



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



**"EFECTO DEL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA (*Oxalis*
tuberosa), SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
CONCENTRACIÓN DE LOS AZÚCARES"**

Mabel Anghela Medina Ochoa

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

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

Co-asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille



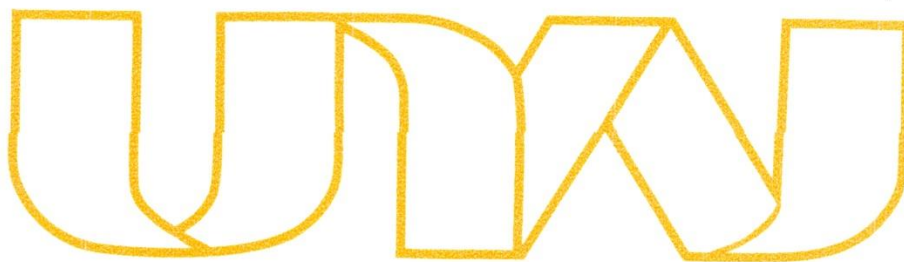
Juliaca - 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**"EFECTO DEL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA (*Oxalis
tuberosa*), SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
CONCENTRACIÓN DE LOS AZÚCARES"**

Mabel Anghela Medina Ochoa

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

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

Co-asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille



Juliaca - 2021

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



**“EFECTO DEL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA (*Oxalis*
tuberosa), SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
CONCENTRACIÓN DE LOS AZÚCARES”**

Mabel Anghela Medina Ochoa

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

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

Co-asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Juliaca, 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Medina, M. (2021). Efecto del tiempo de soleado de la oca (*Oxalis tuberosa*), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca.

AUTOR: Mabel Anghela Medina Ochoa

TÍTULO: Efecto del tiempo de soleado de la oca (*Oxalis tuberosa*), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2021

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (92pp)

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

CÓDIGO:

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: Dra.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

CO-ASESOR: M.Sc. Lenin Quille Quille

PALABRAS CLAVE:

Oxalis tuberosa, bioactivos, materia seca, azucares, capacidad antioxidante, soleado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“EFECTO DEL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA (*Oxalis
tuberosa*), SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
CONCENTRACIÓN DE LOS AZÚCARES”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

Mabel Anghela Medina Ochoa

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera

PRESIDENTE DE JURADO



Dr.Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri

JURADO (Secretario)



2° MIEMBRO

Mg. Carlos Ricardo Hanco Cervantes

JURADO (Vocal)



3° MIEMBRO



Dra.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca
ASESOR(A) DE TESIS



M.Sc. Lenin Quille Quille
CO-ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, por ser mi guía en momentos difíciles, a mis padres, por haberme dado la vida y haber sido un impulso para llegar hasta este punto de mi formación profesional. por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanas, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A todos mis amigos que me acompañaron en esta etapa tanto profesional como ser humano, por apoyarme cuando más uno los necesita, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor que me brindan día a día.

Dedico este trabajo a todos en general, todas esas personas que depositaron su confianza en mí y me sirvieron como motivación para la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Angela Ochoa Espinoza y Roberth C. Medina Medina, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han ayudado a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A mis hermanas Miryam y Sandra por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Olivia Magaly Luque Vilca y al M. Sc. Lenin Quille Quille, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

A los miembros del jurado, Mg. Tania Jakeline Choque Rivera, Dr. Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri y al Mg. Carlos Ricardo Hanco Cervantes, por la disposición de su tiempo, por los consejos, comentarios y sugerencias para la mejora de este proyecto.

Agradecimientos también a mi Universidad Nacional de Juliaca, a toda la Escuela Profesional de ingeniería en Industrias Alimentarias, por la disponibilidad que me dieron en el uso de sus laboratorios, especialmente al Lic. Victor Ernesto Achau Ugarte, por el apoyo y el aporte en el proceso experimental de este proyecto.

Finalmente, a los docentes, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
NOMENCLATURA.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. GENERALIDADES DE LA OCA.....	6
2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	7
2.4. TAXONOMÍA.....	9
2.5. VALOR NUTRICIONAL.....	9
2.6. VARIEDADES DE OCA.....	10
2.7. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS.....	11
2.8. SOLEADO DE LA OCA.....	12
2.9. USO DE LA OCA.....	14

2.10. COMPUESTOS ANTIOXIDANTES	14
2.11. MÉTODOS PARA MEDIR LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	15

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES.....	17
3.1.1. Lugar de ejecución	17
3.1.2. Materia prima	17
3.1.3. Materiales de laboratorio	17
3.1.4. Reactivos e insumos.....	18
3.1.5. Equipos.....	18
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	19
3.2.1. Diseño experimental	19
3.3. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA OCA FRESCA	20
3.4. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA DURANTE EL TIEMPO DE SOLEADO	21
3.4.1. Proceso para el análisis de materia seca.....	21
3.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE AZUCARES (SACAROSA, GLUCOSA Y FRUCTOSA), EN RELACIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA.....	23
3.5.1. Preparación del extracto.....	23
3.6. CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (CA) DE LA OCA EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO.....	26
3.6.1. Preparación del extracto.....	26
3.6.2. Proceso de la cuantificación de la capacidad antioxidante (CA).....	27
3.6.3. Preparación de la curva de calibración	28
3.7. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA OCA AL FINALIZAR EL PROCESO DE SOLEADO.....	29

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	29
--------------------------------	----

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA OCA FRESCA	31
4.2. EVALUACIÓN DE LA MATERIA SECA DE LA OCA DURANTE EL TIEMPO DE SOLEADO	32
4.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES (SACAROSA, GLUCOSA Y FRUCTOSA), EN RELACIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA.....	33
4.4. CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA OCA EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO	41
4.5. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA OCA SOLEADA.....	45

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	46
5.2. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Planta de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i>).	8
<i>Figura 2.</i> Endulzamiento de la oca en un silo verdeador.	13
<i>Figura 3.</i> Diagrama de flujo del diseño experimental.	19
<i>Figura 4.</i> Diagrama de flujo para la medición de la materia seca.	21
<i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo para la preparación del extracto.	23
<i>Figura 6.</i> Diagrama del proceso de elaboración del extracto.	26
<i>Figura 7.</i> Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.	27
<i>Figura 8.</i> Porcentaje de materia seca con respecto a los días de soleado.	32
<i>Figura 9.</i> Curva de calibración de la fructosa.	34
<i>Figura 10.</i> Curva de calibración de la glucosa.	35
<i>Figura 11.</i> Curva de calibración de la sacarosa.	35
<i>Figura 12.</i> Contenido de los azúcares con respecto a los días de soleado.	39
<i>Figura 13.</i> Curva de calibración del trolox.	42
<i>Figura 14.</i> Capacidad antioxidante en relación a los días de soleado.	43
<i>Figura 15.</i> Primer día de soleado de la oca Keny rosado.	58
<i>Figura 16.</i> Último día de soleado de la oca Keny rosado.	58
<i>Figura 17.</i> Muestra de la oca deshidratada.	58
<i>Figura 18.</i> Selección de las ocas medianas.	59
<i>Figura 19.</i> Cortado de la oca.	59
<i>Figura 20.</i> Pesado de la muestra cortada.	59
<i>Figura 21.</i> Pesado del crisol vacío.	60
<i>Figura 22.</i> Secado en estufa.	60
<i>Figura 23.</i> Enfriamiento de las muestras en campana de desecación.	60
<i>Figura 24.</i> Pesado de las muestras secadas.	61
<i>Figura 25.</i> Muestras de ocas envueltas en papel aluminio.	61
<i>Figura 26.</i> Horneado de las muestras de oca.	62

<i>Figura 27.</i> Pesado de las muestras de oca horneadas.....	62
<i>Figura 28.</i> Pesado de la oca triturada.....	63
<i>Figura 29.</i> Mezcla y agitación de la muestra.	63
<i>Figura 30.</i> Filtrado de la muestra centrifugada.....	64
<i>Figura 31.</i> Muestras listas para el análisis en HPLC.....	64
<i>Figura 32.</i> Fructosa, glucosa y sacarosa.....	65
<i>Figura 33.</i> Lectura en el HPLC.	65
<i>Figura 34.</i> Muestras antes del triturado.....	66
<i>Figura 35.</i> Pesado de la muestra triturada.....	66
<i>Figura 36.</i> Centrifugado del extracto.	67
<i>Figura 37.</i> Filtrado del extracto.....	67
<i>Figura 38.</i> Lectura en el espectrofotómetro.	67
<i>Figura 39.</i> Cromatograma de los estándares a 10 000 ppm.	68
<i>Figura 40.</i> Cromatograma de los estándares a 30 000 ppm.	68
<i>Figura 41.</i> Cromatograma de los estándares a 50 000 ppm.	69
<i>Figura 42.</i> Cromatograma de la muestra del día 0.	69
<i>Figura 43.</i> Cromatograma de la muestra del día 3.	70
<i>Figura 44.</i> Cromatograma de la muestra del día 6.	70
<i>Figura 45.</i> Cromatograma de la muestra del día 9.	71
<i>Figura 46.</i> Cromatograma de la muestra del día 12.	71
<i>Figura 47.</i> Cromatograma de la muestra del día 15.	72
<i>Figura 48.</i> Cromatograma de la muestra del día 18.	72
<i>Figura 49.</i> Cromatograma de la muestra del día 21.	73
<i>Figura 50.</i> Cromatograma de la muestra del día 24.	73
<i>Figura 51.</i> Cromatograma de la muestra del día 27.	74
<i>Figura 52.</i> Cromatograma de la muestra del día 30.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de la “oca” (Oxalis tuberosa) fresca y soleada.	10
Tabla 2: Clasificación de las variedades de oca.	11
Tabla 3: Métodos para medir la capacidad antioxidante.	16
Tabla 4: Concentraciones de trolox, para la curva de calibración.	28
Tabla 5: Análisis proximal de la oca fresca.	31
Tabla 6: Porcentaje de materia seca de la oca.	32
Tabla 7: Área de la fructosa a distintas concentraciones.	34
Tabla 8: Área de la glucosa a distintas concentraciones.	34
Tabla 9: Área de la sacarosa a distintas concentraciones.	35
Tabla 10: Área de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) de las muestras de ocas.	36
Tabla 11: Peso seco del horno (ODW) para cada muestra.	37
Tabla 12: Concentración de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa).	38
Tabla 13: Contenido de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) en %.	39
Tabla 14: Absorbancia del trolox a distintas concentraciones.	42
Tabla 15: Capacidad antioxidante (CA) en $\mu\text{mol trolox/g}$	43
Tabla 16: Análisis proximal de la oca soleada durante 30 días.	45
Tabla 17: Análisis de varianza con respecto a la materia seca.	75
Tabla 18: Análisis de varianza con respecto a la fructosa.	75
Tabla 19: Análisis de varianza con respecto a la glucosa.	75
Tabla 20: Análisis de varianza con respecto a la sacarosa.	75
Tabla 21: Análisis de varianza con respecto a la capacidad antioxidante (CA).	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Equipos utilizados.....	54
Anexo 2: Informe del análisis proximal de la oca fresca.....	56
Anexo 3: Informe del análisis proximal de la oca soleada.....	57
Anexo 4: Panel fotográfico del proceso de soleado de la oca.....	58
Anexo 5: Panel fotográfico del análisis de materia seca.....	59
Anexo 6: Panel fotográfico del análisis de los azúcares.....	61
Anexo 7: Panel fotográfico del análisis de la capacidad antioxidante.....	66
Anexo 8: Resultado de la secuencia de los azúcares en HPLC.....	68
Anexo 9: Tablas de Análisis de varianza.....	75

NOMENCLATURA

HPLC	: Cromatografía líquida de alta resolución
USDA	: United State Department of Agriculture
BCRP	: Banco Central de reserva del Perú
DRA	: Dirección Regional Agraria
AOAC	: Association of Analytical Communities
CA	: Capacidad antioxidante
CL	: Correlación lineal
SC	: Suma de cuadrados
GL	: Grado de libertad
CM	: Media cuadrática
F	: Distribución de Fisher-Snedecor
ODW	: Peso seco del horno

RESUMEN

Uno de los alimentos más cultivados en las zonas andinas de Perú, Bolivia y demás países, es la Oca (*Oxalis tuberosa*), una gran fuente de carbohidratos y antioxidantes, su forma de consumo es sancochada, en pures, sopas y otros, habitualmente su preparación se realiza después de haber sido expuesta al sol, puesto que por el efecto del secado las ocas pierden humedad, se tornan más dulces y con un sabor más agradable, es por tal motivo que en esta investigación se evaluó la relación que existe entre el contenido de materia seca, la concentración de los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) y la capacidad antioxidante de la oca con el tiempo de soleado, para lo cual se adquirieron muestras provenientes de la provincia de Yunguyo de la región Puno, los que pasaron por un proceso de soleado durante 30 días (1 mes), y se analizaron por cada 3 días de soleado, empezando con la oca recién cosechada. Los resultados mostraron un incremento de materia seca con relación al tiempo de soleado, dando un valor del 20.6 % en la oca fresca y un 23.4 % en la oca soleada, para la determinación de los azúcares, que se realizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), la mayor concentración se obtuvo en el día 21 de soleado, con un valor del 48.99 % de azúcares totales, siendo la sacarosa el azúcar que más resalta, y para el análisis de capacidad antioxidante que se realizó por el método ABTS, haciendo uso del espectrofotómetro JENWAY (6850 UV/VIS), se pudo percibir que la mayor capacidad antioxidante se encuentra en la oca fresca con un valor del 15.012 $\mu\text{mol trolox/g}$. En conclusión, el tiempo de soleado influye en el incremento de materia seca y la concentración de los azúcares, y afecta de manera negativa en la capacidad antioxidante (AC). Por consiguiente, lo que se quiere con este trabajo de investigación es que sirva como antecedente para la elaboración de nuevos productos, teniendo en cuenta que, durante las tres semanas de soleado, la oca presenta mayor concentración de azúcares, y en estado fresco mayor capacidad antioxidante.

Palabras clave: *Oxalis tuberosa*, bioactivos, materia seca, azúcares, capacidad antioxidante, soleado.

ABSTRACT

One of the most cultivated foods in the Andean areas of Peru, Bolivia and other countries, is the goose (*Oxalis tuberosa*), a great source of carbohydrates and antioxidants, its consumption form is parboiled, in purees, soups and others, usually its preparation is done after being exposed to the sun, since the effect of drying the geese lose moisture, they become sweeter and with a more pleasant taste, For this reason, this research evaluated the relationship between the dry matter content, the concentration of sugars (sucrose, glucose and fructose) and the antioxidant capacity of the goose with the time of sunning, for which samples were acquired from the province of Yunguyo in the Puno region, which went through a process of sunning for 30 days (1 month), and were analyzed for every 3 days of sunning, starting with the freshly harvested goose. The results showed an increase in dry matter in relation to the time of sunning, giving a value of 20.6 % in the fresh goose and 23.4 % in the sunned goose, for the determination of sugars, which was carried out by high performance liquid chromatography (HPLC), the highest concentration was obtained on the 21st day of sunning, with a value of 48.99% of total sugars, with sucrose being the sugar that stands out the most, and for the analysis of antioxidant capacity, which was carried out by the ABTS method, using the JENWAY spectrophotometer (6850 UV/VIS), it could be perceived that the highest antioxidant capacity is found in the fresh goose with a value of 15.012 $\mu\text{mol trolox/g}$. In conclusion, the time of sunning influences the increase of dry matter and the concentration of sugars, and negatively affects the antioxidant capacity (AC). Consequently, the aim of this research work is to serve as a precedent for the elaboration of new products, taking into account that, during the three weeks of sunning, the goose has a higher concentration of sugars, and in the fresh state, a higher antioxidant capacity.

Keywords: *Oxalis tuberosa*, bioactive, dry matter, sugars, antioxidant capacity, sunny.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 10 años, dentro del mercado interno, la producción de oca oscila entre los 90.0 hasta 105.0 mil toneladas, siendo el 2018 el año que presentó la mayor cantidad de producción de oca (BCRP, 2020). Ocupa el segundo lugar en consumo y cultivo, principalmente en las tierras altas de Ecuador, Perú y Bolivia, teniendo una gran diversidad en forma y color (Chirinos et al., 2009). Este tubérculo no tiene un gran reconocimiento nacional e internacional, siendo un alimento importante en la alimentación del poblador andino (Ore, Aguirre, & Ticsihua, 2020).

El valor nutricional de la oca es igual o mejor que el valor nutricional de la papa, teniendo el catorce por ciento de contenido de carbohidrato, donde su principal azúcar es la sacarosa (Valcárcel, Rondán, & Finardi, 2013). En las regiones andinas, las ocas son expuestas al sol antes de su consumo con el fin de mejorar su sabor, puesto que cuando son asoleadas se tornan más dulce, pero no existe un tiempo determinado en el que se pueda obtener el máximo dulzor (Cajamarca, 2010).

Debido a su gran aporte en proteína y almidón, la oca es utilizado mayormente en la preparación de alimentos viscosos, como pastas o geles viscosos, y en la cocina peruana su uso es limitado para preparaciones culinarias, comúnmente se utiliza en salsas o bajo tierra junto con la papa (Guemes, Espino, & Hernandez, 2018), también se consume en sopas, guisos, al vapor o hervida, entre otros (Chirinos et al., 2009).

Es un buen preventivo de dolencias digestivas gracias a su composición nutricional y su actividad antioxidante (Zhu & Cui, 2020). Se considera el segundo tubérculo, después de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), que cuenta con mayor capacidad antioxidante gracias a la cantidad de fitoquímicos antioxidantes que presenta (Chirinos et al., 2009). Los compuestos antioxidantes mayormente se encuentran en alimentos vegetales y cultivos andinos, beneficiosos para la salud y nutrición humana, y la oca es una gran fuente botánica con alto contenido en compuestos bioactivos, favorables en la elaboración de alimentos con propiedades funcionales, que en la actualidad han sido más incorporado en la rutina de alimentación de las personas, por lo que nace el interés de los alimentos que aporten compuestos bioactivos (Ore et al., 2020).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según la DRA (2019) la oca es uno de los tubérculos más cultivados en la región Puno, ocupando el segundo lugar después de la papa, en el año 2018 su producción fue de 28 834.90 TM y 29 282.63 TM en el año 2019. Uno de los mayores problemas de este tubérculo es que no cuenta con un gran aprovechamiento industrial, aun siendo un gran aporte de compuestos bioactivos, los cuales están en tendencia de consumo, ya que puede llegar a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, Alzheimer, diabetes, entre otras, debido a que los antioxidantes actúan como neutralizantes de los radicales libres durante la actividad oxidativa en el organismo del ser humano. La oca también es una gran fuente de energía, debido a su alto contenido de carbohidratos, en los que se encuentran los azúcares, los cuales llegan a incrementar con respecto al tiempo de soleado, del cual se desconoce el periodo exacto de soleado en el que la oca pueda llegar a tener mayor concentración de azúcares.

Formulación de los problemas:

- ¿Cuánto es el porcentaje de materia seca de la oca durante el tiempo de soleado?
- ¿Cuánto es la concentración de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) en función al tiempo de soleado de la oca?
- ¿Cuánto es la capacidad antioxidante en función al tiempo de soleado de la oca?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la capacidad antioxidante y la concentración de azúcares de la oca, durante el tiempo de soleado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la materia seca de la oca durante el tiempo de soleado.
- Determinar la concentración de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), en relación al tiempo de soleado de la oca.
- Cuantificar la capacidad antioxidante de la oca en función al tiempo de soleado.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El tubérculo de la oca, es uno de los tubérculos más cultivados en la región Puno y posee muchas propiedades benéficas, como su gran aporte de compuestos antioxidantes, de los que se pueden derivar una gran variedad de productos con propiedades funcionales beneficiarias para el consumidor, ya que tienen relación con la salud humana provocando una menor incidencia de enfermedades.

