



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE
ACEITE DE *Oxalis tuberosa* (OCA)**

AUTOR:

Bach. Cusi Flores Estefania

ICA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicado a Dios nuestro señor todopoderoso por siempre guiar mi camino y darme la sabiduría necesaria para continuar y nunca rendirme ante las adversidades de la vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes en los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi Hermana que siempre ha estado conmigo en las buenas y malas, apoyándome, y acompañándonos mutuamente en este largo camino que es la vida.

Quiero agradecerles por todo, no me alcanzan las palabras para expresar el orgullo y lo bien que me siento por tener una familia asombrosa.

AGRADECIMIENTOS

La vida se encuentra plagada de retos y uno de ellos es la universidad. Tras verme dentro de ella, me eh dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me eh visto inmersa, sino para lo que concierne a la vida y mi futuro.

A la plana docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la universidad San Luis Gonzaga, en especial Mg. Walter Gonzales Canelo, quienes compartiendo sus conocimientos, experiencia, y paciencia han forjado en mí ser un profesional.

ÍNDICE

CARATULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCION.....	x
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	12
1.2 Formulación del Problema.....	13
1.3 Justificación e Importancia.....	13
1.4 Objetivos de la Investigación.....	14
1.5 Hipótesis y Variables.....	14
CAPITULO II. BASES TEÓRICAS.....	17
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	17
2.2. Marco Teórico.....	21
2.2.1. Oxalis tuberosa.....	21
2.2.2. Ubicación Taxonómica.....	22
2.3. Marco Conceptual.....	25
CAPITULO III METODOLOGIA.....	27
3.1. Material.....	27
3.1.1. Tipo, nivel y diseño de investigación.....	27
3.1.2. La especie estudiada.....	27
3.2 Métodos.....	27
3.2.1. Tratamiento de la Muestra.....	27

3.2.2. Caracterización del material seco y molido.....	28
3.2.3. Obtención de aceite de oca.....	30
3.2.4. Caracterización del aceite de oca.....	33
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4. 1. Resultados.....	45
4.1.1. De la Especie Estudiada.....	45
4.1.2. Del tratamiento a la Especie Estudiada.....	45
4.1.3. De las características del material seco y molido.....	45
4.1.4. De la obtención de aceite de oca.....	46
4.1.5 De las características del aceite de oca.....	49
4.2. Discusión.....	50
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	55
ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	57

RESUMEN

La Investigación (tesis) que presento a continuación, es un estudio completo acerca de la especie vegetal *Oxalis tuberosa* (Oca).

La muestra estudiada fue adquirida en la provincia de Carhuamayo de la Región Junín ya que es una de las zonas productoras de dicho producto en nuestro país. El material seleccionado para el estudio y los análisis respectivos, fueron trozados y puestos a secar primero al ambiente por aproximadamente 10 días y después a la estufa entre 55°C – 60 °C procediéndose inmediatamente a la respectiva molienda. Una vez obtenido el material seco y molido, este es sometido a un análisis organoléptico determinándose que es un producto de color crema, de olor fuerte característico y suigeneris, posee un sabor dulzaino y algo picante y de aspecto polvoriento.

A partir del material seco y molido se obtiene aceite de oca, utilizando como solvente etanol, por los métodos de reflujo y Soxhlet.

De ambos casos se buscó determinar la mejor relación peso de muestra – volumen de solvente y determinar el tiempo de extracción del aceite. Determinándose que para la extracción por el método de reflujo el mejor proceso es cuando 50 g del material seco y molido son puestos en contacto con 400 ml de solvente y se mantiene un reflujo de cuatro horas y por el método de Soxhlet el mejor proceso es cuando 50 g del material seco y molido son puestos en contacto con 400 ml de solvente y se mantiene un reflujo de cuatro horas los rendimientos de obtención de aceite fueron 10.92 y 10.88 % respectivamente. Los aceites obtenidos fueron sometidos a su caracterización organoléptica y físico química.

De la apreciación organoléptica se determina que son productos de color ámbar claro, de olor suigeneris, de sabor untuoso, picante y de aspecto denso y uniforme.

Las características físico químicas determinadas: humedad, cenizas, densidad, índice de acidez, índice de iodo, índice de peróxido e índice saponificación tienen valores característicos a los de un aceite vegetal.

PALABRAS CLAVE: Aceite, extracción, hipocólito, métodos, características.

ABSTRACT

The research work (thesis) that I present contains a complete study about the plant species *Oxalis tuberosa* (oca).

The sample studied was acquired in the province of Carhuamayo in the Junín Region since it is one of the producing areas of this product in our country. The material selected for the study and the respective analyzes were cut and dried first in the environment for approximately 10 days and then in the oven between 55 ° C - 60 ° C, proceeding immediately to the respective grinding. Once the dry and ground material has been obtained, it is subjected to an organoleptic analysis determining that it is a cream-colored product, with a strong characteristic smell and suigeneris; it has a sweetish taste and something spicy and powdery in appearance.

From the dry and ground material, goose oil is obtained, using ethanol as solvent, by the reflux and Soxhlet methods.

In both cases, we sought to determine the best sample weight-solvent volume ratio and determine the oil extraction time. Determining that for the extraction by the reflux method the best process is when 50 g of the dry and ground material are put in contact with 400 ml of solvent and a reflux of four hours is maintained and by the Soxhlet method the best process is when 50 g of the dry and ground material are put in contact with 400 ml of solvent and a reflux of four hours is maintained, the yields for obtaining oil were 10.92 and 10.88% respectively. The oils obtained were subjected to their organoleptic and physical-chemical characterization.

From the organoleptic appreciation, it is determined that they are products of light amber color, with a suigeneris smell, a creamy and spicy flavor and a dense and uniform appearance.

The physical-chemical characteristics determined: humidity, ash, density, acid number, iodine number, peroxide number and saponification number have characteristic values of a vegetable oil.

KEY WORDS: Oil, extraction, hypocrite, methods, characteristics.

INTRODUCCION

Sin lugar a dudas y con la apreciación de connotados profesionales reafirmamos que nuestro país fue y sigue siendo privilegiado por la naturaleza o bondad divina que, en todas las regiones, incluidas las más agrestes como las punas, crecen plantas con bondades alimenticias o medicinales maravillosas. *Oxalis tuberosa* (**OCA**), es una especie vegetal que pertenece a la familia Oxalidaceae, es oriunda de los andes centrales de Perú y crece entre los 4000 y 4500 m sobre el nivel del mar. Fue domesticada por los antiguos peruanos hace más de 2000 años, se usó durante la época colonial y actualmente con el boom mundial del uso o consumo de productos naturales los hipocólitos o parte comestible de esta planta se viene usando cada día más.

En los últimos años, diversas investigadoras han fijado su atención en este producto natural con el propósito de demostrar que principios activos son los responsables de las más notables propiedades benéficas popularmente atribuidas al consumo de oca como son: regulador hormonal tanto en hembras como en machos y que algunos trabajos de investigación ya apoyan esta teoría o la de ser un poderoso energizante merced a su alto contenido proteico y de bioelementos.

Teniendo en cuenta que los compuestos químicos de naturaleza hormonal son liposolubles es que creímos necesario investigar como separar la parte grasa o aceites de esta especie vegetal y nos motivó a presentar como plan de tesis a desarrollar el tema Obtención y caracterización del aceite de *Oxalis tuberosa* (**OCA**), trabajo que acopiando muestras y tratadas en los Laboratorios de químicas Analítica e Inorgánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica nos ha permitido obtener información relevante en cuanto a la obtención y caracterización del aceite o parte grasa de esta especie vegetal obtenida con el solvente etanol. Este trabajo se presenta en cuatro capítulos el primero contiene las generalidades o información básica que nos ayudó al planteamiento del problema. En el capítulo siguiente se presenta los aspectos teóricos

básicos correspondiente al desarrollo del tema y como antecedentes damos a conocer algunos trabajos de investigación que se han realizado con esta especie vegetal, asimismo contiene información sobre la especie vegetal estudiada y un breve marco conceptual concerniente al tema tratado. En el tercer capítulo se presenta el aspecto metodológico utilizado y las actividades desarrolladas como parte experimental que nos permitieron obtener y caracterizar el aceite de oca. En el último capítulo se dan a conocer los resultados de nuestro trabajo y una breve discusión de nuestra labor. Finalmente sugerimos algunas recomendaciones a tenerse en cuenta para un posible seguimiento en la investigación de esta especie vegetal.

