lana & Tijskens, 2006)

Medina (2022), indica que la Oca (*Oxalis tuberosa*) proviene de las regiones altoandinas de Perú, Bolivia y demás, este alimento tuberoso es el más cultivado, contiene una elevada fuente de carbohidratos y antioxidantes, teniendo varias maneras para su consumo como sancochadas, en sopas, purés y otras maneras diferentes, gracias al soleado nos facilita en lo que es la preparación para su consumo, ya que gracias al efecto del secado expuesto a la insolación, las ocas pierden gran cantidad de humedad en su composición, concentran sus azúcares por tal razón son más dulces y cogen un sabor con mayor agradabilidad, por tal razón el estudio evaluó la correlación del contenido de materia seca, se evaluó la capacidad antioxidante en la oca con respecto a los días de soleado, el porcentaje de valores en los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) , todas las muestras

de los tubérculos se adquirieron de la provincia de Yunguyo, el proceso experimental de soleado fue durante un periodo de 30 días y cada 3 días se analizó, el proceso inicio con la oca fresca. Los resultados muestran que el producto en seco con respecto al tiempo de soleado, comparando la oca fresca un valor del 20.6 % y un 23.4 % en el tubérculo de oca soleada, la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) fue utilizada para medir los azúcares, donde nos indica una concentración total de azúcares superior al 48.99 % durante el día 21 de soleado, el azúcar que más resalta fue la sacarosa, se llevó a cabo el análisis de investigación de la capacidad antioxidante a través de la metodología ABTS, al observar con mayor precisión se utilizó el espectrofotómetro JENWAY (6850 UV/VIS), la capacidad antioxidante en el tubérculo de la oca fresca fue 15.012 μmol Trolox/g. En conclusión, la materia seca y también en el porcentaje de los azúcares fueron influidos por el tiempo de soleado y tiene un impacto negativo en la capacidad antioxidante (AC). De manera que, así sirva como precedente para la creación y transformación de innovadores productos para la industria alimentaria, no antes considerando que la concentración superior de azúcares en la oca fue en las tres semanas de soleado y la oca en estado fresco obtiene una elevada capacidad antioxidante (Escarcena, 2022).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Según, Hanco y Mamani (2017), calcularon las propiedades fisicoquímicas en la variedad de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), Kheni rosada, cuyo método de ultrasonidos fue el que asistió durante el transcurso de deshidratación del tubérculo a temperaturas muy bajas, se lograron reportar el equilibrio de Humedad a temperatura de 20°C mediante los isotermas de sorción, se obtuvo el valor de peso 0.03598 kg H₂O/kg s.s. gracias al aplicar el método de ultrasonidos de potencia que logro favorecer la disminución significativa del valor ($p < 0.05$), el tiempo de deshidratación en los tratamientos de la muestra, fue con tiempo de 4h 56min a una

temperatura de 15 °C con 0 kHz (sin ultrasonido), y de la otra parte con un tiempo de 3h 8min para los procedimientos a temperatura de 15 °C con una frecuencia de ultrasonido de 50 kHz, esto significa una disminución del 36% en cuanto a la comparanza con el tratamiento sin ultrasonido (0 kHz). Según, Antay (2018), estudió la valides del ácido oxálico con la intervención de incidencia del stress calórico y el grado de almacenamiento, los azúcares reductores también la reducción del peso en donde se laboró con tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), cuyo almacenamiento se extendió por un mes, utilizando un enfoque experimental de tipo factorial 22, por lo tanto el tiempo de insolación (creación de estrés) con dos datos de tiempo de variación (3 y 6 horas) fue el primer elemento para ser estudio y la temperatura de almacenamiento como segundo elemento de estudio, con dos rangos de temperatura de variación (10 y 20 °C). La titulación fue una de las técnicas metodológicas utilizadas en la determinación del porcentaje mayor de ácido oxálico como también en la reducción de azúcares. En cuanto a sus azúcares reductores tienen mayor concentración en las tres variedades de oca 17.48%, 43.46% y también en un 30.37% y por el método de gravimetría se logró determinarla mayor parte de reducción de peso logrando alcanzar un 3.67% que correspondería a la variedad de oca amarilla. Finalmente se concluye que; el ácido oxálico, los azúcares reductores y el rendimiento con respecto a su peso en tres variedades de los tubérculos de Oca se ven notablemente afectados con el soleado y el grado de almacenamiento por un mes de observación (Hanco, 2017).

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

El eje de ubicación de procedencia del tubérculo de la Oca se centra en las regiones de Puno y Cusco, en donde podemos encontrar muchas variedades de Oca, en cuanto a la producción las zonas altoandinas suelen ser donde se producen la mayor cantidad, se cultivan entre las

coordenadas de 3200 y 3900 m.s.n.m. Su consumo es mayormente sancochado, es dulce y agradable al dejarlo solear (Tapia, 2000).

Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), tubérculo con un valioso contenido nutricional, como lo es el ácido ascórbico (Vitamina C), la oca está en segundo lugar como el producto más cultivado seguido de la papa, y estadísticamente en el año 2014 dicha producción ascendió a 91,000 Ton. en todo el nivel nacional, Cuya producción, de 31,560 Ton. da inicio desde la región de Puno y una considerable producción está dirigido al consumo directo del ser humano (INEI., 2015).

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

Se clasifican de este modo:

Orden: Geraniales

Sub Orden: Geraniáceas

Familia: Oxalidácea

Género: Oxalis|

Nombre común: Oca Mol

Nombre científico: Oxalis Tuberosa

Fuente: Tevés (2017)

2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la descripción de la composición química del tubérculo de Oca, según Hanco y Mamani (2017), se han identificado los siguientes componentes.

Tabla 1: *Composición Química de la Oca (en cada 100g de muestra)*

Componente	(MINSAs, 2009)	(Cajamarca, 2010)	(León & Villacorta, 2011)
Humedad (g)	84,1	80,0	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 y Mamani (2017)

2.2.3. VALOR NUTRITIVO

Según, Tapia (1990), se han identificado los siguientes datos en relación a la composición nutritiva de la oca y la kaya:

Tabla 2: *Composición nutritiva de la Oca y Khaya (100 g)*

Componentes	Oca Fresca	Khaya
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 (mg)	38,4	2,4

FUENTE: Tapia (1990)

Tabla 3: Compuestos bioactivos y actividad antirradical en la pulpa y cascara de Oca

Alimento (Variedad)	Vitamina C		Compuestos fenólicos		Actividad antirradical		
	(mg/100 g muestra) bh		(mg AG/100g muestra) bh		IC50*(mg de muestra) bh		
	pulpa	cascara	pulpa	cascara	pulpa	cascara	
Oca	Amarilla	35,4 ± 1,3	22,9 ± 0,8	89,9 ± 2,8	159,3 ± 2,6	49,4 ± 1,5	11,8 ± 0,4
	Overa	33,9 ± 1,5	22,2 ± 2,8	94,2 ± 3,3	171,1 ± 54,9	38,6 ± 2,6	12,4 ± 0,3
	Rosada	37,4 ± 1,0	47,3 ± 0,2	81,4 ± 1,9	88,8 ± 1,9	28,1 ± 1,0	18,9 ± 1,7
	Morada	35,6 ± 0,7	36,2 ± 0,3	87,5 ± 3,2	462,3 ± 9,6	28,5 ± 2,3	6,0 ± 0,6
	Blanca	38,8 ± 0,8	38,4 ± 0,4	51,9 ± 3,1	82,3 ± 8,2	48,2 ± 2,6	29,2 ± 2,4
	Colorada	30,4 ± 1,6	44,8 ± 1,2	149,2 ± 7,4	200,6 ± 7,3	15,4 ± 0,2	10,1 ± 2,3

FUENTE: Jiménez y Sammán (2014)

2.2.4. VARIETADES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Según, Tapia M. (2007), reconoce a tres formas de ecotipos de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mencionando las siguientes: Albas, flavas y roseo violácea a negra, describiéndola cada una de las variedades:

Albas: La variedad de ocas son de color blanca (un ejemplo claro sería el Pili runto o conocido como huevo de pato).

Flavas: Esta variedad de tubérculos de oca tienen un color amarillo medio claro, son flavonas o pigmentadas tienden a ser un amarillo intenso y con respecto a las características de las ocas

anaranjadas, tienen un pigmento caroteno.

Roseo violáceas: Estas ocas son de color rosa claro debido a que están pigmentadas con antocianinas, a veces color violeta muy oscuro hasta logran hacer un color negro.

Por otro lado, Tapia y Frías (2007), señalan que en la región Puno los cultivares de producción de Ocas son las siguientes: Kenny blanca, Kenny roja o rosada, Amarilla (Kello), Solterito, Lampaya, Huaricuyo. Mencionando lo anterior se puede observar en la figura las tres variedades de Oca producidas en la provincia de Yunguyo.



Figura 1: Variedad de Ocas Yunguyo

2.2.5. USOS Y APLICACIONES DE LA OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Los agricultores diferencian los tubérculos entre las cualidades gastronómicas, describiéndolos como dulces o amargos, y su textura medio harinosa, acuosa o en otras palabras firme (Emshwiller, 2004). La manera de consumirlo es en crudos, sancochados, asados, deshidratados y como postre. También los utilizan en sopas, guisos y chupes. En muchas recetas regionales de los Andes, los tipos dulces de oca se ofrecen crudos o cocidos, solos o caramelizados (Carolim, 2021).

Con un 20% de materia seca, del 88 al 95% de la cual es harina y del 6 al 15% almidón puro, la oca presenta oportunidades prometedoras para la fabricación comercial de harinas y almidones.

Las harinas de oca y maca ofrecen sabores y texturas frescos, además de ser buenas para su uso en panadería y repostería. Experimentos de panificación han demostrado que la harina de oca puede sustituir en la utilización de harina de trigo hasta en un 25%; la harina de kaya es mejor, molida y tamizada. La oca también puede utilizarse para hacer mermeladas y jaleas, así como deliciosos panes, pasteles y galletas que han sido sancochados y luego triturados (Flores, 1995).

Algunas ocas son más adecuadas para sancochar que las demás, que son mejores para crear khaya. En cualquier caso, sólo se comen después de haber sido procesadas o asoleadas. El asoleado sirve para convertir los carbohidratos de la oca en glucosa, que puede llegar a aumentar hasta un 40% como consecuencia de un buen asoleado y le otorga al producto final un sabor agradable, algo dulce. En cuanto a la cantidad de ácido oxálico varía entre todas las clases regionales de ocas. Los alimentos con alto contenido suelen considerarse agrios. La cantidad relativa, sin embargo, en presencia de las hojas de espinaca es inferior. En presencia del agua el ácido oxálico es soluble y puede eliminarse hirviéndolo o procesándolo en khaya (Tapia & Frías, 2007).

2.2.6. MÉTODO DE CONSERVACIÓN

Para la conservación de cada ecotipo de oca tiene diferentes procesos, con el fin de su conservación, La kaya y Umak'aya poseen una durabilidad prolongada de 10 años y hasta incluso más, sin embargo, según fuente se aconseja no almacenar mucho porque se deteriora y hasta puede perder una parte de su sabor. (Gutierrez, 2018)

Según, Gutierrez A. N. (2018), nos indica que la oca una mejor conservación seguidamente a transformarlo en derivados, como podemos mencionar: Kaya, Umak'aya, k'awui, son algunos productos que se pueden conservar, en las encuestas que se realizó a varias familias indican que conocen la manera de conservar la oca para así poder almacenarlos por mucho tiempo hasta años.

2.2.7. PROPIEDADES FUNCIONALES Y QUÍMICAS

Entre las principales propiedades que se analizaron en la fase experimental se tiene los siguientes, los cuales se detallarán en la fase de resultados:

a. Vitamina C

En la alimentación es un compuesto nutricional muy importante, cuya actividad logra producir a travez de la unión del ácido L-ascórbico con el ácido deshidroascórbico es su representación oxidada. (Rojas,D., 2008)

Mientras que para Valdes, (2006) el compuesto de vitamina C mas reconocida con el nombre de acido ascorbico se clasifica como una vitamina hidrosoluble ya que deriva del metabolismo de la glucosa, tambien un potente antioxidante.

Es poco estable, por tal razon en alimentos al ser almacenados por mucho tiempo su contenido disminuye.Una de sus desventajas es su inestabilidad en soluciones neutras y alcalinas asi cuando se encuentra expuesto al aire, tanto a la luz y el calor. (Cardero, *et al.*, 2009)

Según, Espín, Villacres y Brito (2004), determinaron que hay tubérculos de oca en donde se presenta en altas concentraciones de vitamina C y como ejemplo se puede mencionar que por cada 100 g de materia fresca el tubérculo de mashua hay aproximadamente 77,37 mg de vitamina C y existe concentraciones entre un 27.89 a 39.81 mg/100 g de materia fresca de oca.

- **Azúcares Reductores**

Conjunto de monosacáridos y oligosacáridos formados por un grupo de carbonilo libre (aldehído y cetona) estos pueden comportarse también como reductores; al observar la relación entre sacarosa y oligosacáridos que son susceptibles a la hidrólisis provocada por los ácidos (Suzanne, 2009). Los más importantes azúcares que podemos encontrar en la oca son glucosa, la sacarosa y

la fructuosa; además de algunos restos de rafinosa. (Alastair, 1999). El método Fehling es el más utilizado para determinar azúcares reductores; para la reacción se aplica el sulfato cúprico junto con un regulador de pH basado en tartrato de sodio y potasio, todo esto lleva a cabo mediante la aplicación de calor (Baudi, 2006). Esta manera, llevamos adelante un razonamiento similar a la tesis de Bernabé y otros (2017), sostiene que se estableció el pH y acidez a través de la evaluación volumétrica empleando métodos del refractómetro para cuantificar la concentración de los azúcares.

Tabla 4: *Tiempo de soleado y contenido de azúcares*

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

FUENTE: Caiza (2010)

b. Fibra dietaria

Está compuesta por una cadena de células vegetales no digeribles (glúcidos, oligosacáridos, polisacáridos, ligninas y algunas otras sustancias vegetales asociadas; donde podemos encontrar componentes no estructuradas como las gomas, mucilagos y pectinas), las células vegetales son muy resistentes a la hidrólisis enzimática y endógenas digestivas del ser humano, en medio de una parcial fermentación digestiva en los intestinos. El componente primordial de la fibra dietética es

una pared celular, este componente muestra propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas debido a que presenta zonas amorfas y cristalinas. (Rodríguez & En L. Baena, 2012).

Varios estudios llevados a cabo a cerca de la ingesta de alimentos nutricionales con gran cantidad de fibra dietaría (FD), han demostrado en los últimos 40 años que disminuye notablemente el peligro de predisposición a desarrollar numerosas enfermedades crónicas, uno de los principales es la disminución del colesterol en la sangre (Causey, Feirtag, Gallaher, Tunland, & Slavin, 2000). La fibra dietaría es un compuesto, un tipo de fibra vegetal donde las enzimas del intestino humano no son capaces de hidrolizar. debido a ser fuentes disponibles de energía. La fibra dietaria se compone de polímeros de lignina y los polisacáridos vegetales son los que soportan la hidrolisis enzimática digestiva humana permitiendo así la microflora colónica, de: H₂, CH₄, CO₂, H₂O y los ácidos grasos con cadena de longitud corta (AGCC) (Calizaya, Sotelo, & Chire, 2023)

c. Compuestos fenólicos

Son sustancias considerablemente distribuidas en la naturaleza, se han detectado más de 8000 compuestos fenólicos en plantas y son potentes antioxidantes naturales. (Silva & Costados., 2010). Estos no solo proporcionan características sensoriales significativas, sino que son los encargados de otorgar el color y gusto a plantas numerosas. Además, con respecto al estrés oxidativo este podría jugar un rol crucial en la prevención de diversas enfermedades (Tsoa & Deng, 2004). Estos compuestos son los responsables de proporcionar los atributos benéficos para la salud humana y también disminuir la generación de los radicales libres de las moléculas. La investigación indica que estos radicales tienen la capacidad de provocar daño oxidativo en las moléculas de proteínas, lípidos, carbohidratos y ADN, lo que podría provocar el surgimiento de varias patologías (Álvarez-Suárez, y otros, 2012). Presentes en forma de glicósidos en el medio

ambiente y tienden solubilidad en el agua como en disolventes de origen orgánicos (Fernandez & y Puma, 2021).

Polifenoles

Sustancias de enzimas polifenol-oxidasa, los cuales son el comienzo de las reacciones del pardeamiento enzimático en frutas, al descascarar y cortar la fruta es ahí donde forma una coloración parda, (Hernandez, 2010).

d. Capacidad Antioxidante

Son la medida de moles de solución de prueba por un radical libre cedido, la valoración del antioxidante se lleva a cabo conjuntamente en todos los antioxidantes que se encuentran en una muestra, sin tener en cuenta probablemente las interacciones entre estos y el impacto de los rasgos en el tipo de prueba del ensayo. (Ramos, 2011)

Los antioxidantes naturales poseen una mayor potencia, seguridad y eficacia a comparación de las características de los antioxidantes sintéticos. Al mencionar los Flavonoides, la vitamina E indicamos que son parte de algunos antioxidantes naturales de los compuestos fenólicos. A estos compuestos se le conoce como BHT este es sintetizado como 2,6-di-tert-butil-4-metilfenol. Fennema (1992), citado por Condori (2016).

Método DPPH

Expuesto por Brand-Williams *et al.*, (1995) fundamentalmente inicia en la absorbancia del cómo es que va disminuyendo, con el radical DPPH cuya medida es a 515 nm. de antioxidantes, el método de análisis que describe Kim *et al.*, (2002) con algunas modificaciones centrada en el orden de los análisis de medición de la absorción del radical DPPH• 100 µM (3,9 ml) que esta disuelto

al 80%, con datos de 517nm de longitud de onda. Acondicionamos la muestra 0,1 ml, la mezcla se homogenizará por un tiempo de 30 min manteniéndolo en la oscuridad. La concentración de la reacción del radical DPPH se evalúa utilizando la curva de calibración que se obtiene de la regresión lineal estadística. Cuya expresión del resultado es en TEAC, que significa, actividad equivalente a Trolox ($\mu\text{M/g}$ de muestra en peso fresco). (Kuskosqui *et al.*, 2005)

e. **Ácido Oxálico**

Se trata de un compuesto orgánico de naturaleza química, que se puede hallar En manera de sales solubles (sodio y potasio) y de forma insolubles se encuentra como calcio. Al encontrarse como oxalato cálcico, este proporciona cuerpo del ser humano la creación de los cálculos renales por no ser soluble en agua en un pH neutro y alcalino. En las hojas de las plantas podemos encontrar la mayor parte de oxalato mientras que en los tallos y raíces de las plantas se encuentra en menos cantidad (Hernandez, 2010).