La oca también es una gran fuente de energía, por su alto contenido de carbohidratos, en los que se encuentran los azúcares, que incrementan debido a su estado de maduración, pero no se tiene como antecedente un tiempo determinado en el que se conozca la concentración más alta de azúcares de la oca.

Es por tal motivo que, la presente investigación está enfocada en determinar el tiempo de soleado adecuado en el que la oca presenta mayor concentración de los azúcares, también se quiere dar a conocer el efecto que tiene el tiempo de soleado sobre la capacidad antioxidante de la oca, para que así este proyecto sirva como referencia en la elaboración de alimentos novedosos y beneficiosos para el consumo humano, y también se incentive a la producción de este tubérculo, siendo favorable para los agricultores.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Guamán, Carrera, & Martinez (2021), en el artículo titulado “Drying Kinetics of Oca (*Oxalis Tuberosa*)”, tiene como objetivo conocer las curvas del comportamiento cinético del secado que se llevaron por triplicado. Y como conclusión final se define una humedad crítica que es aproximadamente 1.65 g agua/g de oca seca, también se manifiesta que es necesario la implementación de sistemas automáticos de secado que permitan la recolección directa de los parámetros que intervienen y el control de los mismos.

Ore et al. (2020), en el artículo titulado “Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina” se planteó como objetivo evaluar las propiedades fisicoquímicas, las propiedades químico proximal y el análisis microbiológico de la harina de oca (variedad rosada) deshidratado en lecho fluidizado a diferentes temperaturas (60, 70 y 80 °C) por 60 minutos, dando como resultados en el análisis químico proximal: humedad, grasa, proteína, fibra, ceniza y carbohidratos, diferencias significativas entre ellos, y en el análisis microbiológicos, la harina de oca se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos dados por DIGESA.

Pérez (2019), en su tesis titulada “Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (*Oxalis tuberosa*)” tuvo como objetivo determinar el efecto de la temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y contenido de vitamina C en harina de oca (*Oxalis tuberosa*) variedad roseo violácea, teniendo como resultado un efecto estadísticamente significativo por parte de la temperatura y tiempo de secado, ya que existe un efecto proporcional sobre la capacidad antioxidante y contenido de vitamina C, lográndose así establecer modelos matemáticos para la predicción de la capacidad

antioxidante y contenido de vitamina C en harina de oca por efecto de la temperatura Y tiempo de secado.

Zavaleta (2020) en su tesis titulada “Comparación de la variabilidad fenotípica y actividad antioxidante de tubérculos oscuros de *Oxalis tuberosa* Mol. procedente del distrito de Sitabamba, Santiago de Chuco, La Libertad.”, tuvieron como finalidad comparar la variabilidad fenotípica y actividad antioxidante de diferentes tubérculos oscuros, donde se determinaron que los factores agronómicos ambientales y de siembra, son muy similares, y en la evaluación fenotípica se mostró que las ocas oscuras pueden ser de diferente intensidad y en el interior la diferencia es mayor, también se evidenció una mayor actividad antioxidante en la cáscara de la variedad “oca morada” (30.33%) y en la pulpa de la variedad “oca negra” (34.48%).

Güemes et al. (2019), en la revista titulada “Antioxidant Activity of *Oxalis tuberosa* peel extracts”, evaluó métodos de extracción de los compuestos bioactivos, para aumentar su efectividad, elaborando un extracto a base de harina de cáscara de *Oxalis tuberosa* con distintos solventes: hexano (EH), acetona (EA) y etanol (Ee), donde se mostraron diferencias significativas, con 9.23 mEAG/g en compuestos fenólicos totales, con un porcentaje de inhibición del 76.74% con DPPH y 789.6 mgEq. de Trolox con ABTS, siendo el etanol el mejor solvente en la extracción de compuestos bioactivos como los antioxidantes.

Mora & Verdugo (2020), en su tesis titulada “Determinación de la actividad antioxidante in vitro de extractos de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) cultivada en la serranía ecuatoriana” plantearon como objetivo establecer los metabolitos activos presentes en los extractos, comparar la capacidad antioxidante de extractos lipofílicos e hidrofílicos, e Indicar el contenido de polifenoles totales, donde se comprobó que el tubérculo posee diferentes metabolitos, y como resultados de cuantificación de los extractos acuoso y etílico se obtuvo 0.14 y 0.08 mg/mL, con el valor referente 0.11mg/mL de ácido gálico, y 0.53 y 0.30 mg/mL con el ácido ascórbico de 0.39mg/mL, en el que se evidencia su potente coeficiente inhibitorio.

Cornejo (2016), en su tesis titulada “Evaluación de variables cuantitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) en el centro experimental K'iphak'iphani”, tuvo como objetivos determinar las variables cuantitativas y cualitativas, evaluar la humedad y materia seca, determinar la pérdida

de peso, describir el color de la piel, la pulpa y establecer el contenido de azúcares antes y después del asoleado, llegándose a la conclusión de que las ocas frescas presentan un contenido mayor en humedad y un contenido menor en materia seca con respecto a las ocas asoleadas, la pérdida de peso para los 10 clones son diferentes, presentan cambios en su color y textura, y los azúcares presentan una concentración inicial el 20.3 % llegando a incrementar un 19.55 % aproximadamente.

2.2. GENERALIDADES DE LA OCA

La oca deriva de las palabras “ok’a”, “occa” y “uqa” que provienen del idioma quechua, este tubérculo es consumido por una gran cantidad de personas de distintos países, se estaría hablando alrededor de 50 millones, y se cultiva en altitudes de 2800 a 4000 msnm (FAO & CIP, 2013).

El origen de la oca, uno de los tubérculos andinos más conocidos, se dio en el altiplano de Perú y Bolivia, también es cultivado en distintos países como Venezuela, Chile, Argentina, Colombia, México y Nueva Zelanda, en algunos de estos países la oca es más apreciada por presentar colores y sabores particulares (Ana C. Morillo, Morillo, & Leguizamo, 2016).

La oca junto a otros tubérculos son considerados plantas perenes, sus partes superiores envejecen al final de la estación de crecimiento, su siembra se da en suelos bien drenados, con un alto contenido de materia orgánica, y son cosechadas después de 7 a 8 meses aproximadamente, la oca también se consume como kaya, que se obtiene a partir del deshidratado del tubérculo después de haber sido congelada, y se puede conservar por mucho tiempo (FAO & CIP, 2013).

Su cultivo se realiza en climas fríos, con suficiente precipitación, sin presencia de heladas extremas, la siembra de este cultivo es una de las más extensas, debido a que forma parte de la dieta humana, aportando una gran fuente de carbohidratos, calcio y hierro, su consumo puede darse de distintas formas, ya sea hervida, al horno, frita, entre otros (Suquilanda, 2012).

Teniendo las condiciones más adecuadas de siembra, la planta puede crecer y florecer por mucho tiempo, esta planta tiene un tallo erguido durante la primera fase,

y cede a menudo transcurre el tiempo de maduración, los frutos de la planta, en ese caso la oca, presenta una forma elíptica o cilíndrica, con unos colores desde tonalidad blanca hasta púrpura oscura, su tamaño varía de 5 a 7.5 cm, con un diámetro de 2.5 a 3.7 cm (Ore, Aguirre, & Ticsihua, 2020).

La oca es uno de los tubérculos con más tolerancias a la sequía y a las malas condiciones de suelo, en Nueva Zelanda se procesan en campos eléctricos para reducir el contenido de oxalatos. El almidón de este tubérculo tiene mayor utilidad en formulaciones alimentarias y no alimentarias, como aditivos alimentarios, productos farmacéuticos, hasta material de pared (Velásquez, Bello, Yee, Alvarez, & Velezmoro, 2020).

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Existen variedades de ibias clonadas, es por eso que la caracterización morfológica de los tubérculos andinos se puede diferenciar tomando en cuenta el color de los tallos, las axilas, el follaje, la flor, el pedúnculo, la pulpa y la forma de los tubérculos (Ana Cruz Morillo, Morillo, & Leguizamo, 2019).

Este tubérculo presenta formas desde cilíndrica a turbinada con un tamaño de diámetro de 20 hasta 40 mm y una longitud de 50 hasta 80 mm, su piel suele ser lisa, con ojos profundos y colores que pueden ir desde el rojo, púrpura, rosa, naranja y amarillo, las ocas de color naranja y amarillo son ricas en carotenoides, mientras que la oca de color rosa y púrpura son ricas en antocianinas, es por estas razones que la oca se considera un alimento básico (Puelles et al., 2021).

a. La hoja

Las hojas de la oca son alternas de tres folíolos, tienen la forma de un corazón convencional con posición invertida de 1 a 4 cm de largo, tiene un color verde oscuro en el haz y púrpura o verde en el envés, esta planta tiene varias hojas divididas radialmente en segmentos, y al igual que el tallo están cubiertas de pelos finos y suaves, los rabillos son largos, las cuales unen las hojas con el tallo y se desarrollan bajo tierra (Tapia & Fries, 2007).

b. El tallo

El tallo de la oca generalmente crece a una altura de 20 a 30 cm, con una forma cilíndrica, su color varía de amarillo y verde a rojo púrpura, en días largos crecen estolones, los cuales son como tallos que crecen sobre el suelo, y en días cortos se desarrollan bajo tierra y eso hace que se formen tubérculos (Lim, 2016).

c. La flor

La inflorescencia de esta planta es axilar, disponiendo de 4 a 5 flores, el rabillo que la sostiene mide de 10 a 15 cm de longitud, esta flor tiene un cáliz que está formado por cinco sépalos los cuales son agudas y verdes, con una longitud de 1 cm, así mismo su corola posee 5 pétalos en forma de abanico, sus estambres, órganos florales masculinos, tienen un tamaño de 3 a 4 mm los inferiores y hasta 9 mm los superiores, otro de sus órganos como el ovario se encuentra en la parte alta de la flor, encima del receptáculo, cubierta por hojas modificadas, los estigmas de la flor se encuentran divididas en dos partes, son laminares y tienen la forma de un pincel, de color amarillo verdoso (Carrera, 2013).

d. Fruto

El fruto de la planta de oca es una baya con pequeñas cavidades en la pared membranosa, que es cubierta por un cáliz persistente, sus semillas se forman en esas pequeñas cavidades y tienen una forma ovoide con aproximadamente 1 mm de longitud, con una superficie granulosa, su color es un pardo claro u oscuro, cuando el fruto es más maduro es difícil encontrar semillas, debido a que sus aperturas en su pared exterior son mucho más magnas (Carrera, 2013).



Figura 1. Planta de la oca (*Oxalis tuberosa*).

FUENTE: Jardín mágico (n.d.).

2.4. TAXONOMÍA

Según el United State Department of Agriculture (USDA), citado por Biondi (2006), la clasificación taxonómica de la oca es la siguiente:

Reino : Plantae
Subreino : Tracheobionta
Super división : Spermatophyta
División : Magnoliophyta
Clase : Dicotyledonae
Subclase : Rosidae
Orden : Geraniales
Familia : Oxalidaceae
Género : Oxalis
Especie : Oxalis tuberosa Molina

FUENTE: Biondi (2006).

2.5. VALOR NUTRICIONAL

En la importancia alimenticia y económica, la oca ocupa un segundo lugar, después de la papa, debido a su alto nivel nutritivo que aporta (Ore et al., 2020).

El contenido de agua de la oca es mayor al 80 %, su valor nutricional se compara con el de la papa, y varía según el genotipo, se considera una buena fuente de hidratos de carbono, proteína, grasa y fibra, también una gran fuente de calcio y hierro (Campos, Chirinos, Gálvez Ranilla, & Pedreschi, 2018). Los valores nutritivos de la oca (*Oxalis tuberosa*) que aportan por cada 100 g, se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición química de la “oca” (*Oxalis tuberosa*) fresca y soleada.


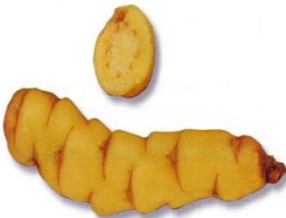

PARÁMETROS	OCA FRESCA	OCA SOLEADA
Humedad (%)	80.1	51.0
Cenizas (%)	3.9	4.3
Azúcares totales (%)	14.1	36.4
Azúcares reductores (%)	4.7	21.1
Azúcares no reductores (%)	9.4	15.6
Fibra (%)	0.8	3.0
Proteína (%)	1.1	5.3
pH	4.54	5.70
Almidón (%)	10.6	7.2
Ácido oxálico (mg/100 g)	135	72
Ácido ascórbico (mg/100 g)	187.19	65.34

FUENTE: Guemes et al. (2018).

2.6. VARIEDADES DE OCA

Las variedades de oca según Tapia & Fries (2007) “se reconocen en tres formas básicas: alba, flava y roseo violácea a negra” (p44). A continuación, estas variedades se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación de las variedades de oca.

VARIEDAD	CARACTERÍSTICA	EJEMPLO
Albas	Son las ocas blancas	<p>Pili Runto</p> 
Flavas	Las ocas amarillas claras, pigmentadas, de pigmentos o flavonas de color amarillo intenso y las anaranjadas, con pigmentos de caroteno.	<p>K'ellu kamusa</p> 
Roseo violáceas	Son pigmentadas con antocianinas y de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro.	<p>Yana oqa</p> 

FUENTE: Tapia & Fries (2007).

FUENTE: Imágenes tomadas de Merino et al. (2004).

2.7. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS

El tubérculo de oca también se considera como alimento básico, debido a su alto contenido de carbohidrato (Valcárcel et al., 2013). Los tubérculos andinos como la oca, ulluco y mashua son fuentes de carbohidratos altamente digeribles, y la oca presenta como azúcares predominantes, la sacarosa y la glucosa (Campos et al., 2018).

Los tubérculos contienen una gran cantidad de carbohidratos solubles, y como componentes principales tienen al almidón y el azúcar, las ocas endulzadas sin tratamientos contienen un 30.8 % de carbohidratos y las ocas maduras del mejor tratamiento 27.93 %, gracias a su alto contenido de almidón, los tubérculos son un

gran aporte de energía por lo que se considera primordial en la dieta humana (Palate, 2013).

El olluco y la oca son tubérculo que tienen un alto contenido de carbohidratos, debido a su contenido de azúcares digestibles, siendo la sacarosa el principal azúcar en la oca con un 20.92 % de peso seco, el α -galactósido es indigerible, pero aporta un contenido no mayor del 1%. Estos tubérculos tienen un contenido medido de proteínas y son escasos en grasas, es por tal razón que se considera nutritivo en la dieta humana, y los procesos a los que se les expone como el congelado y el secado al sol influyen en su composición y su digestibilidad (Chuquilín, Martínez, & Rodrigo, 2020).

Durante el proceso de maduración de la oca existe variación en las reacciones bioquímicas al interior del tubérculo, como es el incremento de los azúcares, debido a la transformación de los almidones en azúcares, ya que durante el proceso de maduración los azúcares se concentran en el exterior y se cristalizan, es por tal motivo que mientras más tiempo estén expuestos al calor mayor concentración de azúcares almacena, lo que también influye en el contenido de sólidos totales, la cantidad de calorías que aportan las ocas endulzadas sin tratamiento rinde un valor de 325 Kcal por cada 100 gramos y en las ocas maduras del mejor tratamiento, 118.423 Kcal (Palate, 2013).

2.8. SOLEADO DE LA OCA

La oca al ser expuesta al sol hace que los carbohidratos se transformen en azúcares, y existe un incremento con relación al tiempo de soleado, y se consigue un menor consumo de sacarosa (Yenque, Lavado, & Santos, 2008).

No existe un número determinado de días para el asoleo de las ocas, pero a menudo que pasa el tiempo de asoleo, la oca pierde humedad y se tornan a una textura más seca y suave, el asoleo de las ocas pueden darse de dos formas, una de ellas es tendidas expuestas al sol y la otra siendo colgadas (Espinoza, Vaca, Abad, & Crissman, 1996).

El almacenamiento del tubérculo bajo luz difusa (sombra) presentan mejores resultados correlacionando los criterios de composición química, descripción de daños

físicos y pruebas sensoriales, en las hortícolas blancas expuestas durante 12 días, se consiguió un incremento de azúcares en un 68%, y materia seca un 22.72 %, su pérdida de peso fue de un 15.14 %, y su color no fue perceptible, en las hortícolas amarillas se tornó a un color verdoso y el ecotipo rojo mantuvo su color original, las características físico-químicas del tubérculo endulzado mantuvieron su calidad hasta los 14 días de almacenamiento (Brito, Espín, Villacrés, Merino, & Soto, 2003).

La oca recién cosechada tiene presencia de ácido oxálico, responsables del sabor amargo del tubérculo, que varía entre 70 a 108 mg/100 g, estos compuestos derivan del género de plantas *Oxalis* y se presentan en mayor proporción en las hojas antes que los tallos o la raíz, estos compuestos en exceso puede afectar el metabolismo del calcio y hacer que descienda en el torrente sanguíneo (Villacres, Quelal, & Alvarez, 2016).

Cuando las ocas son expuestas al sol durante unos días, hacen que los niveles de oxalatos, se degraden y si pasa por un proceso de horneado el contenido de oxalatos incrementa debido a la pérdida de humedad, pero cuando la oca solo se hierve o se cose al vapor el contenido de oxalatos permanece estable (Campos et al., 2018).



Figura 2. Endulzamiento de la oca en un silo verdeador.

FUENTE: Brito et al. (2003)

2.9. USO DE LA OCA

El sabor del tubérculo de la oca es intenso y ligeramente ácido por las altas concentraciones de ácido oxálico y dependiendo a la cocción que se le emplea, su textura cambia desde crocante, a almidonada y harinosa, según los métodos tradicionales de preparación reducían la acidez de la oca haciéndola cocer en varias aguas, otra manera también es la exposición al sol por un periodo de tiempo, lo que contribuye al incremento del contenido de azúcares. En Nueva Zelanda este tubérculo es muy popular, y se consume de distintas formas, uno de los productos derivados es el almidón fino, la planta entera también tiene uso como forraje para cerdos (Caiza, 2010).

La oca presenta una diversidad de preparaciones como en la elaboración de postres, pero en la actualidad ya no se consume en gran cantidad, y no es fácil encontrar un plato preparado a base de oca, esto se debe a que este tubérculo está siendo marginado, aun brindando un gran aporte nutricional. Otro uso que le da a la oca es con fin medicinal, por ejemplo, el zumo de las hojas ayuda a disminuir las hinchazones, es un firme astringente, también actúa contra el dolor de los oídos (Miranda, 2013).

Las preparaciones típicas de la oca son similares a las de la papa y otros tubérculos, como la Khaya, que pasa por un proceso de congelado y secado, y si se da un procedimiento adicional de lavado se obtiene un producto de un color blanquesino al que se le denomina “umakaya”, del cual se derivan productos como harina (Caiza, 2010).

2.10. COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

En la actualidad los antioxidantes son compuestos químicos que se utilizan para la eliminación de los radicales libres, responsables de los cambios que influyen en el envejecimiento del cuerpo, debido a las alteraciones que se producen en el ADN y distintos cambios, todo este proceso se da a causa de que estas sustancias químicas producen oxígeno en las células y esto provoca una oxidación (Ramirez et al., 2012).

Una forma de prevenir o posponer la aparición de enfermedades a largo plazo, es la ingesta de alimentos que contengan antioxidantes dietéticos, ya que los antioxidantes

actúan en contra de los radicales libres, los cuales son causantes de enfermedades degenerativas, lo que hace una mejora en la calidad de vida teniendo como ventaja su fácil acceso (Alam, Bristi, & Rafiquzzaman, 2013).