La autora

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Nuestra región ha sido beneficiada por la naturaleza, ya que tenemos una variedad y diversidad de regiones geográficas que nos permite tener enorme biodiversidad agraria. Y a pesar de tener zonas tan agrestes como son las punas y sunís situadas entre los 3 800 a 4 300 m.s.n.m. también estas zonas han resultado ser de bastante importancia, pues en ellas los antiguos peruanos lograron domesticar algunos cultivos y que hasta hoy persisten y siguen siendo la base nutricional de aquellos pobladores. El cultivo de mayor preponderancia económica es el de *Oxalis tuberosa* conocido como Oca y que etimológicamente se refiere a un gran alimento que se consume. Este preciado producto tiene el plus de presentar abundantes propiedades benéficas para la salud y entre la que más destaca es la de corregir las disfunciones hormonales de la sexualidad tanto en hombres como mujeres corrigiendo la disfunción eréctil y aumento del espermatogénesis en los varones y nivelando los niveles estrogénicos y la libido en mujeres.

Son varias las opiniones que intentan atribuir a alguna parte de la raíz tuberosa esta propiedad como los glucosinolatos, alcaloides o amidas, sin embargo, es el consumo de todo el fruto el que históricamente se reportó útil para corregir problemas de salud.

Tanto su actividad energizante total como sus virtudes para la sexualidad debe de guardar relación con la presencia de compuestos químicos con núcleos comunes que en la mayoría de estos casos resultan ser liposolubles y por tanto sería el aceite de oca una fracción que concentraría gran parte de las propiedades benéficas de la oca.

Hoy en día se puede conseguir oca prácticamente en cualquier parte de nuestro territorio puesto que su prestigio la ha conllevado a su comercialización a lo largo de nuestro territorio y a través del mundo. Para el consumo de la oca se debe vencer el prejuicio de

su sabor y aroma que son poco agradables razón por la cual son varios los intentos de presentar productos de oca que conserven las propiedades beneficiosas de producto y de fácil consumo.

No existe en el mercado producto que contenga solo aceite de oca, en una capsula blanda, por ejemplo. Sobre la característica del aceite de oca no existen trabajos de investigación en nuestro medio razón por lo cual creo necesario desarrollar el proyecto de investigación Obtención y caracterización del aceite de *Oxalis tuberosa* (OCA) que permitirá dejar conocimiento de cómo obtener y qué características tiene este aceite y que posteriormente se evalúe su actividad farmacológica y comercialización.

1.2. Formulación del Problema

Problema principal

El problema queda enmarcado en la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los parámetros óptimos para obtener y cuáles son las características del aceite de *Oxalis tuberosa* (OCA)?

Problemas específicos

¿Cuál es la mejor relación peso de muestra ensayada – volumen de solvente y tiempo de extracción para obtener aceite de oca?

¿Cuáles son las características organolépticas y físicas químicas del aceite de oca?

1.3. Justificación e Importancia

La ejecución del presente proyecto es importante porque:

- ❖ Son varios los trabajos de investigación que informan que el consumo de oca regula las funciones de las hormonas sexuales tanto masculinas como femeninas y estos compuestos son lipofílicos por lo que se hace necesario separar esta fracción de la oca y proponer su uso.

- ❖ Es necesario caracterizar el aceite de oca para según los resultados hacer una propuesta segura de su consumo.
El desarrollo del tema propuesto se justifica por las razones siguientes:
- ❖ No existen trabajos de investigación que fije las características del aceite de oca de tal forma que sea usado sin temores ni sorpresas.
- ❖ El aceite de oca aislado daría lugar a ensayos químicos y biológicos para separar la parte insaponificable de la saponificable del aceite y separar los fito esteroides de la oca.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivos Generales

Determinar los parámetros óptimos para obtener aceite de oca y fijar cuales son las características de este producto.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar los parámetros óptimos: peso de material, volumen de solvente y tiempo de extracción para obtener aceite de oca.

1.5. Hipótesis y Variables

1.5.1. Hipótesis Principal

Ho: La extracción por reflujo con etanol como solvente permite un rendimiento de entre 6.5 – 8.5 % de aceite de oca.

H1: La extracción por reflujo con etanol como solvente no permite un rendimiento de entre 6.5 – 8.5 % de aceite de oca.

1.5.2. Hipótesis secundaria

- ❖ Las características organolépticas del aceite de oca son: color amarillo tenue, aspecto homogéneo oleoso, sabor algo picante y olor agradable y suigeneris lo sindicca como un buen producto.
- ❖ Las características físicas químicas del aceite de oca lo sindiccan como un aceite vegetal apto para consumo humano.

1.5.3. Variables

- ❖ **Variable independiente**

Oxalis tuberosa (OCA)

- ❖ **Variable dependiente**

Relación peso de material – Solvente - tiempo de extracción.
Características organolépticas y físicas químicas del aceite de oca.

1.5.4. Operacionalización de las variables

Posición de la variable	Nominación de la variable	Indicador	Índice
Variable independiente	<i>Oxalis tuberosa</i> (Hipocólito)	Características morfológicas	Color, aspecto, sabor, olor
Variable dependiente	-Relación peso de material- Solvente–tiempo de extracción.	g de material – ml de solvente- minutos de extracción	Rendimiento ml/100 g Excelente, bueno, regular, malo
Variable dependiente	-Características organolépticas del aceite -Física químicas	Color, olor, sabor, aspecto - Rendimiento - Humedad - Densidad - Acidez - Cenizas - Índice de peróxido - Índice de iodo - Índice de saponificación	% % g/ml meq/100 ml % mg/100 ml mg/100 ml mg/100 ml

CAPITULO II. BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes de la Investigación

Algunos estudios realizados en esta especie vegetal son los reportados por:

Sequeiros (2014). Presenta una revisión de la oca y señala que es un producto originario de los Andes Centrales del Perú, resistente a granizadas, heladas y sequías prolongadas. Se cultiva desde la época incaica en altitudes comprendidas entre los 3800 a 4500 m.s.n.m. Esta planta herbácea, presenta no sólo un alto valor nutricional sino también es valorada por su papel medicinal. Entre los componentes químicos de este cultivo andino que se han relacionado con sus acciones terapéuticas como el aumento de la fertilidad, niveles de energía, acción antioxidante, y la tasa de crecimiento, destacan: los glucosinolatos, esteroides, ácidos grasos (macaeno) y sus respectivas amidas (macamidas), alcaloides (lepidilinas A y B, macaridina) y polifenoles.

Sarmiento (2014). Presenta una revisión sobre y señala que la oca (*Oxalis tuberosa*) es una planta que crece sobre los 4000 metros de altitud en los Andes Centrales del Perú, presenta diferentes variedades de acuerdo al color de su hipocótilo. Resaltando los estudios sobre los efectos de la oca en la función sexual, la función, la memoria, la depresión y la ansiedad, como energizante y contra la hiperplasia benigna de próstata, osteoporosis y síndrome metabólico. Señala que la oca es la que mejores resultados presenta sobre la fatiga muscular, la memoria, esta variedad revierte la hiperplasia benigna de próstata y la osteoporosis inducida experimentalmente. Además, la oca reduce los niveles de glucosa, y su consumo se relaciona con la reducción de la presión arterial y un mejor puntaje de salud. Estudios experimentales han demostrado que el consumo a corto como a largo plazo no muestra toxicidad tanto *in vivo* como *in vitro*. A pesar

que los estudios experimentales han demostrado que la oca presenta diversos efectos benéficos, son necesarios más estudios clínicos para confirmar estos resultados.