La más alta concentración de ácido oxálico lo encontramos presentes en la cáscara de los tubérculos de oca, característico de las plantas que pertenecen al género Oxalis. El ácido del tubérculo provoca que tenga un sabor agudo no agradable hasta conseguir que el porcentaje de ácido oxálico oscile entre 3.3 gramos hasta 3.7 gramos. (Cusiche, 2009)

% Acidez Total

Método recomendado por la AOAC 939.05 (2016) (19) de la Association of Official Analytical Chemists - AOAC Internacional. La intensidad de acidez en los alimentos nos llega a indicar el contenido de ácidos libres, por lo tanto, con un reactivo básico se determinó la valoración (volumetría). Se describió el resultado como el porcentaje (%) del ácido que más predomine en el

tubérculo, para calcular el porcentaje de acidez se aplica la ecuación siguiente. (Areche, Huayhua, & Huaman, 2020)

$$\% \text{ de acidez } \left(\frac{g}{100ml} \right) = \frac{\text{gasto} \times (\text{NaOH}) \times \text{meq} \times \text{fv}}{Tm(ml)} \times 100$$

En donde:

Gasto: mi gastados del titulante (NaOH)

NaOH: Normalidad del titulante

pmeq: Peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra

fv: Factor de valoración del titulante (0,045 ácido oxálico)

TM: Tamaño o peso de la muestra en (ml).

2.2.8. PROPIEDADES FUNCIONALES

Los seres humanos consumen alimentos funcionales, que se ha corroborado que nos aportan beneficios para la salud de la humanidad y de esa manera reducen la probabilidad de padecer enfermedades crónicas. Los alimentos funcionales comprenden:

- Alimentos que incluyen de forma natural sustancias bioactivas (como la fibra dietética).
- Alimentos a los que se añaden sustancias bioactivas (como probióticos o antioxidantes).
- Ingredientes alimentarios derivados que se incorporan a los alimentos comunes.
- Una nueva perspectiva sería ideal para los alimentos funcionales. Además, los alimentos funcionales se ingieren como parte de una dieta del día y típica, en lugar de ser medicamentos como comprimidos o cápsulas (Grajek *et al.*, 2005).

Estos alimentos podrían ser diseñados para el público en general o para grupos, que pueden identificarse, por ejemplo, en función de la edad o la composición genética (Araya y Lutz, 2003).

a. Antioxidantes

Los componentes antioxidantes en los alimentos son valiosos al ser consumidos ya que nos ayuda a prevenir numerosas enfermedades y así promover una salud optima, ya que estas moléculas al estar en cantidades reducidas en comparación con los sustratos oxidables, restringen o postergan el proceso de oxidación (Aktumsek *et al.*, 2013). La actividad antioxidante suele correlacionarse con el contenido total de fenoles en los productos naturales es esencial comprender que las frutas, vegetales, hierbas y especias poseen antioxidantes (Schaich *et al.*, 2015). Mencionando los antioxidantes naturales más destacado es el ácido gálico y sus derivados, presentes en diversos alimentos, como ejemplo el té verde y los vinos, son utilizaros habitualmente en alimentos para prevenir el estrés por oxidación. (Fuentes *et al.*, 2014)

2.2.9. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA UMAK'AYA

a. Umak'aya

Primeramente, es necesario saber que para la obtención de Umak'aya, necesariamente se pasa por la etapa de obtención de kaya. El procedimiento de elaboración para conseguir Umak'aya se modifica, pero el producto obtenido sigue siendo el mismo, las personas que practican este proceso son aquellas que residen cerca las riberas del lago, consiste en sumergir en el agua las ocas dañadas por los insectos y plagas, que se utilizan para conseguir la Umak'aya. Se usa frecuentemente en sus platillos tradicionales, dado que su preparación es sencilla, se utilizan como complementos a los platos típicos con habas sancochadas, como en ceremonias no muy particulares y también en la elaboración de harinas a base de kaya o Umak'aya, a todo esto hay una caída debido a la dejadez de practicar debido a su tediosidad y dificultad para de prepararlas como harina. (Gutierrez, 2018)

Tabla 5: Procedimiento para la elaboración de la Umak'aya

Elaboración	Método tradicional
Selección de la oca	Se empieza a seleccionar todos los ecotipos que tengan algún problema fitosanitario siendo los que se van a usar para la elaboración de Umak'aya, aquí no se discrimina ningún ecotipo todos son usados para la elaboración de Umak'aya.
Meses	Junio - julio
Preparación del hueco u fosa	Se procede a preparar una fosa cercado con piedras, cerca de las orillas del lago, donde la oca estará sumergida ahí más de 3 a 4 días dependiendo del agricultor.
Sumergir	Se procede a sumergir la oca fresca en el agua por un lapso de 3 a 4 días, cubriéndolo con paja y estar bien atento de los fuertes fríos.
Cortado de paja	Se busca paja donde en el hueco se pone como una base que de aeración y no tenga contacto con el suelo que es muy arenoso y afecta a la calidad de la Umak'aya
Nailon o yutes	Se tapa las ocas sumergidas en el agua para que no entre polvo, y aves que vengan a picotar las ocas y comérselas, protección contra animales y para identificar de quien es la Umak'aya que se está haciendo.
Secado	Se procede a sacar la oca del hueco o pozo a los 6 días y luego se hace el secado, de unos 4 a 6 días dependiendo si hay mucho sol, se hace el pelado de la Umak'aya con los pies o manos mientras sigue fresco.

FUENTE: Gutierrez (2018).

2.2.10. RENDIMIENTO

Según, Sares (2018), el rendimiento, es el resultado que se desea efectivamente obtener de cada unidad que realiza la actividad, de una perspectiva general, la propiedad es lo que se menciona como unidad de todo lo que existe de manera muy individual, ya sea un sujeto, un equipo, un producto, un departamento o un grupo de organizaciones. La fórmula de porcentaje de rendimiento está dada por:

$$\%R = \frac{\textit{Entrada} - \textit{Salida por perdidas}}{\textit{Entrada}} * 100$$

Según, García (2016), una de las finalidades para la química alimentaria y más aún para la industria en general que se relacione con la química, es necesario el equilibrio de masas y quien se encarga de ello es el gerente de productividad del área, en este procedimiento industrial, las reacciones se intensifican, y todos los costos para conseguir productos de alta calidad. Determinar el rendimiento significa que tan eficiente es una reacción específica, el cual se detalla como la relación entre el rendimiento práctico y el rendimiento según teoría.

(Bernabé & Cancho, 2017) En su investigación se observó que al obtener la harina de khaya esta fue menor a comparación de la harina de oca fresca que fue mayor, esta respuesta es debido a la presencia de humedad inicial en la harina antes de ser transformada, lo cual calcularon el rendimiento o se podría decir el desempeño de la harina de Khaya de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\textit{Peso final de la harina de khaya}}{\textit{Peso inicial de la Khaya}} * 100$$

2

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se desarrolló en el distrito de Juliaca, provincia de san Román, departamento de Puno.

Los siguientes puntos fueron utilizados para la parte experimental:

- El proceso de soleado, congelado, lavado, apisonado, empozado, congelado y secado se realizó en la urbanización Sol de oro - distrito de Juliaca, provincia de San Román.
- Los análisis para la determinación de las propiedades funcionales y químicos (vitamina C, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, fibra dietaría, ácido oxálico) se ejecutó en los laboratorios químicos de la Universidad San Antonio Abad del Cusco -

UNSAAC.

3.2. MUESTRA

En la investigación se utilizó 4000 g de cada variedad de Oca (kheni roja, Kello y kheni).

La muestra de Oca fue recolectada de los productores del centro poblado Villa Poccona de la Provincia de Yunguyo, Departamento de Puno, que está ubicado exactamente al sureste del Perú, a una altitud de 3 826 m.s.n.m., a 176 km de la ciudad de Puno, con las siguientes coordenadas - 16.24°61'15" S, -9.08°08'72" O. Municipalidad provincial de Yunguyo,(2023).

Para ello se utilizó 4000 g de Oca de cada variedad como materia prima para el proceso

36

6

41

experimental de la obtención de Umak'aya.

3.3. MATERIA PRIMA

Las variedades de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), con las que se trabajó fueron las siguientes:

- **Variedad 1** Oca Kheni roja
- **Variedad 2** Oca Kello
- **Variedad 3** Oca Kheni

3.3.1. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

Equipos

- Balanza analítica digital
- Espectrofotómetro Genesis 20 Thermo Electrón
- Estufa
- Mufla
- Soxhlet
- Desecador con deshidratante silica gel
- Tituladores
- Agitador de tubos
- Equipo HPLC

Materiales

- Filtros de jeringa de medidas 0.2 μm
- Viales de vidrio vol. (1.5 ml)
- Viales de plástico con tapa a presión (1.5 ml)
- Jeringas (5 ml)

1

- Mortero
- Crisoles
- Pinzas
- Lunas de reloj
- Espátula inox
- Embudo
- Vasos de precipitados pirex (100 mL y 250 mL)
- Tubos graduados para centrifuga (15 mL)
- Micropipetas (10 -100 μ L)
- Micropipetas (100 - 1000 μ L)
- Papel secante
- Papel toalla
- Papel filtro

Reactivos

- Hipoclorito de sodio
- Etanol
- Indicador de fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Colorante Diclorofenolindofenol
- Ácido ascórbico

3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.4.1. Diagrama de Flujo

La figura 2, muestra el diagrama de flujo de las etapas de proceso para la obtención de Umak'aya partir de las tres variedades de Oca (Kheni, kheni roja, kello).

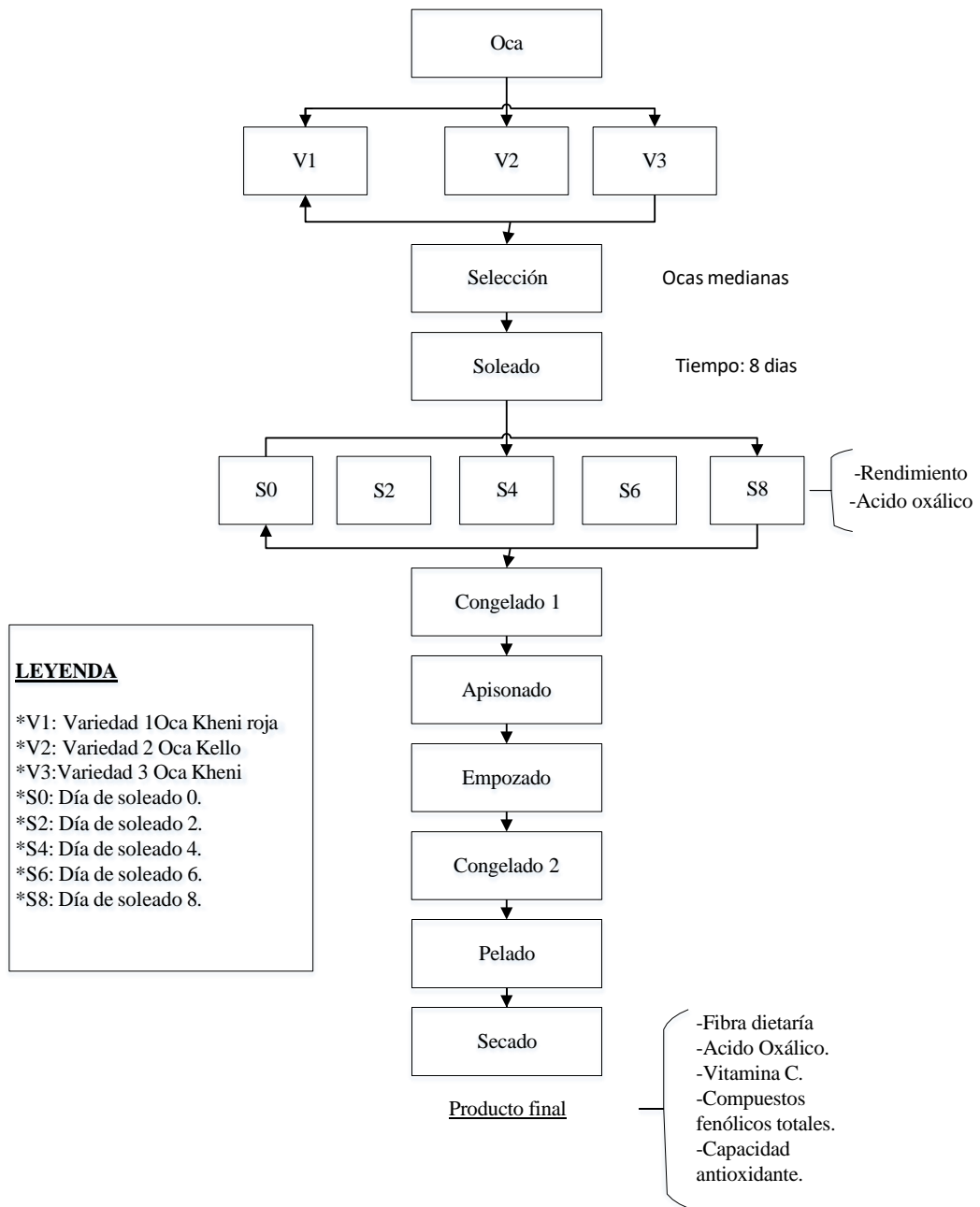


Figura 2: Diseño experimental a seguir para la obtención de Umak'aya

3.4.2. Descripción de las operaciones

Selección:

En este proceso, los elementos ajenos a los tubérculos como son la tierra, pajas se eliminó, la operación fue manualmente con la ayuda de una espátula y cuchillo. Algunos parámetros de selección a tener en cuenta serán por la coloración, tamaño uniforme de cada variedad de oca.

Soleado:

Se procedió a exponerlos a la insolación debidamente clasificados e identificados las tres variedades de ocas: Oca khieni roja, Oca kello y Oca khieni. Por un periodo de 8 horas diarias (8am a 4 pm), durante un periodo de 8 días. A fin de garantizar un proceso homogéneo se efectuó controles de la temperatura cada 2 horas a fin de sacar la temperatura promedio durante los días de soleado.

Congelado 1:

En este proceso se extendió los tubérculos de oca de las tres variedades: Oca Khieni roja, Oca Kello y Oca Khieni, sobre camas de pajas y ser expuestas a temperaturas por debajo de 0.7°C durante dos noches para su congelamiento por las heladas nocturnas.

Apisonado:

Se apisonó naturalmente (con los pies descalzos), de manera que se eliminará el contenido de agua y gran parte de la acidez de la oca. En esta etapa ya se obtuvo la Kaya de oca.

Empozado:

El empozado se realizó por un periodo de 14 días, en donde cada variedad de ocas destinadas para la obtención de Umak'aya (Oca Khieni roja, Oca Kello y Oca Khieni), son diferenciadas y rotuladas

en pequeños sacos respectivamente. Donde se les sumergió por completo en recipientes (tina, lavadores de 80L.) con agua, realizando el cambio de agua a diario.

Congelado 2:

Para este proceso se retira del agua las tres variedades de Umak'aya y son expuestas por segunda vez a las bajas temperaturas por toda una noche. Esto favorece mucho en lo que es el escurrimiento y oreado, lo que facilita el proceso de descascarado.

Pelado:

Se realizó durante la mañana aprovechando que aún se encuentre congelado, así empezar a pelar la mayor parte posible de las cascaras de cada variedad de los tubérculos de Umak'aya.

Secado:

Se procedió a extenderlos y dispersarlos los tubérculos de Umak'aya sobre mantas, no olvidando removerlos cada 2 horas durante el día para acelerar el proceso de secado.

3.5. METODO DE ANÁLISIS DEL PRODUCTO

3.5.1. Método de análisis de la Umak'aya

- Rendimiento (%) es el peso inicial de la oca fresca y peso final de la Umak'aya por 100%
- Capacidad antioxidante (Eq Trolox CI50 umol /100gr de oca) Método DPPH y Folin Ciocalteu.
- Compuestos fenólicos totales (Eq Acido Gálico mg/100gr de oca) Método DPPH y Folin Ciocalteu.
- Fibra dietaria total (%) Método oficial (AOAC 962.09).
- Vitamina C (Acido ascórbico mg/1g oca) Método Cromatografía HPLC.
- Ácido Oxálico (Acido oxálico mg/1g oca) Método Cromatografía Liquida HPLC.

3.6.DISEÑO EXPERIMENTAL

3.6.1. Diseño experimental por objetivos

Para el objetivo N° 1: Determinar el rendimiento de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en la obtención de Umak'aya.