Los tubérculos como la oca y el olluco son una gran fuente de compuestos bioactivos, siendo la oca superior en cuanto a los compuestos fenólicos, teniendo mayor concentración en la piel del tubérculo, uno de los contribuyentes a la capacidad antioxidante de la oca es la fracción lipofílica que tiene una varianza de 69 a 320 $\mu\text{gTE/g}$ en peso fresco, debido a los carotenoides presentes, En la oca podemos encontrar ocho tipos de antocianinas y en cuanto a sus carotenoides su contenido varía de 2 a 25 μg de β -caroteno/g en peso fresco (Chuquilín et al., 2020).

Gracias al gran aporte de antioxidantes que brinda la oca, este tubérculo se considera como una de las mejores alternativas en la elaboración de distintos productos alimenticios con propiedades funcionales benéficas para el ser humano, la planta de la oca almacena mayor cantidad de almidón durante el invierno (Ore et al., 2020).

Otro derivado de la oca es la caya o kaya, su elaboración consiste en congelar el agua que contiene la oca, para después sublimarla a presión, este proceso es parecido a la liofilización, y es uno de los mejores métodos para la conservación de las propiedades del tubérculo, es por eso que a la caya se le puede considerar una fuente importante de antioxidantes en la dieta, ya que durante el proceso el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante no se eliminan, pero si disminuyen (Chuquilín et al., 2020).

2.11. MÉTODOS PARA MEDIR LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La clasificación de los métodos para medir la actividad antioxidante es por, métodos directos, los que estudian la habilidad del antioxidante para estabilizar algún radical libre (Ej. DPPH, ABTS), con la controversia de que estos métodos pueden medir solo la capacidad para donar hidrógenos, que en muchos casos no se correlacionan con la capacidad antioxidante, y los métodos indirectos que están basados en el estudio del efecto de un antioxidante sobre la degradación oxidativa de un sistema, de los cuales los más usados han sido: proteínas, ácidos nucleicos, plasma sanguíneo, grasas, entre otros (Londoño, 2012).

Los distintos métodos que se utilizan para medir la capacidad antioxidante, se muestran en la Tabla 3, con sus respectivas ventajas y desventajas.

Tabla 3: Métodos para medir la capacidad antioxidante.

Método	Instrumentación ^a	Relevancia biológica ^b	Mecanismo ^c	Punto final	Cuantificación ^d	Lipofilos-hidrofílos ^e
CARO	-	+++	TAH	Tiempo	ABC	+++
PATAR	++	+++	TAH	Fase de inducción	CE ₅₀ , Fase de inducción	--
CRHF	---	--	TE	Tiempo	Absorbancia	---
ABTS	-	-	TE-TAH	Tiempo	Absorbancia	+++
DPPH	-	-	TE-TAH	Tiempo	Absorbancia a CE ₅₀	-
Peroxidación-LDL	--	+++	TAH	Fase de inducción	Tiempo de inducción, dienos conjugados, SRAT	---

FUENTE: Londoño (2012)

a De la más (+++) a la menos (---) especializada

b Del más (+++) al menos (---) relevante

c TAH: Transferencia de Átomos de Hidrógeno, TE: Transferencia de electrones

d ABC: Área bajo la Curva, CE₅₀ : Concentración efectiva 50, SRAT: Sustancias Reactivas con Ácido Tiobarbitúrico.

e Del más (+++) al menos (---) adaptable

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Lugar de ejecución

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Juliaca, en los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, sede Ayabacas.

3.1.2. Materia prima

La oca de variedad Keny rosado, a ser evaluada se obtuvo de la provincia de Yunguyo, ubicado en el altiplano peruano a una altura de 3 826 metros sobre el nivel del mar, a 136 kilómetros de la ciudad de Puno, con las coordenadas 16°14'39"S 69°05'34"O.

Estas muestras de oca fueron expuestas al sol para su proceso de secado, y se evaluaron por cada tres días, desde el momento de cosecha de la oca, hasta cumplir 30 días (1 mes) de soleado.

3.1.3. Materiales de laboratorio

- Filtro de jeringa de 0.2 μm
- Viales de vidrio (1.5 ml)
- Viales de plástico con tapa a presión (1.5 ml)
- Jeringas (5 ml)
- Mortero
- Crisoles
- Pinzas

- Lunas de reloj
- Espátula
- 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)
- Cuchillos
- Papel secante
- Papel toalla
- Papel filtro

3.1.4. Reactivos e insumos

- ABTS (2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)
- Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)
- Agua destilada
- Agua ultrapura
- Acetonitrilo grado HPLC (CH_3CN) 75%
- Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- Sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
- Fructosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
- Glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

3.1.5. Equipos

- Espectrofotómetro (JENWAY) (6850 UV/VIS)
- HPLC (Thermo Scientific) (Ultimate 3000)
- Estufa eléctrica de secado.
- Balanza analítica
- Campana de desecación
- Centrifuga (5810 R)
- Agitador de tubos
- Agitador magnético con calentamiento
- Desgasificador

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1. Diseño experimental

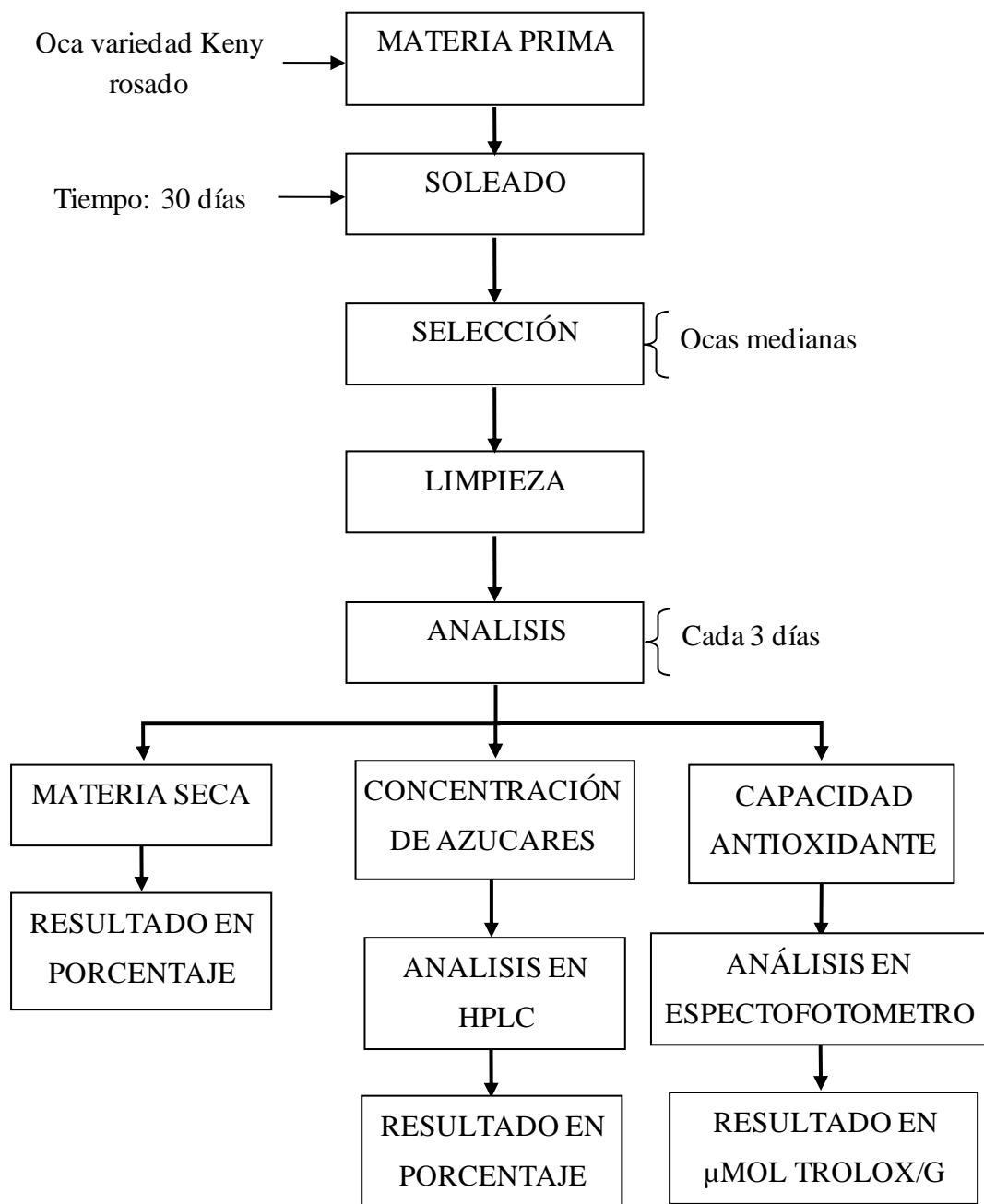


Figura 3. Diagrama de flujo del diseño experimental.

3.3. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA OCA FRESCA

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

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

3.4. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA DURANTE EL TIEMPO DE SOLEADO

3.4.1. Proceso para el análisis de materia seca

Este proceso se realizó por el método convencional AOAC 925.09, citado por Simbaña (2015).

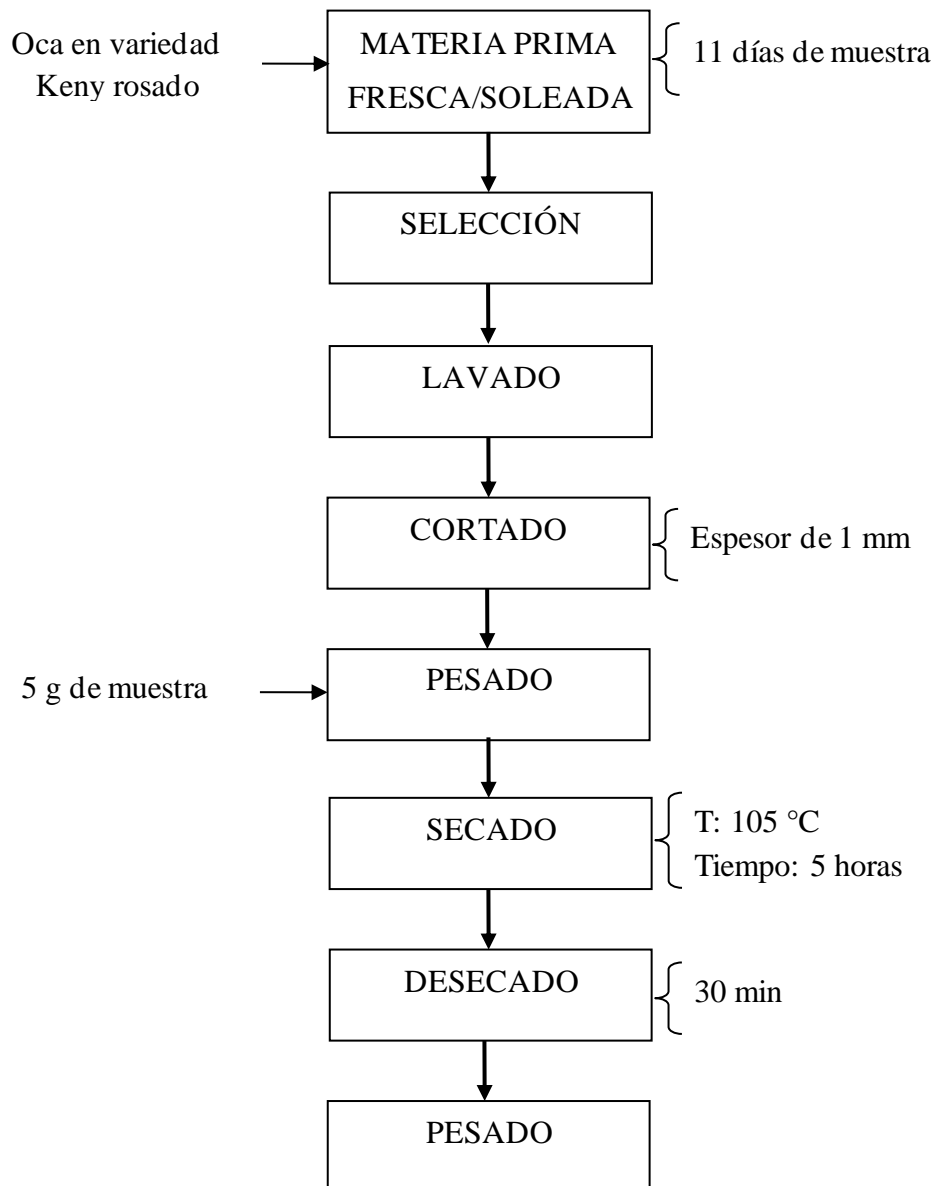


Figura 4. Diagrama de flujo para la medición de la materia seca.

Descripción de cada proceso:

- a. **Materia prima fresca/soleada:** Se trabajó con 2 unidades de ocas frescas y 3 unidades de ocas soleadas, El análisis se realizó por cada 3 días de soleado.
- b. **Selección:** Se trabajaron con un solo tamaño (medianas de aproximadamente 5 cm de longitud).
- c. **Lavado:** Se lavaron con agua destilada y luego se secaron con papel toalla.
- d. **Cortado:** Antes de ser cortadas las ocas se pelaron con un cuchillo y se les realizó cortes transversales en cubitos delgadas de 1mm de espesor aproximadamente.
- e. **Pesado:** Se pesaron 5 gramos de muestras cortadas, los cuales fueron colocadas en crisoles, previamente pesadas.
- f. **Secado:** Las muestras se llevaron a una estufa, con temperatura de 105 °C, por 5 horas (peso constante).
- g. **Desecado:** Luego, se sacaron la muestra de la estufa con unas pinzas y se llevaron a una campana de desecación por un tiempo de 30 min aproximadamente, hasta que se enfrié.
- h. **Pesado:** Por último, las muestras se pesaron junto con la capsula, y los datos obtenidos fueron anotados para su posterior calculo.

Para calcular el porcentaje de materia seca o sólidos totales se usó la fórmula (1) y (2):

$$\%Humedad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

m1: Peso de la cápsula vacía (g)

m2: Peso de la cápsula más muestra antes del secado (g)

m3: Peso de la cápsula más la muestra desecada (g)

$$MS = 100\% - \%H \quad (2)$$

Donde:

MS= % Sólidos totales o materia seca

%H= Humedad en %

3.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE AZUCARES (SACAROSA, GLUCOSA Y FRUCTOSA), EN RELACIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA

3.5.1. Preparación del extracto

Este proceso se realizó con el método utilizado por Lai, Huang, Chan, Lien, & Liao (2013).

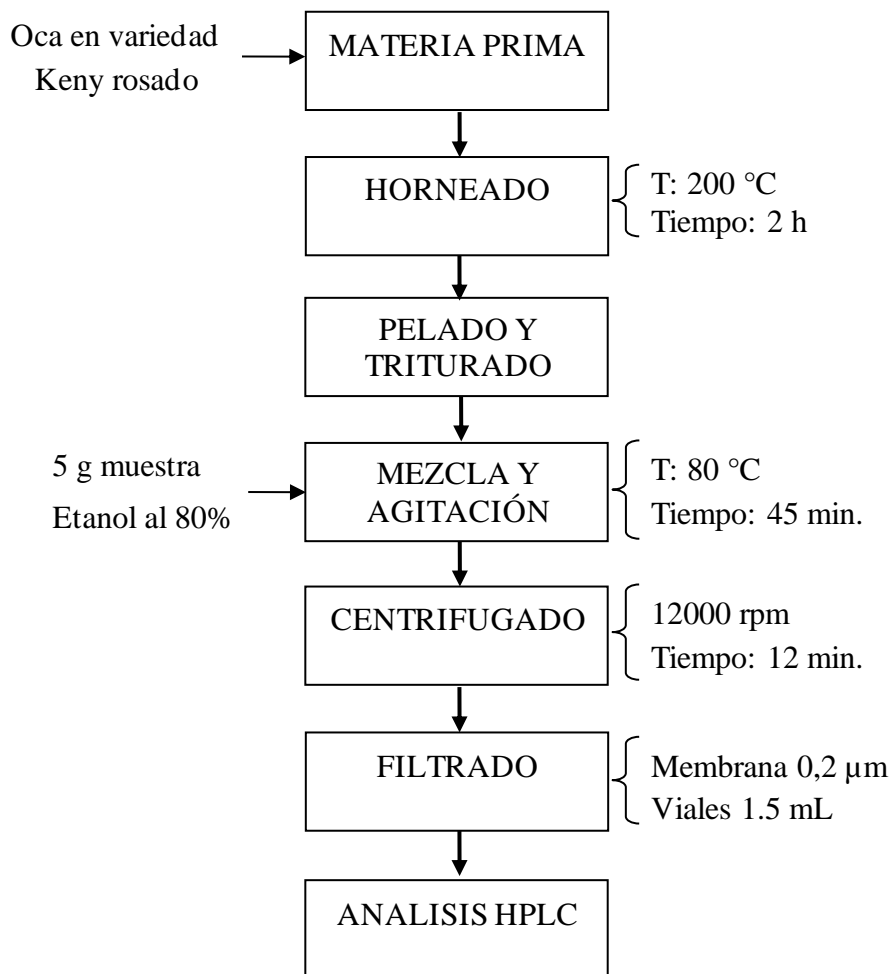


Figura 5. Diagrama de flujo para la preparación del extracto.

Descripción de cada proceso:

- a. **Materia prima:** Se utilizó 3 unidades de muestra de oca. (cada tres días de soleado).
- b. **Horneado:** Las muestras fueron envueltas con papel aluminio y se llevaron a una estufa, con temperatura de 200 °C, por un tiempo de 2 horas.
- c. **Pelado y triturado:** Después de sacar las muestras del horno, las ocas se enfriaron para ser peladas y posteriormente ser trituradas en un mortero.
- d. **Mezcla y agitación:** En un envase hermético se mezclaron 5 g de muestra triturada con 5 mL de etanol al 80%, luego el envase se colocó en una plancha de calentamiento con agitación, a una temperatura de 80 °C, durante 15 minutos, posteriormente a la mezcla se le añadió 2.5 mL de etanol al 80% y se siguió agitando por 15 minutos, después se volvió a añadir otros 2.5 mL de etanol al 80% y se siguió agitando por otros 15 minutos, completando a 10 mL de solución, seguidamente las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente.
- e. **Centrifugado:** Las muestras se colocaron en un tubo graduado para centrífuga, los cuales se llevaron a una centrífuga a 12 000 rpm por 12 minutos.
- f. **Filtrado:** El líquido de las soluciones se filtraron con un filtro de jeringa de 0.2 µm en viales de 1.5 mL, antes de ser inyectadas en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC).
- g. **Análisis en HPLC:** Para la determinación de los azúcares de sacarosa, glucosa y fructosa se utilizó cromatografía líquida de alta resolución HPLC de marca Thermo Scientific, modelo Ultimate 3000, el horno de calentamiento se mantuvo a una temperatura de 50 °C, el índice de refracción a una temperatura de 35 °C, se utilizó una columna Luna® 5 µm NH₂ 100Å, como fase móvil se tuvo una combinación de acetonitrilo 75% y agua ultrapura 25%, el flujo que se utilizó fue de 0.75 mL/min, y el volumen de inyección de 1 µL.