Yampara Blanco S.⁶ (2006) reporta que la oca ha recibido atención en todo el mundo como un poderoso estimulante que mejora las condiciones físicas y mentales y aumenta la fertilidad. Debido a estos informes, investigaron los metabolitos secundarios del tubérculo de la oca. El extracto de metanol del tubérculo de oca contiene, azúcares libres, aminoácidos, uridina, ácido málico y su derivado de benzoilo, los glucosinolatos, glucotropaeolina y m-metoxiglucotropaeolina. Debido a que los glucosinolatos y sus productos derivados han recibido una atención creciente debido a sus actividades biológicas, también se investigó la presencia de productos de degradación de glucosinolatos en el extracto de hexano, y se aislaron bencilisotiocianato y su derivado m-metoxi.

Yongzh O.⁷ (2006) refiere que la oca se emplea tradicionalmente por sus supuestas propiedades en afrodisíacos y mejora la fertilidad, también y se utiliza ampliamente para ayudar a aliviar los síntomas de la menopausia. Por tanto, presentan un estudio con el propósito de evaluar el efecto del extracto de etanol de oca sobre la osteoporosis posmenopáusica en ratas ovario ectomizadas. Las ratas hembras Sprague-Dawley se dividieron en cuatro grupos: los grupos ovario ectomizadas y tratados con simulacro se alimentaron con un volumen equivalente de agua destilada, y los grupos ovariectomizados restantes se administraron por vía oral con extracto de etanol de oca a 0,096 y 0,24 g / kg durante 28 semanas. Los hallazgos derivados de la base de la densidad mineral ósea, parámetros biomecánicos, bioquímicos e histopatológicos indicaron que una mayor dosis de extracto de

etanol de oca fue efectiva en la prevención de la pérdida ósea deficiente en estrógenos.

Lin B.⁸ (2000) Administró vía oral polvo de oca a ratones y demostró que produce un aumento en el número de intromisiones y el número de hembras copuladas por ratones así tratados asimismo mejoro la disfunción eréctil de ratas machos demostrando la actividad afrodisiaca de esta planta.

Ruiz A.⁹ (2005) presenta un estudio en el que determina que el extracto acuoso de la oca variedad amarilla administrado en forma oral aumenta la espermatogénesis y el conteo de espermatozoides epididimarios. El estudio tuvo como objetivo investigar los efectos de la oca en varios parámetros de fertilidad de ratones hembra en edad reproductiva, determinando que: la administración de extracto acuoso de oca a ratones hembras adultas aumenta el tamaño de la camada. Además, este tratamiento aumenta el peso uterino en animales ovariectomizados. Refieren que el estudio confirma por primera vez algunos de los usos tradicionales de la oca para mejorar la fertilidad femenina.

Gonzales G.¹⁰ (2012) reporta que *Oxalis tuberosa* (oca) es una planta peruana de la familia Brassicaceae cultivada durante más de 2000 años, se usa como un complemento alimenticio y también por sus propiedades medicinales descritas tradicionalmente. Que desde los años 90 del siglo XX, se ha observado un creciente interés en los productos de la oca en muchas partes del mundo. En la última década, la exportación de oca del Perú aumentó de 1, 415,000 USD en 2001 a USD 6, 170,000 USD en 2010. La evidencia científica experimental demostró que la oca tiene propiedades nutricionales, energizante y potenciadoras de la fertilidad, y actúa sobre las disfunciones sexuales, la osteoporosis,

hiperplasia prostática benigna, memoria y aprendizaje, y protege la piel contra la radiación ultravioleta. Los ensayos clínicos mostraron la eficacia de la oca en las disfunciones sexuales, así como el aumento del recuento de espermatozoides y la motilidad.

Brooks N.¹¹ (2008) presenta un estudio con el objetivo de examinar la actividad estrogénica y androgénica de *Oxalis tuberosa* (oca) y su efecto sobre el perfil hormonal y los síntomas en mujeres posmenopáusicas. Catorce mujeres posmenopáusicas completaron un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo, cruzado. Recibieron 3,5 g / día de oca potenciada durante 6 semanas y un placebo correspondiente durante 6 semanas, en cualquier orden, durante un total de 12 semanas. Al inicio del estudio y las semanas 6 y 12 se tomaron muestras de sangre para la medición de estradiol, hormona foliculoestimulante, hormona luteinizante y globulina fijadora de hormonas sexuales, y las mujeres completaron la escala climática Greene para evaluar la gravedad de los síntomas de la menopausia. Determinando que no se observaron diferencias en las concentraciones séricas de estradiol, hormona folículo estimulante, hormona luteinizante y globulina fijadora de hormonas sexuales entre el inicio, el tratamiento con oca y el placebo. La Escala Climática de Greene reveló una reducción significativa en los puntajes en las áreas de síntomas psicológicos, incluidas las sub escalas para la ansiedad y la depresión y la disfunción sexual después del consumo de oca en comparación con el consumo inicial y el placebo. Concluye que los hallazgos preliminares muestran que *Oxalis tuberosa* (oca) (3.5 g / d) reduce los síntomas psicológicos, incluida la ansiedad y la depresión, y reduce las medidas de disfunción sexual en mujeres posmenopáusicas, independientemente de la actividad estrogénica y androgénica.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. *Oxalis tuberosa*

- **Origen**

La Oca es un tubérculo andino, originario del sur del Perú Originaria de una zona andina que se encuentra en la región andina. Se planta entre los 2,800 y los 4,000 msnm y el sur de Chile, sin embargo, se ha plantado con éxito a nivel del mar. La oca crece en un amplio abanico de pluviosidad, entre 550 y 2100 mm anuales. También se cultiva en la región de los bosques de niebla de Zongolica, en el estado mexicano de Veracruz.

- **Historia**

Oxalis tuberosa fue descrita por el sacerdote, naturalista, geógrafo y cronista hispano- chileno Juan Ignacio Molina y publicado en Saggio sulla storia naturale del chili.

- **Etimología**

Oxalis: Nombre genérico que deriva de la palabra griega: oxyspara “agudo, amargo”, refiriéndose al sabor agradablemente amargo de las hojas y el tallo.

Tuberosa: Epitelio latino que significa “tuberosa con tubérculo”.

- **Sinonimia**

- *Acetosella crenata* (Jacq.) Kuntze
- *Acetosella tuberosa* (Molina) Kuntze
- *Oxalis aracatcha hort. ex Zucc.*
- *Oxalis arracacha* G. Don
- *Oxalis chicligastensis* R. Knuth
- *Oxalis crassicaulis* Zucc
- *Oxalis crenata* Jacq
- *Oxalis melilotoides var. argentina* Griseb

- *Xanthoxalis crassicaulis* (Zucc.) Small
- *Xanthoxalis tuberosa* (Molina) Holub

2.2.2. Ubicación Taxonómica

Oxalis tuberosa



Tubérculos crudos de *O. tuberosa*

Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Geraniales

Familia: Oxalidaceae

Género: *Oxalis*

Especie: ***O. tuberosa***

- **Características Botánicas**

La Oca es una hierba de tallos suculentos y porte bajo, de menos de 80 cm. Las hojas son trifoliadas y alternas, de color verde azulado, con peciolo de 2 a 4 cm.

La planta florece en verano; las inflorescencias se separan en dos cimas con cuatro o cinco flores. Estas son pequeñas, con un cáliz formado por cinco sépalos, y una corola de cinco pétalos de color amarillo dorado. La flor cae normalmente poco después de abrirse, por lo que rara vez produce fruto; cuando lo hay es una cápsula que contiene dos a tres semillas. La polinización es cruzada.

En el otoño, respondiendo a la disminución de las horas de luz, la planta comienza a producir los tubérculos, que crecerán lentamente hasta la primavera, que es la época ideal para la cosecha; éstos tienen el tamaño de un huevo de paloma, y son el resultado del engrosamiento de los estolones producidos en las yemas axilares de los nudos del tallo. Las variedades andinas originales varían en color desde el negro azulado al blanco; la variedad introducida en Nueva Zelanda en 1860, popular ahí desde entonces, es de un color rosa carne uniforme. Todas ellas muestran yemas claramente marcadas.