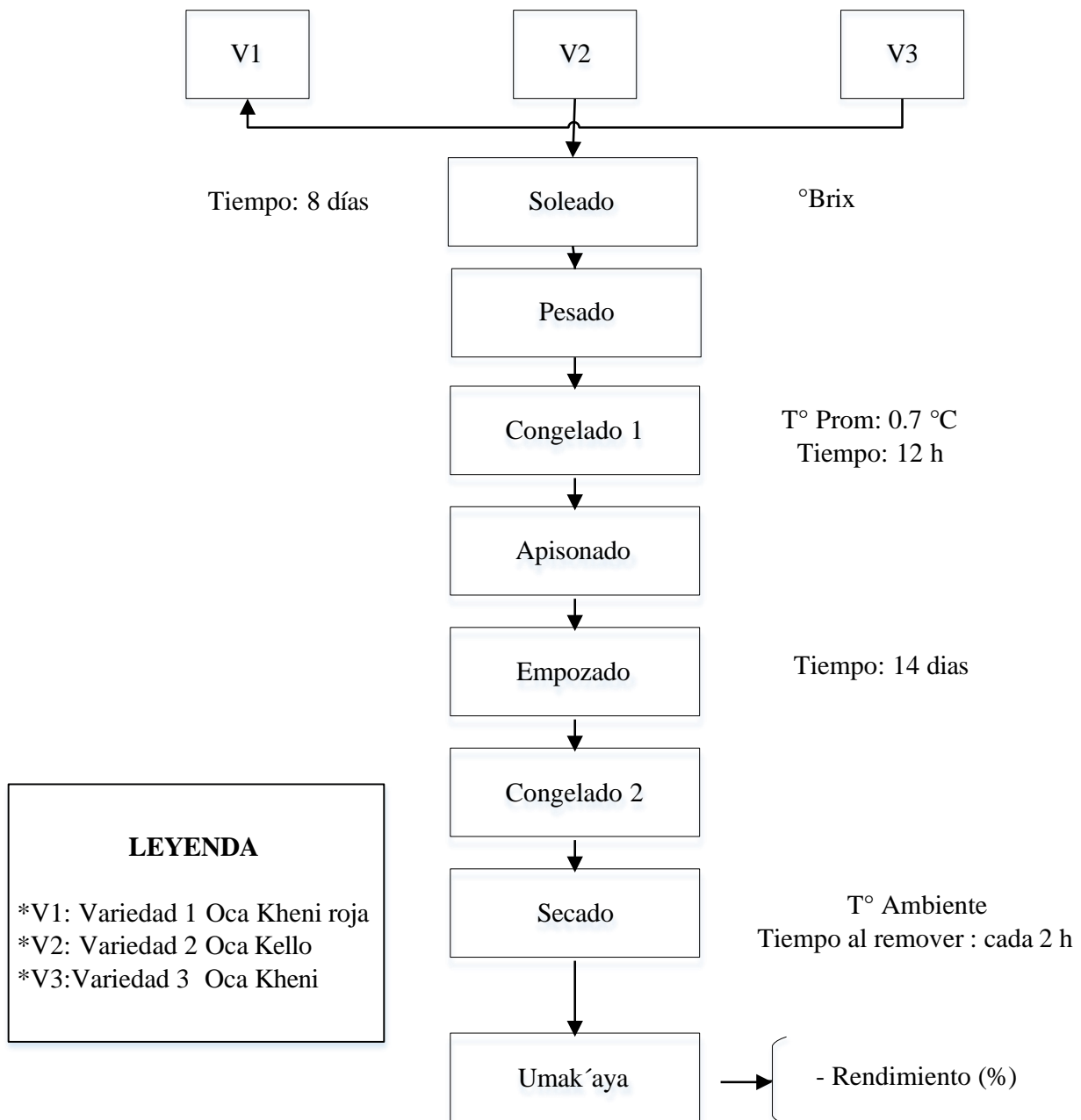


Figura 3: Proceso de soleado para la evaluación del rendimiento de la Umak'aya.

Luego de haberse soleado el producto por 8 días, aparte de haberse realizado un análisis inter diario del producto, se hizo un análisis final para corroborar de qué manera han evolucionado el rendimiento de las ocas desde el día de soleado cero hasta el día de soleado ocho, para luego obtener el peso final de la Umak'aya y calcular el rendimiento.

Variables de estudio:

Variable independiente:

- Variedad: Oca kheni roja, Oca kello, Oca kheni
- Tiempo de soleado: día 0, día 2, día 4, día 6, día 8.

Variable dependiente:

- Rendimiento.

a. Método de análisis

- **Determinación del rendimiento**

El Rendimiento se realizó mediante la pérdida de peso, para ello se ha anotado los pesos iniciales de cada variedad de Oca y como también los pesos finales de la Umak'aya de oca seca.

La fórmula para calcular el porcentaje de rendimiento se expresa de la siguiente manera:

$$\%Rendimiento = \frac{\textit{peso final de la Umak'aya}}{\textit{peso inicial de la oca}} * 100$$

b. Diseño estadístico

Para establecer el rendimiento correcto de la Umak'aya de oca, el Diseño Completamente que se empleo fue al Azar (DCA) siendo dos factores que fueron: Variedades (variedad), tiempo de soleado (días) y cuya selección de la variable es el rendimiento, con un arreglo factorial de 3 unidades experimentales por 5 repeticiones, con una cantidad total de 15 tratamientos y 45 unidades experimentales, empleando la prueba de ANOVA factorial ($P \leq 0.05$). Con el programa STHATGRAPHICS fueron analizaros los datos mencionaros anteriormente.

El esquema del experimento se logra mostrar en la siguiente tabla 6.

Tabla 6: *Matriz de diseño DCA para el Rendimiento*

Variedades	Tiempo de Soleado (días)	Rendimiento(g)
Kheni rojo	1	-
Kheni rojo	2	-
Kheni rojo	3	-
Kheni rojo	4	-
Kheni rojo	5	-
	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
	5	-
	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
	5	-

Para el objetivo N° 2: Evaluar la influencia del soleado sobre la concentración de ácido oxálico y el proceso de obtención de la Umak'aya sobre las propiedades funcionales y químicos.

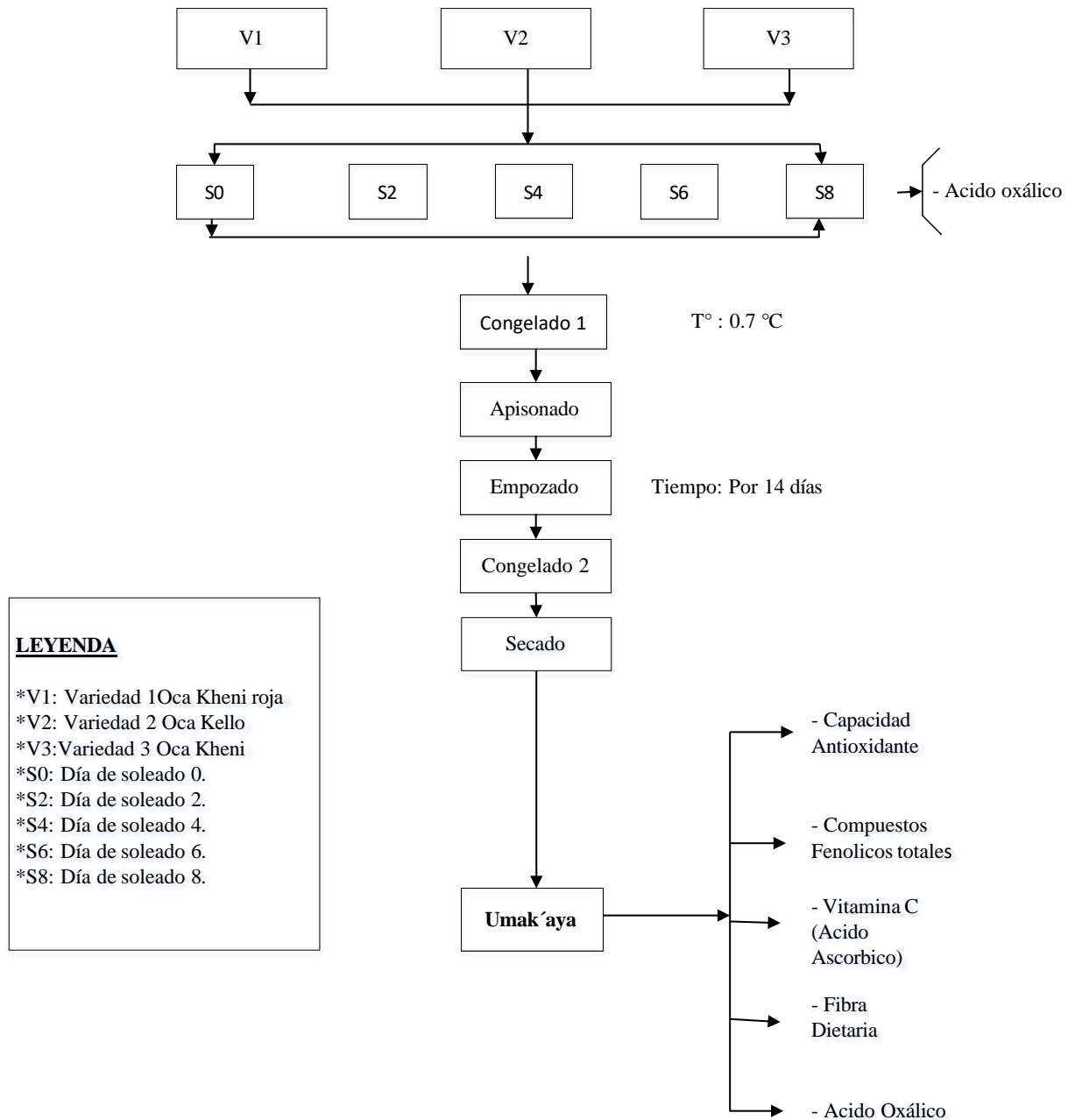


Figura 4: Proceso de la influencia del soleado sobre las propiedades funcionales y químicos de la Umak'aya

Después del soleado de las tres variedades de oca se sometió a congelarlos y luego pasar al apisonado para luego empozarlo en agua durante 20 días, para luego obtener la Umak'aya y hacerlos secar seguidamente proceder a tomar muestras de cada variedad para analizar las propiedades funcionales y químicos que se mencionan en la figura 4.

Variables de estudio:

Variable independiente:

- Variedad: Oca Kheni roja, Oca Kello, Oca Kheni
- Tiempo de soleado: día 0, día 2, día 4, día 6, día 8.

Variable dependiente:

- Capacidad antioxidante
- Compuestos fenólicos totales
- Vitamina C
- Fibra dietaría
- Ácido oxálico

a. Método de análisis

- **Capacidad Antioxidante**

Según, la metodología de Brand-Williams, Cuvelier, y Berset (1995) y (Matuszewska, et al., 2018) los elementos con actividad antioxidante interactúan con el radical estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) mediante una disolución de metanol. Aproximadamente de la muestra de solución en dilución de metanol, como muestra final se elaboró 1g, siendo molida en mortero hasta conseguir partículas finas, enseguida se le añadió 15 ml de la solución de metanol, para

posteriormente ser agitada en un recipiente de espacio y 20 min de tiempo a 50°C de temperatura, adicionalmente se logró la centrifugación a 1250 revoluciones durante 5 minutos y poder conseguir el líquido sobrenadante de la muestra. Estos procedimientos más recientes repetirán con la finalidad de recuperar el líquido del bagazo sobrante. El líquido que se obtiene es la muestra lista para su análisis. Éste puede ser examinado de inmediato y puede almacenar a temperaturas de 4°C para su futuro análisis.

En la parte de análisis, en un espectrofotómetro a cero se introdujo la muestra usando metanol.

1 Luego se garantizó la absorbancia como inicio a 0,700 nm de solución diluida de DPPH, aproximadamente, alrededor de una medida de 1.1 ± 0.02 para lo cual se utilizó micro pipetas posteriormente se agregó un límite de 150 μL de la muestra con un volumen en 2850 μL de la disolución de DPPH en interior envases de viales con material de plástico limpios. Se dejó fluir 150 μL del disolvente puro para conseguir un factor de corrección. Al permitir la reacción entre el DPPH y la muestra estos reaccionan en un agitador oscuro y se cerrarán los viales, se mantuvo a 20°C la temperatura ambiente durante el tiempo de 30 min para luego trasladar la solución en una cubeta de vidrio de 1cm. Luego la medición se realizó con el espectrofotómetro a 517 nm. Para el cálculo del porcentaje de restricción en la oxidación de DPPH se diseñó la fórmula de acuerdo a:

Ecuación:

% Actividad antirradical por DPPH

$$\% \text{ de Inhibicion} = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) * 100$$

Donde:

A_0 representa la absorbancia en la muestra de control y A_1 significa la absorbancia del compuesto estándar o ensayado. La capacidad antioxidante de la muestra se expresó como IC_{50} o también como muestras valiosas para suprimir el 50 % de los radicales libres DPPH, para el cálculo del análisis se aplicó regresión lineal. como referencia se empleó el compuesto Trolox para evaluar el barrido radical.

La fórmula para medir la capacidad de un antioxidante es:

$$\text{Trolox Eq.} = (a + bX)(0.25) \left(\frac{\text{ml de extracto total}}{\text{gr. de muestra}} \right) \left(\frac{150 \text{ uL de muestra reactante}}{\text{uL extracto de muestra}} \right)$$

En donde:

0.25 se usa para presentar los Trolox en unidades de (ug). obtenido del peso molecular del Trolox.

Para crear una curva estándar, se prepara una solución de Trolox de 4 mM, luego se realizan diluciones al inicio de 0 - 200 μM con etanol. Se expresan los resultados en mg de Trolox equivalentes en 100 g de muestras.

• Compuestos fenólicos Totales

Determinación del contenido fenólico total

Durante la investigación de Nurgün & Nilufer, (2012) se realizó el contenido fenólico total del extracto acuoso de *R. raphanistrum* mediante la técnica de Folin-Ciocalteu a 50 μL de muestra se añadieron 250 μL de reactivo de Folin-Ciocalteu sin diluir. Al pasar 1 min, se añade 750 μL de Na_2CO_3 acuoso al 20 % (p/v) y el volumen completó a 5,0 mL con H_2O . Después de 2 h en incubación a 25 $^\circ\text{C}$, la medida de la absorbancia es 765 nm y se comparó con una curva calibrada de ácido gálico. Como equivalentes de ácido gálico (mg de ácido gálico/g de extracto) se

determinaron los fenoles totales y se muestran los valores como promedio de medias mediante un análisis por triplicado.

Por otra parte, Cochama & Flores, (2015) ha empleado el método Folin-Ciocalteu; se sitúan 5 g de muestra y se incorporan en un tubo falcón 15 ml de etanol (70%); se mezcló la muestra hasta poder disolver de manera homogénea durante 1 a 2 min de tiempo; el homogenizado permaneció en reposo durante 10-15 horas en refrigeración (4°C); tras el reposo se centrifugó el homogenizado durante 5 min. a 3500 rpm; se extrajo 0.1 ml de muestra (sobrenadante claro) utilizando una micropipeta, también se utilizó 0.1 ml de catecol, 0.9 de etanol al 70%, 2 ml de Folin-Ciocalteu 0,25 N, 3ml de carbonato de sodio (Na₂CO₃) y se combinó la mezcla; simultáneamente se elaboró una muestra en blanco junto con estándares tal como se detalla en el cuadro Nro.11 de la misma forma se preparan las muestras previas; se mezclan todos los reactivos y se dejan reaccionar durante 3 minutos; tras pasar el periodo de tiempo se añade 3 ml de etanol al 70% con una micropipeta; se combina y se deja reposar por 15 min; para posteriormente trasladar al espectrofotómetro en cero con la solución en blanco; el sobrenadante es situada en una cubeta de vidrio y se registra en el espectrofotómetro a 765 nm; utilizando una curva estándar, al registrar las lecturas de las absorbancias que logro observar se logró mostrar los resultados en mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g de muestra.

- **Determinación de fibra dietética**

Determinación de fibra.

En base al método AOAC, 962.09 se determina la fibra cruda, se procede a disolver la muestra excluida de la grasa, se lava una solución de ácido sulfúrico (H₂SO₄) para luego ser digerida nuevamente con una solución de NaOH, se lava, luego secarlo y pesar. El método empírico ofrece una fibra que se compone principalmente en celulosa junto con una cierta proporción de lignina y

hemicelulosa presente en la muestra original. Mediante la digestión tanto acida y alcalina, se pueden utilizar los reactivos- Ácido sulfúrico (H₂SO₄ 0,255N) e Hidróxido de sodio (NaOH 0, 1 N) descritos en la NTE INEN 522. (Cochama & Flores, 2015)

5 El método de digestión ácido-base AOAC se basa en pesar 20g de zumo de granadilla y siguiendo el procedimiento del método de la digestión Ácida con una temperatura de 105°C de la estufa.

Cálculo del porcentaje de fibra:

$$\% \text{ Fibra dietaria} = \frac{(m1 - m1c) - m2}{g \text{ muestra}} \times 100$$

5 Donde:

m1: Masa del residuo + papel luego de secado a 103 °C.

m1c: Masa del papel seco en g (luego de haber tratado con mezcla ácida).

m²: Masa del residuo luego de la calcinación

- **Determinación de vitamina C**

10 La cuantificación se realizó usando HPLC Agilent serie 1200, acompañada de los siguientes accesorios: columna Zorbax Eclipse XDB C18 de diámetro interno 4.6 mm x de longitud 150 mm, tamaño de partícula 5µm. Detector de arreglo de diodos (DAD) 250 nm.

Curva de calibración

24 Se utilizo acido ascórbico para la obtención de la curva, estableciendo concentraciones a 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 mg/ml. Luego se ajustó al equipo, consiguiendo cromatogramas y por terminar se puede explicar las curvaturas de calibración de la siguiente manera:

Tasa de flujo:0.5 ml /min

Temperatura del horno: 35°C

Volumen de la muestra: 1.0 ul

Patrón de muestra: acido ascórbico

Análisis de la vitamina C en el tomate

Al obtener el extracto de tomate, procedió al pesaje de 5gr, después se añadió 15ml de otro ácido fosfórico al 4.5 %, y finalmente se añadieron 25ml de agua pura para luego ser trasladada a la centrifugadora a 4000 r.p.m. / 15 min; se filtró al concluir en los discos de porosidad de tamaño 0.20 *um*. Por último, se realizó un análisis en HPLC y se sustituyó en las curvas de calibración. (Valle & Rodriguez, 2011)

- **Ácido Oxálico**

Se determinó mediante las condiciones de analisis por el método de cromatografía liquida en HPLC Agilent serie 1200 con los siguientes materiales: columna Zorbax Eclipse XDB C18 de interno 4.6 mm de diámetro y 12.5 mm de longitud, con un tamaño de partícula 5um. Detector de arreglo de diodos (DAD) 215 nm. (Valle & Rodriguez, 2011), para las tres variedades de Umak'aya de oca, se trituro en un molino manual cada una las muestras de los ocho dias de soleado tanto de la oca soleada fresca y también de la Umak'aya , para su respectivo análisis .