Preparación del estándar: Se prepararon 3 concentraciones, 10 000 ppm, 30 000 ppm y 50 000 ppm, para la primera concentración (10 000 ppm) se disolvió 50 mg de sacarosa, glucosa y fructosa en 5 mL de agua ultrapura,

para la concentración de 30 000 ppm se disolvió 150 mg de sacarosa, glucosa y fructosa en 5 mL de agua ultrapura, y para la concentración de 50 000 ppm se disolvió 250 mg de sacarosa, glucosa y fructosa en 5 mL de agua ultrapura, posteriormente todas las muestras fueron filtradas con un filtro de jeringa de 0,2 μm en viales de 1,5 mL, luego pasaron por un desgasificador, para después ser inyectadas en cromatografía de líquidos de alta resolución HPLC. Para el cálculo de los azúcares en masa (g/g) se utilizaron las fórmulas empleadas por Cornejo (2016):

- Fórmula para los azúcares:

$$\text{Fructuosa (X)} = \frac{y - 0.5098}{0.1935} \quad (3)$$

$$\text{Glucosa (X)} = \frac{y - 0.4262}{0.1907} \quad (4)$$

$$\text{Sacarosa (X)} = \frac{y - 0.6475}{0.201} \quad (5)$$

Donde:

X = Concentración de azúcar en g/L

Y = Área de cada azúcar determinado en el HPLC

- Fórmula para el cálculo de peso seco al horno (ODW)

$$\text{ODW(g)} = \frac{\text{Peso (g) de muestra seca} \times \% \text{ de solidos totales}}{100\%} \quad (6)$$

- Fórmula para la conversión de los azúcares (g/L) a (g/g)

$$X \left(\frac{g}{l} \right) \times \frac{1L}{1000ml} \times \frac{10 \text{ ml de solución}}{ODW(g)} = \left(\frac{g}{g} \right) \left(\frac{X}{\text{muestra}} \right) \quad (7)$$

Donde:

X = Concentración de azúcar

3.6. CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (CA) DE LA OCA EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO

3.6.1. Preparación del extracto

Este proceso se realizó con el método descrito por Monar (2014).

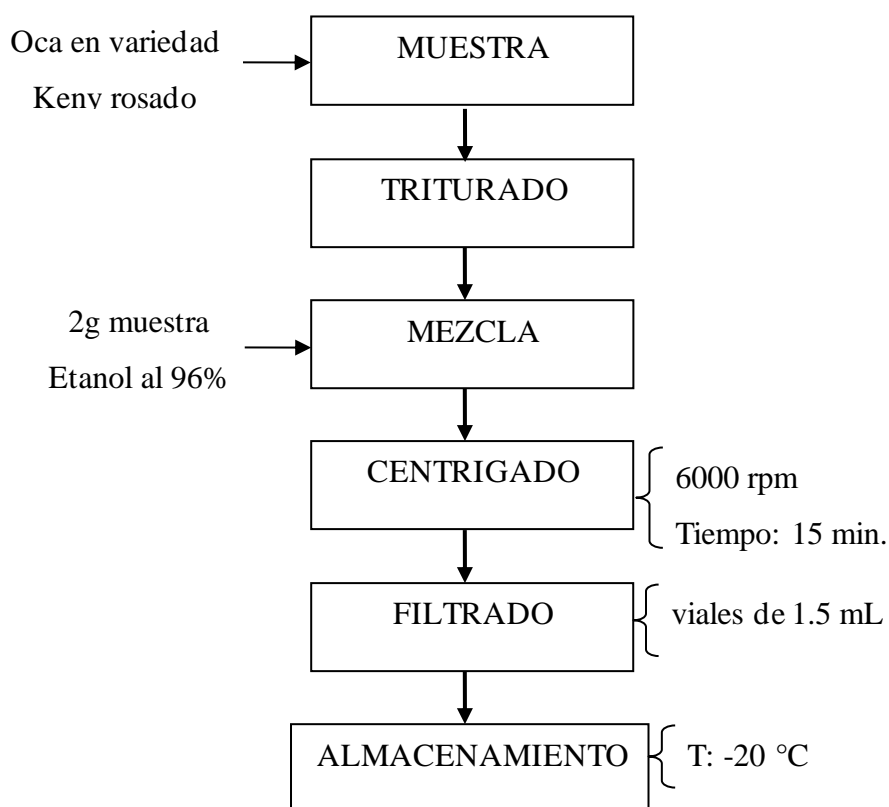


Figura 6. Diagrama del proceso de elaboración del extracto.

Descripción de cada proceso:

- a. **Muestra:** Se seleccionaron 3 ocas medianas (5 cm de largo aproximadamente), cada tres días de soleado.
- b. **Triturado:** Las ocas fueron peladas y luego trituradas en un mortero.
- c. **Mezcla:** Se pesaron 2 g de muestra triturada las cuales se colocaron en un recipiente hermético y se mezclaron con 10 mL de etanol al 96%, inmediatamente se llevaron a agitación en un lugar protegido de la luz, durante unos 30 minutos.
- d. **Centrifugado:** Seguidamente la solución fue centrifugada a 6000 rpm por 15 minutos, a una temperatura de 4 °C.
- e. **Filtrado:** La fase líquida se filtró con papel filtro, en viales de vidrio de 1.5 mL.
- f. **Almacenado:** Finalmente las muestras permanecieron en congelación a -20 °C hasta su posterior análisis.

3.6.2. Proceso de la cuantificación de la capacidad antioxidante (CA)

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

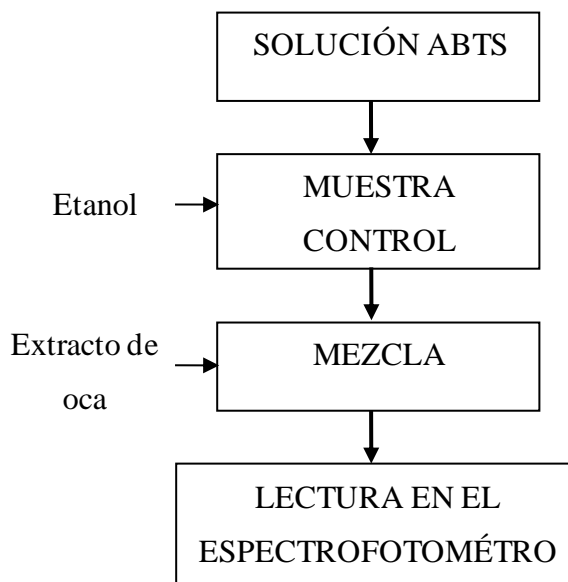


Figura 7. Diagrama del proceso de cuantificación de la capacidad antioxidante.

Descripción de cada proceso:

- a. Solución ABTS:** La solución ABTS (2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) se adquirió de la empresa Bioquochem.
- b. Muestra control:** 1 mL de solución ABTS fue mezclada con etanol, hasta obtener una absorbancia entre 0,7 ($\pm 0,02$), a una longitud de onda de 734 nm.
- c. Mezcla:** La mezcla que se realizó fueron 150 μ L de extractos de oca con 2850 μ L de dilución del radical ABTS, luego se reposaron por 30 min, en un ambiente oscuro, para su posterior lectura.
- d. Lectura en el espectrofotómetro:** Para la lectura de la absorbancia se utilizó el espectrofotómetro de marca JENWAY, modelo (6850 UV/VIS), a una longitud de onda de 734 nm.

3.6.3. Preparación de la curva de calibración

La curva de calibración del estándar trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) se obtuvo a partir de la figura 13. Para la muestra madre se disolvió 5.0058 mg de muestra seca en 20 ml de solvente (1000 μ M), se agitó en un ambiente oscuro y luego se prepararon muestras a distintas concentraciones, como se muestra en la Tabla 4, posteriormente las muestras fueron analizadas en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 734 nm.

Tabla 4: Concentraciones de trolox, para la curva de calibración.

Volumen Trolox (μ L)	Solvente (μ L)	Concentración (μ mol/L)
0	3000	0
300	2700	100
600	2400	200
900	2100	300
1200	1800	400
1500	1500	500
1800	1200	600

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

- Fórmula obtenida de la curva de calibración:

$$Y = 1.0442X + 0.0352 \quad (8)$$

- De la fórmula (8) despejamos X

$$X = \frac{Y - 0.0352}{1.0442} \quad (9)$$

Donde

X= μ mol trolox/g

Y = Δ Abs (Abs. Inic - Abs. fin)

A= 1,0442

B=0.0352

3.7. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA OCA AL FINALIZAR EL PROCESO DE SOLEADO

El análisis proximal de las ocas soleadas, se realizaron en el laboratorio LAQ&S.

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

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La presente investigación está considerada en un enfoque cuantitativo de tipo correlacional, es por eso que para la validación de los datos se realizó con el método de regresión lineal ya que se estudió la relación que existe entre las variables dependientes y las variables independientes.

Siendo las variables dependientes; materia seca, azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) y la capacidad antioxidante, y como variable independiente los días de soleado. Para el análisis de los resultados se utilizó el programa Infostat, en el cual se trasladaron los datos y se analizó la correlación para cada variable dependiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA OCA FRESCA

Los resultados del análisis proximal de la oca fresca de variedad Keny rosado, se reportan en la Tabla 5.

Tabla 5: Análisis proximal de la oca fresca.

DETERMINACIÓN	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	%	79.83
Cenizas	%	1.10
Proteína total Nx6.25*	%	1.20
Grasa cruda	%	0.40
Fibra cruda	%	0.80
Carbohidratos	%	17.47
Energía total	Kcal	78.28

Nota: N x 6.25 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína.*

Los datos obtenidos del análisis proximal de la oca fresca Keny rosado se asemejan a los que presenta Ayala (2004), donde se encuentra mayores diferencias en los parámetros de humedad, carbohidratos y energía total, según Espín et al. (2004) esto puede deberse a muchos factores como son la diferencia genética y las prácticas culturales que influyen en las características de los tubérculos.

4.2. EVALUACIÓN DE LA MATERIA SECA DE LA OCA DURANTE EL TIEMPO DE SOLEADO

Los porcentajes obtenidos de materia seca y humedad de la oca Keny rosado, soleadas a temperatura ambiente entre 10 °C a 20 °C aproximadamente, se aprecian en la Tabla 6.

Tabla 6: Porcentaje de materia seca de la oca.

Día de soleado	Humedad %	Materia seca (%)
Día 0	79.4	20.6
Día 3	78.2	21.8
Día 6	77.7	22.3
Día 9	77.2	22.8
Día 12	77.0	23.0
Día 15	76.6	23.4
Día 18	76.5	23.5
Día 21	76.3	23.7
Día 24	76.3	23.7
Día 27	76.0	24.0
Día 30	75.9	24.1

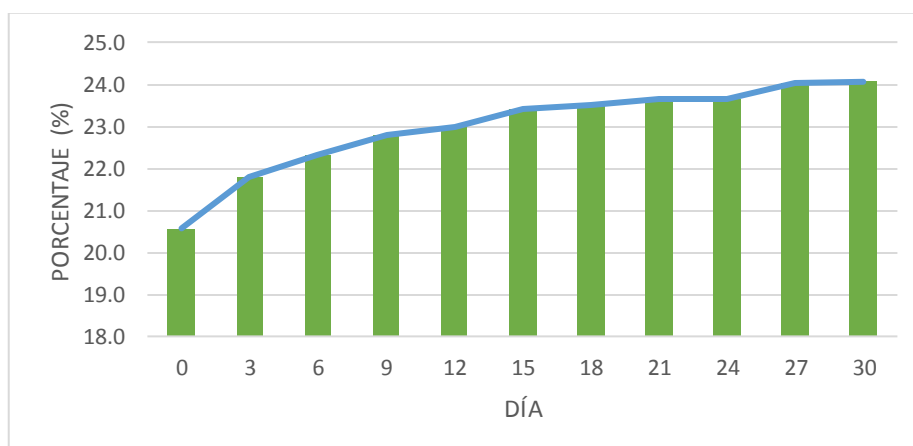


Figura 8. Porcentaje de materia seca con respecto a los días de soleado.

El contenido de materia seca y humedad de la oca depende de muchos factores, uno de ellos es la variedad, ya que algunas tienen mayor contenido de humedad que otras (Torres & Torrico, 2004). En la Tabla 6 se puede apreciar el descenso del contenido de humedad a medida que transcurren los días de soleado, de tal manera que el porcentaje de muestra seca incrementa, según Palate (2013) esto es debido a la pérdida de agua que sufre la oca expuesta al calor o a los tratamientos de temperatura que se someten, eso hace que el contenido de sólidos totales aumente.

Según Guemes et al. (2018), la oca fresca contiene un 80.1 % de humedad y la oca soleada un 51.0 %, lo que nos indicaría que su contenido de materia seca o sólidos totales en la oca fresca es 19.9 % y en la oca soleada 49 %, datos que se asemejan a los obtenidos en la oca fresca Keny rosado teniendo un valor de 79.4 % de humedad, y con una gran diferencia en los datos de la oca soleada ya que se obtuvo un valor de 75.9 % de humedad, el cual es mayor al 51.0 %, y con respecto al contenido de materia seca obtenido en la oca fresca, el 20.6 % se encuentran dentro del rango 13.14 % - 27.64 %, que manifiesta Espín et al. (2004).

El modelo de análisis de varianza que se presenta en la Tabla 17, (Anexo 9), se puede observar que la correlación lineal (CL) entre la cantidad de materia seca y los días de soleado son altamente significativos, con un p-valor de 0.0001, a un 95% de confianza, similar al que manifiesta Palate (2013) indicando, “factor A: tiempo y factor B: temperatura poseen un efecto estadísticamente significativo ($\alpha = 0,05$), sobre el contenido de sólidos totales en la oca madura” (p44).

4.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES (SACAROSA, GLUCOSA Y FRUCTOSA), EN RELACIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO DE LA OCA

Para determinar el contenido de azúcares en la oca, se efectuaron las curvas de calibración con los tres azúcares, fructosa, glucosa y sacarosa, a distintas concentraciones de las cuales se obtuvieron las ecuaciones de la recta que se muestran en la figura 8, 9 y 10. Los valores de las áreas se adquirieron a partir de las secuencias corridas en HPLC, con mayor detalle se puede observar en el Anexo 8.

Tabla 7: Área de la fructosa a distintas concentraciones.

Concentración (g/L)	Área
10	3.006
30	6.469
50	9.983

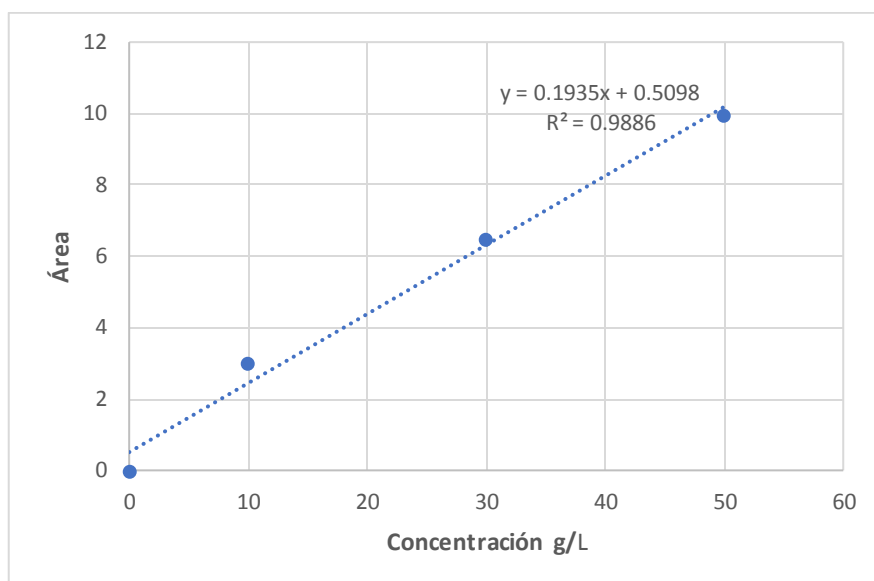


Figura 9. Curva de calibración de la fructosa.

Tabla 8: Área de la glucosa a distintas concentraciones.

Concentración (g/L)	Área
10	2.809
30	6.259
50	9.796

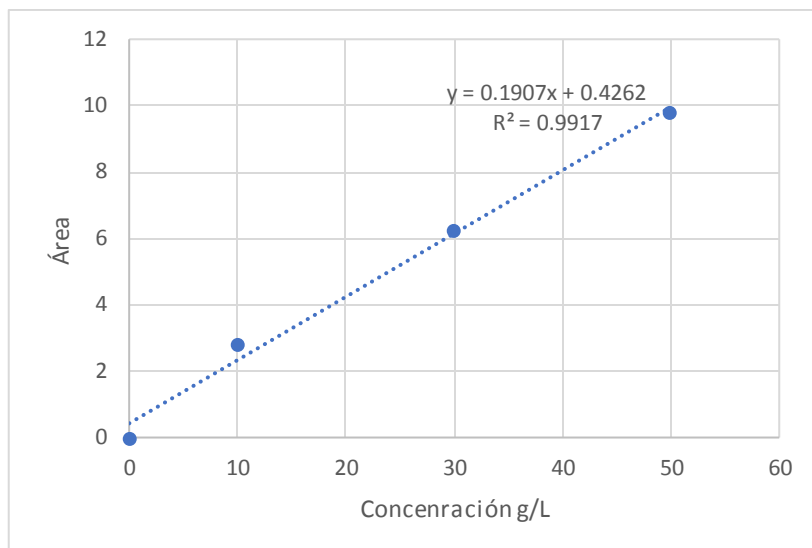


Figura 10. Curva de calibración de la glucosa.

Tabla 9: Área de la sacarosa a distintas concentraciones.

Concentración (g/L)	Área
10	3.484
30	6.642
50	10.552

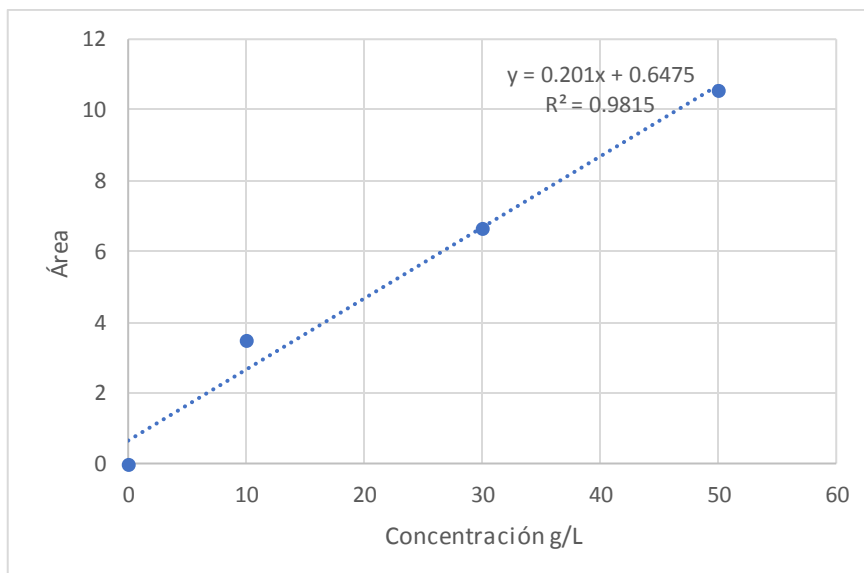


Figura 11. Curva de calibración de la sacarosa.

Tabla 10: Área de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) de las muestras de ocas.

Muestra	Área de la fructosa	Área de la glucosa	Área de la sacarosa
Día 0	0.859	0.846	2.428
Día 3	0.942	0.948	3.490
Día 6	1.143	1.053	4.802
Día 9	1.486	1.015	4.373
Día 12	1.926	1.465	6.663
Día 15	2.384	1.621	8.141
Día 18	1.526	1.163	5.911
Día 21	2.288	1.499	9.388
Día 24	1.121	0.877	4.863
Día 27	1.529	1.241	5.039
Día 30	1.861	1.456	7.755

En el cálculo del peso de horno (ODW), se utilizó la formula (6) y los datos de solidos totales se obtuvieron de la Tabla 6, estos resultados se emplearon en la fórmula (7).