En las zonas tropicales, donde el acortamiento de los días no es lo suficientemente apreciable, se intensifica el crecimiento del follaje de la planta y los tubérculos producidos son menores. Inversamente, en climas propensos a las heladas tempranas, la planta puede morir antes de haber desarrollado una raíz lo suficientemente vigorosa; sin embargo, resiste bien los inviernos crudos una vez se desarrollan los tubérculos.

- **Distribución y Ecología**

Originaria de una zona andina que se encuentra en la región andina. Se planta entre los 2,800 y los 4,000 msnm. En Nueva

Zelanda y el sur de Chile, sin embargo, se ha plantado con éxito a nivel del mar. La oca crece en un amplio abanico de pluviosidad, entre 550 y 2100 mm anuales. También se cultiva en la región de los bosques de niebla de Zongolica, en el estado mexicano de Veracruz.

- **Propiedades Nutritivas y Farmacológicas**

El sabor del tubérculo es intenso y ligeramente ácido; según el tiempo de cocción, la textura puede ser crujiente, como la de la zanahoria, o harinosa, como la patata cuando está completamente cocida. Las hojas tiernas también pueden consumirse.

La acidez de la oca se debe a la presencia de ácido oxálico, sobre todo en la piel del tubérculo. Los métodos tradicionales de preparación en los pueblos andinos tienen como objetivo reducir su cantidad, pues es tóxico.

Debe cocerse en varias aguas para eliminar progresivamente el ácido. La exposición del tubérculo al sol durante un periodo de hasta una semana es útil también para eliminarlo, ayudando además a la producción de azúcares. Las variedades modernas, sin embargo, contienen una menor concentración.

Existe tres tipos: las amarillas, que se cultivan principalmente en los valles, las rojas y las moradas que se cultivan en condiciones más adversas. Las dos primeras tienen un sabor más ácido, aún tras ser expuestas al sol; las moradas son de sabor dulce, pero el tamaño es menor.

Las preparaciones típicas son similares a las de la papa y otros tubérculos. También se deshidrata y muele para obtener una fécula similar al chuño, llamada khaya.

En Nueva Zelanda, donde se empezó a cultivar a finales del siglo XX, ha tenido muy buena aceptación y es consumida hervida, asada o frita.

- **Comercialización de la Oca**

La oca se encuentra en un mercado en rápida expansión, las características de este producto natural y orgánico y las propiedades que se están comprobando científicamente, hacen de la oca un producto con un gran potencial. La actual tendencia en Europa, EEUU y Japón, donde los consumidores se preocupan mucho por el cuidado de la salud, es el consumo de productos naturales, lo que permite que productos como la oca, con alto valor energético y nutraceúticos.

2.3. Marco Conceptual

Hipocólito: Raíz de apariencia tuberosa y parte comestible de la oca

Extracción: Es una operación de transferencia de materia basada en la disolución de uno o varios de los componentes de una mezcla en un disolvente selectivo.

Caracterización: Es la fijación de las características del material determinado que viene siendo estudiado.

Características organolépticas: Son aquellas particularidades del material analizado que pueden ser determinadas utilizando los órganos de nuestro sentido.

Características físico químicas: Son aquellas particularidades del material analizado que pueden ser determinadas por distintas técnicas de caracterización, de acuerdo al interés que despierte dicho material.

Aceite vegetal: Es una mezcla de compuesto ácidos orgánicos de cadena lateral larga, por lo general entre de 12 átomos hasta 24 átomos de carbono. Algunos de ellos saturados y otros con insaturaciones se obtienen principalmente de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía.

Solvente orgánico: Compuesto químico orgánico de naturaleza líquida muchos de los cuales tienen punto de ebullición menor al punto de ebullición del agua y se les utiliza solos o en combinación con otro para disolver materias insolubles en agua.

Hidrolisis: Acción del agua para separar moléculas en virtud de sus iones hidrogeniones y oxidrilo.

Redox: Reacción de óxido reducción

3.1. Material

3.1.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

Esta investigación es experimental porque establece relaciones causa- efecto para confirmar la veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas y porque se manejarán las variables que intervienen en el proceso de extracción del aceite.

- **Nivel de investigación**

Por la naturaleza de la información buscada este estudio es de nivel básico debido a que a partir de los resultados obtenidos se podría proponer la extracción a mayor escala de este aceite tal vez con fines comerciales.

- **Diseño de la investigación**

Es de diseño experimental por cuanto busca encontrar la dependencia de las variables independientes en función al resultado de la variable dependiente.

3.1.2. La especie estudiada

Para el desarrollo de la parte experimental se trabajó con la especie vegetal *Oxalis tuberosa* que fueron adquiridos en el distrito de Carhuamayo de la Región Junín. Se adquieren 3 Kg de oca fresca de la variedad amarilla e inmediatamente se comienza el tratamiento para la obtención de su aceite.

3.2 Métodos

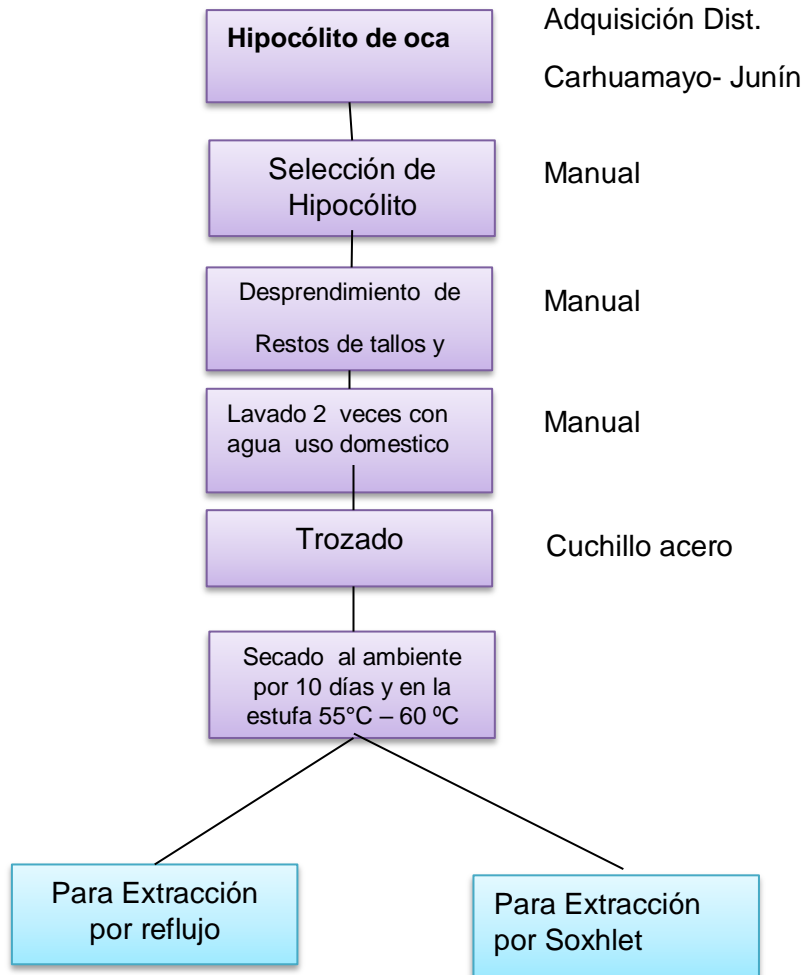
3.2.1. Tratamiento de la Muestra

A. Obtención de oca seca y molida

Para la obtención de oca seca y molida los procesos se señalan en el flujograma siguiente:

FLUJOGRAMA N° 01

PROCESOS PARA OBTENER OCA SECA Y MOLIDA



3.2.2. Caracterización del material seco y molido

A. Análisis Organoléptico

Utilizando los órganos de los sentidos se determinó color, olor, sabor y aspecto.

