

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**“EXTRACCIÓN DE FLAVONOIDES DE LA CEBOLLA ROJA
(Allium cepa L.) EN UN EQUIPO SOXHLET CON MEZCLA DE
SOLVENTES ETANOL – AGUA”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR

TERRONES RODRIGUEZ EDGAR ANTONIO

ASESOR

ING° LIDA SANEZ FALCÓN

CALLAO – DICIEMBRE – 2018

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por el señor Bachiller **TERRONES RODRIGUEZ EDGAR ANTONIO** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING° JULIO CÉSAR CALDERÓN CRUZ	PRESIDENTE
ING° MARÍA ESTELA TOLEDO PALOMINO	SECRETARIA
ING° VICTORIA YSABEL ROJAS	VOCAL
ING° LIDA SANEZ FALCÓN	ASESORA

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 1 de Tesis con Ciclo de Tesis Folio N° 46 y Acta N° 45 de fecha **VEINTISIETE DE NOVIEMBRE DE 2018**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 309–2017–CU de fecha 24 de octubre de 2017 y su Cuarta Disposición Transitoria.

DEDICATORIA

**Dedicado a Dios, mis padres,
hermanos, mi pequeña.**

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción de la realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3. Objetivos de la investigación	13
1.3.1. Objetivo General	13
1.3.2. Objetivos Específicos	13
1.4. Limitantes de la investigación	13
1.4.1. Teórica	13
1.4.2. Espacial	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Marco teórico	15
2.2.1. Cebolla	15
2.2.2. Origen e historia	15
2.2.3. Clasificación taxonómica	16
2.2.4. Partes de la cebolla	17
2.2.5. Composición Nutricional	18
2.2.6. Variedades de cebollas en Perú	20
2.2.7. Los flavonoides	21
2.2.8. Métodos para extracción de flavonoides	28
2.2.9. Espectrofotometría UV – Visible	35
2.3. Definiciones y términos	37
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	39
3.1. Hipótesis general	39
3.2. Hipótesis específicas	39
3.2.1. Capítulos fuera de variables (cualitativos)	39
3.2.2. Capitulo dentro de variables (Cuantitativo)	40

3.3. Operacionalización de las variables	42
IV. METODOLOGÍA	43
4.1. Tipo y diseño de la investigación	43
4.1.1. Tipos de la investigación	43
4.1.2. Diseño de la investigación	44
4.2. Población y muestra	47
4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental	48
4.3.1. Técnicas para la recolección de datos	48
4.3.2. Instrumentos para la recolección de datos	49
4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo	50
4.5. Análisis y procedimiento de recolección de datos	50
4.5.1. Recopilación de información	50
4.5.2. Revisión de la información	51
4.5.3. Formulación y validación del proceso	51
4.5.4. Métodos de recolección de datos cualitativos y cuantitativos	51
4.5.5. Análisis Estadístico	64
V. RESULTADOS	66
5.1. Resultados descriptivos	66
5.1.1. Análisis granulométrico de la harina de la cáscara de la cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)	66
5.1.2. Porcentaje de Humedad de la harina de la cáscara de la cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.)	66
5.2. Resultados inferenciales	66
5.3. Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis	70
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	75
6.1. Contrastación de hipótesis	75
6.2. Contrastación de resultados con otros resultados con otros estudios similares	75
6.3. Responsabilidad ética	76
VII. CONCLUSIONES	77
VIII. RECOMENDACIONES	78
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXO 1	82
ANEXO 2	83

ANEXO 3

84

ANEXO 4

85

FIGURAS

	Pág
2.1 : Bulbo de cebolla roja (<i>Allium Cepa</i> L.)	18
2.2 : Variedades de cebollas en Perú	21
2.3 : Estructura básica de los flavonoides	23
2.4 : Estructura básica de los flavonoides y las diferentes subclases	23
2.5 : Estructura molecular base de la flavanona	24
2.6 : Estructura molecular del dihidroflavonol	24
2.7 : Estructura molecular del flaván – 3,4 – diol	25
2.8 : Estructura molecular de la flavona	25
2.9 : Estructura molecular del flavonol	26
2.10 : Estructura química de los flavonoles más comunes	27
2.11 : Estructura química de los principales glicósidos de quercetina	27
2.12 : Esquema del extractor soxhlet	32
2.13 : Partes del extractor soxhlet	32
3.1 : Relación de las variables de la investigación	41
4.1 : Diseño de la investigación	45
4.2 : Diseño experimental	46
4.3 : Cáscara de la cebolla roja	52
4.4 : Estufa, determinación porcentaje de humedad de la harina de la cáscara de la cebolla roja	54
4.5 : Desecadores	54
4.6 : Tamizado de la harina de la cascara de la cebolla roja	55
4.7 : Harina de cascar de cebolla, sellada	56
4.8 : Extractor Soxhlet de laboratorio de alimentos – UNAC	58