Tabla 11: Peso seco del horno (ODW) para cada muestra.

Muestra	Muestra seca (g)	% solidos totales	ODW (g)
Día 0	5.05	20.6	1.04
Día 3	5.01	21.8	1.09
Día 6	5.02	22.3	1.12
Día 9	5.00	22.8	1.14
Día 12	5.00	23.0	1.15
Día 15	5.00	23.4	1.17
Día 18	5.00	23.5	1.18
Día 21	5.02	23.7	1.19
Día 24	5.01	23.7	1.19
Día 27	5.01	24.0	1.20
Día 30	5.00	24.1	1.21

Las fórmulas (3), (4) y (5), fueron utilizadas para la evaluación de las concentraciones de azúcar presentes en la oca durante cada 3 días de soleado, los resultados se expresaron en g/L, posteriormente se usó la fórmula (7) para la conversión a g/g, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Concentración de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa).

Muestra	Fructosa		Glucosa		Sacarosa	
	(g/L)	(g/g)	(g/L)	(g/g)	(g/L)	(g/g)
Día 0	1.80	0.017	2.20	0.021	8.86	0.085
Día 3	2.23	0.020	2.74	0.025	14.14	0.130
Día 6	3.27	0.029	3.29	0.029	20.67	0.185
Día 9	5.04	0.044	3.09	0.027	18.53	0.163
Día 12	7.32	0.064	5.45	0.047	29.93	0.260
Día 15	9.68	0.083	6.27	0.054	37.28	0.319
Día 18	5.25	0.044	3.87	0.033	26.19	0.222
Día 21	9.19	0.077	5.62	0.047	43.49	0.365
Día 24	3.16	0.027	2.37	0.020	20.97	0.176
Día 27	5.27	0.044	4.27	0.036	21.85	0.182
Día 30	6.98	0.058	5.40	0.045	35.36	0.292

A continuación, los resultados obtenidos de (g/g) de cada azúcar se convirtieron a porcentajes, del cual también se cuantificó el contenido de azúcares totales como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Contenido de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) en %.

Muestra	Fructosa (%)	Glucosa (%)	Sacarosa (%)	Total (%)
Día 0	1.74	2.12	8.52	12,37
Día 3	2.05	2.51	12.97	17,53
Día 6	2.92	2.93	18.45	24,31
Día 9	4.43	2.71	16.26	23,39
Día 12	6.36	4.74	26.02	37,12
Día 15	8.28	5.36	31.86	45.50
Día 18	4.45	3.28	22.19	29.92
Día 21	7.72	4.73	36.54	48,99
Día 24	2.65	1.99	17.62	22,26
Día 27	4.39	3.56	18.21	26,16
Día 30	5.77	4.46	29.22	39,45

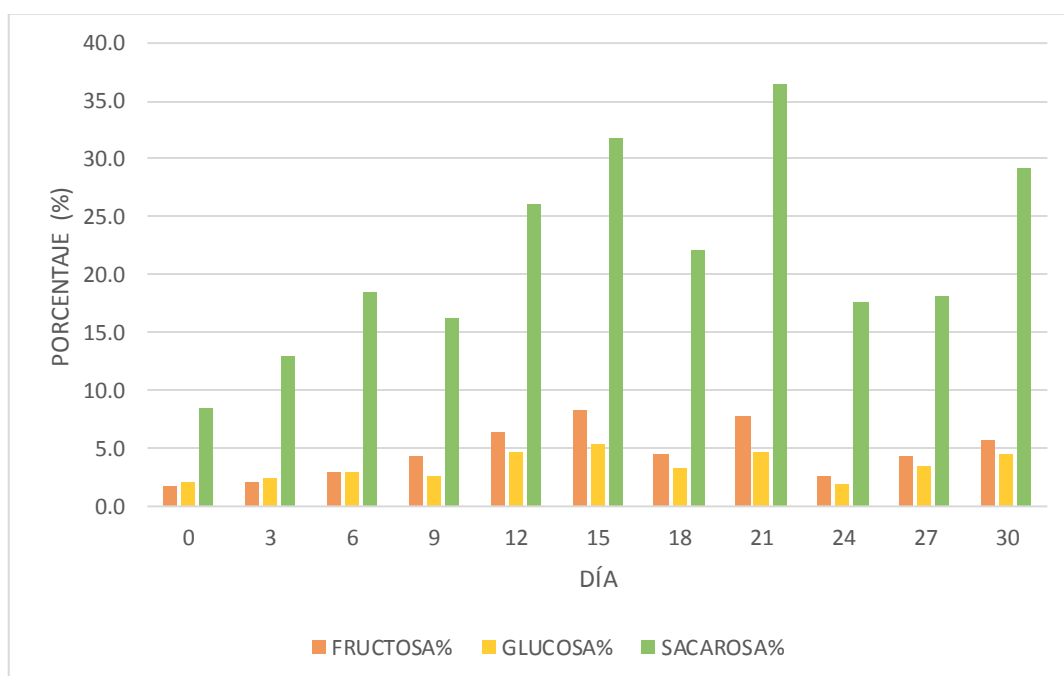


Figura 12. Contenido de los azúcares con respecto a los días de soleado.

La concentración de los azúcares en la oca Keny rosado, incrementa a medida que transcurren los días de soleado, como se puede observar en la Tabla 13, donde también se aprecia que la sacarosa es el azúcar que más predomina.

A partir del día 24 se muestra un descenso de la concentración de los azúcares (figura 12), este suceso se debe a los factores que influyen durante el proceso de soleado, según Arias & López (2019) las temperaturas altas afectan a los cambios químicos de los monosacáridos y esto provoca una ciclación de isomerización, enolización, deshidratación, oxidación y/o reducción, como el caso de la sacarosa, ya que si es expuesta a temperaturas mayores de 160°, hace que el sabor amargo sea perceptible, y en exceso calentamiento, genera un sabor desagradable e indeseable. Otro de los factores que influyen sería el lugar en el que se ejecuta el procedimiento, que en este caso fue la ciudad de Juliaca en el que se presencia un clima incierto, debido a sus constantes cambios climáticos.

La mayor concentración de los azúcares se obtuvo en el día 21 de soleado con un 48.99 % de azúcares totales, la fructosa con un 7.72 %, glucosa 4.73 % y sacarosa 36.54 % respectivamente, en el día cero se presentó concentraciones bajas donde la sacarosa muestra un porcentaje de 8.52, seguido de la glucosa con un 2.12 % y por último la fructosa con un porcentaje de 1.74, lo que nos resulta un 12.37 % de azúcares totales, estos datos se encuentran dentro del rango que alcanza Cornejo (2016) teniendo resultados del contenido de azúcar que varían desde 14.51 % hasta un 25.70 % en ocas frescas sin asolear, y 30.80 % hasta un 50.78 % en ocas asoleadas, datos que dependen mucho de la variedad de oca a evaluar.

También se asemejan a los datos reportados por Guemes et al. (2018), ya que obtuvo porcentajes de azúcares no reductores de 9.4 en ocas frescas y un 15.6 % en ocas soleadas, y en azúcares reductores un valor de 4.7 % en ocas frescas y 21.1 % en ocas soleadas, con un contenido total de azúcares del 14.1 % en ocas frescas y 36.4 % en ocas soleadas.

Sobre los datos del análisis de varianza obtenidos en la Tabla 18 (Anexo 9), señalamos que no existe una alta correlación lineal entre el contenido de la fructosa y los días de soleado, ya que el p-valor 0.1537 es un poco mayor al valor significativo de 0.05, esto puede darse a causa del descenso del porcentaje de fructosa desde el día 24, siendo el día 21 en el que se presentó mayor concentración de los azúcares.

En la Tabla 19 (Anexo 9) también se puede observar que existe mínima diferencia significativa de correlación lineal en cuanto al contenido de glucosa y los días de soleado, siendo el p-valor 0.1994 mayor al valor de significancia 0.05, como se manifestó anteriormente esto es a causa del declive que se presentó en el contenido de azúcares.

En la Tabla 20 (Anexo 9), al igual que los demás azúcares, con la sacarosa se expresa un valor mayor al intervalo de confianza del 0.05, mostrando un p-valor de 0.0710, con el que se indica que la correlación lineal (CL) de la sacarosa con respecto a los días de soleado no es altamente significativo.

Los resultados obtenidos de análisis de varianza de la fructosa, como de la glucosa y sacarosa muestran una diferencia con lo que expresa Palate, (2013), donde el análisis de varianza para sólidos solubles con respecto al tiempo de secado, presentan un efecto estadísticamente significativo ($\alpha=0.05$), con cambios en lo °Brix en el tiempo, por lo que se demuestra que el incremento de los sólidos solubles es proporcional al tiempo y temperatura. Y en el caso del tubérculo de mashua, Aguado, (2017) indica que el análisis de regresión lineal simple de azúcares reductores con respecto al tiempo de soleado y el contenido en azúcares reductores tienen una relación de segundo orden.

4.4. CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA OCA EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SOLEADO

En el análisis de la capacidad antioxidante de cada muestra soleada de oca se utilizó la fórmula (9) que se obtuvo a partir de la curva de calibración del estándar trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) que se muestra en la figura 13.

Tabla 14: Absorbancia del trolox a distintas concentraciones.

Concentración ($\mu\text{mol/g}$)	Promedio Abs.
0	0.050
0.100	0.132
0.200	0.241
0.300	0.332
0.400	0.447
0.500	0.578
0.600	0.659

La curva de calibración del estándar trolox que se muestra en la figura 13, se realizó a partir de los datos que se expresan en la Tabla 14.

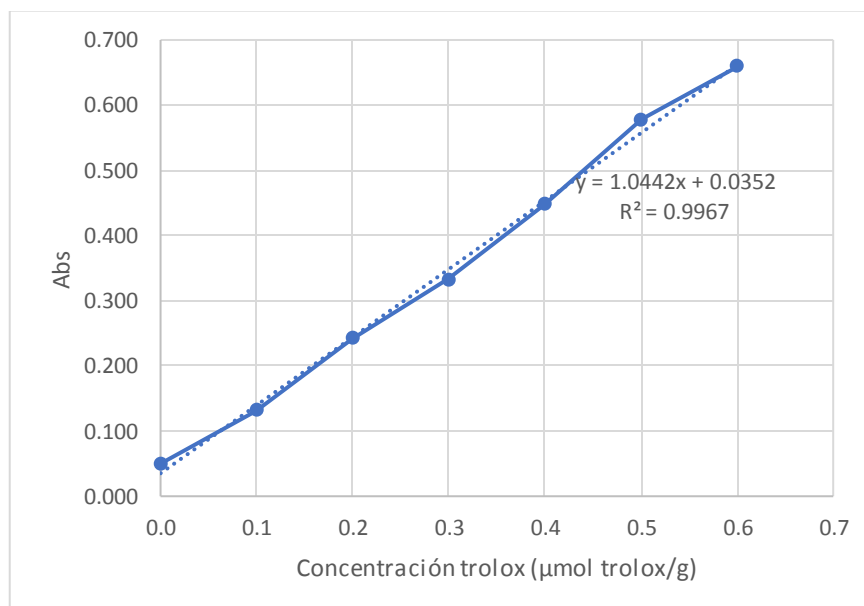


Figura 13. Curva de calibración del trolox.

Tabla 15: Capacidad antioxidante (CA) en $\mu\text{mol trolox/g}$.

Muestra	(CA) $\mu\text{mol trolox/g}$
Día 0	15.012
Día 3	14.395
Día 6	14.757
Día 9	12.799
Día 12	11.437
Día 15	9.096
Día 18	9.500
Día 21	9.202
Día 24	7.904
Día 27	6.648
Día 30	6.499

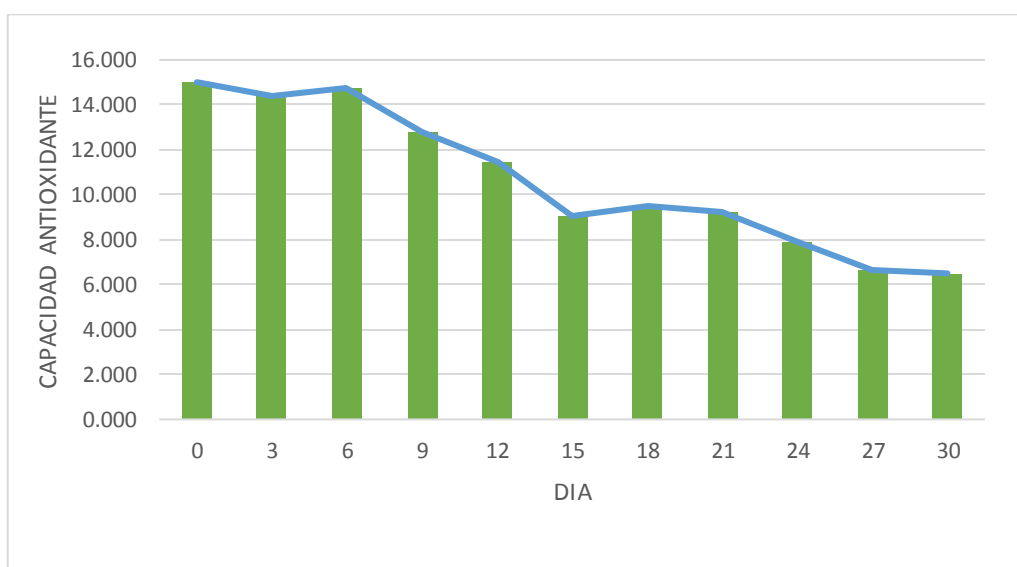


Figura 14. Capacidad antioxidante en relación a los días de soleado.

En la Tabla 15 se muestran los resultados de capacidad antioxidante (CA) obtenidos en función al tiempo de soleado, dando un valor inicial de 15.012 $\mu\text{mol trolox/g}$ de la oca fresca, y un valor de 6.499 $\mu\text{mol trolox/g}$ en la oca soleada, estos datos se asemejan a los resultados obtenidos por Monar (2014) en el que se evaluaron dos variedades de oca Lluç'u oqa y Bola kamusa, proporcionando valores de 13.41 y 9.52 $\mu\text{mol trolox/g}$ en ocas frescas, y en los tratamientos de soleado y cocción se presenciaron diferencias solo en la variedad Lluç'u oqa, el cual disminuyó a un valor de 5.08 $\mu\text{mol trolox/g}$ en ocas cocidas y 6.16 $\mu\text{mol trolox/g}$ en ocas sometidas al secado, similar el caso que presenta Ramos (2011) donde indica que el valor de la capacidad antioxidante de la oca es de 13.2 $\mu\text{mol TE/g}$ siendo menor a comparación de la hoja de la planta, que presenta un valor mayor de 154.94 $\mu\text{mol TE/g}$ en base seca.

Según Chirinos et al. (2009) la capacidad antioxidante de distintos genotipos de oca oscila entre 1.1 y 8.9 $\mu\text{mol TE/g}$ de peso fresco de oca, por lo que considera que existen varios factores que influyen en los resultados como son las diferencias genotípicas, las condiciones de cultivo y la época de cosecha, también indica que la mayoría de los compuestos como los fenoles, flavonoides o antocianinas, tienen correlaciones altas que influyen en la capacidad antioxidante.

En la Tabla 21 (Anexo 9), se muestra los resultados del análisis de varianza de regresión lineal del contenido de capacidad antioxidante frente al tiempo de soleado de la oca, en el que se muestra un p-valor del 0.0001, menor al nivel de significancia de 0.05, por el que se manifiesta que existe diferencias significativas del contenido de capacidad antioxidante con respecto a los días de soleado, similar al análisis de varianza que presenta Pérez (2019) donde obtiene un p-valor menor al 0.05, mostrando así la relación que existe entre la temperatura y el tiempo de secado sobre la capacidad antioxidante de la harina de oca.

Los resultados de análisis también son similares a los que obtuvo Aguado, (2017) con un análisis de regresión lineal simple, donde muestra una reacción de primer orden, dependiendo a la cantidad inicial de reactante, en este caso, la capacidad antioxidante que se fue degradando en función al tiempo de soleado.

4.5. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA OCA SOLEADA.

Los resultados del análisis proximal de la oca soleada de variedad Keny rosado, se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 16: Análisis proximal de la oca soleada durante 30 días.

DETERMINACIÓN	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	%	76.97
Cenizas	%	0.91
Proteína total Nx6.25*	%	1.45
Grasa cruda	%	0.34
Fibra cruda	%	0.75
Carbohidratos	%	30.33
Energía total	Kcal	90.18

Nota: N x 6.25 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína.*

Los resultados del análisis proximal de la oca soleada, de variedad Keny rosado, muestran una gran diferencia con los datos que presenta Guemes et al. (2018), donde el mayor contraste se observa en el contenido de humedad, ya que en la oca evaluada se redujo hasta un 76.97 %, siendo este mayor al 51.0 % que expresa Guemes, otro parámetro que se observa también es el contenido de cenizas, ya que presenta un valor mucho menor al 4.3 %, y en lo que es el contenido de carbohidratos los valores que se obtuvieron son casi similares.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la evaluación de la materia seca, se muestra que existe relación del incremento del contenido de materia seca con respecto a los días de soleado, teniendo un valor inicial del 20.6 % en la oca fresca y un valor final de 24.1 % en la oca soleada, mostrando un incremento del 3.5 % de materia seca.
- La concentración de los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) en la oca, varía con respecto al tiempo de soleado, siendo el día 21 en el que se presentó una mayor concentración de azúcares totales, con un valor de 48.99 %, del cual un 7.72 % es fructosa, 4.73 % glucosa y 36.54 % sacarosa, teniendo a la sacarosa como el azúcar que más sobresale.
- El contenido de la capacidad antioxidante es influenciado negativamente por el tiempo de soleado, ya que la muestra fresca presenta un alto valor de 15.012 μmol trolox/g, y la muestra del día 30 de soleado presenta un valor menor de capacidad antioxidante con 6.499 μmol trolox/g respectivamente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Si se quiere extraer todos los nutrientes de la oca que se relacionan con la materia seca, es recomendable que el tiempo de soleado sea más largo o ser expuestas a procedimientos de secado.
- El proceso de soleado también se recomienda para la degradación de los oxalatos, ya que son los encargados del sabor amargo del tubérculo, y se consideran como antinutrientes.
- El incremento de la concentración de los azúcares se relaciona con los días de soleado de la oca Keny rosado, y para la obtención de un dulzor idóneo que sirva para el consumo directo, o también para la elaboración de productos dulces como son los néctares, almíbar, mermelada, etc, el tiempo adecuado de soleado sería durante 3 semanas.
- Si lo que se quiere es extraer compuestos bioactivos de la oca, como los antioxidantes para el procesamiento de alimentos con propiedades funcionales es recomendable trabajar con las ocas frescas, ya que en ese estado es donde más se retiene la capacidad antioxidante.
- Otra manera de conservar los compuestos bioactivos como la capacidad antioxidante, sería la oca procesada como caya, ya que se considera como fuente de antioxidantes.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguado, B. V. (2017). *“Influencia del tiempo de soleado sobre la concentración de azúcares reductores y capacidad antioxidante de la mashua (Tropaeolum tuberosum) ecotipo negra.”* Universidad Nacional de Huancavelica.
- Alam, N., Bristi, N. J., & Rafiquzzaman. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(2), 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05.002>
- Arias, S., & López, D. M. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*, (22), 123–136. <https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Ayala, G. (2004). Aporte de los cultivos a la nutrición humana. In . (Ed.), *Raíces andinas: Contribución al concimiento y a la capacitación* (Teresa Ame, pp. 101–112). Lima, Perú: Centro Internacional de la papa.
- BCRP. (2020). AGRICOLA-MERCADO INTERNO-OCA. Retrieved from <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05078AA/html/2005/2020/>
- Biondi, J. A. (2006). *Análisis de la diversidad genética de la colección de Oxalis tuberosa Molina “oca” mantenida en el centro internacional de la papa, usando marcadores AFLP.* Universidad Ricardo Palma.
- Brito, B., Espín, S., Villacrés, E., Merino, F., & Soto, L. (2003). El endulzamiento de la oca (*Oxalis tuberosa*) una alternativa para la agroindustria rural en el Ecuador. *Micelánea N. 119*. Quito, Ecuador.
- Caiza, C. D. (2010). *Elaboración y valoración nutricional de tres productos alternativos a base de oca (Oxalis tuberosa) para escolares del proyecto Runa Kawsay.* Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Cajamarca, E. E. (2010). *“Evaluación nutricional de la oca (Oxalis tuberosa) fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas.”* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential

- of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. In F. Toldrá (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (pp. 287–343). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Carrera, J. (2013). *Elaboración, caracterización y propuesta de la compota de oca (Oxalis tuberosa), como alternativa complementaria en la alimentación de adultos mayores*. Universidad de Guayaquil.
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113(4), 1243–1251.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>
- Chuquilín, R. C., Martínez, M. C., & Rodrigo, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3).
<https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>
- Cornejo, C. (2016). *Evaluación de variables cuantitativas y cualitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (oxalis tuberosa molina) en el centro experimental k'iphak'iphani*. Universidad Mayor de San Marcos.
- DRA. (2019). *Serie histórica de producción agrícola*. Puno.
- Espín, S., Villacrés, E., & Brito, B. (2004). Caracterización fisico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. In V. Barrera, C. Tapia, & A. Montero (Eds.), *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (pp. 91–116). Quito, Ecuador: INIA, CIP.
- Espinoza, P., Vaca, R., Abad, J., & Crissman, C. C. (1996). Raíces y tubérculos andinos cultivos marginados en el Ecuador: situación actual y limitaciones para la producción. In *Raíces y tubérculos andinos cultivos marginados en el Ecuador: situación actual y limitaciones para la producción* (ABYA-YALA). Quito, Ecuador.
- FAO, & CIP. (2013). Protocolos y normas para cultivos propagados vegetativamente. In J. Fajardo, N. Lutaladio, M. Larinde, C. Rosell, I. Barker, W. Roca, & E. Chujoy (Eds.), *Estudio FAO producción y protección vegetal* (FAO). Roma: Organización

de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.