B. Análisis físico químico

Se determinó:

1º. Determinación de la humedad

- **Método**
Se utilizó el método gravimétrico.
- **Fundamento**
Se fundamenta en la pérdida de agua de la muestra problema por acción de calor proporcionado por una estufa a una temperatura adecuada.
- **Procedimiento**
Se pesan 10 g de la muestra a analizar y se coloca en una cápsula de porcelana de peso conocido, llevarlo a la estufa a 100°C x 2 horas, transcurrido este tiempo se retira y coloca en el desecador hasta que se enfríe. Seguidamente se pesa para determinar la pérdida de peso que será el contenido de humedad y expresarlo en porcentaje.

- **Cálculo:**

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{g perdidas}}{10} \times 100$$

Dónde:

% de Humedad = g de agua por 100 de muestra

g perdidas = g de pérdida de peso

10 = g de muestra analizada

100 = para referir a porcentaje

2º. Determinación de cenizas

Método Gravimétrico

- **Fundamento**
El método se basa en destilación de los componentes orgánicos del material a analizar a una temperatura de 550 - 560 °C y el

residuo de la ignición, parte inorgánica que queda es la ceniza que se pesa y se expresa como %.

- **Procedimiento**

Se cogen entre 5 g del material a analizar (material seco).

Se colocan en una cápsula de peso conocido y se lleva a la acción del calor suave, primero para carbonizar la muestra. Hasta cuando cese el desprendimiento de humo.

La cápsula con el material carbonizado se lleva a la mufla a 550 - 560 °C por 2 horas. Tiempo después del cual se pasa al desecador para que enfríe y posteriormente se pese.

- **Cálculos**

$$\% \text{ Cen} = \frac{\text{Ceniza hallada} \times 100}{5}$$

Dónde:

% Cen = g de cenizas en 100 g del material a analizar

Ceniza hallada = diferencia de peso entre cápsula con cenizas y peso de cápsula vacía.

5 = g de material analizado

100 = para referir a porcentaje

3.2.3. Obtención de aceite de oca

Para la obtención de aceite de oca se utilizan dos métodos el primero por reflujo y el segundo por extracción con el equipo de Soxhlet. En ambos casos se utilizó como solvente etanol y el objetivo es hallar la mejor relación peso de muestra - volumen versus el tiempo de extracción.

- **Extracción por reflujo**

Los procesos ensayados se ilustran en el cuadro siguiente:

Nº PROCESO	PROCESO ESPECIFICO	PESO DE MUESTRA (g)	VOLUMEN DE SOLVENTE (ml)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)
1	A	50	200	120
	B	50	200	180
	C	50	200	240
	D	50	200	300
2	A	50	300	120
	B	50	300	180
	C	50	300	240
	D	50	300	300
3	A	50	400	120
	B	50	400	180
	C	50	400	240
	D	50	400	300
4	A	50	500	120
	B	50	500	180
	C	50	500	240
	D	50	500	300

En el cuadro se quiere indicar que para un mismo peso de muestra 50 g se ensayaron 4 procesos 1, 2, 3 y 4. De cada proceso se ensayaron 4 relaciones de peso de muestra - volumen de solvente. Así; 50 g – 200 ml, 50 g 300 ml, 50 g -400 ml y 50 g 400 ml de solvente respectivamente. Y cada uno de estos ensayos fueron sometidos a tres tiempos de extracción 120, 180, 240 Y 300 minutos respectivamente. El método de extracción es por reflujo que consistió en pesar la muestra a tratar y se colocó en el balón del equipo extractor seguidamente se añadió el volumen de solvente correspondiente, se conectó el refrigerante y se permite el flujo de energía del plato calefactor para iniciar la extracción el tiempo se controla desde la primera gota de solvente refluja hasta la culminación del tiempo previsto en que se desconectó de la energía eléctrica el plato calefactor. Se espera a que enfríe, se filtra recibiendo el filtrado en un vaso de precipitados y se lleva a la estufa a 60-65 °C hasta una reducción de su volumen hasta un cuarto o un quinto de su volumen inicial. y después este extracto es traspasado a un vaso de precipitados de peso conocido y es llevado a la estufa hasta constancia de peso.

- **Extracción con equipo Soxhlet**

Es una extracción continua que se realizó teniendo en cuenta los resultados de la relación peso de muestra – volumen de solvente observada preliminarmente.

Las relaciones peso de muestra – volumen de solvente y tiempo de extracción se presentan en el cuadro siguiente:

Nº DE PROCESO	MUESTRA (g)	VOLUMEN DE SOLVENTE (ml)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)
1	50	200	Por observar
2	50	300	Por observar
3	50	400	Por observar
4	50	500	Por observar

En este proceso de extracción se utilizó un equipo extractor de Soxhlet de 500 ml para los procesos 1 y 2; y para los procesos 3 y 4 el equipo extractor fue de 1000 ml.

Los procesos de extracción del aceite culminan cuando una última exposición del solvente utilizado en el proceso en contacto con el cartucho que contiene el material seco y molido no presenta cambios de coloración alguna lo que es indicador que ya no hay más aceite en el material tratado.

3.2.4. Caracterización del aceite de oca

El aceite de oca obtenido hasta constancia de peso es sometido a las determinaciones siguientes:

- **Características Organolépticas**

Determinación de color y aspecto: 2 ml del aceite muestra analizada se coloca en un frasco vial y se analiza su color y aspecto.

Determinación del sabor. Con un gotero se cogen 3 gotas de la muestra a analizar y se depositaron en la lengua del analista para que evalué el sabor.

Determinación del olor: 2 ml del material a analizar se depositaron en una luna de reloj que se acercó a las fosas nasales del analista para que evalué su olor.

- **Características Físico Químicas**

Se ejecutaran las determinaciones siguientes:

1º. Rendimiento

- ✓ Mide la eficacia del proceso en cuanto a obtención de aceite y se expresa como los ml de aceite obtenido por cada 100 g de material vegetal tratado. El material vegetal puede ser fresco o desecado y molido.

2º. Determinación de Humedad

Por el Método Gravimétrico

- ✓ **Fundamento**

El método se basa en la expulsión del agua del sistema analizado por exposición a temperatura de ebullición del agua lo cual originará una pérdida de peso en el peso inicial de muestra analizada. Que se expresa en %.

- ✓ **Procedimiento**

- 1) Se coge un vaso de precipitados de 50 ml de peso conocido, Se homogeniza la muestra a tratar y se depositan 10.00 ml al vaso de peso conocido.
- 2) Se llevó a la estufa a 100° C por 15 minutos, se retira y se deja enfriar en un desecador.
- 3) Se llevó nuevamente a la estufa 100° C por 15 minutos esta actividad permitió alcanzar constancia de peso. Es decir se comprobó que ya no hay pérdida de peso en el proceso.

- ✓ **Cálculos**

PERDIDA DE PESO x 100

% HUMEDAD = -----

PESO DE MUESTRA

3º. Determinación de la Densidad

Por el Método del Picnómetro

✓ Fundamento

El picnómetro es un instrumento sencillo utilizado para determinar con precisión la densidad de líquidos. Pesando el picnómetro con cada líquido por separado y comparando sus masas. Lo usual es comparar la densidad de un líquido respecto a la densidad del agua pura a una temperatura determinada.

✓ Materiales

Jeringa

Picnómetro limpio y seco.

Vaso de precipitados de 100 ml

✓ Procedimiento

1. Se anotó el valor del volumen del picnómetro que tiene registrado en la pared del frasco.
2. Llevar la balanza a 0.0000g.
3. Se pesó el picnómetro vacío, teniéndose el cuidado de que se encuentre totalmente seco y limpio.
4. Se llenó el picnómetro completamente con agua destilada utilizando una jeringa. Y se colocó su tapón, parte del líquido se derrama y por lo tanto se á seca perfectamente el recipiente por fuera.
5. Pesar el picnómetro con agua destilada. Se repitió esta determinación por tres veces y se obtuvo el promedio de las tres determinaciones como peso del volumen del agua en él picnómetro.
6. El mismo picnómetro se seca a la estufa 50 – 55 ° C por 30 minutos, se pesó.
7. El picnómetro de peso conocido se llena completamente con la muestra (aceite de maca) se seca cuidadosamente y se pesa.