TABLAS

	Pág
2.1 : Clasificación taxonómica de la cebolla (<i>Allium Cepa</i> L.)	16
2.2 : Composición Nutricional del bulbo de la cebolla	19
2.3 : Composición química del bulbo de cebolla (en 100g de porción comestible)	20
2.4 : Variedades de cebolla por región en Perú	22
2.5 : Propiedades fisicoquímicas del etanol	35
4.1 : Tiempo de extracción a las diferentes condiciones establecidas	57
4.2 : Composición molar en volumen vs concentración de flavonoides (mg/ml) a 85°C	61
4.3 : Composición molar en volumen vs concentración de flavonoides (mg/g) a 85°C	62
4.4 : Composición molar en volumen vs concentración de flavonoides (mg/ml) a 90°C	62
4.5 : Composición molar en volumen vs concentración de flavonoides (mg/g) a 90°C	63
4.6 : Composición molar en volumen vs rendimiento de extracción	64
5.1 : Análisis granulométrico	66
5.2 : Porcentaje de humedad	67
5.3 : Tabla de composiciones de la mezcla etanol-agua a distintas temperaturas	71
5.4 : Tabla de densidades a las diferentes fracciones molares en volumen de solventes a 20°C	72
5.5 : Tabla de las diferentes fracciones molares en peso de solventes a 20°C	74
5.6 : Tabla de las temperaturas de ebullición de la mezcla a cada composición	74

CUADROS

	Pág
3.1 : Operacionalización de las variables	42

GRAFICOS

	Pág
5.1 : % Extracción de flavonoides vs mezcla solventes (etanol – agua) a 85°C	67
5.2 : % Extracción de flavonoides vs mezcla solventes (etanol – agua) a 90°C	68
5.3 : % Extracción de flavonoides vs temperatura (60% etanol: 40% agua)	69
5.4 : % Extracción de flavonoides vs temperatura (70% etanol: 30% agua)	69
5.5 : % Extracción de flavonoides vs temperatura (80% etanol: 20% agua)	70
5.6 : % Temperatura vs composición	72

RESUMEN

En la presente tesis se ha establecido las condiciones más favorables para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) en un equipo de extracción Soxhlet con mezcla de solventes Etanol : Agua (80% : 20%). La muestra experimental estuvo conformada por diez gramos de harina de la cáscara de la cebolla con un porcentaje de humedad de 5 y un tamaño de partícula de número de malla 60 (Tamiz USP), de la cual se hizo un análisis en laboratorio con protocolo de espectrofotometría obteniendo un contenido de 150,9 mg/g de flavonoides totales expresados en quercetina.

Se realizaron tres corridas experimentales para la extracción de flavonoides obteniendo 127,54 mg/g de flavonoides totales expresados en quercetina, en el extracto de mayor concentración.

Las condiciones que favorecieron una mayor concentración en la extracción fueron: Una temperatura de operación de 90°C, con una mezcla de 80% de Etanol y 20% de Agua, a un tiempo de extracción de 110 minutos.

ABSTRACT

In this thesis the most favorable conditions for the extraction of flavonoids from the outer envelope of red onion (*Allium cepa* L.) in a Soxhlet extraction equipment with solvent mixture Ethanol : Water (80% : 20%) have been established. The experimental sample consisted of ten grams of onion peel flour with a humidity percentage of 5 and a particle size of 60 mesh number (USP sieve), from which an analysis was made in laboratory with protocol of spectrophotometry obtaining a content of 150,9 mg/g of total flavonoids expressed in quercetin.

Six experimental runs were carried out for the extraction of flavonoids obtaining 127,54 mg/ml of total flavonoids expressed in quercetin, in the highest concentration extract.

The conditions that favored a greater concentration in the extraction were: An operating temperature of 90°C, with a mixture of 80% Ethanol and 20% Water, at an extraction time of 110 minutes.