Determinacion de la acidez total.

$$\% \text{ de acidez } \left(\frac{g}{100ml} \right) = \frac{\text{gasto } x(\text{NaOH})x \text{ meq } x fv}{Tm(ml)} x 100$$

Donde significa:

Gasto: mi **gastados del titulante (NaOH)**

NaOH: Normalidad del titulante

pmeq: Peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra

fv: Factor de valoración del titulante (0,045 ácido oxálico)

TM: Tamaño o peso de la muestra en (ml)

3.7. HIPÓTESIS PLANTEADAS

Hipótesis general

- Las propiedades funcionales y químicos de la Umak'aya de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) se verán influenciados por el soleado, congelado, lavado y secado.

Hipótesis específicas

- El rendimiento de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) sometidos a diferentes tiempos de soleado, congelado, lavado y secado disminuyen significativamente en la obtención de Umak'aya.
- El soleado del producto influye sobre la concentración del ácido Oxálico y en la obtención de Umak'aya, las propiedades funcionales y químicos disminuyen significativamente.

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En la investigación se utilizó métodos y herramientas para recopilar datos una de ellos fue la observación directa (fuentes primarias) para obtener información de la situación actual de las tres variedades de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) y también fuentes sobre la elaboración de Umak'aya de oca, luego se aplicó el análisis experimental (fuente secundaria) en los laboratorios químicos de la UNSAC para analizar las muestras y de forma específica al producto y la materia prima como tal.

Para ello, la tabla 6 muestra las técnicas de recopilación de información:

Tabla 7: *Técnicas e instrumentos usados para la recolección de información*

Fuente	Técnica	Instrumento	Método
Primaria	Observación directa	Ficha de observación	Cualitativo
Secundaria	Análisis experimental	Instrumentos de laboratorio	Cualitativo

3.9. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Para analizar y manejar los datos recopilados en instrumentos y técnicas de investigación en tres variedades de Umak'aya de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), se hizo uso de diversas técnicas, tras haber aplicado la herramienta de investigación en el trabajo, se llevó a cabo toda la organización de la información numérica en Microsoft Excel, lo cual permitió y facilitó crear tablas y figuras ilustradas que detallan en los resultados finales de las variables y dimensiones de las propiedades funcionales y químicas de la Umak'aya, para el análisis estadístico se hizo uso del programa statgraphics- 19 y para toda la redacción del informe se utilizó el Word office 2016 necesario.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LA UMAK´AYA

Tabla 8: Rendimiento de la Umak´aya

VARIEDAD DE UMAK´AYA	Tiempo (días de soleado)	Peso inicial oca fresca (g)	Peso final Umak´aya seca (g)	Rendimiento %
OCA KHENI	S0	4000	740	18.5
	S2	4000	727	18.18
	S4	4000	665	16.63
	S6	4000	647	16.18
	S8	4000	613	15.33
OCA KHENI ROJO	S0	4000	803	20.08
	S2	4000	742	18.55
	S4	4000	729	18.23
	S6	4000	723	18.08
	S8	4000	719	17.98
OCA KELLO	S0	4000	665	16.63
	S2	4000	659	16.48
	S4	4000	614	15.35
	S6	4000	612	15.3
	S8	4000	576	14.4

Las Umak´ayas muestran una reducción de peso significativa y más en la variedad Kello en el último día de soleado (S8) 14.4% mientras que la variedad kheni roja del día soleado (S0) fue la que conservo el mayor porcentaje de rendimiento con 20.08%. El producto ha perdido una cantidad considerable de agua y algunas propiedades químicas como el ácido oxálico durante el proceso de secado, lo que ha conducido a una disminución en su peso total. Estos resultados indican que el producto ha experimentado una reducción de su contenido de humedad, lo que puede contribuir a una mayor durabilidad, conservación y vida útil, Según Gutierrez A. N. (2018), Umak´aya, es la

manera de conservación de estos productos, las familias que fueron encuestadas tienen en conocimiento la manera de conservación de la oca para poder conservarlos durante años. Mientras que Garcés, Vásquez, & Rodríguez, (2020) en su investigación de la caracterización de harina de oca nos indica que las tres variedades de oca tuvieron un rendimiento promedio del 28%, y la variedad Mestiza obtuvo el 89,08 % de la granulometría con un tamiz de 250 micras.

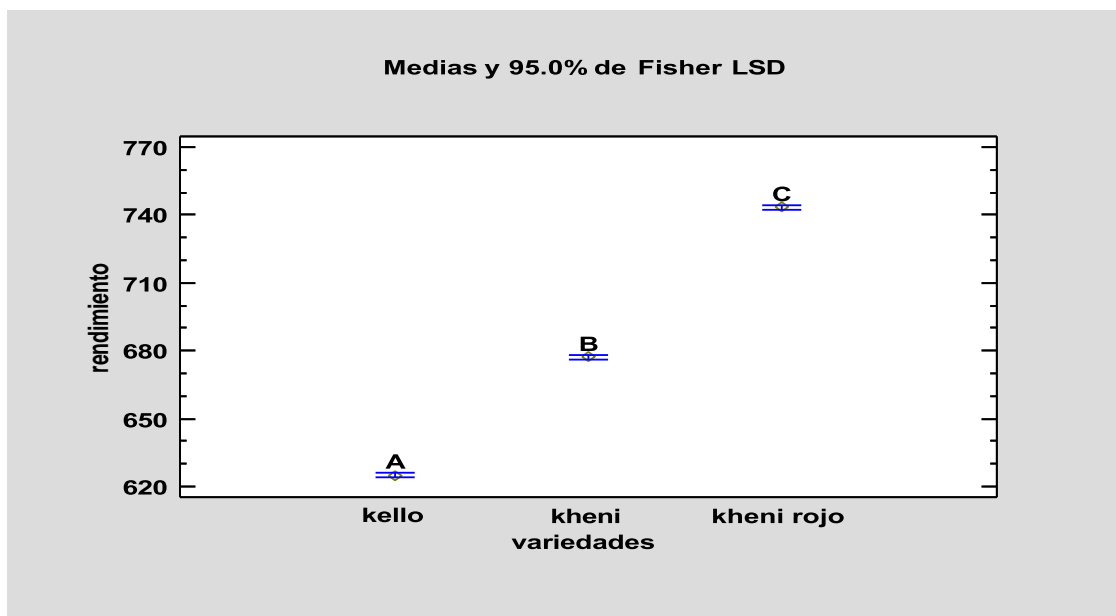


Figura 5: Graficas de Medias y 95.0% de Fisher LSD

En la figura, se visualiza que la variedad Kheni rojo del día de soleado (S0) fue la que mejor conservo un rendimiento de 20.08% hallando una mayor diferencia significativa en comparación a la variedad Kello del día soleado(S8) que fue 14.4% respectivamente. Desde la perspectiva de Marín, et al., (2006) actualmente, numerosos alimentos deshidratados actúan como fundamento base para la elaboración y el progreso de novedosos productos en el sector industrial, dado que proporcionan proteínas, minerales, fibra dietética, vitaminas y antioxidantes, se les considera como un elemento u componentes de los alimentos funcionales, esto se debe a su sencilla incorporación en los productos lácteos (postres, leches, yogures, helados), pasteles, galletas, sopas al instante y platos preparados. De acuerdo con el estudio de varianza (ANOVA) incluido en el anexo 7, las

2 variedades de Umak'aya de oca y la interacción del rendimiento (%) influyeron significativamente para cada uno en sí, con un nivel de confianza del 95.0%, tienen un valor P menor a 0.05, indicando que es significativamente diferente de cero.

4.2. INFLUENCIA DEL SOLEADO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO OXÁLICO Y EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA UMAK'AYA SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y QUÍMICOS.

4.2.1. Análisis del ácido oxálico en la Oca soleada

Tabla 9: Ácido oxálico de la Oca soleada

VARIEDAD DE OCA	DIAS DE SOLEADO	Repeticiones			Promedio Ácido Oxálico mg/1gr Oca
		1	2	3	
OCA KHENI	S0	1.514	1.190	1.214	1.31± 0.18
	S2	1.333	0.992	1.071	1.13±0.17
	S4	1.257	0.681	1.365	1.10±0.36
	S6	1.224	1.098	0.948	1.09±0.13
	S8	1.037	1.080	0.896	1.00±.0.09
OCA KHENI ROJO	S0	0.922	1.525	1.426	1.29±0.32
	S2	1.058	1.180	1.481	1.24±0.21
	S4	0.831	0.857	1.440	1.04±0.34
	S6	0.982	0.697	1.250	0.98±0.27
	S8	0.483	0.807	1.469	0.92±0.50
OCA KELLO	S0	1.152	1.146	1.136	1.14±0.00
	S2	1.065	1.036	0.714	0.94±0.19
	S4	0.735	1.088	0.716	0.85±0.20
	S6	0.337	1.106	0.869	0.77±0.39
	S8	0.211	1.008	0.286	0.50±0.44

La tabla 9 presenta el estudio del promedio de ácido oxálico en tres variedades de oca soleada, en donde la variedad Kello del día soleado S8 fue la que obtuvo una concentración menor de ácido oxálico de 0.50 ± 0.44 mg/ 1 gr oca, mientras que en la variedad Kheni del soleado S0 se observa una concentración de 1.31 ± 0.18 mg/1gr Oca. Según el estudio realizado por Castañeta et al. (2022) la oca roja soleada con una acidez titulable (% Acido oxálico) es 0.329 ± 0.022 y en la variedad amarilla con una acidez titulable (% ácido oxálico) es de 0.155 ± 0.022 los resultados mostrados estarían dentro del promedio de ácido oxálico en la oca soleada. El contenido de ácido oxálico en la oca fresca fue de 0.17 %, lo que equivale a los valores cercanos a 0,071, 0,106 y 0,110% reportados por Araujo (2012) citado por (Medina Ochoa, 2022) en las variedades rojo grisáceo, amarillo señorita y rosada, respectivamente. Como bien sostiene Hanco (2017) el ácido oxálico, los azúcares reductores, el stress calórico y la temperatura de almacenaje durante un mes de observación influye de manera considerable en la disminución de su peso en las tres variedades de oca.

4.2.2. Propiedades funcionales de la Umak'aya

a. Vitamina C (Acido ascórbico)

Según, Tapia y Frías (2007), nos dice que a los medios climáticos locales están ligadas de por medio cada tecnología de transformación y conservación. Desde la perspectiva alimentario, unos de los propósitos de la transformación son:

- Eliminar sustancias no nutritivas o con un sabor desagradable.
- Extender la durabilidad del producto en su almacenamiento.
- Crear alteraciones en el color, textura y el sabor.
- Modificar la composición nutricional del producto.

Luego de los experimentos diversos realizados para poder delimitar las propiedades funcionales y químicas de la oca, se pudo verificar los siguientes resultados:

Tabla 10: Vitamina C (ácido ascórbico) de la Umak'aya

VARIEDAD DE UMAKAYA DE OCA	DIAS DE SOLEADO	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Ácido Ascórbico mg/1gr oca
OCA KHENI	S0	ND	ND	ND	ND
	S2	ND	ND	ND	ND
	S4	ND	ND	ND	ND
	S6	ND	ND	ND	ND
	S8	ND	ND	ND	ND
OCA KHENI ROJO	S0	ND	ND	ND	ND
	S2	ND	ND	ND	ND
	S4	ND	ND	ND	ND
	S6	ND	ND	ND	ND
	S8	ND	ND	ND	ND
OCA KELLO	S0	ND	ND	ND	ND
	S2	ND	ND	ND	ND
	S4	ND	ND	ND	ND
	S6	ND	ND	ND	ND
	S8	ND	ND	ND	ND

Como se puede apreciar en la tabla 10, de todas las pruebas realizadas en las tres variedades de Umak'aya no se detectó presencia de ácido ascórbico esto por ser termolábil. Por otra parte, según, Espín *et al.* (2004), refiere que hay tubérculos de oca en donde se presenta altas concentraciones de vitamina C como ´por ejemplo; la mashua, por cada 100 g de alimento fresco contiene alrededor de 77,37 mg de vitamina C. y existe concentraciones entre un 27.89 a 39.81 mg/100 g de materia fresca de oca. Además, Coenders (2011) citado por (Cabrera, 2017) confirma que la vitamina C más conocida como ácido ascórbico, altamente hidrosoluble, susceptible a la luz y al aire, cuyo compuesto simple (C₆ H₈ O₆) que participa en el metabolismo celular y la formación de tejidos.

Mientras que, en su investigación de Caballero Guinea, (2018) citado por (Ramirez, 1997) nos indica que el ácido ascórbico tiene una alta capacidad reductora, muy poco estable en ambiente alcalino, a temperatura ambiente es termosensible (se inactiva a $T^{\circ} = 57^{\circ}\text{C}$), mostrando una gran estabilidad en medio ácido (ácidos débiles) pero no obstante resistente a la congelación. Por otro lado, el estudio realizado por, Borges, et al., (2004) nos da a conocer que se observó un contenido de ácido ascórbico notablemente superior ($p \leq 0,05$) más en estado fresco en hortalizas, a comparación con las que se congelaron a altas temperaturas.

b. Análisis de la Capacidad antioxidante de la Umak'aya

Tabla 11: Capacidad antioxidante de la Umak'aya

VARIEDAD DE UMAKAYA DE OCA	DIAS DE SOLEADO	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Equivalentes Trolox CI50 mg/g de Oca
OCA KHENI	S0	230.02	225.303	228.475	227.9±2.404
	S2	266.319	265.748	265.166	265.7±0.576
	S4	297.854	296.197	295.316	296.5±1.288
	S6	308.95	309.65	309.990	309.5±0.530
	S8	313.972	314.286	314.132	314.1±0.157
OCA KHENI ROJO	S0	164.338	164.841	165.343	164.8±0.502
	S2	205.221	206.581	205.675	205.8±0.692
	S4	217.404	217.791	218.177	217.8±0.386
	S6	273.938	273.561	273.182	273.6±0.378
	S8	276.543	276.932	277.708	277.1±0.593
OCA KELLO	S0	238.489	236.965	237.347	237.6±0.792
	S2	257.76	257.12	257.44	257.4±0.32
	S4	272.664	272.013	272.449	272.4±0.331
	S6	294.228	294.558	294.879	294.6±0.325
	S8	295.338	294.886	295.113	295.1±0.226

La tabla 11 presenta los hallazgos de la etapa experimental para la obtención de los antioxidantes de la Umak'aya de oca, la concentración en Trolox equivalente fue menor en el tratamiento del día soleado S8 de la variedad Kheni inhibiéndose una actividad menor de 314.1 ± 0.157 equivalentes Trolox, mientras que la variedad kheni rojo del soleado S0 posee una mayor actividad antioxidante de 164.8 ± 0.502 equivalentes Trolox. (Medina, 2022) En su investigación sobre el contenido de capacidad antioxidante indica que el tiempo de soleado tiene un impacto negativo, puesto que la muestra fresca exhibe valores elevados de $15.012 \mu\text{mol trolox/g}$ mientras que la muestra soleada del día 30 presenta valores inferiores de $6.499 \mu\text{mol trolox/g}$. Por otra parte, según Cofre (2015) indica que la estructura (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic ácido) refiere un equivalente hidrosoluble de la vitamina E y es utilizada la gran parte, son utilizados para medir en un alimento la actividad antioxidante, basándose en evaluaciones de capacidad en los compuestos antioxidantes y así interactuar con un radical libre específico. Como bien señala Valdivieso y Mollinedo, (2021) en la obtención del chuño la capacidad antioxidante y la cantidad de fenoles individuales se reducen, mas no se eliminan, lo cual se mantiene como un producto importante y alimento funcional. Sin embargo, por otra parte, Brescia, (2015) nos informa que en la Curuba larga demostraron que hay un elevado porcentaje de preservación en la capacidad antioxidante total establecida a través de los métodos espectrofotométricas DPPH y ABTS, así como del ensayo de fluorescencia ORAC, logrando valores de hasta 77.3%, 84.2 % y 82.1 %. Los descubrimientos de la investigación indican que el procedimiento de secado por aspersión es apropiado para deshidratar la curuba larga (*Passiflora mollissima baley*). Este método podría resultar beneficioso en varias matrices de los alimentos.

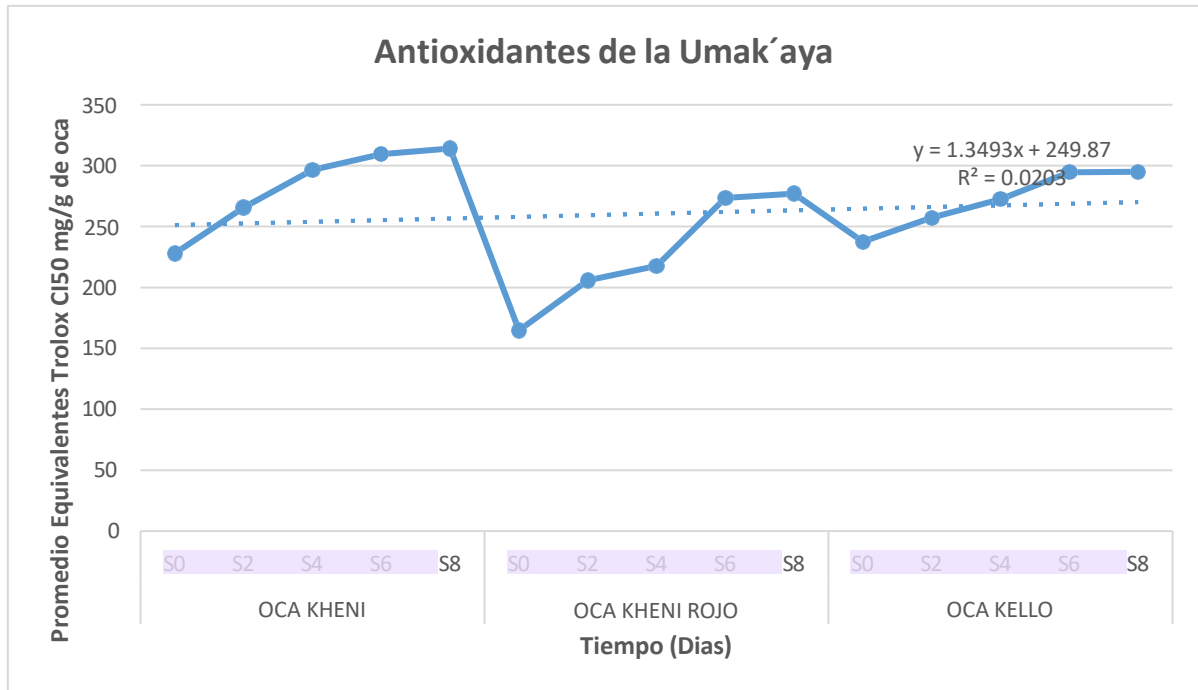


Figura 6: Curva de la capacidad Antioxidante de las tres variedades de Umak'aya en función a los días de soleado.