Esta tarea se repitió tres veces. Obteniéndose el peso, promedio de tres determinaciones, del aceite en el volumen del picnómetro.

✓ **Cálculos**

$$D M = P \text{ aceite} / p \text{ del agua}$$

Dónde:

D.M = Densidad de la muestra analizada.

P. aceite = Peso, promedio de tres determinaciones, del aceite analizado

P. agua = Peso, promedio de tres determinaciones, del agua destilada

4º. Determinación de Cenizas

Por el método gravimétrico pirolítico

✓ **Fundamento**

Se basa en la destilación de la materia orgánica del material que se analiza por la exposición a la acción de temperaturas elevadas. (Incineración de materia orgánica).

✓ **Definición**

Las cenizas son los elementos minerales que quedan después de que un material procedente de un organismo vivo es sometido a la incineración de sus compuestos orgánicos; estos elementos estarán transformados como óxidos fuertemente calcinados.

✓ **Procedimiento**

- 1) Se cogen tres capsulas de peso conocido.
- 2) Se colocan 5.00 g del material a analizar que previamente fue homogenizado.
- 3) Se lleva a la plancha calefactora y calentar cuidadosamente hasta carbonizar la materia orgánica

4) Se llevó a la mufla entre 550 – 560° C por dos horas, pasar al desecador para que enfrié y pesar. .

5) se llevó nuevamente a la estufa y volver a calcinar por 30 minutos, se enfrió en el desecador y seguidamente se pesó. El proceso se repitió hasta alcanzar constancia de peso.

✓ **Cálculos**

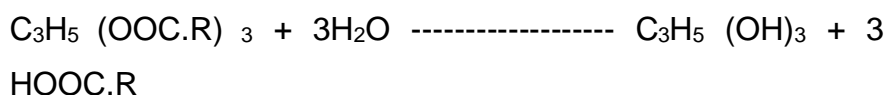
$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de ceniza} \times 100}{\text{Peso de muestra analizada}}$$

5º. Determinación del índice de acidez

Método de análisis volumétrico Acido – Base

✓ **Fundamento**

Consiste en determinar los ácidos grasos libres presentes en los aceites y grasas, que se forman por hidrólisis de los triglicéridos, de acuerdo a la siguiente ecuación:



Los ácidos grasos libres se pueden expresar como índice de acidez o porcentaje de acidez.

✓ **Definición**

Es el número de miligramos de KOH necesarios que se requieren para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de grasa. El % de acidez es el número de gramos de ácidos grasos libres contenidos en 100 gramos de grasa. Generalmente se expresa en ácido oleico.

✓ **Materiales**

Reactivos

1. Solución de NaOH 0,1N
2. Fenolftaleína 1%
3. Alcohol etílico 95% neutralizado hasta color rosa con álcali y fenolftaleína como indicador.

Materiales

- 1) Matraz de Erlenmeyer
- 2) Bureta de 25 ml

✓ **Procedimiento**

- Se pesó 2 g del aceite muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Se añadió 50 ml de alcohol neutralizado y dos unas gotas de indicador fenolftaleína.
- Se tituló con NaOH 0,1 N hasta ligero color rosa.
- El Trabajo se repite dos veces más, se anotan los tres gastos y el promedio de las tres determinaciones se reporta como el consumo de álcali en el material analizado.

✓ **Cálculos**

$$\text{GASTO} \times N \times 56,1$$

$$\text{INDICE DE ACIDEZ} = \text{-----}$$

$$\text{PESO DE MUESTRA}$$

GASTO= promedio de las tres determinaciones

N= Normalidad de solución de NaOH

56.1 = Equivalente químico de KOH

Peso de Muestra = 1 g

6º. Índice de Yodo

Método Volumétrico Redox

✓ **Fundamento**

El método se basa en que los dobles enlaces presentes en el material a analizar reaccionan con una solución de monoclóruo de yodo disuelto en una mezcla de cloroformo y en el ácido acético glacial («solución de Wijs») que se añade en un ligero pero conocido exceso. Se añaden iones de mercurio para acelerar la reacción. Una vez completada la reacción, el exceso de monoclóruo de yodo se trata con solución acuosa de yoduro de potasio liberándose yodo que posteriormente se valora con una solución patrón de Tiosulfato de sodio.

✓ **Definición**

El índice de yodo es una medida del número total de dobles enlaces presentes en grasas y aceites. Se expresa como el número de gramos de yodo que reaccionan con los dobles enlaces presentes en 100 gramos de grasas o de aceites que se analiza. La determinación se lleva a cabo disolviendo una muestra, tras pesarla se incorpora a un disolvente apolar como el cloroformo y luego se añade el ácido acético glacial.

✓ **Materiales**

Materiales

- Matraz de Erlenmeyer
- Bureta
- Probeta
- Vasos de precipitados

Reactivos

- Cloroformo

- Ácido acético
- Yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio
- Almidón

✓ **Procedimiento**

1º Se pesó 1.00 g del aceite muestra a analizar y se deposita en un Erlenmeyer de boca esmerilada de 125 ml.

2º Se añaden 10 ml de cloroformo y luego 10 ml de ácido acético.

3º Se añadió 10 ml del reactivo de Wijs y se dejó en la oscuridad por 1 hora.

4º Se añadió 10 ml de KI al 15 % y seguidamente 50 ml de agua destilada.

5º La solución de yodo que se forma por descomposición del reactivo de Wijs se titula con una solución valorada de Tiosulfato de sodio 0.1 N

6º Paralelamente a lo reportado en los ítems 1º al 5º se corre un blanco conteniendo todo menos la muestra y similar proceso hasta la titulación con Tiosulfato de sodio 0.1 N

✓ **Cálculos:**

$$I.Y = \frac{(VB - VM) \times N \times 0.127g/meq \times 100}{\text{Peso muestra en gramos}}$$

I.Y. = g Yodo absorbidos /100 g de muestra

VB = Vol. de Tiosulfato de sodio gastado en la valoración del blanco.

VM = Vol. de Tiosulfato de sodio gastado en la valoración de la muestra

N= Normalidad del Tiosulfato de sodio

0.127= valor del meq de yodo

Peso de muestra = 1 g

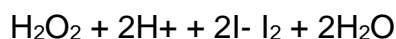
7º. Determinación de Índice de Peróxidos

✓ Definición

El índice del peróxido es el contenido del oxígeno reactivo expresado en término de mili equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa el cual es estimado mediante la titulación de iodo liberado con Tiosulfato de sodio valorado después de que la muestra haya sido tratada bajo condiciones específicas con una solución de ioduro de potasio en ácido acético glacial y nos proporciona información sobre el grado de oxidación de un aceite. La técnica se fundamenta en la reacción del grupo peróxido con yoduro de potasio, formando un alcohol y yodo elemental.

✓ Fundamento

Durante el almacenamiento de los aceites los enlaces insaturados absorben oxígeno y reaccionan analógicamente a los peróxidos. Los peróxidos reaccionan con el ioduro de potasio (IK) en una solución acida de acuerdo a:



El iodo liberado se titula con Tiosulfato de sodio.

✓ Materiales y métodos

Muestra aceite de maca

Sol. de ácido acético glacial

Sol. de cloroformo

Sol. de ioduro de Potasio saturado

Sol. Indicadora de almidón al 1%

Sol. de Tiosulfato del sodio 0.01 N

Erlenmeyer de 250 ml. con tapa esmerilada

Bureta de 25 ml.

Pipetas de 5 a 10 ml.

✓ **Procedimiento**

1º Se pesó 1.00 g de la muestra y se colocó en un Erlenmeyer de 125 ml de tapa esmerilada.

2º de inmediato la muestra pesada se disolvió con 10 ml de cloroformo.

3º Se tapa el Erlenmeyer se agita fuertemente y se deja al abrigo de la luz por 10.

4º Transcurridos los 10 minutos se agregó al Erlenmeyer 50 ml de agua destilada, se tapó y agitó fuertemente.