- Guamán, D. F., Carrera, G. E., & Martínez, A. F. (2021). Drying Kinetics of Oca (Oxalis Tuberosa). *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(5), 1322–1333–1322–1333. <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i5.9573>
- Güemes, N., Dimas, D. J., Piloni, J., Soto, S., Bernardino, A., González, L., & Quintero, A. (2019, January 5). Antioxidant Activity of Oxalis tuberosa peel extracts. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 5(9). <https://doi.org/10.29057/icap.v5i9.3784>
- Guemes, V., Espino, S. O., & Hernandez, H. (2018). Use of Oxalis tuberosa in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Alternative and Replacement Foods* (Vol. 17, pp. 167–175). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9.00006-X>
- Jardín mágico. (n.d.). Cómo cultivar Oca Peruana de manera orgánica. *Cultivo de Hortalizas*. Retrieved from <https://www.ecojardinmagico.com/como-cultivar-oca-peruana-de-manera-organica/>
- Lai, Y.-C., Huang, C.-L., Chan, C.-F., Lien, C.-Y., & Liao, W. C. (2013). Studies of sugar composition and starch morphology of baked sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1193–1199. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0453-6>
- Lim, T. K. (2016). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26062-4>
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. In *Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia*. (L.F.G Gira, pp. 129–162). Colombia.
- Merino, R., Carballo, J., Ortiz, N., Vargas, P., Rodríguez, E., Ortiz, M., ... Vargas, D. (2004). *Catálogo de variedades locales de Papa y Oca de la zona de Candelaria* (Vol. 5, p. 113). Vol. 5, p. 113. Asociación de Productores de Tubérculos Andinos (APROTAC), Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL).
- Miranda, V. E. (2013). *Estudio de la oca y propuesta gastronómica de Autor*. Universidad Internacional del Ecuador.
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante*

- de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa): Bola Kamusa y Lluchú Oqa.* Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Mora, J. J., & Verdugo, M. S. (2020). *Determinación de la actividad antioxidante in vitro de extractos de oca (Oxalis tuberosa Molina) cultivada en la serranía ecuatoriana.* Universidad de Guayaquil.
- Morillo, Ana C., Morillo, Y., & Leguizamo, M. F. (2016). Diversidad genética de ibias (*Oxalis tuberosa* Molina) y cubios (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) en Boyacá. *Temas Agrarios*, 21(1), 44–53. <https://doi.org/10.21897/rta.v21i1.869>
- Morillo, Ana Cruz, Morillo, Y., & Leguizamo, M. F. (2019). Caracterización morfológica y molecular de *Oxalis tuberosa* Mol. en el departamento de Boyacá. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 18–28. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.57356>
- Ore, F., Aguirre, L. L., & Ticsihua, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, 4(12), 200–210. <https://doi.org/10.33996/REVISTAALFA.V4I12.84>
- Palate, J. E. (2013). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (oxalis tuberosa) durante su maduración.* Universidad Técnica de Ambato.
- Pérez, E. E. (2019). *Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (Oxalis tuberosa).* Universidad Nacional de Trujillo.
- Puelles, J., Genuario, N., Cruz, J., Tapia, D. R., Angelats, L., Barraza, G., & Siche, R. (2021). Annealing process improves the physical, functional, thermal, and rheological properties of Andean oca (*Oxalis tuberosa*) starch. *Journal of Food Process Engineering*, 44(6). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13702>
- Ramirez, J., García, C., Viscaíno, J., Mariel, J., Gutiérrez, F., Mariel, H., & Villagrán, S. (2012). ¿Qué son y para qué sirven los antioxidantes? - Volumen XXV - Número 2 - Revista: La ciencia y el hombre - Universidad Veracruzana. Retrieved December 30, 2019, from Revista: La ciencia y el hombre - Universidad Veracruzana website:

<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num2/articulos/antioxidantes/>

- Ramos, R. A. (2011). *Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín “granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tuna, tunbo y yacon.”* Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Simbaña, E. G. (2015). *Efecto de los procesos de secado y cocción sobre la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa): K’ellu Qayara y Sauciri.* Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Suquilanda, M. B. (2012). Producción orgánica de cultivos andinos. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*, pp. 1–192. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos* (1ra ed.). Lima, Perú: FAO, ANPE. Retrieved from <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/07/ai185s.pdf%0Ahttp://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/1703/BIV01474.pdf?sequence=1>
- Torres, E. M., & Torrico, J. M. (2004). Caracterización de diez variedades de oxalis tuberosa Molina (oca) y alternativas de industrialización. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 4(1), 75–84. <https://doi.org/10.23881/idupbo.004.1-10i>
- Valcárcel, B., Rondán, G. G., & Finardi, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa molina*), olluco (*Ullucus tuberosus caldas*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz & pavón*). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(3), 453–464. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007>
- Velásquez, F. F., Bello, L. A., Yee, H., Alvarez, J., & Velezmoro, C. E. (2020). Effect of the OSA Esterification of Oxalis tuberosa Starch on the Physicochemical, Molecular, and Emulsification Properties. *Starch - Stärke*, 72(5–6), 1900305. <https://doi.org/10.1002/star.201900305>
- Villacres, E., Quelal, M. B., & Alvarez, J. (2016). Redescubriendo la oca y la mashua: Desarrollo de nuevos snacks. In *INIAP (INIA)*. Editorial Académica Española.

Retrieved

from

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3152/1/iniapscCD24.pdf>





Yenque, J., Lavado, M., & Santos, E. (2008). Proceso de Industrialización a nivel de Planta Piloto de la Oca (*Oxalis Tuberosa*). *Industrial Data*, 11(1), 09–13. <https://doi.org/10.15381/idata.v11i1.6042>

Zavaleta, J. A. (2020). *Comparación de la varibilidad fenotípica y actividad antioxidante de tubérculos oscuros de Oxalis tuberosa Mol. procedente del ditrito de Sitabamba, Santiago de Chuco, La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.

Zhu, F., & Cui, R. (2020). Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>

ANEXOS

ANEXO 1: Equipos utilizados

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



AGITADOR DE TUBOS



AGITADOR MAGNETICO CON
CALENTAMIENTO



DESGASIFICADOR



HPLC

ANEXO 2: Informe del análisis proximal de la oca fresca.



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

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

LAQ&S INFORME DE ENSAYO N° 040 - 05 - VAR. - 2021

I.- INFORMACIÓN PRELIMINAR

SOLICITANTE	: MABEL ANGHELA MEDINA OCHOA.
DIRECCIÓN	: Juliaca
PRODUCTO	: OCA KENY ROSADA
ANÁLISIS SOLICITADO	: Análisis Químico Proximal: Humedad, Cenizas, Proteína Total, Grasa Cruda, Fibra Cruda, Carbohidratos y Energía Total.
PRESENTACIÓN	: 01 kg. de muestra.
CODIGO REG. LABORATORIO	: M-2 = 192
FECHA DE RECEPCION	: 20 de Mayo del 2021
PERIODO DE CUSTODIA	: 15 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: 31 de Mayo del 2021

II.- RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL EN OCA

DETERMINACION	Expresión de los Resultados	RESULTADO M-2 Variedad de Oca Keny Rosada 192
Humedad	%	79.83
Cenizas	%	1.10
Proteína Total N x 6.25*	%	1.20
Grasa Cruda	%	0.40
Fibra Cruda	%	0.80
Carbohidratos	%	17.47
Energía Total	exp. en Kcal	78.28

Abreviaturas
% = Porcentaje
N = Nitrogeno x 6.25* = factor de conversión de Nitrogeno a Proteína
Kcal = Kilocalorias

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


 Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
 C. Q. P. 270




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

Pag. 1 de 1

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

ANEXO 3: Informe del análisis proximal de la oca soleada.



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

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

INFORME DE ENSAYO Nº 088 – 07 – VAR. – 2021

I.- INFORMACIÓN PRELIMINAR

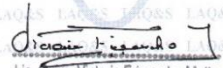
SOLICITANTE : MABEL ANGHELA MEDINA OCHOA.
DIRECCIÓN : Juliaca
PRODUCTO : OCA KENY ROSADA
ANÁLISIS SOLICITADO : Análisis Químico Proximal: Humedad, Cenizas, Proteína Total, Grasa Cruda, Fibra Cruda, Carbohidratos y Energía Total.
PRESENTACIÓN : 01 kg. de muestra.
CODIGO REG. LABORATORIO : M-1 = 250
FECHA DE RECEPCION : 20 de Junio del 2021
PERIODO DE CUSTODIA : 15 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 01 de Julio del 2021

II.- RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL EN OCA KENY ROSADA


DETERMINACION	Expresión de los Resultados	RESULTADO M-1 OCA KENY ROSADA
Humedad	%	76.97
Cenizas	%	0.91
Proteína Total N x 6.25*	%	1.45
Grasa Cruda	%	0.34
Fibra Cruda	%	0.75
Carbohidratos	%	20.33
Energía Total	exp. en Kcal	90.18

Abreviaturas
 % = Porcentaje
 N = Nitrógeno x 6.25* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína
 Kcal = Kilocalorias

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



Lic. Quím. Victoria Frisancho Molta
C.Q.P. 270



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

Pág. 1 de 1

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

ANEXO 4: Panel fotográfico del proceso de soleado de la oca



Figura 15. Primer día de soleado de la oca Keny rosado.



Figura 16. Último día de soleado de la oca Keny rosado.



Figura 17. Muestra de la oca deshidratada.

ANEXO 5: Panel fotográfico del análisis de materia seca



Figura 18. Selección de las ocas medianas.



Figura 19. Cortado de la oca.



Figura 20. Pesado de la muestra cortada.



Figura 21. Pesado del crisol vacío.



Figura 22. Secado en estufa.



Figura 23. Enfriamiento de las muestras en campana de desecación.



Figura 24. Pesado de las muestras secadas.

ANEXO 6: Panel fotográfico del análisis de los azúcares



Figura 25. Muestras de ocas envueltas en papel aluminio.



Figura 26. Horneado de las muestras de oca.



Figura 27. Pesado de las muestras de oca horneadas.



Figura 28. Pesado de la oca triturada.

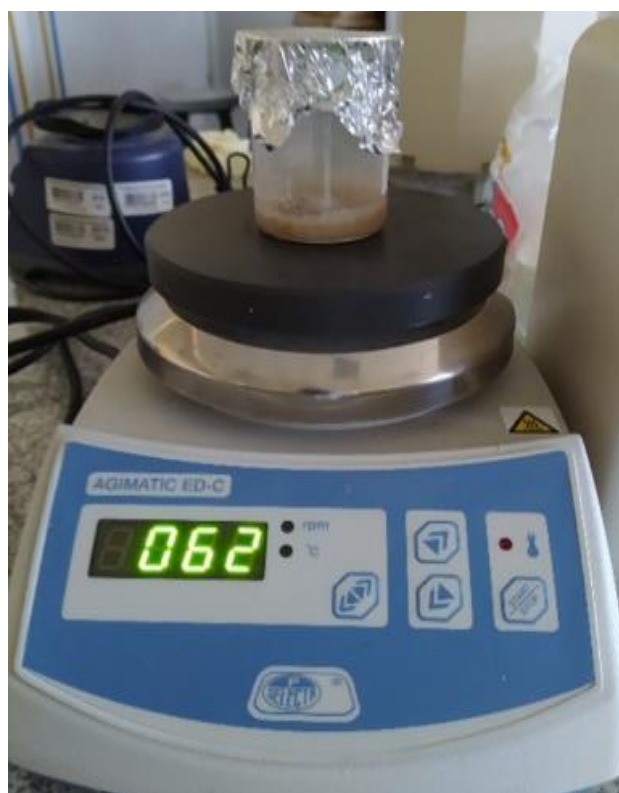


Figura 29. Mezcla y agitación de la muestra.



Figura 30. Filtrado de la muestra centrifugada.

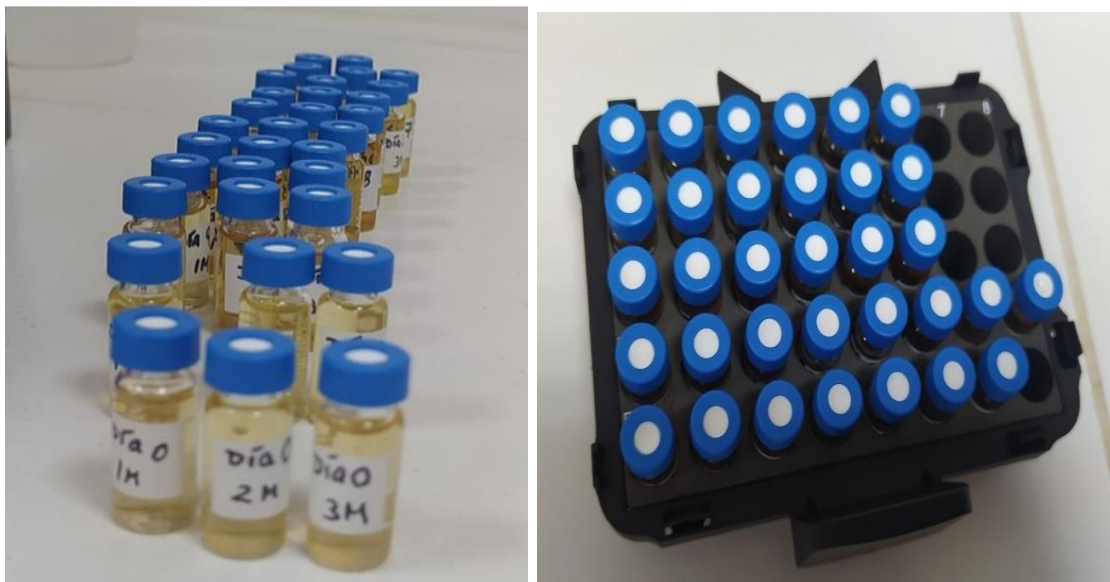


Figura 31. Muestras listas para el análisis en HPLC.



Figura 32. Fructosa, glucosa y sacarosa.



Figura 33. Lectura en el HPLC.

ANEXO 7: Panel fotográfico del análisis de la capacidad antioxidante



Figura 34. Muestras antes del triturado.



Figura 35. Pesado de la muestra triturada.



Figura 36. Centrifugado del extracto.



Figura 37. Filtrado del extracto.



Figura 38. Lectura en el espectrofotómetro.

ANEXO 8: Resultado de la secuencia de los azúcares en HPLC

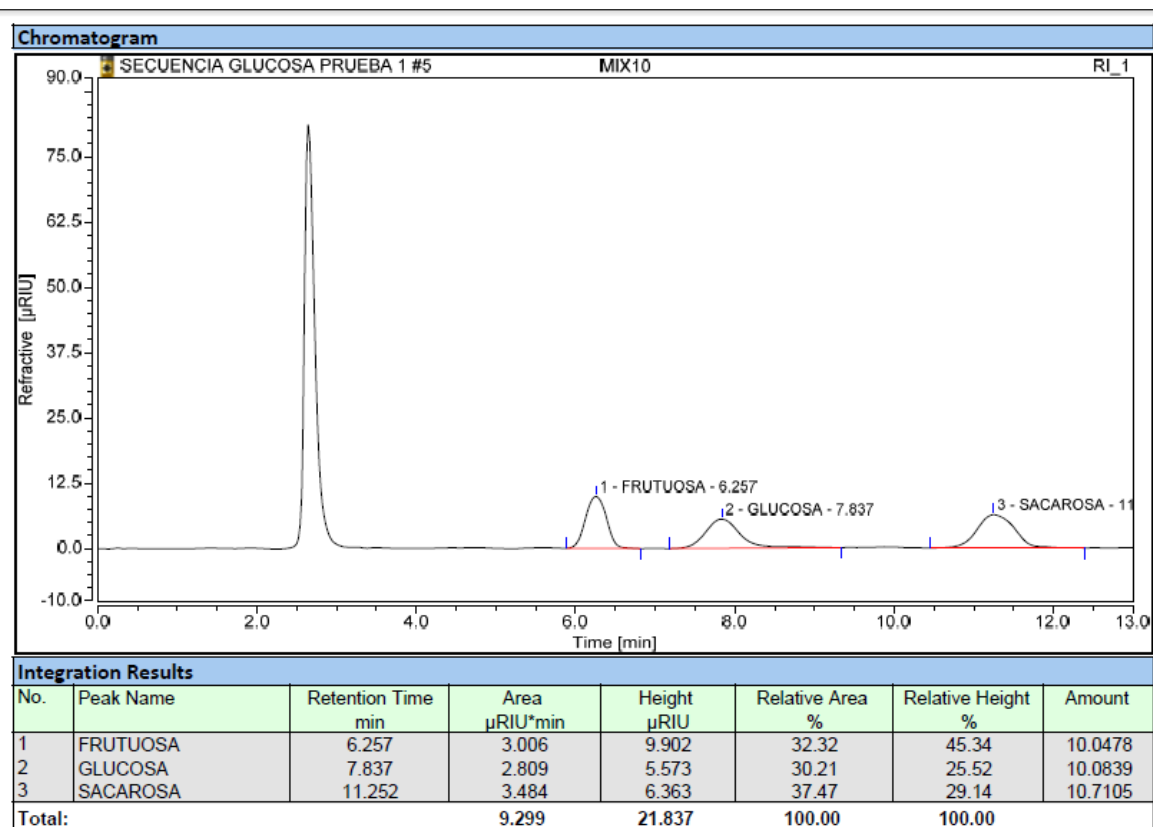


Figura 39. Cromatograma de los estándares a 10 000 ppm.