Los antioxidantes de la Umak'aya, presentada en la Figura 6 demuestra que en la variedad Kheni del soleado S8 tiene una actividad menor de 314.1 ± 0.157 Eq. Trolox y en la variedad kheni rojo del soleado S0 se observa mayor actividad antioxidante de 164.8 ± 0.502 Eq Trolox es decir los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante. Esto implica que la temperatura solar es el elemento más determinante en valorizar los antioxidantes de Umak'aya. Montilla *et al.*, (2010) corroboran que; en el sector industrial, los métodos empleados para deshidratar los vegetales se fundamentan en el uso de calor. Por otra parte, según, Ochoa, *et al.*, (2014) en su investigación nos indica que las cremas lácteas con extracto de curuba demostraron una mayor actividad antioxidante durante todo el periodo de almacenamiento en comparación de las blancas, con diferencias notablemente significativas ($p < 0,05$), y la intervención a 0,80% p/p tuvo un efecto muy fuerte. Los

primeros 15 días de almacenamiento mostraron una reducción de la inhibición del DPPH para los tratamientos, seguido de un aumento significativo entre los días 15 y 25 ($p < 0,05$).

c. Compuestos Fenólicos totales de la Umak'aya

Tabla 12: Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya

VARIEDAD DE UMAKAYA DE OCA	DIAS DE SOLEADO	<u>Repeticiones</u>			<u>Promedio</u>
		1	2	3	Equivalentes Acido Gálico mg/100gr de Oca
OCA KHENI	S0	120.3006	122.7163	125.1319	122.7±2.415
	S2	109.0529	104.1845	106.6187	106.6±2.434
	S4	61.0019	63.3663	65.7307	63.4±2.364
	S6	39.0692	36.8743	43.4590	39.8±3.352
	S8	31.1404	30.1901	33.3400	31.6±1.615
OCA KHENI ROJO	S0	579.3919	576.9758	581.8081	579.4±2.416
	S2	491.8233	494.1675	489.4790	491.8±2.344
	S4	358.9457	361.1106	363.2755	361.1±2.164
	S6	317.5206	319.9482	324.8032	320.8±3.708
	S8	318.2879	310.8744	320.7591	316.6±5.144
OCA KELLO	S0	342.6780	347.1633	349.4060	346.4±3.425
	S2	246.5272	244.3221	242.1170	244.3±2.205
	S4	232.6045	234.8894	230.3196	232.6±2.284
	S6	225.8957	223.5620	228.2293	225.9±2.333
	S8	207.0380	211.3603	213.5215	210.6±3.301

En la tabla 12 se puede evidenciar las tres variedades de Umak'aya a los diferentes tiempos de soleado S0 hasta S8, a través de los cuales se puede observar que la variedad Kheni del día S8 tienden a un promedio equivalentes de 31.6 ± 1.615 Ácido Gálico mg/100gr hasta un valor alto de 579.4 ± 2.416 respectivamente descendente con respecto a las muestras de cada día de soleado. Para, Fernández & Puma, (2021), generalmente los compuestos fenólicos se encuentran en la naturaleza en forma de glicósidos que son solubles tanto en agua como en disolventes orgánicos. No solo los

fenoles proporcionan características sensoriales significativas, dado que son los encargados del color y el gusto en numerosas plantas, además, porque podrían tener un papel clave en la prevención de varias enfermedades vinculadas al estrés oxidativo (Tsaoa & Deng, 2004). En otro estudio realizado por Ibarra, Ramos *et al.*, (2022) demuestran que la concentración más alta se dio con el día cero: $0,87 \pm 0,12$ mg de EAG/g sustrato BS de compuestos fenólicos totales (CFT) a pesar que el residuo de manzana contiene los metabolitos secundarios, aun cuando el proceso de fermentación no había iniciado.

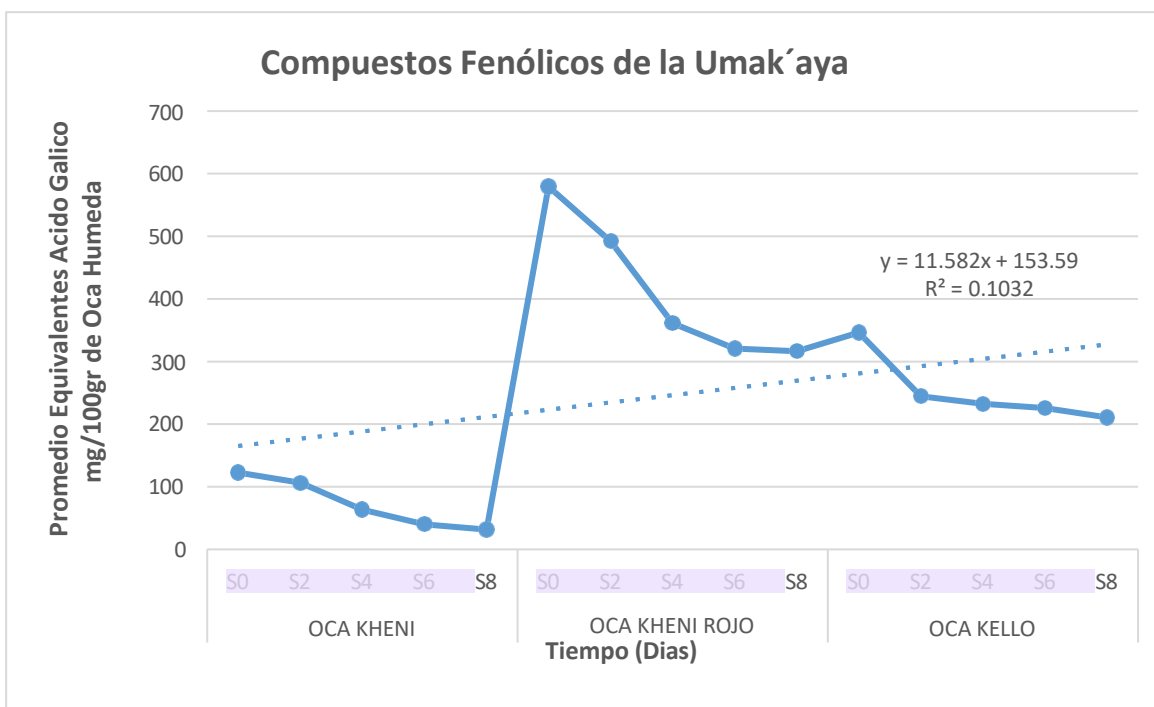


Figura 7: Curva de los Compuestos fenólicos de las tres variedades de Umak'aya en función a los días de soleado.

El diagrama del comportamiento de los compuestos fenólicos en la Umak'aya se ilustran en la figura 7, la variedad kheni del día de soleado S8 obtuvo una concentración menor de 31.6 ± 1.615 Eq Ácido Gálico mg/100gr, mientras que la concentración mayor fue la variedad kheni roja del día de soleado S0 de 579.4 ± 2.416 Eq Ácido Gálico mg/100gr. mientras que Jiménez & Sammán

(2014) muestran que en la pulpa de oca, los niveles de los compuestos fenólicos varían desde 51,9±3,1 y 149,2 ±7,4 mg AG/100g en estado fresco para la variedad de oca Blanca y variedad Colorada respectivamente, es de mencionar que, en todas las variedades de oca, el contenido de compuestos fenólicos y la AAR en la cascara es menos diez veces a comparación en la pulpa.

4.2.3. Propiedades Químicas de la Umak'aya

a. Análisis de la fibra dietaria de la Umak'aya

Tabla 13: Fibra dietaria de la Umak'aya

Variedad de Umak'aya	días de soleado	Repeticiones			% fibra dietaria
		1	2	3	
OCA KHENI	S0	5.2	5	5.1	5.10±0.10
	S2	4.9	5.1	5.00	5.00±0.10
	S4	4.8	5	4.9	4.91±0.10
	S6	4.7	4.9	4.8	4.80±0.10
	S8	4.6	4.9	4.75	4.74±0.15
OCA KHENI ROJO	S0	4.7	5	4.85	4.90±0.15
	S2	4.5	4.8	4.65	4.70±0.15
	S4	5	4	4.5	4.58±0.50
	S6	4.3	4.4	4.35	4.36±0.05
	S8	4.2	4.4	4.3	4.31±0.10
OCA KELLO	S0	4.8	4.6	4.7	4.71±0.10
	S2	4.5	4.7	4.6	4.65±0.10
	S4	4.5	4.6	4.55	4.51±0.05
	S6	4.3	4.5	4.4	4.40±0.10
	S8	3.9	4.3	4.1	4.17±0.20

La tabla 13 muestra los hallazgos del análisis de fibra dietaria en tres variedades de Umak'aya de oca, en donde la variedad kheni del día de soleado S0 fue 5.10±0.10 %, la que contiene un mayor

porcentaje de fibra dietaría, resultado obtenido en la primera fase del proceso experimental y en la variedad Kello del día soleado S8 fue 4.17 ± 0.20 % mínimo de fibra. En comparación con el análisis proximal de fibra dietaria en la oca fresca para las variedades Kello es 0.62%, kheni 0.7% y kheni roja 0.92%. se puede decir que la fibra dietaria en la Umak'aya ha aumentado, sin embargo, en el estudio de Hanco y Mamani (2017), nos indica que el análisis de fibra cruda en oca fresca es 0.78 g. Para Calizaya *et al.* (2023) en su estudio, también nos da a conocer que la fibra dietaría se compone de lignina y polisacáridos de origen vegetal resistentes a la hidrolisis de las enzimas digestivas del ser humano y que la microflora colónica podría fermentarlos, proporcionando a cadena corta ácidos grasos (AGCC) como también: H_2 , CH_4 , CO_2 , H_2O .

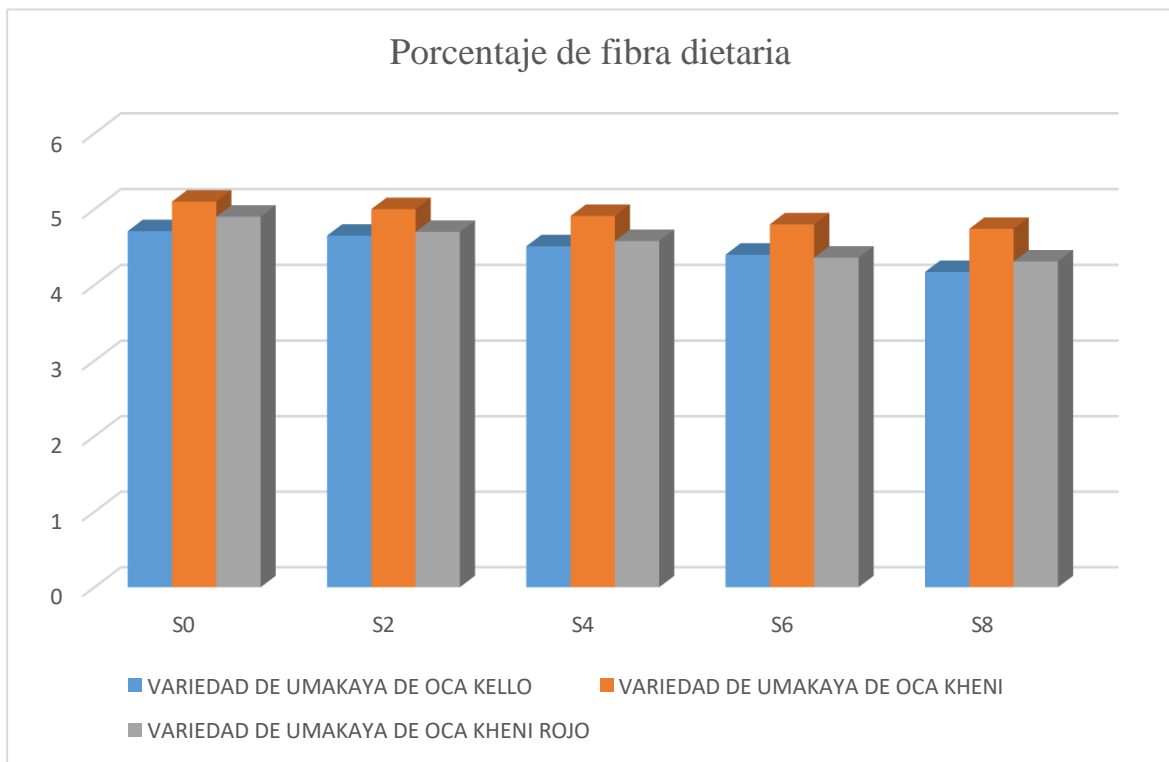


Figura 8: Gráfico de Porcentajes de fibra dietaría para cada variedad de Umak'aya en función de los días de soleado.

En el gráfico se puede visualizar el porcentaje de fibra dietaría para cada variedad de Umak'aya, la variedad Kheni del día de soleado cero esta con un valor obtenido de 5.10 ± 0.10 %, es la que presenta un elevado porcentaje de fibra dietaría, de acuerdo a esos alcances se elegirá la mejor variedad de oca para la obtención de mejores resultados en relación a rendimientos y nutrientes de la Umak'aya. Según Calizaya, Sotelo, & Chire (2023) indican que la fibra está conformada por ligninas y esos polisacáridos provenientes de la vegetación que resisten extraordinariamente la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas.

b. Análisis de Acido Oxálico de la Umak'aya

Tabla 14: Acido oxálico de la Umak'aya

VARIEDAD DE UMAKAYA DE OCA	DIAS DE SOLEADO	Repeticiones			Promedio
		1	2	3	Ácido Oxálico mg/1gr Oca
OCA KHENI	S0	0.209	0.224	0.169	0.20±0.028
	S2	0.147	0.197	0.198	0.18±0.029
	S4	0.14	0.224	0.164	0.18±0.043
	S6	0.142	0.202	0.182	0.18±0.030
	S8	0.133	0.217	0.15	0.17±0.044
OCA KHENI ROJO	S0	0.385	0.357	0.387	0.38±0.016
	S2	0.376	0.337	0.396	0.37±0.030
	S4	0.239	0.321	0.393	0.32±0.077
	S6	0.275	0.327	0.336	0.31±0.032
	S8	0.159	0.325	0.404	0.30±0.125
OCA KELLO	S0	0.263	0.245	0.257	0.26±0.009
	S2	0.178	0.256	0.281	0.24±0.053
	S4	0.248	0.216	0.265	0.24±0.024
	S6	0.153	0.228	0.237	0.21±0.046
	S8	0.022	0.285	0.279	0.20±0.150

El contenido promedio de ácido Oxálico en la Umak'aya se refleja en la tabla 14, después de a ver pasado por diferentes etapas para su obtención, se puede apreciar el mínimo contenido de ácido oxálico de la variedad Umak'aya Kheni del día de soleado S8 fue 0.17 ± 0.044 mg/g esto se ve reflejado gracias al proceso de empozado, apisonado. Según Escacena, (2022) en su investigación, el proceso del secado de oca congelada con el fin de la obtención de kaya se realizó a temperatura ambiente durante 10 a 12 días lo que resulto el ácido oxálico en un 0,057 % mientras a temperatura debidamente controlada se obtuvo un 0,051 % de este último. En comparación con nuestro análisis promedio de ácido oxálico mg/ 1gr, los resultados favorables en la Umak'aya fue valores inferiores a 0.38 ± 0.016 de ácido oxálico respectivamente. A comparación del estudio realizado en la oca fresca por Castañeta *et al.* (2022) la oca roja soleada con una acidez titulable (% Acido oxálico) es 0.329 ± 0.022 y en la variedad amarilla con una acidez titulable (% ácido oxálico) es de 0.155 ± 0.022 son muy elevados, mientras que los valores promedio de ácido oxálico en la umakaya son inferiores y por ende favorables. Por otra parte, la liofilización influye notablemente en parámetros como el contenido de acidez que suele disminuir (Surco, 2017).