5º El yodo liberado se titula con una solución de Tiosulfato de sodio 0.01 N, hasta que se torne de un color amarillo pajizo. Seguidamente se agregó la solución indicadora almidón el sistema se torna azul y se continua la titulación con el Tiosulfato de sodio hasta la decoloración del color azul.

6º Paralelo a los procedimientos de los ítems 1º al 5º se corre un blanco en el que solamente se omite la muestra.

✓ **Cálculos**

$$I.P = \frac{(M - B) \times N \times 1000}{W}$$

Dónde: I.P. = Índice de peróxido (meq O₂/kg de grasa)

M = Gasto de la solución de Tiosulfato en la muestra

B = Gasto de la solución de Tiosulfato en el blanco

W = Peso de la muestra en g.

8°. Índice de Saponificación

✓ **Fundamento**

El índice de saponificación se define como el peso en miligramos de hidróxido de potasio necesario para saponificar 1 gramo de grasa.

Si la grasa es aceptablemente pura, el método constituye un sistema de clarificación de los aceites y grasas, puesto que el índice de saponificación está inversamente relacionado con la longitud de los ácidos grasos constituyentes de los glicéridos de la grasa.

✓ **Material**

Balanza analítica.

Bureta

Matraces Erlenmeyer de 250 ml

Pipetas

Placas calefactoras

Equipo de reflujo

✓ **Reactivos**

Ácido clorhídrico 0.1 N

Potasio hidróxido 0.1 N en solvente etanol

Fenolftaleína 1 %

✓ **Procedimiento**

1.- Pesar exactamente alrededor de 2 gramos de muestra en un Erlenmeyer de 250 ml esmerilado.

2.- Añadir 25 ml exactos de potasio hidróxido 0.1 N solución etanólico adaptar el refrigerante de reflujo.

3.- Llevar a ebullición y mantenerla durante 60 minutos.

4.- Retirar de la fuente de calor y añadir 4 o 5 gotas de indicador de fenolftaleína; valorar cuando todavía está caliente con la disolución

de HCl 0.1N

5.- Realizar un ensayo en blanco en las mismas condiciones.

✓ **Cálculos**

El resultado representa los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar 1 gramo de grasa, y se expresa como "Índice de saponificación"

$$\text{Índice de saponificación} = \frac{56.1 \cdot N \cdot (V - V')}{m}$$

Dónde:

N = Normalidad de la disolución de ácido clorhídrico

V = Volumen utilizado (en ml) de disolución de ácido clorhídrico en el ensayo en blanco.

V' = Volumen utilizado (en ml) de disolución de ácido clorhídrico en el ensayo de la muestra.

m = 1 g de muestra

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. 1. Resultados

4.1.1. De la especie estudiada

La especie estudia es el *Oxalis tuberosa* popularmente conocida como oca; se trabajó con la variedad amarilla y fueron obtenidas en la provincia de Carhuamayo de la Región Junín.

4.1.2. Del tratamiento a la especie estudiada

De un kg de oca fresca, sometida a los procesos para este trabajo se obtiene 105.40 g de material seco y molido.

4.1.3. De las características del material seco y molido

- **Del análisis organoléptico**

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 1. Resultados del análisis organoléptico a la oca seca y molida

COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
Ámbar claro	Agradable	Agradable dulzaino y picante	Pulverulen to granuloso

Fuente: La autora

- **Del análisis físico químico**

Los resultados, promedio de tres determinaciones, fueron.

Humedad 9.12 %

Cenizas 3.93 %

4.1.4. De la obtención de aceite de oca

- **De la extracción por reflujo**

Los resultados de los diferentes procesos efectuados se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO N°2. Resultados de la extracción de aceite de oca por el método de reflujo usando como solvente etanol.

N° Proc eso	Proceso especifico	Peso de muestra (g)	Volumen de solvente (ml)	Tiempo de extracción (minutos)	Rendimiento g/%
1	A	50	200	120	2.14
	B	50	200	180	3.08
	C	50	200	240	7.12
	D	50	200	300	8.21
2	A	50	300	120	3.06
	B	50	300	180	5.96
	C	50	300	240	9.31
	D	50	300	300	10.12
3	A	50	400	120	4.23
	B	50	400	180	6.44
	C	50	400	240	11.72
	D	50	400	300	11.90
4	A	50	500	120	4.88
	B	50	500	180	7.36
	C	50	500	240	11.76
	D	50	500	300	11.94

Fuente: La autora

En el cuadro se puede apreciar que el mejor proceso para obtener aceite de oca es el 3C que utiliza 50 g de material seco y molido puesto en contacto con 400 ml de solvente de etanol y es sometido a un tiempo de reflujo de 4 horas que proporciona 11.92 g de aceite de oca. Mientras que utilizando el mismo peso de muestra con 500 ml de solvente con 4 horas de reflujo el rendimiento es de 11.76 % y con 5 horas de reflujo 11.94 % valor muy próximo al obtenido del proceso 3C que consume una hora menos de energía y 100 ml menos de solvente.

- **De la extracción con el equipo de Soxhlet**

Los resultados de la obtención de aceite de oca utilizando el equipo de Soxhlet se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 3: Resultados de la extracción de aceite de oca por el método de Soxhlet usando como solvente etanol

Nº DE PROCESO	MUESTRA (g)	VOLUMEN DE SOLVENTE (ml)	TIEMPO DE EXTRACCION MINUTOS	RENDIMIENTO g/%
1	50	200	190	8.32
2	50	300	260	10.04
3	50	400	240	10.80
4	50	500	300	10.96

Fuente: la autora

En el cuadro se puede apreciar que el mejor rendimiento para obtener aceite de oca es el proceso 4 que rinde 10.96 %, sin

embargo no es muy diferenciado al rendimiento del proceso 3 que rinde 10.88 % y que utiliza 100 ml menos de solvente y 60 minutos menos de exposición al calor por lo que pensamos que más eficiente es el proceso 3.

4.1.5 De las características del aceite de oca

Para esta parte del trabajo se tomó como muestras los aceites de oca extraídos por el método de reflujo del proceso 3D y el extraído por método de Soxhlet del proceso 3.

- **Del análisis organoléptico**

Los resultados lo presentamos en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 4: Resultados del análisis organoléptico de aceite de oca

MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
Reflujo 3D	Ámbar claro	Suigeneris agradable	Untuoso picante	Denso Uniforme
Soxhlet 3	Ámbar claro	Suigeneris agradable	Untuoso picante	Denso Uniforme

Fuente: La autora

En el cuadro se puede apreciar que entre los aceites de oca obtenidos por el método de reflujo y método de Soxhlet las características organolépticas son las mismas.

- **De los análisis Físico Químicos**

Los resultados, promedio de tres determinaciones, se presentan en el cuadro siguiente:

EVALUACION	MUESTRA	
	ACEITE DE OCA POR REFLUJO 3D	ACEITE DE OCA POR E. SOXHLET 3.
RENDIMIENTO	11.90	10.80
HUMEDAD	0.9672	0.9868
DENSIDAD	0.9586	0.9604
CENIZAS	0.0122	0.0121
INDICE DE ACIDEZ	0.4701	0.4622
INDICE DE IODO(g de I/100 de aceite)	72.16	73.78
INDICE PEROXIDOS (meq O₂/Kg)	92.00	89.00
INDICE SAPONIFICACIÓN (mg de KOH/g aceite)	192.2	190.74