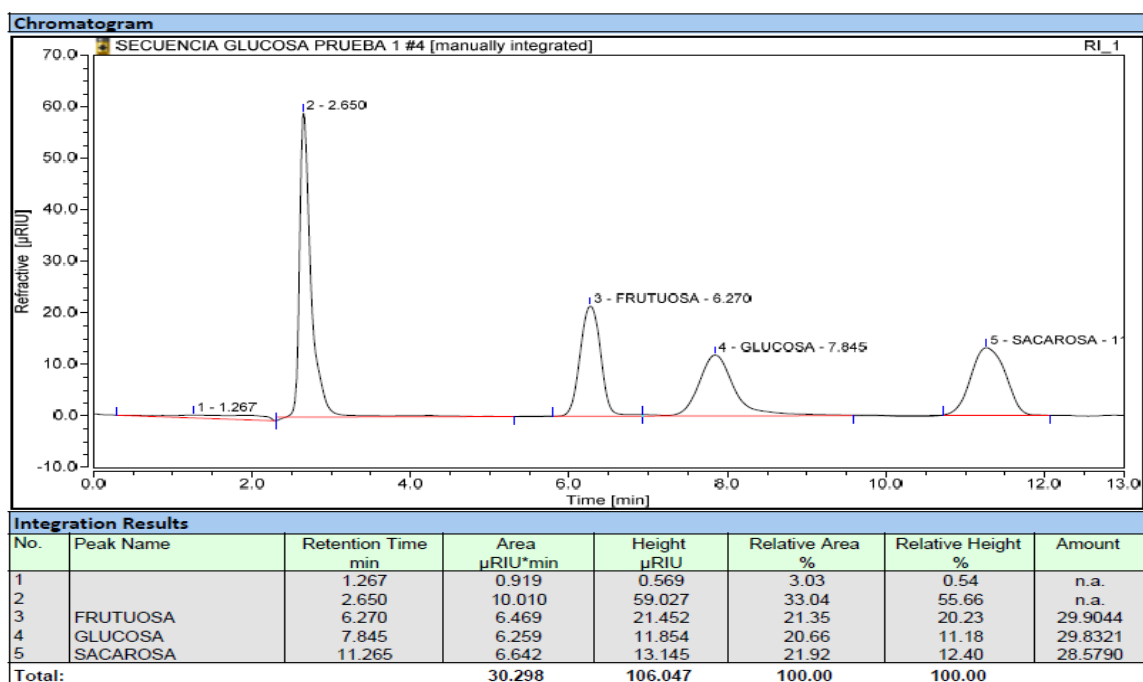


Figura 40. Cromatograma de los estándares a 30 000 ppm.

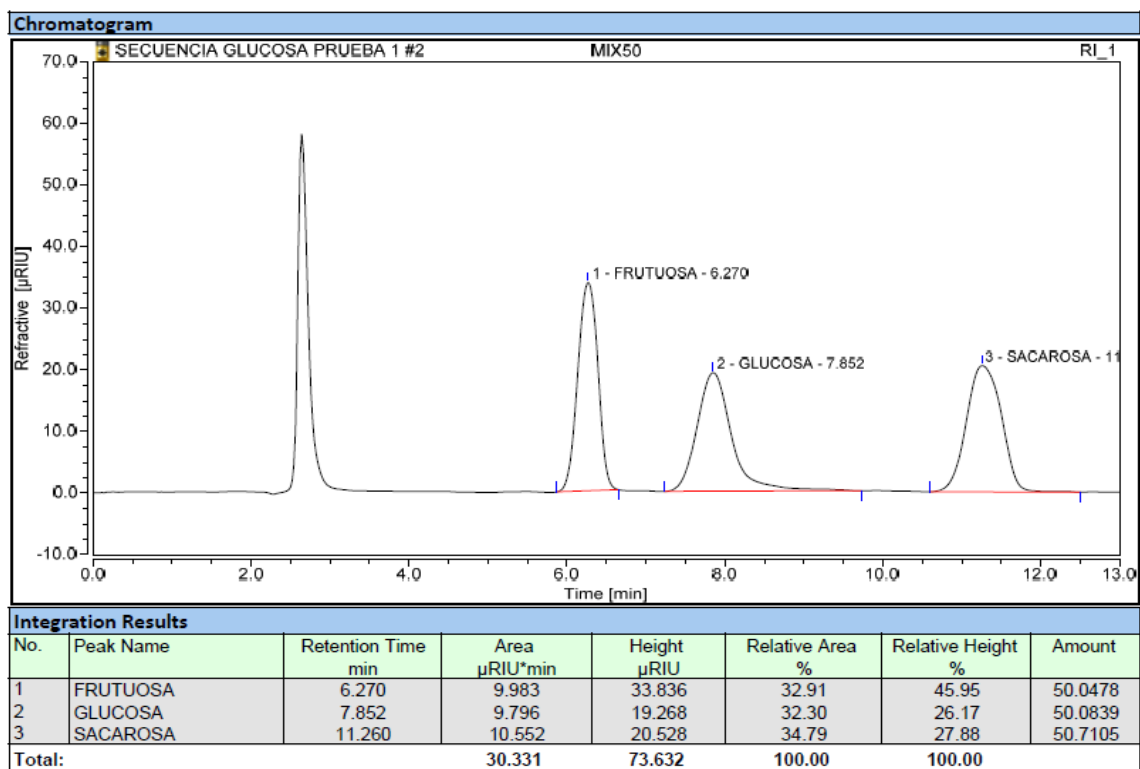


Figura 41. Cromatograma de los estándares a 50 000 ppm.

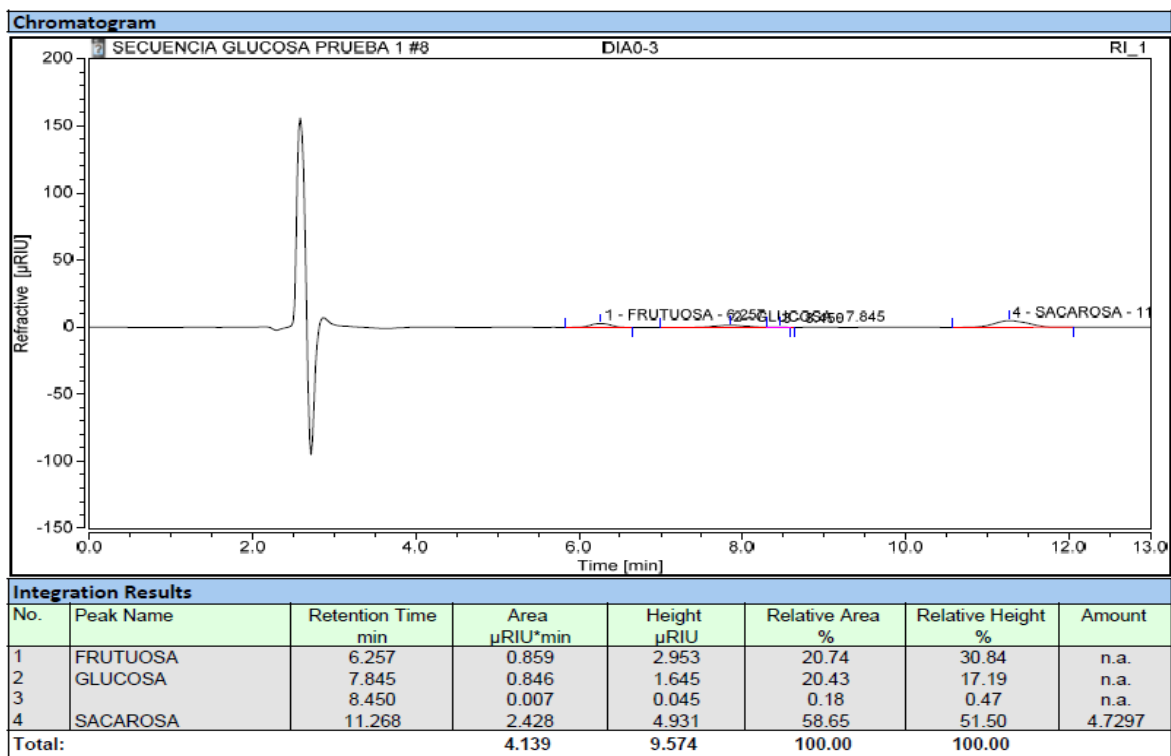


Figura 42. Cromatograma de la muestra del día 0.

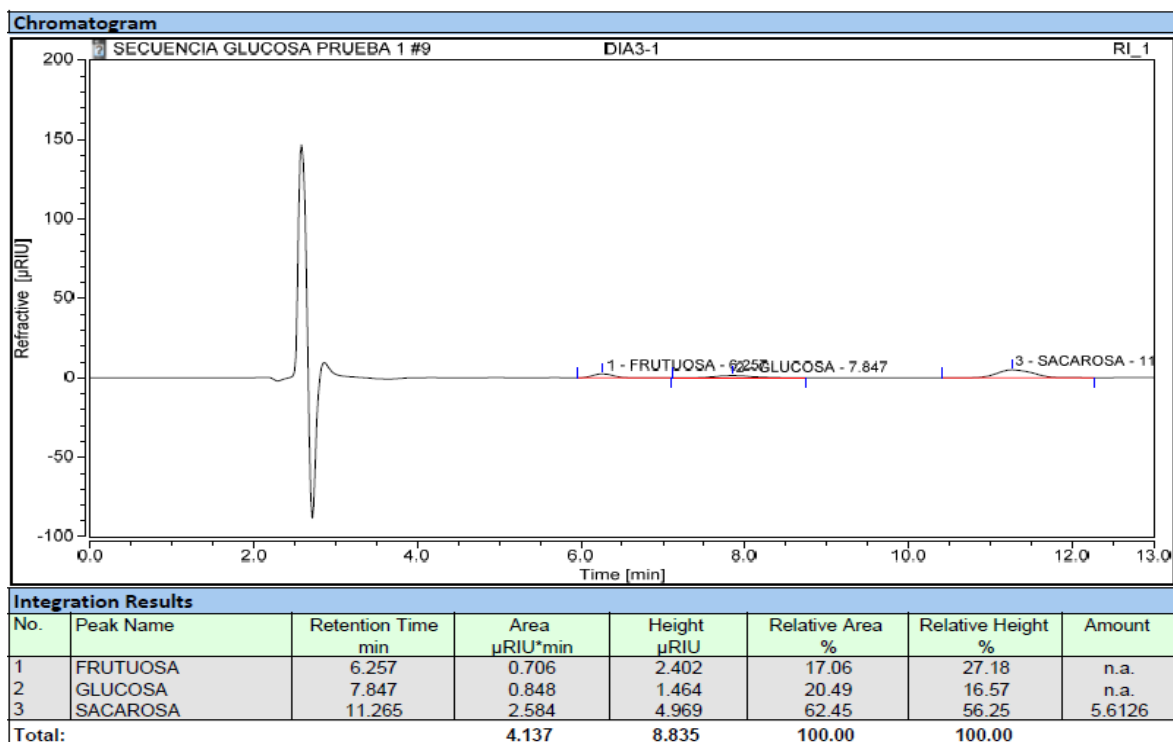


Figura 43. Cromatograma de la muestra del día 3.

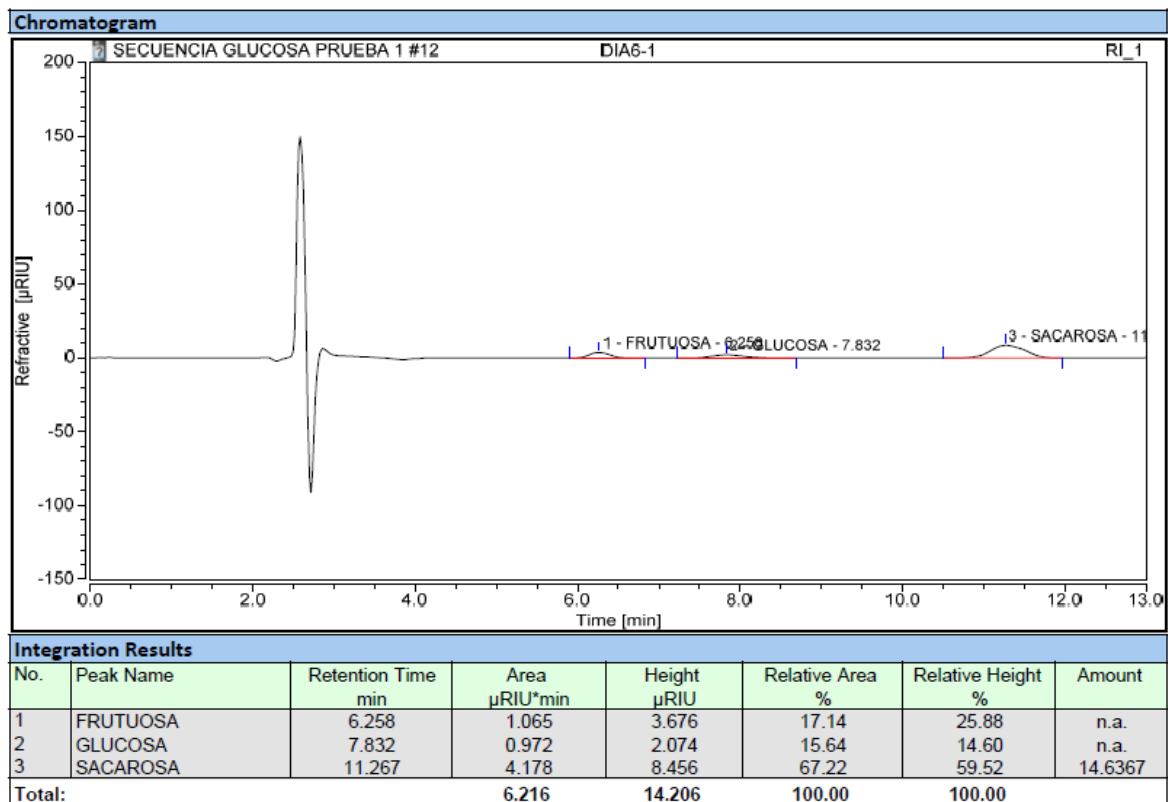


Figura 44. Cromatograma de la muestra del día 6.

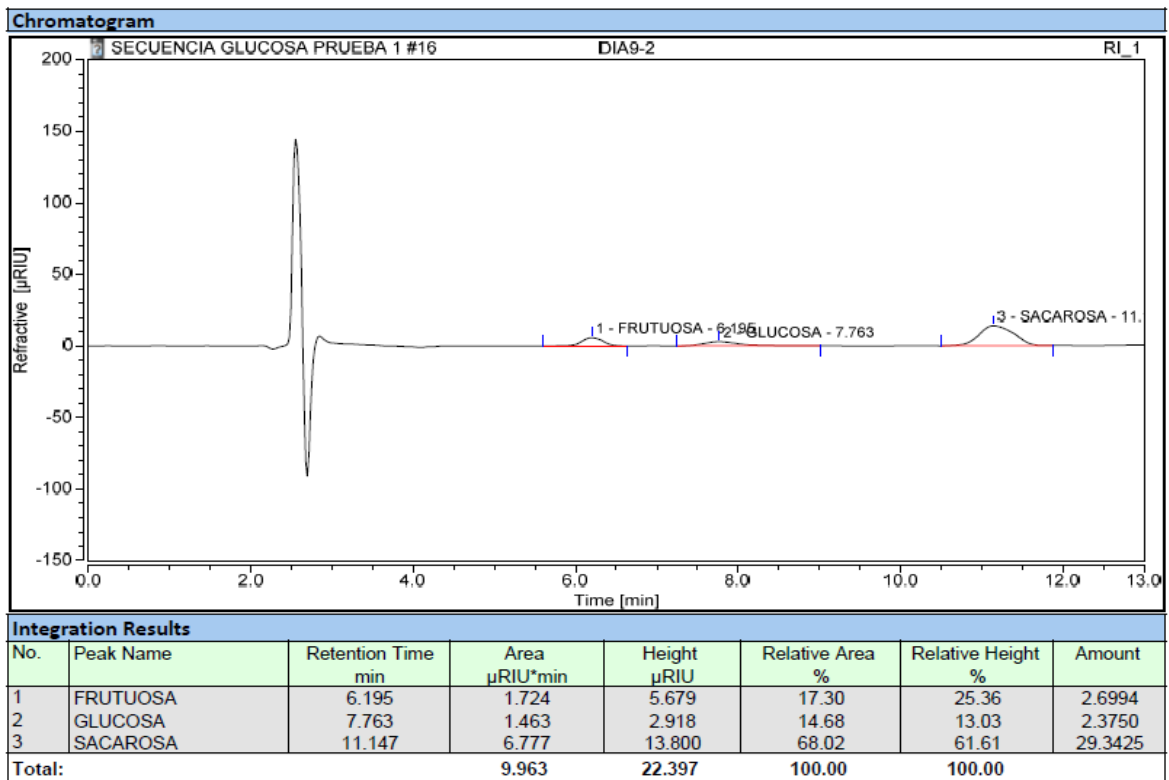


Figura 45. Cromatograma de la muestra del día 9.

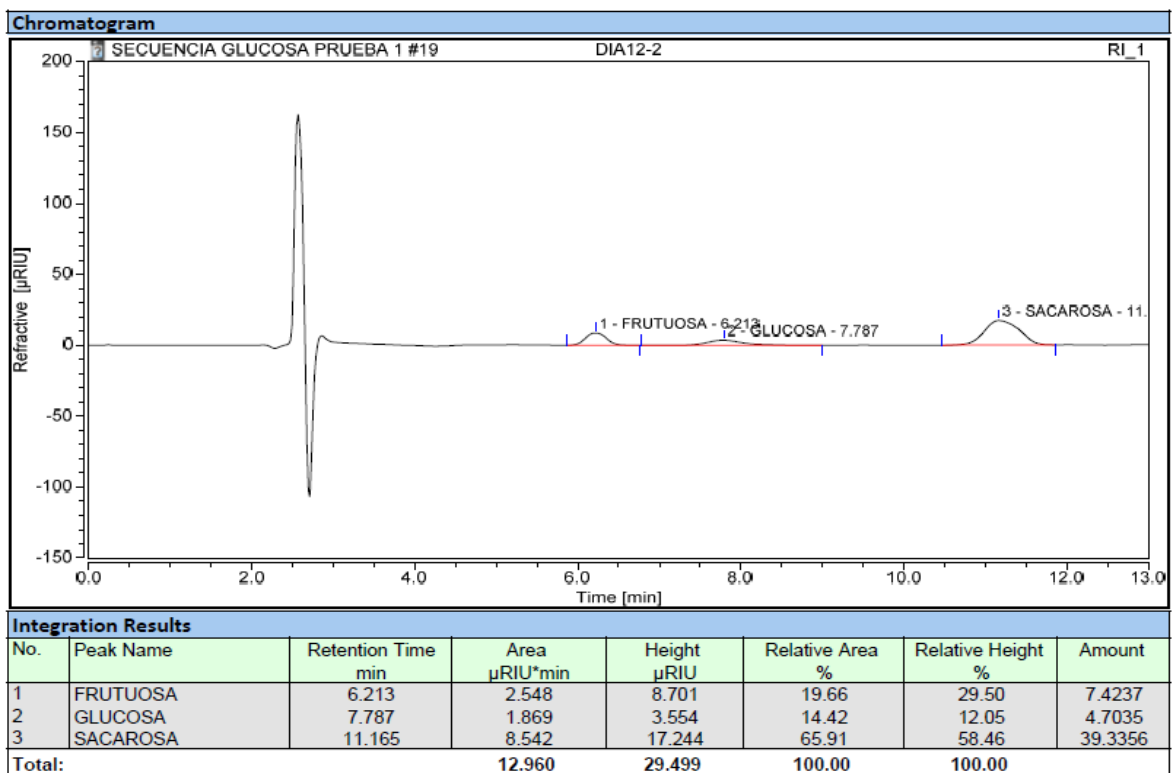


Figura 46. Cromatograma de la muestra del día 12.