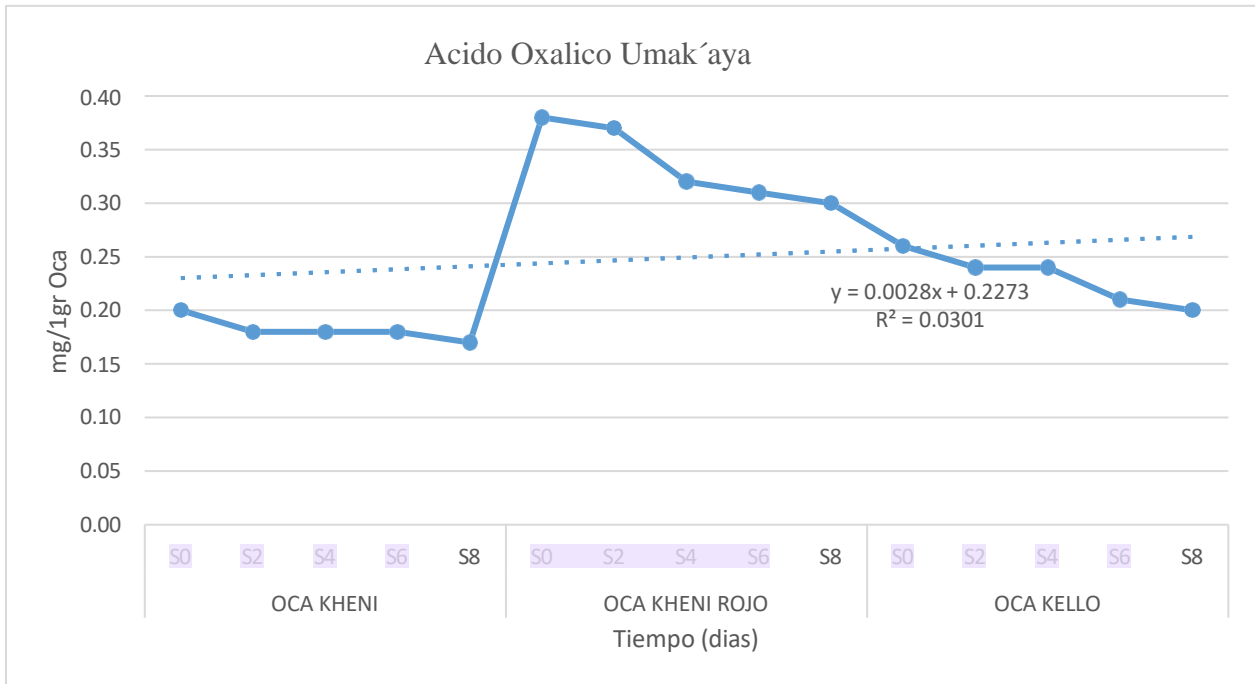


Figura 9: Curva de la concentración de ácido oxálico en las tres variedades de Umak'aya

La figura 9 ilustra la cantidad del concentrado de ácido oxálico presente en las tres variedades de Umak'aya de Oca, resaltando la variedad kheni del día de soleado (S8) la que más redujo la cantidad de ácido oxálico en su composición con un promedio de 0.17 mg/1g oca, en comparación con las otras demás variedades respectivamente. Según Cusique Pérez, (2009) El ácido oxálico de los tubérculos de oca fresca provoca que tenga un sabor agrio desagradable hasta obtener porcentajes de ácido oxálico entre 3.3 gramos hasta 3.7 gramos, esta comparación con la fuente nos da entender que el ácido oxálico redujo un promedio considerable en la Umak'aya seca en las tres variedades.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En la evaluación de las propiedades funcionales y químicos de la Umak'aya de oca se concluye:

- El rendimiento de la Umak'aya en las tres variedades de oca, la variedad Kello del día de soleado (S8) fue menor con 14.4 % de rendimiento en su peso, en comparación con la variedad Kheni rojo (S0) con un rendimiento de peso mayor de 20.08% respectivamente.
- El soleado influye directamente en la concentración de ácido oxálico en la oca soleada, donde la variedad Kello obtuvo menor contenido de oxalatos 0.50 ± 0.44 ácido oxálico mg/1g Oca; mientras que en el análisis de ácido oxálico de la Umak'aya la variedad Kheni del día de soleado (S8) la concentración de oxalatos fue menor en 0.17 ± 0.044 ácido oxálico mg/1g Oca; respectivamente de las demás variedades. La vitamina C en Umak'aya de las tres variedades kheni, Kello y kheni rojo no se detectó (ND) ninguna concentración de ácido ascórbico. Los compuestos fenólicos en la Umak'aya la variedad kheni (S8) obtuvo un menor contenido de 31.6 ± 1.615 Eq. Acido Gálico mg/100g de Oca, mientras que la variedad kheni roja (S0) obtuvo un mayor contenido igual a 579.4 ± 2.416 Eq. Ácido Gálico mg/100g de Oca, respectivamente. El porcentaje de fibra dietaría en la Umak'aya nos dio resultados significativos, Kello (S0) es 4.71 % hasta (S8) es 4.17%, Kheni día (S0) es 5.10% hasta (S8) es 4.74%, Kheni rojo día (S0) es 4.90% hasta (S8) es 4.31% se evidencia una reducción en cada variedad. La capacidad antioxidante en la Umak'aya, la variedad kheni roja obtuvo una

mayor actividad de 164.8 ± 0.502 Eq Trolox CI50 mg/g de Oca hasta un valor mínimo en la variedad khieni de 314.1 ± 0.157 Eq Trolox CI50 mg/g de Oca, así respectivamente, puesto que los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es conveniente buscar otros métodos y tecnologías que sean favorables para que el producto conserve sus propiedades ya que el empozado de la oca congelada provoca la pérdida de oxalatos, sino que también causa la pérdida definitiva de la vitamina C en la Umakaya.
- Se recomienda efectivamente el proceso de insolación de la oca para la degradación de los oxalatos.
- Realizar investigaciones relacionadas con el análisis proximal de la Umak'aya, a fin de conocer a fondo el aporte nutricional de este producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alastair. (1999). Desarrollo tecnologico en el secado de la oca (oxalis tuberosa), para utilizarla como conservas alimenticias. *Tesis de Grado*.
- Álvarez-Suárez, J. M., Giampieri, F., González-Paramás, A. M., Damiani, E., Astol, P., Martínez-Sánchez, G., . . . Battino., M. (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*.
- Areche, F. O., Huayhua, L. A., & Huaman, J. T. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (Oxalis Tuberosa Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, pp.200-210.
- Baudi, D. (2006). Química de los Alimentos.
- Bernabé, Y., & Cancho, F. (2017). *Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (Oxalis tuberosa) para uso industrial*. Huanuco: Repositorio UNSJ.
- Borges, M. R., Von, A. M., & Machado, P. S. (2004). Análisis sensorial y ácido ascórbico de hortalizas en fresco y ultracongeladas. *Ciencia Tecnologia y Alimentaria*, 240-245.
- Brescia, C. (13 de abril de 2015). Secado por aspersión sobre los metabolitos antioxidantes de la Curuba Larga. *FoodNewsLatam.com Noticias diarias de la industria de alimentos y bebidas de America Latina*.
- Caballero Guinea, K. Y. (2018). *“Influencia del osmodeshidratado en el contenido de antioxidantes en la mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavon)*. Ayacucho- Peru.
- Cabrera, T. D. (2017). Evaluación del efecto de dos métodos de deshidratación sobre las características física, fisicoquímica y nutricional de una variedad de cubio (Tropaeolum tuberosum R&P) . *Universidad de La Salle. CIENCIA UNISALLE. Ingeniería de alimentos*, Bogota.
- Caiza, C. (2010). Elaboracion y valoracion 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*.
- Calizaya, M. U., Sotelo, M. A., & Chire, F. G. (2023). La fibra dietaria, importante componente fisicoquímico: un caso peruano. *Tecnología Química*.
- Cantuta, Q. D. (2016). *Efecto de la deshidratación osmótica sobre los compuestos antioxidantes en dos accesiones de mashua (Tropaeolum tuberosum R&P)*. Puno- Peru: Universidad Nacional de Puno.
- Carolim, M. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas).

- Castañeta, G. C. (2022). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, "oca" cultivados en Bolivia. . *Revista Boliviana de Química.*, 39(2), 18-29.
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, M. (2022). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de Oxalis tuberosa, "Oca" cultivados en Bolivia. *Revista Boliviana de Química, Universidad Mayor de San Andrés*, 44- 55.
- castañeta, G., castañeta, R., & Peñarrieta, M. (2022). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, "oca" cultivados en Bolivia. *Revista Boliviana de Química.*, 2(39), 18-29.
- doi:http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602022000200018&script=sci_arttext
- Causey, Feirtag, Gallaher, Tunland, & Slavin. (2000). Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research*, 191-201.
- [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(99\)00152-9](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(99)00152-9)
- Causey, J., Feirtag, J., Gallaher, D., Tunland, B., & Slavin, J. (2000). Efectos de la inulina dietética sobre los lípidos séricos, la glucosa en sangre y el entornogastrointestinal en hombres hipercolesterolémicos. *Investigación nutricional.*, 191-201.
- Chale, F. H., Campos, D. B., & Segura, M. R. (2013). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías. *Nutricion Hospitalaria*.
- Chuquilin, R. L. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas): Una revisión. *Puriq.*, 2(3).
- Cochama, A. F., & Flores, C. C. (2015). "Determinacion de vida útil en alimento instantaneo a base de cañihua (*chenopodium pallidicaule aellen*), maíz morado (*zea mayz l.*) y oca (*oxalis tuberosa*) por pruebas aceleradas de almacenamiento y estabilidad de los compuestos bioactivos". Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Cofre, A. M. (2015). Determinación de Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante y Antocianinas de Jugo de Murtilla (*Ugni molinae Turcz*) Obtenido por Condensación de vapor. *Universidad austral de chile, facultad de ciencias agrarias, escuela de ingeniería en alimentos*, 45.
- Cuela, M. G. (2023). "Extracción y evaluación de las características del colágeno obtenido a partir de escamas de carachi amarillo (*Orestias luteus*)". Juliaca.
- Cusiche Perez, L. (2009). *Toxicología Alimentaria de la Oca*. Junin- Peru.
- Escarcena, R. (2022). Efecto de congelación y secado de la oca (Oxalis Tuberosa) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya.

- Faviola, V. M., & Patricia, M. (2021). Formación de almidón retrogradado relacionado a niveles de amilosa en el almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y chuño. *Revista CON-CIENCIA*.
- Fernandez, G. A., & y Puma, J. R. (2021). Comparacion de la capacidad antioxidante y del contenido de antocianinas en el extracto fermentado de *Tropaolum tuberosum* frente a los extractos fermentados de maiz morado y arandano. *Alicia*.
- file:///C:/Users/User PC/Documents/proyecto/antioxidante de la mashua en ucsm.pdf*.
- Garcés, M. S., Vásquez, J. M., & Rodríguez., A. V. (2020). Elaboración y caracterización de harina de oca proveniente de tres variedades, (zapallo, paucar y mestiza), para uso en productos cárnicos). *Conciencia digital*, 108 - 121.
- Garcés, M. V. (2020). Elaboración y caracterización de harina de oca proveniente de tres variedades,(zapallo, paucar y mestiza), para uso en productos cárnicos. . *ConcienciaDigital*, 3(2.1), 108-121.
- Grossi, G., Ohaco, E., & Michelis, A. (2009). *Determinacion de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo pleurotus ostreatus*. Rio Negro: inta eea Bariloche.
- Guemes, V. E. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten- free Baked Goods Manufacture. In Alternative and Replacement Foods. *Academic Press*.
- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9.00006-X>, (Vol. 17, pp. 167–175).
- Gutierrez, A. N. (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*. La Paz- Bolivia.
- Hanco, J. &. (2017). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de oca (Oxalis tuberosa Mol) en el proceso de deshidratación a bajas temperaturas asistido por ultrasonido*. Concytec.
- Henriquez, E. E. (2019). *Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (Oxalis tuberosa)*. Trujillo-Peru.
- Hernandez, A. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Médica Panamenricana*.
- Ibarra, C. D., Ramos, C. M., Sánchez, A. M., Castelán, V. R., & Marín, C. M. (2022). Compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de la fermentación en estado sólido de bagazo de manzana (*Malus domestica* Borkh., var. panochera). *transformacion y agroindustria*.
- Jimenez, e. M., & Sammán, n. (2014). caracterizacion quimica y cuantificacion de fructooligosacaridos, compuestos fenolicos y actividad antirradical de tuberculos y raices andinos cultivados en el noroeste de argentina. *archivos latinoamericanos de Nutricion*.
- Kuskosqui, E. M., Asuero, A. G., & Troncoso., A. M. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*.






<https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>

- Lana, M. M., & Tijksens, L. (2006). Effects of cutting and maturity on antioxidant activity of fresh-cut tomatoes. 203-211.
- Lido, A. H. (2021). *Evaluación del color, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en oca (oxalis tuberosa mol), en condiciones de fresco, soleado y cocción de las variedades una huaculla y yana oqa*. Andahuaylas - Apurímac.
- Lopez, Y. ; Garcia, J. (2016). *Proceso de secado*.
- Marín, E. B., Lemus, R. M., Flores, V. M., & Vega, A. G. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición*.
- Matuszewska A, J. M. (2018). Actividades anticancerígenas, antioxidantes y antibacterianas de subfracciones bioactivas de bajo peso molecular aisladas de cultivos del hongo degradador de la madera Cerrena unicolor . *PLOS ONE 13(6): e0197044*.
- doi: 10.1371/journal.pone.0197044
- Medina Ochoa, M. A. (2022). *Efecto del tiempo de soleado de la oca (Oxalis tuberosa), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares*. Juliaca.
- Nurgün, K. A., & Nilufer, T. A. (2012). Antioxidant activity and total phenolic content of aqueous extract from raphanus raphanistrum l. . *Turk J. Pharm.*, 93-100.
- Ochoa, O. C., Sepúlveda, V. J., Maldonado, M., Zapata, A. K., & Rojano, B. (2014). Propiedades antioxidantes de extractos de curuba (Passiflora mollissima Bailey) en crema de leche. *Perspectivas en Nutrición Humana*.
- Perez, E. (2019). *Efecto de la temperatura y tiempo y secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en la harina de oca (oxalis tuberosa)*.
- Ramos, R. (2011). *Evaluación de la Capacidad Antioxidante de productos tradicionales de la región Junín "Granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tunta, tumbo y yacon*. Huancayo-Peru.
- Rodriguez, & En L. Baena, & N. (2012). *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de semillas tostadas de Theobroma cacao L. de la industria chocolatera colombiana*. . Pereira- Colombia.
- Rojas, D. (2008). *Evaluación de vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guabaya (Psidium guajava L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca*.
- Silva, M. L., & Costados., R. S. (2010). *Compuestos fenólicos, carotenoides y actividad antioxidante en productos vegetales*. Londres-Brasil.
- Suzanne, N. (2009). *Análisis de los Alimentos*.

- Tapia, M. (1990). *Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación*. Santiago de Chile: primera edicion.
- Tsaoa, R., & Deng, Z. (2004). Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*.
- Valle, C. M., & Rodriguez, P. G. (2011). Evaluacion de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum Iycopersicum* v. Dominator). *Departamento de ingenieria Agroindustrial, Universidad Nacional de Santa*, vol. 8.
- Yenque, D. J., Lavado, S. M., & Santos, d. l. (2008). Proceso de Industrialización a nivel de Planta Piloto de la Oca (*Oxalis Tuberosa*). *Industrial Data*, vol. 11, núm. 1, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 9-13.
- Yunguyo, M. p. (2023). *Diagnostico de brechas e indicadores de infraestructura*. Puno- Yunguyo.

ANEXOS

ANEXOS 1: Proceso de elaboración de la Umak'aya

FASE	DESCRIPCION DEL PROCESO	EVIDENCIA
1	Selección de las tres variedades de oca y control de temperatura con un termómetro digital	
2	Pesaje de cada variedad de oca (kheni roja, kheni, kello), para el proceso de soleado de los 8 días	
3	Soleado de las ocas durante los 8 días.	
4	Primer congelado de las tres variedades de oca durante 3 noches	
5	Aplonado natural con los pies descalzos las ocas congeladas (en esta etapa se obtiene, kaya de oca)	




6	<p>Proceso de empozado de la oca congelada y apisonada, en tinas con abundante agua. Durante 20 días.</p>	
7	<p>Congelado 2 de la Umak'aya húmeda, durante 1 noche después del empozado.</p>	
8	<p>Secado de las tres variedades de Umak'aya de oca, exponiéndolo al sol a temperatura ambiente en la interpedie.</p>	
9	<p>Control de pesaje de las tres variedades de Umak'aya de oca.</p>	
10	<p>Pesajes de Umak'ayas secas para análisis en laboratorio.</p>	
11	<p>Muestras de Umak'aya de ocas almacenadas para análisis.</p>	




ANEXOS 2: Equipos, herramientas y materiales utilizados

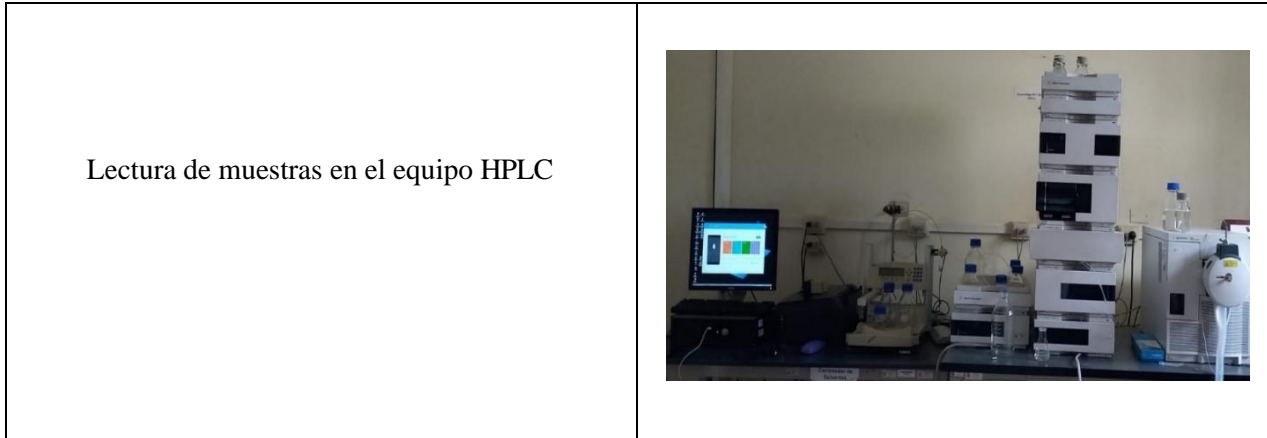
		
<p>BALANZA</p>	<p>MOLINO MANUAL</p>	<p>TUBOS GRADUADOS</p>
		
<p>PIPETAS</p>	<p>FILTROS DE JERINGA</p>	<p>TERMOMETRO DIGITAL</p>
		
<p>AGITADOR DE TUBOS</p>	<p>MUESTREROS</p>	<p>EQUIPO HPLC</p>
		
<p>REFRACTOMETRO</p>	<p>MUESTRAS MOLIDAS</p>	<p>BALANZA ANALITICA DIGITAL</p>

		
<p>SONICADOR</p>	<p>ESPECTROFOTÓMETRO</p>	<p>TUBOS DE ENSAYO</p>
		
<p>MUESTREROS de HPLC</p>	<p>PAPEL ALUMINIO PARA ENVOLVER</p>	<p>SACOS PARA EL EMPOZADO</p>

ANEXOS 3: Panel de fotografías para el análisis experimental de la Umak'aya

<p>Molido manual de la Umak'aya</p>	
<p>Muestras molidas de Umak'aya</p>	
<p>Pesaje de las soluciones</p>	

<p>Muestras diluidas con solución Trolox en los tubos de ensayo</p>	
<p>Filtrado de las soluciones preparadas</p>	
<p>Medición de la capacidad Antioxidante</p>	
<p>Agitación de las muestras en el equipo Vortex Mezclador</p>	



ANEXOS 4: Resultado de la evaluación del contenido de Azúcares en la Oca soleado.