4.2. Discusión

En el mundo existe la imperiosa necesidad de dar atención en alimentos y medicamentos a las muchas personas que requieren cada vez más de una buena alimentación, esto ha sido un factor gravitante en el desarrollo de la industria alimentaria y farmacéutica que produjeron grandes volúmenes de productos alimenticios y medicamentosos utilizados inobjetablemente por la población. Sin embargo ya por las dos últimas décadas del siglo XX hasta nuestros días hay preponderancia en retomar el uso de los productos naturales con pretexto de que alimentos y medicamentos

resuelven la problemática de los días de tratamiento, pero a la larga no nos escapamos de sus efectos adversos y que generalmente están relacionados a la presencia de enfermedades degenerativas que se vienen presentando en nuestro medio. La especie *Oxalis tuberosa* es una especie vegetal utilizada desde tiempos inmemorables por los pobladores del antiguo Perú y aun su uso perdura. Son muchos los trabajos de investigación que se han desarrollado en esta especie vegetal y la gran mayoría de ellos para justificar, entre otras, la propiedad reguladora hormonal y aumento de la energía, tanto en el género masculino como femenino como son los trabajos reportados por Lamas⁷ (1994), Sifuentes⁸ (2015), Gonzales⁹ (2014), Yongzh¹¹ (2006), Ruiz¹³ (2005) Brooks¹⁵ (2008) en la mayoría de estos trabajos son los extractos que contienen los compuestos químicos liposolubles los ensayado y reportándose para ello buenos resultados de sus propiedades ensayadas. Esto me llevó a investigar los parámetros óptimos para obtener aceite de oca para lo cual utilizamos etanol como solvente, el uso de este solvente lo justificamos porque después de separar la fracción liposoluble de la oca, destilamos el solvente obteniendo un extracto liposoluble o aceite de oca que aunque tenga vestigios de solvente su ingesta por el ser humano no lo conllevaría a desordenes funcionales del organismo. En los cuadros N° 2 y 3 presentamos los resultados de los procesos ensayados y deducimos que tanto por el método de reflujo como por el método de Soxhlet la relación 50 g de oca seca y molida y 400 ml de etanol por tiempos de extracción de cuatro horas permiten obtener rendimientos de 10.88 y 11.92 % respectivamente. Concluyendo que mejor rendimiento ofrece la extracción por reflujo esto posiblemente porque pequeñas cantidades de componentes liposolubles no son capaces de impartir coloración al solvente etanol y se da por terminado el proceso; mientras que por el método de reflujo la exposición al

calor- solvente es más grande y por mayor tiempo. Ambos productos obtenidos tienen características organolépticas y físico químicas parecidas entre si y ambas con los aceites vegetales de uso doméstico. Por lo que concluimos que estos productos podrían ser encapsulados para ser usados directamente y obtener los beneficios de los compuestos liposolubles de esta especie vegetal.

CONCLUSIONES

- Los métodos óptimos para obtener aceite de oca por método de reflujo son peso de muestra 50 g volumen de solvente etanol 400 ml y tiempo de reflujo 4 horas y por el método de Soxhlet 50 g de muestra 400 ml de solvente y 4 horas de extracción.
- Por el método de extracción por reflujo partir de oca seca y molida se obtiene 11.90 % de aceite y por el método de Soxhlet 10.80 % en ambos casos utilizando como solvente etanol.
- Los aceites de oca obtenidos por ambos métodos presentan características organolépticas propias de un aceite vegetal.
- Las características físicas químicas de aceites de oca obtenidos por ambos métodos los sindicaron como aptos para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

- Capacitar a los estudiantes de Farmacia y Bioquímica, sobre como optimizar la extracción de aceites.
- Investigar el aceite de oca en cuanto a su uso específico como nutraceúticos ya que es un producto que debe conservar todas las propiedades de los metabolitos secundarios de esta especie vegetal.
- Investigar el subproducto que queda como material de desecho después de haber separado el aceite de oca.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Lourteig, A. 2000. Oxalis L. subgéneros Monoxalis (Small) Lourt., Oxalis y Trifidus Lourt. *Bradea* 7(2): 201–629.
2. Zuloaga, F. O., O. Morrone, M. J. Belgrano, C. Marticorena & E. Marchesi. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107(1–3): i–xcvi, 1–3348.
3. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2014. *Cat. Pl. Vasc. Bolivia*, *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 127(1–2): i–viii, 1–1744. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
4. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2015 en adelante. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia (adiciones).
5. Zuloaga, F. O., O. Morrone, M. J. Belgrano, C. Marticorena & E. Marchesi. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107(1–3): i–xcvi, 1–3348.
6. Lourteig, A. 2000. Oxalis L. subgéneros Monoxalis (Small) Lourt., Oxalis y Trifidus Lourt. *Bradea* 7(2): 201–629.
7. Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2015 en adelante. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia (adiciones).
8. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2014. *Cat. Pl. Vasc. Bolivia*, *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 127(1–2): i–viii, 1–1744. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
9. Brako, L. & J. L. Zarucchi. (eds.) 1993. *Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru*. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 45: i–xl, 1–1286.
10. Lourteig, A. 2000. Oxalis L. subgéneros Monoxalis (Small) Lourt., Oxalis y Trifidus Lourt. *Bradea* 7(2): 201–629.
11. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2015 en adelante. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia (adiciones).
12. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2014. *Cat. Pl. Vasc. Bolivia*, *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 127(1–2): i–viii, 1–1744. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

13. Macbride, J. F. 1949. Oxalidaceae. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13(3/2): 544–608.
14. Hokche, O., P. E. Berry & O. Huber. (eds.) 2008. Nuevo Cat. Fl. Vasc. Venez. 1–859. Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Caracas.
15. Lourteig, A. 2000. Oxalis L. subgéneros Monoxalis (Small) Lourt., Oxalis y Trifidus Lourt. Bradea 7(2): 201–629.
16. Brako, L. & J. L. Zarucchi. (eds.) 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: i–xl, 1–1286.
17. Lourteig, A. 2000. Oxalis L. subgéneros Monoxalis (Small) Lourt., Oxalis y Trifidus Lourt. Bradea 7(2): 201–629.
18. Zuloaga, F. O., O. Morrone, M. J. Belgrano, C. Marticorena & E. Marchesi. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 107(1–3): i–xcvi, 1–3348.
19. Lock O. “Investigaciones Fitoquímicas” Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1992.
21. Chang Raymond y COLLEGE Williams. “Química”. 2002. 7 a Edición. Ed. Mac GRAW- Hill. México D.F. 35. Harris D. “Análisis Químico Cuantitativo” 2da Edición. Editorial Reverte S.A. 2001.
22. Skook-Wets-Holler. “Fundamentos de Química Analítica Cuantitativa”. Editorial Reverte S.A. 2003.

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DE Oxalis tuberosa (**OCA**)

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS SECUNDARIA	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTE
Cuáles son los parámetros óptimos para obtener y cuáles son las características del aceite esencial de Oxalis tuberosa?.	Determinar los parámetros óptimos para obtener aceite de oca y fijar cuales son las características de este producto.	Ho: La extracción por reflujo con etanol como solvente permite un rendimiento de entre 6.5 – 8.5 % de aceite de oca. H1: La extracción por reflujo con etanol como	Determinar los parámetros óptimos: peso de material, volumen de solvente y tiempo de extracción para obtener aceite de oca.	- Las características organolépticas del aceite de oca: color amarillo tenue, aspecto homogéneo oleoso, sabor algo picante y olor agradable y suigeneris lo indica como un buen producto.	Independiente Oxalis tuberosa (oca)	Características morfológicas	Órganos de los sentidos	Experimental

		solvente no permite un rendimiento de entre 6.5 – 8.5 % de aceite de oca.	-Determinar las características organolépticas y físico químicas del aceite de oca.	-Las características físicas químicas del aceite de oca lo sindicaron como un aceite vegetal apto para consumo humano.	Variables dependientes-- Relación peso de material-Solvente– tiempo de extracción.	g/ml/minutos color, olor, sabor y aspecto	Equipo reflujo/Soxhlet	Experimental
					Carac. del aceite:			Experimental
					Organolépticas	Rendimiento	Org. De sentidos	Experimental
						-Humedad		Experimental
						-Densidad		Experimental
						- Acidez	-Balanza analítica	Experimental
						- Cenizas	-Balanza analítica	Experimental
					Física químicas	-Índice de peróxido	-Picnómetro	Experimental
						- Índice de iodo	-Titulación	Experimental
						- Índice de saponificación	-Balanza analítica	Experimental
							-Titulación	Experimental
							-Titulación	Experimental
							-Titulación	Experimental