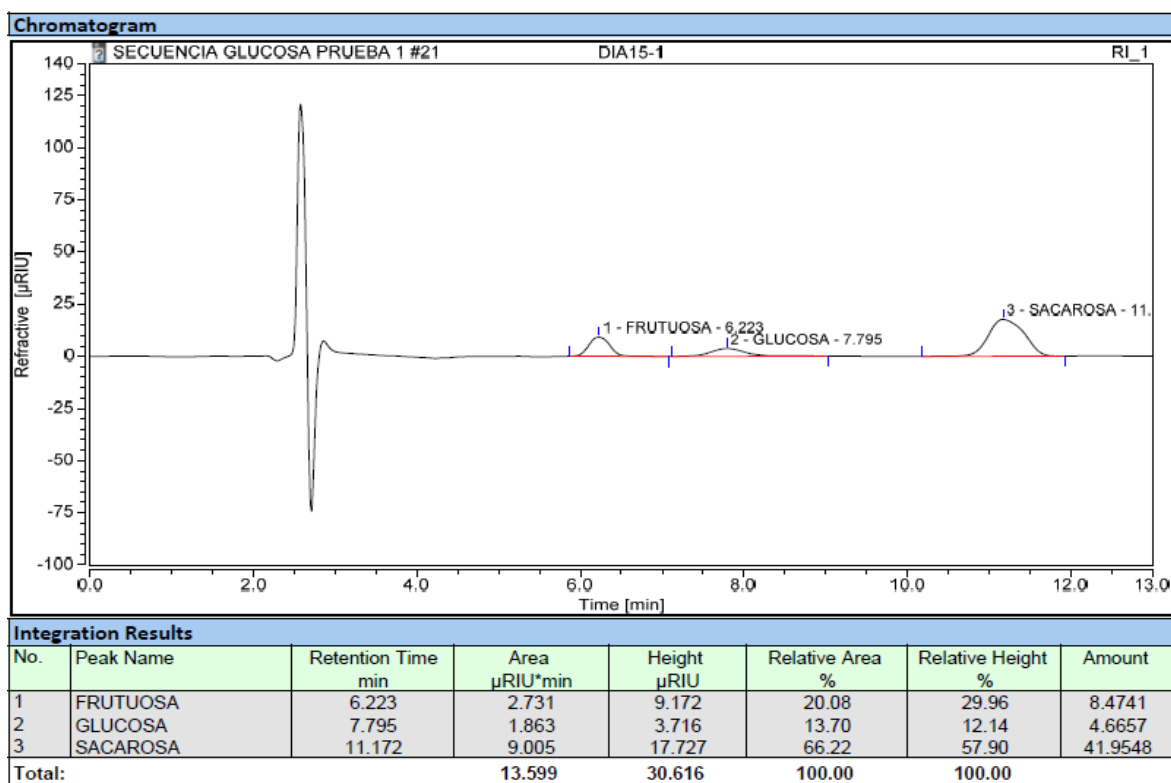


Figura 47. Cromatograma de la muestra del día 15.

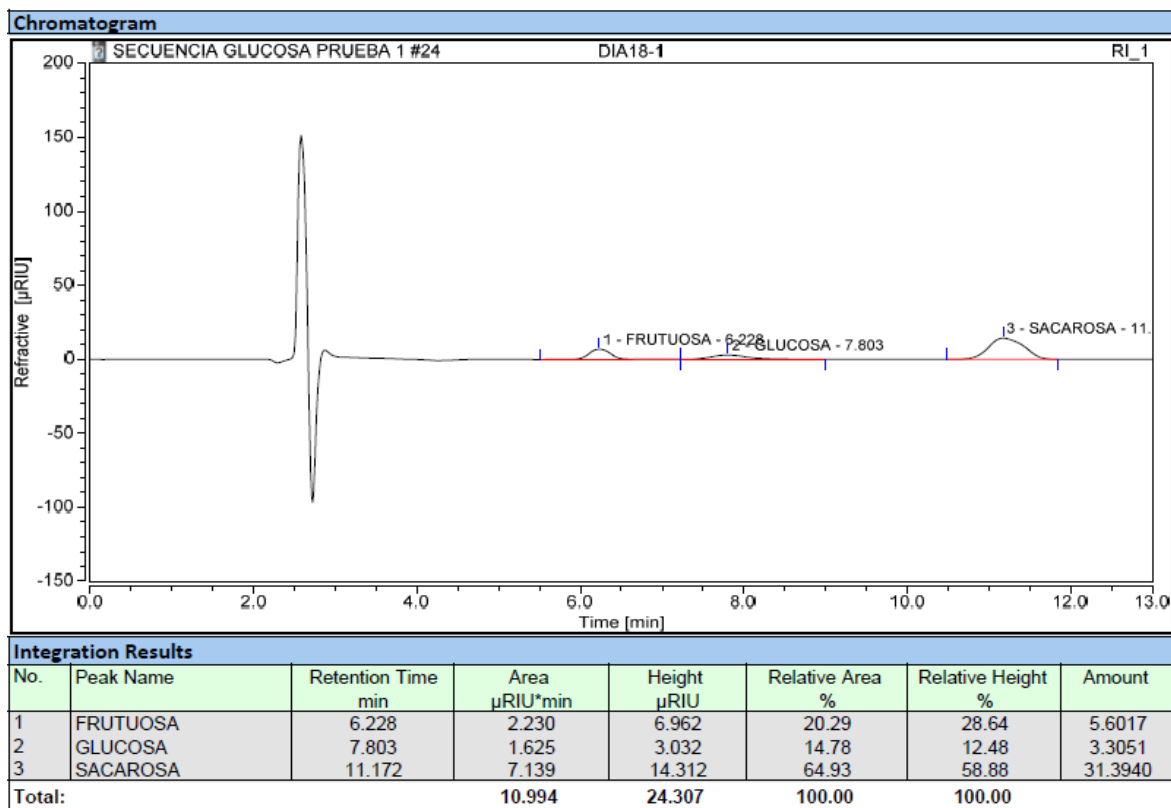


Figura 48. Cromatograma de la muestra del día 18.

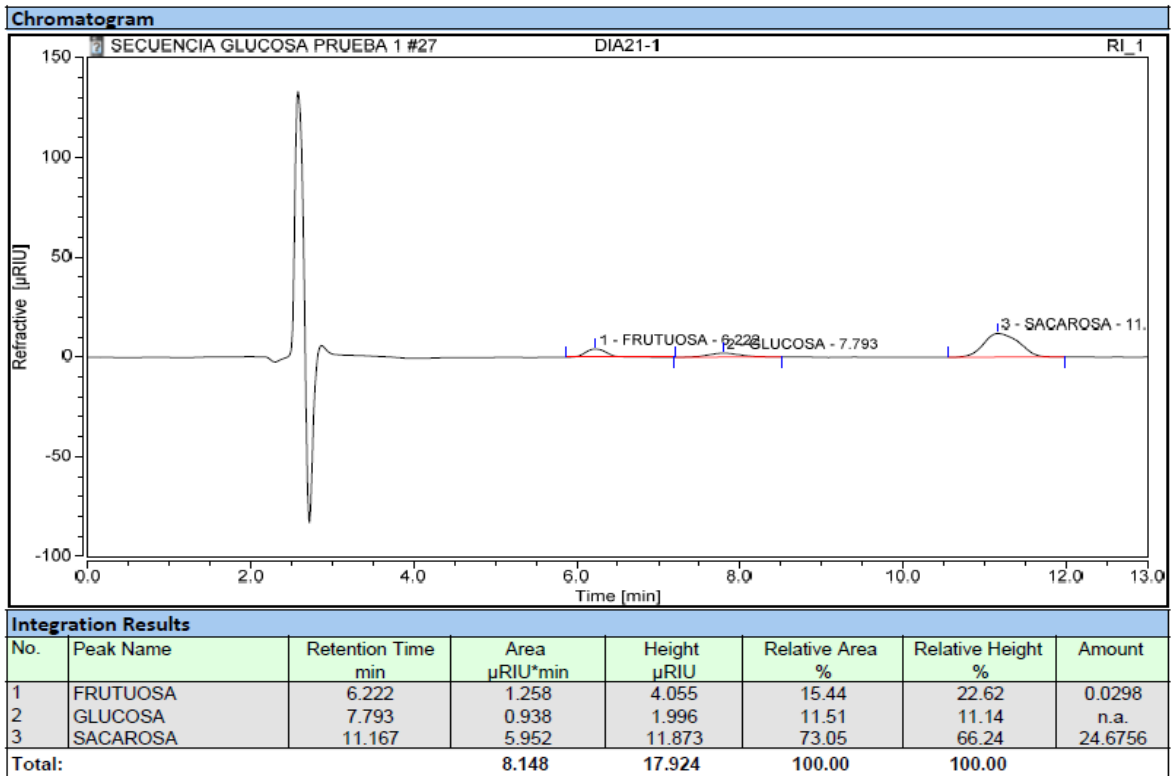


Figura 49. Cromatograma de la muestra del día 21.

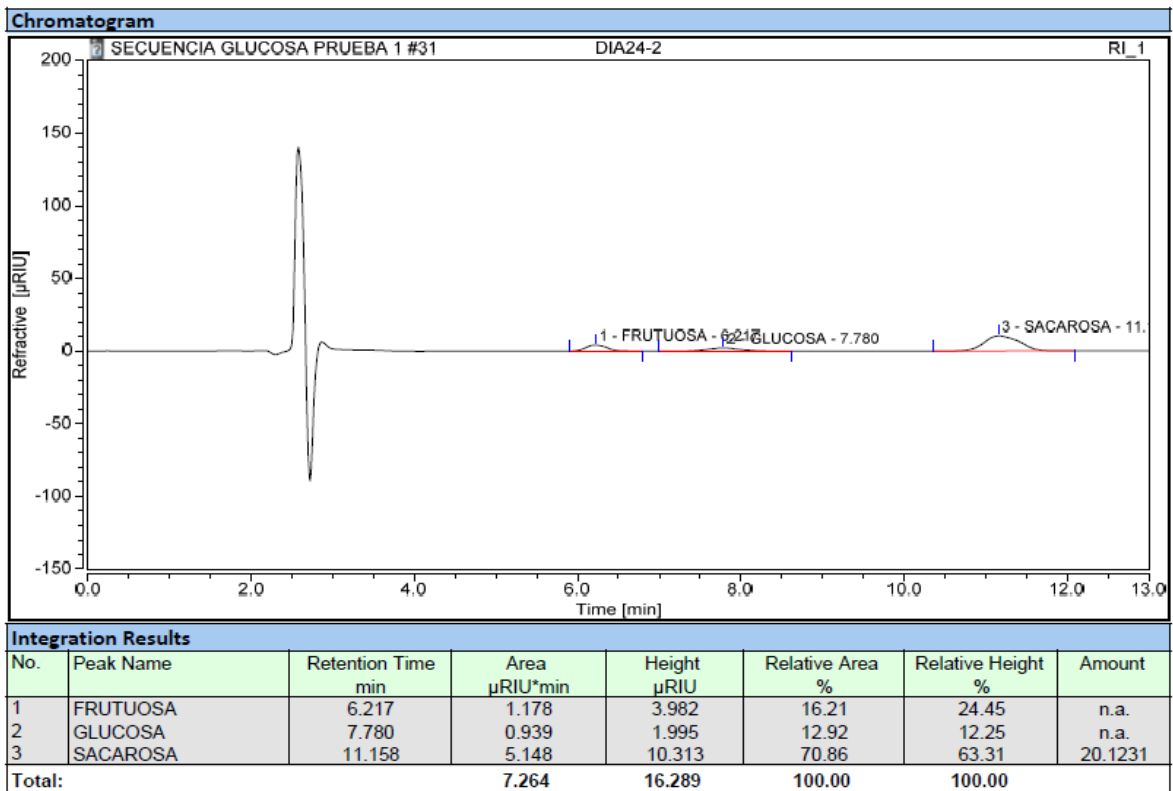


Figura 50. Cromatograma de la muestra del día 24.

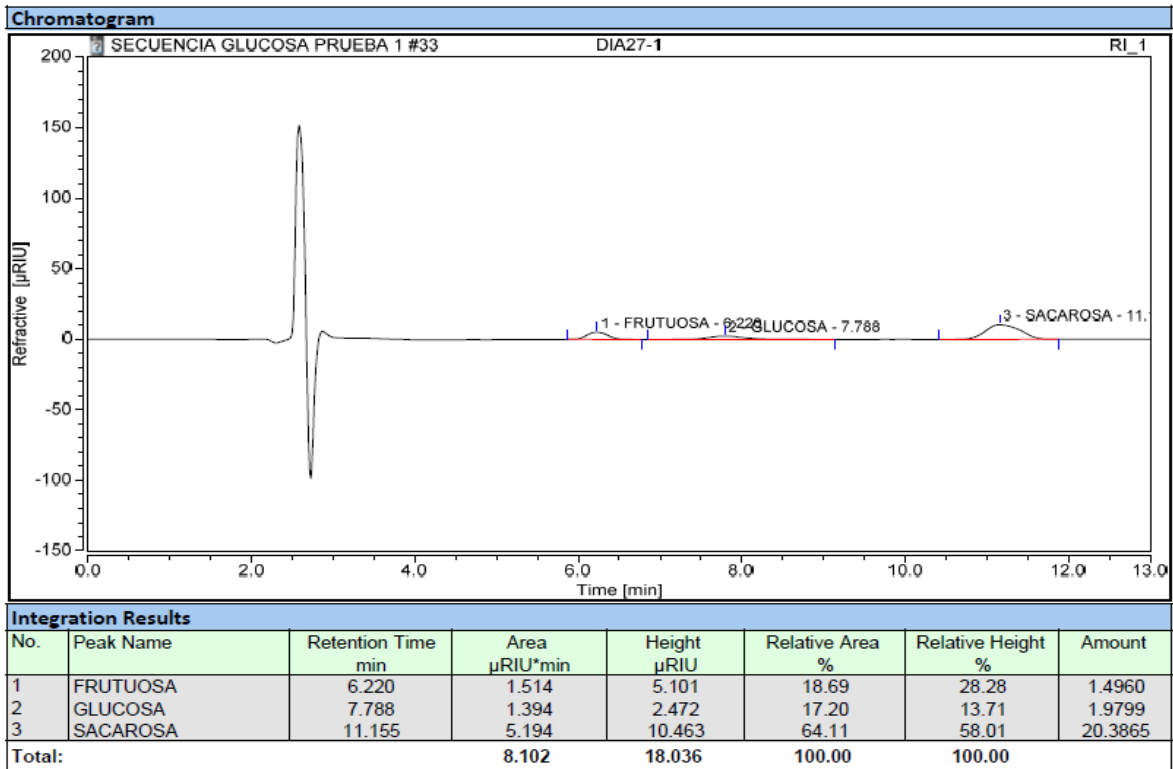


Figura 51. Cromatograma de la muestra del día 27.

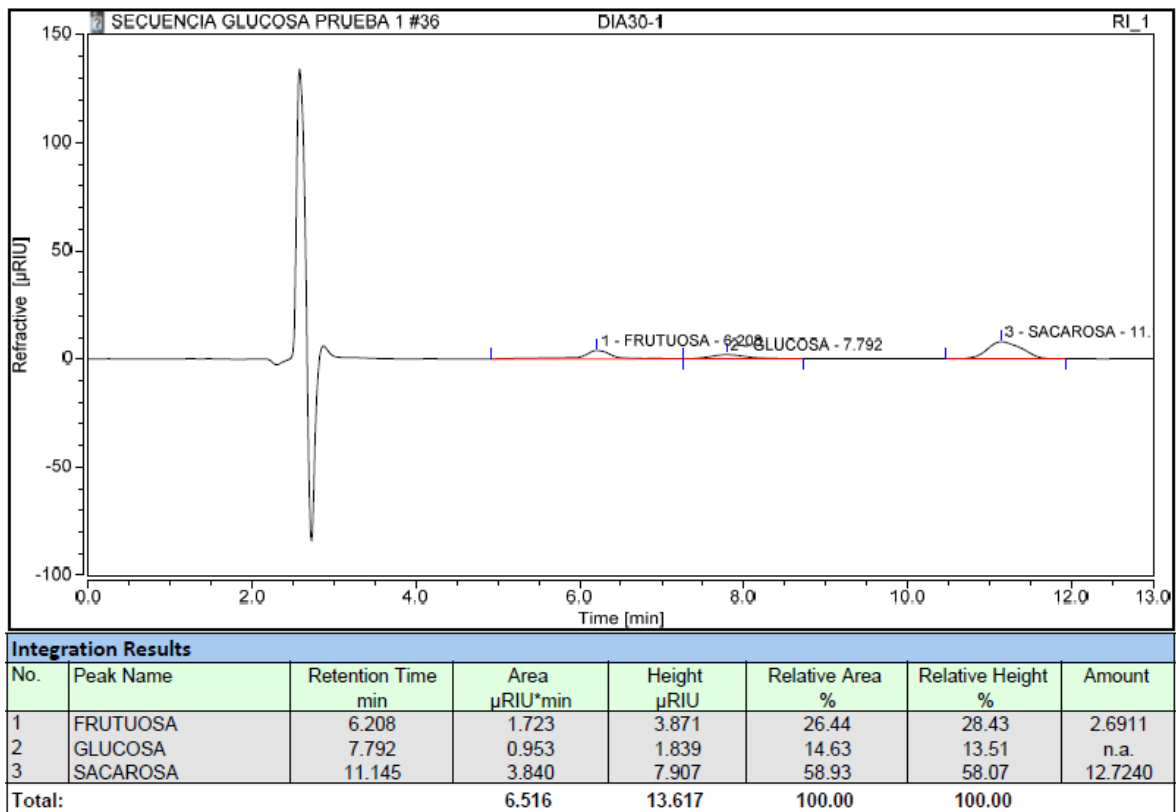


Figura 52. Cromatograma de la muestra del día 30.

ANEXO 9: Tablas de Análisis de varianza

Tabla 17: Análisis de varianza con respecto a la materia seca.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	9.78	1	9.78	56.84	<0.0001
Día	9.78	1	9.78	56.84	<0.0001
Error	1.55	9	0.17		
Total	11.33	10			

Tabla 18: Análisis de varianza con respecto a la fructosa.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	10.57	1	10.57	2.43	<0.1537
Día	10.57	1	10.57	2.43	<0.1537
Error	39.20	9	4.36		
Total	49.7	10			

Tabla 19: Análisis de varianza con respecto a la glucosa.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	2.42	1	2.42	1.92	<0.1994
Día	2.42	1	2.42	1.92	<0.1994
Error	11.33	9	1.26		
Total	13.75	10			

Tabla 20: Análisis de varianza con respecto a la sacarosa.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	227.52	1	227.52	4.19	<0.0710
Día	227.52	1	227.52	4.19	<0.0710
Error	488.88	9	54.32		
Total	716.40	10			

Tabla 21: Análisis de varianza con respecto a la capacidad antioxidante (CA).

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	96.90	1	96.90	178.84	<0.0001
Día	96.90	1	96.90	178.84	<0.0001
Error	4.88	9	0.54		
Total	101.78	10			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

“Universidad Pública de Calidad”

UWA