Tabla 15: Promedio de contenido de azúcares en la Oca soleada

VARIEDAD DE OCA	TIEMPO (DIAS DE SOLEADO)	CONTENIDO DE AZUCARES (° BRIX)
OCA KHENI	S0	7
	S2	9
	S4	9.2
	S6	11.2
	S8	12
OCA KHENI ROJO	S0	8
	S2	9
	S4	9.2
	S6	11.4
	S8	13.8
OCA KELLO	S0	6
	S2	6.2
	S4	8.8
	S6	10.6
	S8	13

ANEXOS 5: Resultado del promedio de temperaturas del soleado de las ocas

Tabla 16: Temperatura promedio del soleado de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol)

VARIEDAD DE OCA	DIAS DE SOLEADO	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
OCA KHENI	S0	11.4
	S2	21.8
	S4	27.18
	S6	26.95
	S8	29.2
OCA KHENI ROJO	S0	11.4
	S2	22.5
	S4	27.5
	S6	23.35
	S8	28.13
OCA KELLO	S0	11.3
	S2	22.93
	S4	25.93
	S6	24.45
	S8	27.73

ANEXOS 6: Análisis fisicoquímico de la oca fresca en las tres variedades.

Tabla 17: Análisis fisicoquímico de la oca fresca.

Datos obtenidos	ANALISIS FISICOQUIMICO		
	Oca Kello	Oca kheni	Oca kheni roja
Humedad	76.92%	80.52%	74.79%
Proteína	1.22%	1.06%	1.15%
Grasas	0.20%	0.14%	0.18%
Ceniza	0.86%	0.77%	0.80%
Fibra	0.62%	0.70%	0.92%
Carbohidratos	20.08%	17.51%	23.08%

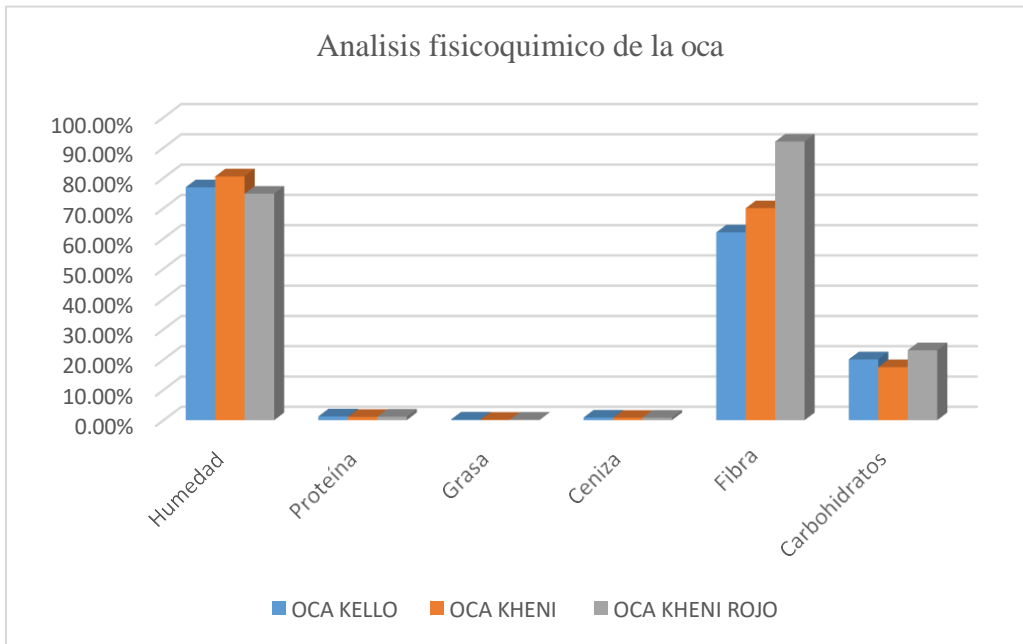


Figura 10: Análisis fisicoquímico de las tres variedades de Oca fresca

ANEXOS 7: Resultado del análisis de varianza en el Rendimiento

Tabla 18: Análisis de varianza en el rendimiento de la Umak'aya

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor -P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	105411.	2	52705.7	9157.3 6	0.000 0
B: tiempo de soleado	57963.3	4	14490.8	2517.7 1	0.000 0
INTERACCIONES					
AB	8021.07	8	1002.63	174.20	0.000 0
RESIDUOS	172.667	30	5.75556		
TOTAL (CORREGIDO)	171568.	44			

Los valores-P prueban notablemente la estadística de cada uno de los factores. Los valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto sobre rendimiento de la Umak'aya con un 95.0% de nivel de confianza.

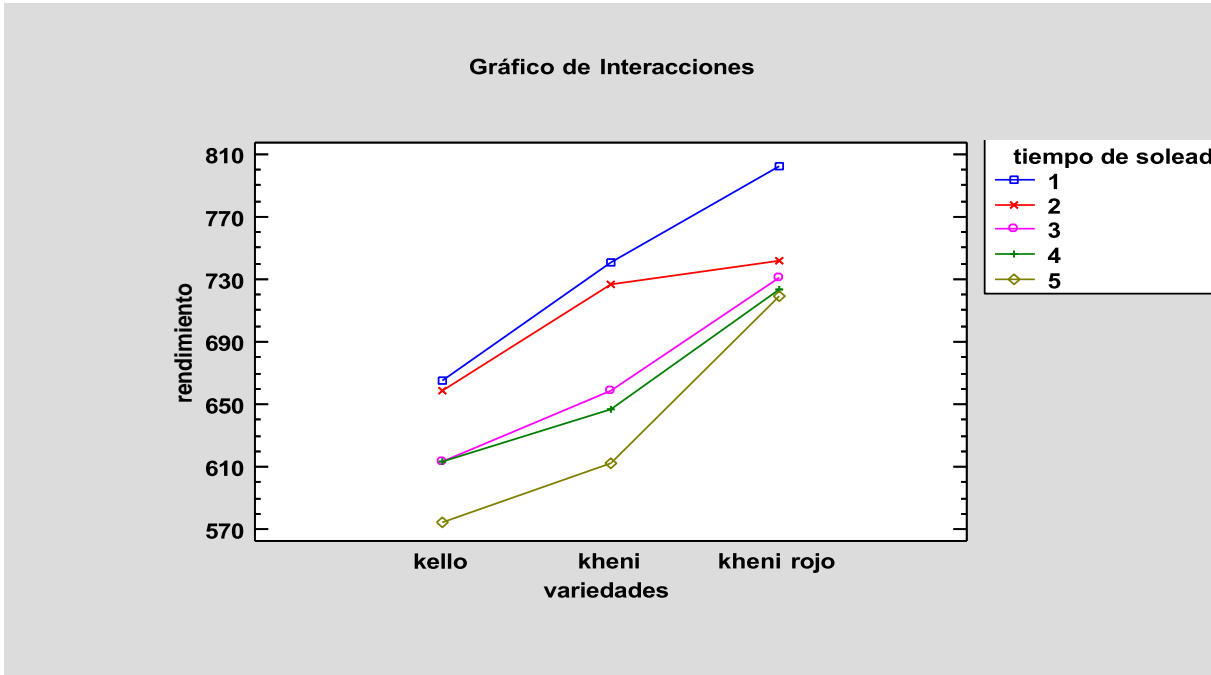


Figura 11: Grafico de interacciones del rendimiento de la Umak'aya

ANEXOS 8: Resultados del análisis de varianza del ácido oxálico en la Oca soleada

Tabla 19: Análisis de varianza para el ácido oxálico en la Oca soleada

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: variedad	0.736709	2	0.368354	4.39	0.0212
B: tiempo de soleado	0.984173	4	0.246043	2.93	0.0369
INTERACCIONES					
AB	0.149422	8	0.0186778	0.22	0.9840
RESIDUOS	2.51662	30	0.0838873		
TOTAL (CORREGIDO)	4.38692	44			

Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Este factor tiene un efecto notorio significativo sobre Acido oxálico de la oca soleada con un 95.0% de nivel de confianza.

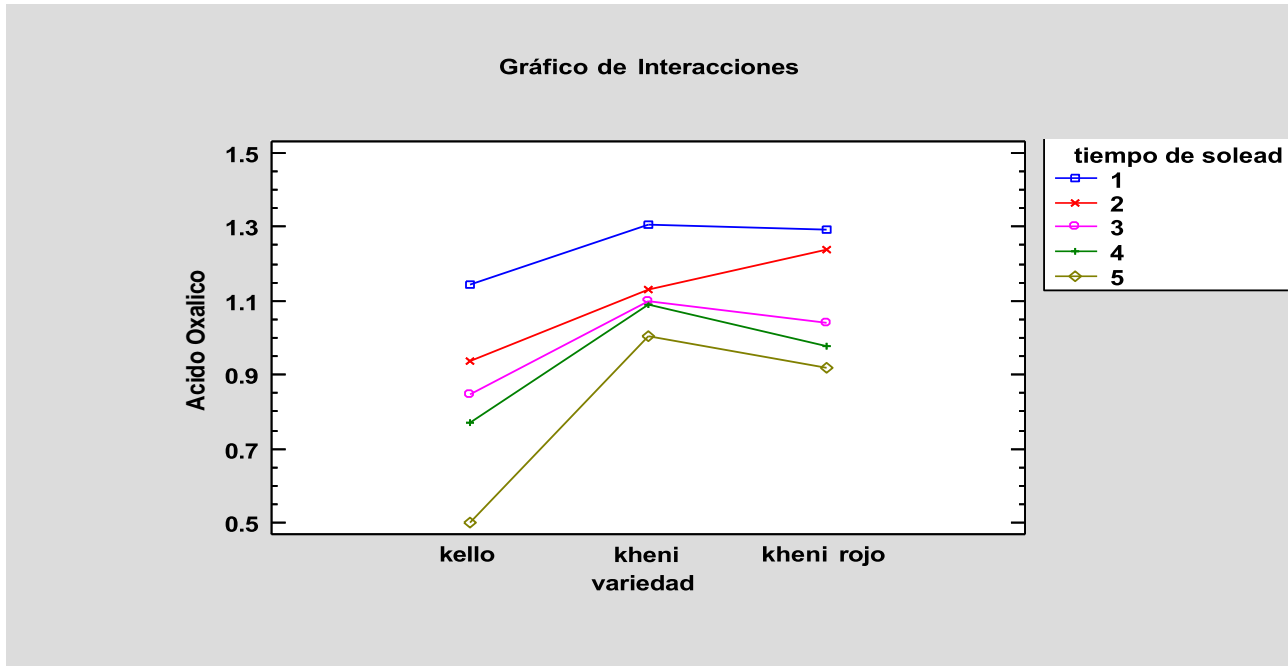


Figura 12: Gráfico de interacciones del ácido oxálico en la Oca soleada

ANEXOS 9: Resultados del análisis de varianza del ácido oxálico en la Umak'aya

Tabla 20: Análisis de varianza del ácido oxálico en la Umak'aya

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	0.18804	2	0.09402	24.09	0.0000
B: tiempo soleado	0.0196661	4	0.00491653	1.26	0.3074
INTERACCIONES					
AB	0.0057824	8	0.0007228	0.19	0.9912
RESIDUOS	0.117071	30	0.00390236		
TOTAL (CORREGIDO)	0.330559	44			

La tabla ANOVA nos muestra los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto altamente significativo sobre Acido oxálico con un 95.0% de nivel de confianza.

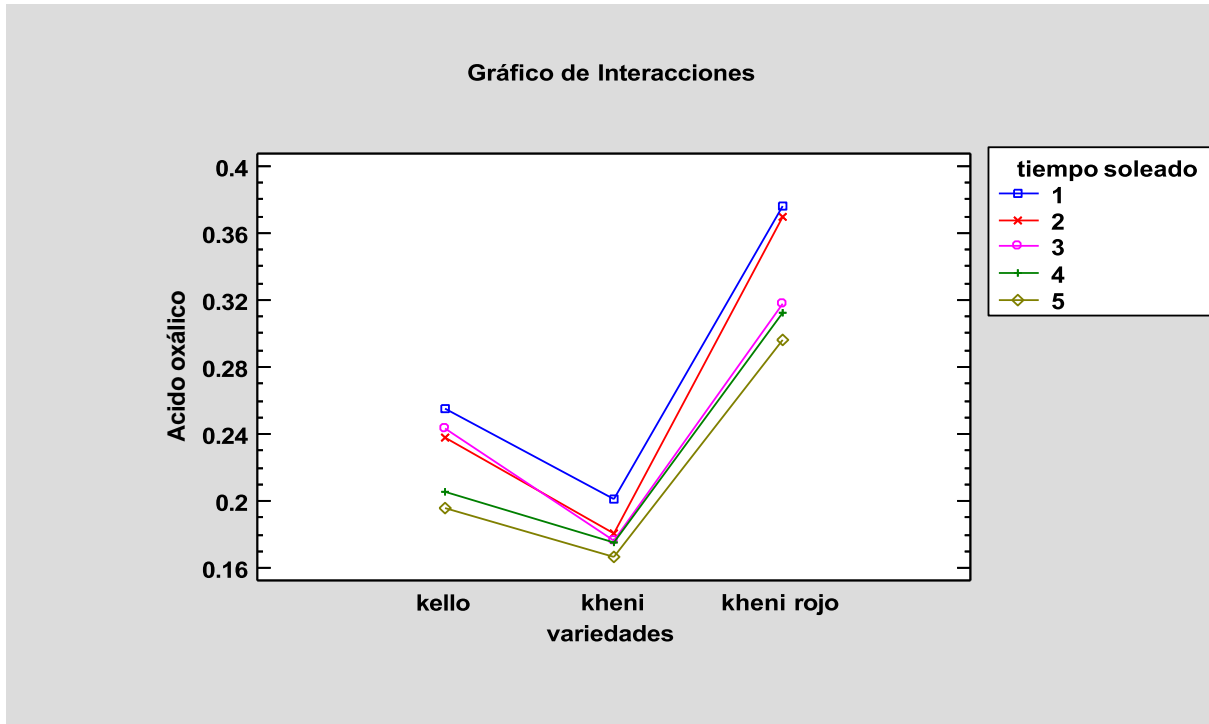


Figura 13: Gráfico de interacciones del ácido oxálico en la Umak'aya

ANEXOS 10: Resultado del análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la Umak'aya

Tabla 21: Análisis de varianza de la Capacidad antioxidante de la Umak'aya

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	25242.0	2	12621.0	18105.7 2	0.0000
B: tiempo soleado	45847.1	4	11461.8	16442.7 1	0.0000
INTERACCIONES					
AB	4217.29	8	527.161	756.25	0.0000
RESIDUOS	20.9122	30	0.697073		
TOTAL (CORREGIDO)	75327.3	44			

La tabla ANOVA se muestran los valores obtenidos de Capacidad antioxidante en la Umakaya. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Los valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Capacidad antioxidante de umakaya con un 95.0% de nivel de confianza.

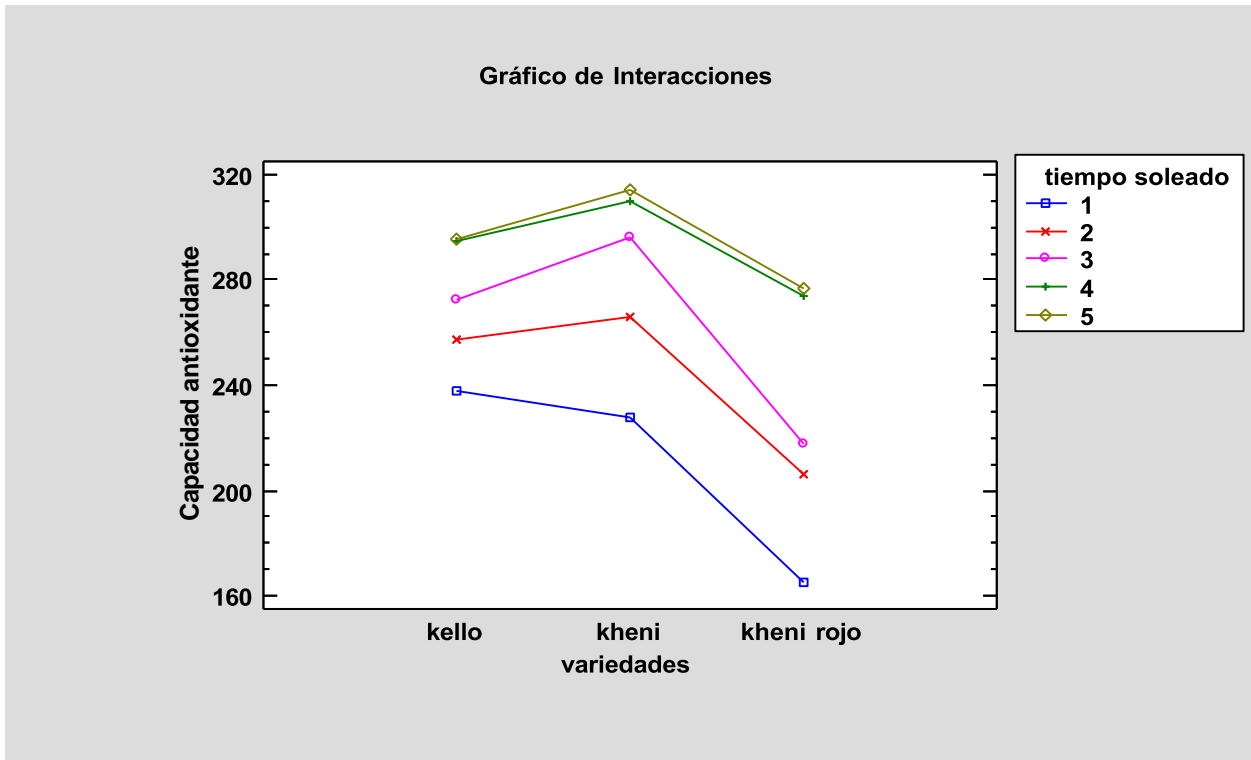


Figura 14: Gráfico de interacciones de la capacidad antioxidante en la Umak'aya

ANEXOS 11: Resultados del análisis de varianza de los Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya

Tabla 22: Análisis de varianza de los Compuestos fenólicos totales de la Umak'aya

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	873527.	2	436763.	52162.03	0.0000
B: tiempo soleado	169011.	4	42252.8	5046.20	0.0000
INTERACCIONES					
AB	48900.1	8	6112.51	730.01	0.0000
RESIDUOS	251.196	30	8.3732		
TOTAL (CORREGIDO)	1.09169E6	44			

La tabla ANOVA Los valores-P prueban la significancia que son menores que 0.05, estos factores presentan un alto efecto estadísticamente significativo sobre los Compuesto fenólicos totales de la Umakaya con un 95.0% de nivel de confianza.