INTRODUCCIÓN

La cebolla roja (*Allium Cepa* L.) es la segunda hortaliza más consumida a nivel mundial (Guerrero Riaño, Polo Mendoza, Villa Sarmiento, y Torres Jiménes, 2002). Ha sido utilizada como un recurso importante tanto en el campo gastronómico, como en el médico y farmacéutico (Bystrická, Musilová, Vollmannová, Timoracká, y Kavalcová, 2013; Rose, Whiteman, Moore, y Zhu, 2005). Éstas han sido utilizadas como aditivos naturales para retrasar el deterioro de los alimentos (Navas, Carrasquero – Durán, y flores, 2006). Por otra parte, hay evidencia de efectos benéficos para la salud, tales como antialérgico, antiinflamatorio, cardioprotector, vasodilatador, anticancerígeno y propiedades antioxidantes (Shon, Choi, Kahng, Nam, y Sung, 2004)

Los flavonoides son metabolitos secundarios en las plantas, responsables de la pigmentación de las flores. En la actualidad, se conoce su uso como antioxidante y antiinflamatorio (Jan y Badar, 2012). Las cebollas son ricas en flavonoides y en compuestos azufrados (Block, 1985; Lim, 2014). Posee una concentración de flavonoides superior con respecto a otros vegetales. Entre los principales se encuentran la quercetina, la isoramnetina y el kaempferol (Benítez García, 2011). Los derivados de la quercetina son los encargados de dar el color amarillo a la cebolla blanca, mientras que las antocianinas dan el color purpura a la cebolla roja.

La finalidad de esta investigación es determinar un proceso de extracción considerando parámetros adecuados para la obtención de flavonoides a partir de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La producción agrícola de la cebolla tiene un rol muy importante como fuente de alimento y calidad de vida, siendo su consumo recomendado por la presencia de polifenoles tales como los flavonoides que tienen propiedades (Griffiths, G et al., 2002) antioxidantes, anticancerígenas y antiinflamatorias y son por consiguiente de importancia para la salud humana y de aplicación industrial en alimentos procesados.

Pero no debería ignorarse la contaminación que produce, tanto en el campo de cultivo como en los lugares de distribución y comercialización. Las capas que envuelve al fruto, conocidas como catáfilas o cáscaras, al finalizar el ciclo de cultivo y entrando en la etapa de post cosecha, suelen ser retiradas manualmente del resto del bulbo, constituyéndose en pérdidas para los productores al convertirse en residuos orgánicos que no se venden ni industrializan y que además son fuente de contaminación. En esa cadena de comercialización la cebolla vuelve a ser sometida a clasificación, operación que incluye el retiro de más catáfilas exteriores con el propósito de mejorar la presentación del producto ante el consumidor, generando abundantes desperdicios que se queman.

Por ello, en la presente tesis se pretende restituir al residuo su calidad de recurso y extraer del mismo los flavonoides presentes.

Considerando lo anterior es necesario buscar métodos analíticos simples, rápidos y sensibles para extraer los flavonoides en la cáscara de la cebolla que validen su calidad.

Se han usado diferentes técnicas para extraer flavonoides presentes en la cebolla y su eficiencia del proceso de extracción depende del tiempo, la temperatura, la proporción de disolventes y el tamaño de partícula (Grosso et al., 2005)

En estos últimos tiempos se ha recurrido a los macerados con los cuales se tienen bebidas alcohólicas con contenido de estos flavonoides. Pero todos estos procesos son del tipo artesanal y en estos tiempos, en

que la comercialización de los flavonoides de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) se vende como cápsulas no son muy recomendados. Es así que se están haciendo extracciones sólido-líquido utilizando equipos de arrastre como el soxhlet cuando se trata a nivel de laboratorio.

La extracción por solventes de flavonoides utiliza a nivel mundial el ciclohexano cuando se desarrollan actividades a nivel industrial, pero este compuesto, así como otros hidrocarburos son muy contaminantes.

En el Perú dado que la producción de etanol es favorable, proveniente de la caña de azúcar se vio conveniente usarlo como alternativa en distintas proporciones. Por esta razón se está viendo como una oportunidad aprovechar el etanol para mezclarlo con agua en la extracción de flavonoides de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)

Por lo tanto, existe la necesidad de establecer las condiciones favorables para la extracción de flavonoides de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) en un equipo soxhlet con mezcla etanol – agua.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles serán las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol – agua?

1.2.2 Problemas específicos

- 1)** ¿Cuál será la proporción de la mezcla de solventes etanol – agua que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación?
- 2)** ¿Qué temperatura de operación favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Establecer las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol – agua.

1.3.2. Objetivos Específicos

- 1) Determinar la proporción de la mezcla de solventes que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación
- 2) Determinar la temperatura de operación que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) que será sometida a experimentación

1.4. Limitantes de la investigación

1.4.1. Teórica

La limitante teórica está dada por la escasa referencia bibliográfica sobre estudios experimentales de la extracción de flavonoides de la cáscara de la cebolla roja, siendo preciso resaltar que los estudios existentes corresponden a información que en la actualidad según investigaciones ha sido cambiante.