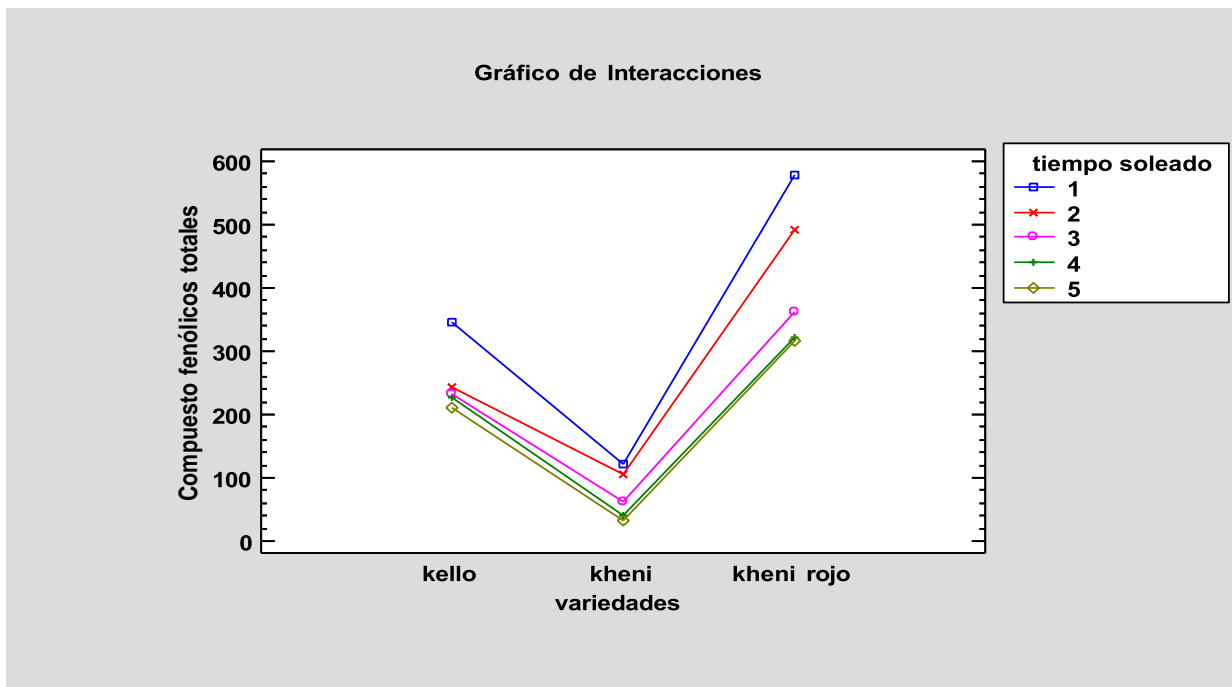


Figura 15: Gráfico de interacciones de los compuestos fenólicos en la Umak'aya

ANEXOS 12: Resultados de los análisis de varianza de la fibra dietaria en la Umak'aya

Tabla 23: Análisis de varianza de Fibra dietaria de la Umak'aya

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: variedades	1.708	2	0.854	28.95	0.0000
B: tiempo soleado	1.372	4	0.343	11.63	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.137	8	0.017125	0.58	0.7856
RESIDUOS	0.885	30	0.0295		
TOTAL (CORREGIDO)	4.102	44			

La tabla ANOVA muestra los valores- P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Fibra dietaria de la Umak'aya de oca con un 95.0% de nivel de confianza.

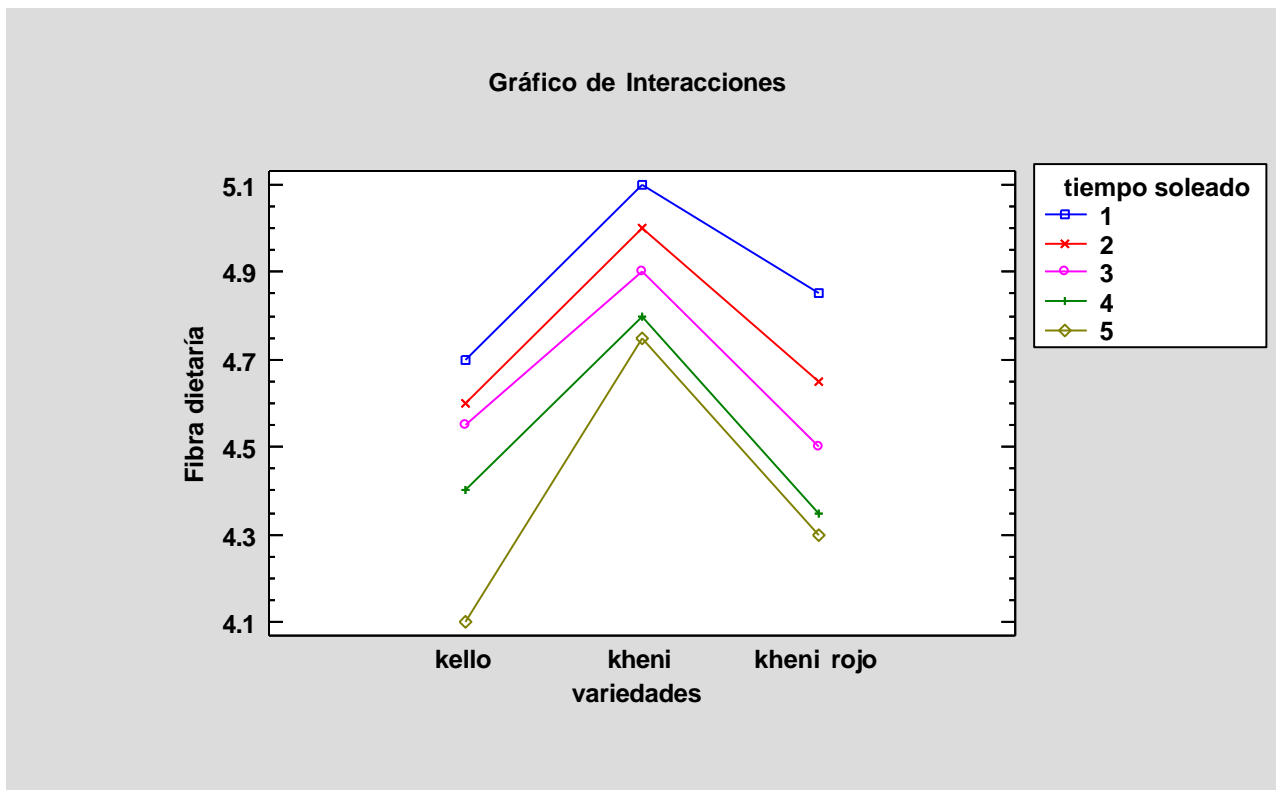


Figura 16: Gráfico de interacciones de la fibra dietaria en la Umak'aya

ANEXOS 13: Resultados del análisis Fisicoquímico en Oca fresca.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
 Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er piso - Telefax: 2248311 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0474-23-LAQ

SOLICITANTE : SANDRA ELIZABETH RAMOS SUCASACA

MUESTRA : OCA FRESCA

	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO		
	OCA KELLO	OCA KÉNI BLANCO	OCA KÉNI ROJO
Humedad %	76,92	80,52	74,79
Proteína %	1,22	1,06	1,15
Grasa %	0,20	0,14	0,18
Ceniza %	0,86	0,77	0,80
Fibra %	0,62	0,70	0,92
Carbohidratos %	20,80	17,51	23,08

Adaptado: AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05, AOAC 962.09,
 Carbohidrato por Diferencia.

Cusco, 18 de Octubre 2023



ANEXOS 14: Resultados del análisis de fibra dietaria en las tres variedades de Umak'aya de Oca.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0475-23-LAQ

SOLICITANTE : SANDRA ELIZABETH RAMOS SUCASACA

MUESTRA : OCA HUMA K'AYA

	% FIBRA DIETARIA		
	KELLO	KÉNI BLANCO	KÉNI ROJO
S0	4,71	5,10	4,90
S2	4,65	5,00	4,70
S4	4,51	4,91	4,58
S6	4,40	4,80	4,36
S8	4,17	4,74	4,31

AOAC 962.09

Cusco, 18 de Octubre 2023

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis
Melquiades Herrera Arvizu
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXOS 15: Resultados del análisis de ácido oxálico en Oca soleada y en la Umak'aya



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRÁFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ contacto: 973668855

RESULTADOS

Cusco 25 de Enero 2023

Solicitante : Sandra Elizabeth Ramos Sucasaca
 Tipo de Análisis : Determinación de Ácido Ascórbico y Ácido Oxálico soluble
 Método : Cromatografía HPLC
 Tipo de Muestras : Tubérculo de Oca fresca y seca con tratamiento
 Cantidad de Muestra : 15 Tubérculo de Oca fresca y 15 de Oca seca tratamiento 2
 Almacenamiento : 4 °C.

RESULTADOS

Ácido Oxálico	Repeticiones			Promedio
	Oca fresca	1	2	3
1	1.224	1.098	0.948	1.09
2	1.333	0.992	1.071	1.13
3	1.037	1.080	0.896	1.00
4	1.514	1.190	1.214	1.31
5	1.257	0.681	1.365	1.10
6	0.922	1.525	1.426	1.29
7	0.831	0.857	1.440	1.04
8	0.483	0.807	1.469	0.92
9	1.058	1.180	1.481	1.24
10	0.982	0.697	1.250	0.98
11	1.152	1.146	1.136	1.14
12	0.337	1.106	0.869	0.77
13	1.065	1.036	0.714	0.94
14	0.211	1.008	0.286	0.50
15	0.735	1.088	0.716	0.85

Oca Tratamiento 2	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	Ácido Oxálico mg/1gr Oca
1	0.147	0.197	0.198	0.18
2	0.209	0.224	0.169	0.20
3	0.133	0.217	0.150	0.17
4	0.142	0.202	0.182	0.18
5	0.140	0.224	0.164	0.18
6	0.275	0.327	0.336	0.31
7	0.376	0.337	0.396	0.37
8	0.159	0.325	0.404	0.30
9	0.385	0.357	0.387	0.38
10	0.239	0.321	0.393	0.32
11	0.153	0.228	0.237	0.21
12	0.263	0.245	0.257	0.26
13	0.022	0.285	0.279	0.20
14	0.178	0.256	0.281	0.24
15	0.248	0.216	0.265	0.24

Quirico Jorge Chiquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría - UNISAAC
 CCP - 914

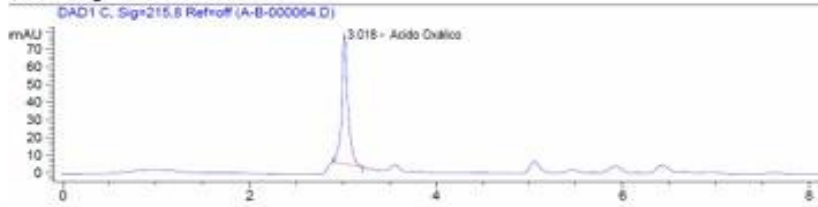
continua >>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
 Av. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto: 973868855

RESULTADOS

Cromatograma Ácido Oxálico



Nota: La determinación se realizó mediante una curva de calibración del estándar de Ácido Oxálico, el contenido se reporta como los miligramos de Ácido Oxálico soluble presentes en 1 gramo de muestra.

Condiciones de Análisis por Cromatografía Líquida HPLC

Cromatógrafo: Agilent serie 1200
 Software: Chemstation V03.02
 Columna: Zorbax Eclipse XDB C18 4.6d x 150mm, 5um
 Pre Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
 Flujo de Columna: 0.5 ml/min.
 Solvente A: KH₂PO₄, 50mM pH 2.8
 Detección DAD: 250 nm (Ácido Ascórbico) y 215 nm (Ácido Oxálico)
 Temperatura del Horno: 35.0°C
 Tiempo de Análisis: 10 min.
 Volumen de inyección: 1.0 µl

Referencia consultada

- Nour, v., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2010). HPLC Organic Acid Analysis In Different Citrus Juices under Reversed Phase Conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 44–48. <https://doi.org/10.15835/nbha38.14569>
- Libert, B. (1981). Rapid determination of oxalic acid by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 210(3), 540-543. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)80349-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)80349-0)
- Valle Colchao M.E 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.

Quilico Jorge Chequenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría - UNSAAC.
 CQP - 914

ANEXOS 16: Resultados del análisis de vitamina C (ácido ascórbico) en las tres variedades de Umak'aya.



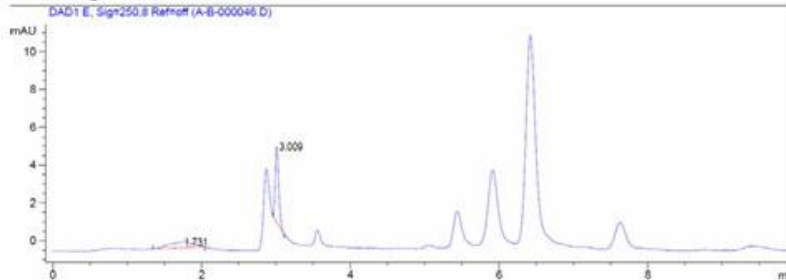
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Oca Tratamiento 2	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	Ácido Ascórbico mg/1gr Oca
1	ND	ND	ND	ND
2	ND	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND	ND
5	ND	ND	ND	ND
6	ND	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND
11	ND	ND	ND	ND
12	ND	ND	ND	ND
13	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND
15	ND	ND	ND	ND

ND = No detectado.

Cromatograma del Tratamiento 2



[Signature]
 Químico, Jorge Chequenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría - UNSAAC.
 CQP - 914

ANEXOS 17: Resultados del análisis de la Capacidad Antioxidante en las tres variedades de Umak'aya



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973968655

RESULTADOS

Cusco 25 de Enero 2023

Solicitantes : Sandra Elizabeth Ramos Sucasaca
 Tipo de Análisis : Antioxidantes y compuestos Fenólicos
 Métodos : DPPH y Folin Ciocalteu
 Tipo de Muestras : Tubérculo de Oca fresca y seca con tratamiento
 Cantidad de Muestra : 15 Tubérculo de Oca fresca y 15 de Oca seca tratamiento 2
 Almacenamiento : 4 °C.

Antioxidantes

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 517 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.035x + 0.0288$, $R^2 = 0.9961$

RESULTADOS

Oca Tratamiento 2	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	Equivalentes Trolox CI50 umol/100gr de Oca húmeda
1	308.95	309.65	309.99	309.5
2	313.972	314.286	314.132	314.1
3	266.319	265.748	265.166	265.7
4	230.020	225.303	228.475	227.9
5	297.854	296.197	295.316	296.5
6	217.404	217.791	218.177	217.8
7	273.938	273.561	273.182	273.6
8	205.221	206.581	205.675	205.8
9	164.338	164.841	165.343	164.8
10	276.543	276.932	277.708	277.1
11	295.338	294.886	295.113	295.1
12	272.664	272.013	272.449	272.4
13	294.228	294.558	294.879	294.6
14	238.489	236.965	237.347	237.6
15	257.76	257.12	257.44	257.4

Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en miligramos equivalentes Trolox que están presente en 100 gramos de muestra húmeda. Los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante^{2,4}

Referencia consultada

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset: (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28, 25-30.
- Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. *PLOS ONE*, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
- Norul Uza A-Rahaman, Lee Guan Chua, Mohamad Roji Samidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia *Agricultural Sciences* Vol.4, No.5B, 46-51.
- Philip Moynesi. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakarn J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.
- Pugliese A.G, Francisco A, Tomas-Barberan, Pilar Truchado, María I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds *J Agric Food Chem*. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild Salvia miltiorrhiza Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. *Molecules*, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>

Quilico, Jorge Chiquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría - UNSAAC.

ANEXOS 18: Resultados del análisis de Compuestos Fenólicos totales en las tres variedades de Umak'aya.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
 Av. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973888855

RESULTADOS

Determinación de Compuestos Fenólicos Totales

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro
 Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 765 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0315x + 0.0692$, $R^2 = 0.992$

RESULTADOS

Oca Tratamiento 2	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	Equivalentes Ácido Gálico mg/ 100gr de Oca húmeda
1	109.0529	104.1845	106.6187	106.6
2	120.3006	122.7163	125.1319	122.7
3	39.0692	36.8743	43.4590	39.8
4	31.1404	30.1901	33.3400	31.6
5	61.0019	63.3663	65.7307	63.4
6	358.9457	361.1106	363.2755	361.1
7	317.5206	319.9482	324.8032	320.8
8	491.8233	494.1675	489.4790	491.8
9	579.3919	576.9758	581.8081	579.4
10	318.2879	310.8744	320.7591	316.6
11	225.8957	223.5620	228.2293	225.9
12	207.0380	211.3603	213.5215	210.6
13	232.6045	234.8894	230.3196	232.6
14	342.6780	347.1633	349.4060	346.4
15	246.5272	244.3221	242.1170	244.3

Nota: La cuantificación se basó utilizando un estándar, expresa los miligramos en equivalentes de Ácido Gálico que están presente en 100 gramos de muestra húmeda.

Referencia consultada

- Vernon L. Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
- Pugliese A.G, Franisoo A, Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in Rhinacanthus nasutus (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>
- Raphanus raphanistrum L Sulu Ekstresinin Antoksidan Aktivitesi ve Total Fenolik İçeriği. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2019, de <http://www.turkjps.org/archives/archive-detail/article-preview/antioxidant-actvty-and-total-phenolo-content-of-aque/12445>



[Handwritten Signature]

Quilico, Jorge Chequenaiza Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría - UNSAAC.
 COP - 914