1.4.2. Espacial

La limitante espacial se da, porque inicialmente las aspiraciones eran de abarcar el estudio a toda la población de cebollas rojas peruanas existentes, sin embargo, por las limitaciones logísticas y económicas que no están disponibles se optó por la cebolla roja de Arequipa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

De acuerdo a las diversas referencias bibliográficas se ha considerado las que para nosotros son las investigaciones más selectivas e importantes, las cuales proporcionan perspectivas teóricas y metodológicas convenientes.

Según Anyuri Fajardo – Romero, Álvaro Arroyo – Rivera y Juan Sebastián Ramirez – Navas (2016) En su artículo de investigación “Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de la cebolla roja” la extracción de flavonoides totales expresados en quercetina mediante el método UVC (ultrasonido, vórtex y centrífuga) de unas muestras de cáscaras congeladas de la cebolla roja, dieron mejor resultado que las muestras a temperatura ambiente.

Escarleth del Carmen Contreras Puentes, Juan Diego Ruiz Pérez (2012). En su tesis dónde comparan dos tipos de extracción para el aceite esencial, por un lado, usando un equipo soxhlet y otro un rotavapor, recomiendan que para usar el equipo de extracción soxhlet se deben realizar estudios para lograr la separación del solvente del aceite esencial, mejorando la calidad y la comercialización del mismo.

José C. Meneses – Reyes, Ramón M. Soto – Hernández, Teodoro Espinosa – Solares, Martha E. Ramirez – Guzmán (2008). En el artículo de investigación “Optimización del proceso de extracción de flavonoides de flor de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) Señalan que las condiciones óptimas de extracción de flavonoides a partir de manzanilla son tratamiento de 1 h a $70 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, proporción de disolventes de 80 : 20 (metanol: agua), empleando un tamaño de partícula grande ($> 2,00$ mm, donde existen flores liguladas)

Daniela Varas Pacheco (2004) En su tesis “Análisis de flavonoides en plantas medicinales del sur de Chile con técnica HPLC determinó la concentración de cinco diferentes flavonoides: Kamferol, Luteolina, Myricetina, Quercitina y Rutina, mostrando mediante estudios que la

espectrofotométricos y cromatográficos son una buena alternativa de cuantificación de flavonoides.

Rengifo Penadillo Roger Antonio (2013) En la Revista Farmaciencia, utilizó diferentes pruebas de identificación de grupos fenólicos y de flavonoles y para la cuantificación de estos últimos se usó estándar de quercetina. Los resultados indican que el extracto etanólico de propóleos contiene en su composición flavonoides al presentar respuestas positivas en todas las pruebas realizadas.

S. Martinez – Flores, J. González – Gallejo, J. M. Culebras y M. J. Tuñón (2002) En su artículo de investigación señalan las propiedades y acciones antioxidantes de los flavonoides además de resaltar que algunos flavonoides poseen acciones prooxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Cebolla

Forma parte de la familia de las liliáceas, a la que pertenece también el ajo y el puerro. Es una planta bienal de tallo subterráneo y reducido.

El bulbo no es una raíz, sino un engrosamiento subterráneo del tallo de la planta. La verdadera raíz está formada por los filamentos que nacen en la parte inferior del bulbo.

La planta de la cebolla contiene esencias volátiles sulfurosas que le confieren el sabor picante característico; uno de los componentes de estas esencias se disuelve con rapidez en agua y produce ácido sulfúrico; éste puede formarse en la película lacrimal que recubre el ojo, y por eso se llora al cortar cebolla.

2.2.2. Origen e historia

Valadez, 1998, menciona que hasta la fecha no se sabe con certeza cuál es el origen de la cebolla, citando a Jones y Mann, 1963, lo reporta como originaria del oeste de Asia. Incluso la Biblia hace referencia de la

cebolla, mencionándola como alimento en Egipto (año 3 000 a. de C.); posteriormente el cultivo de la cebolla se extendió a la india en el año 600 a. de C. asimismo las propiedades curativas de esta hortaliza fueron ensalzadas por Hipócrates de Cros, eminente medico griego de la antigüedad.

Izquierdo y col, 1992, informan que la cebolla es una especie que se cultiva desde épocas remotas. Fue domesticada simultáneamente en varios lugares y se supone que haya ocupado una vasta región en el oeste de Asia. Extendiéndose posteriormente a Palestina y a la India.

2.2.3. Clasificación taxonómica

Hanelt (1990) revisó y resumió la clasificación botánica de los Alliums, el género se sitúa en el siguiente contexto taxonómico.

TABLA 2.1

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CEBOLLA (*Allium Cepa* L.)

Reino	<i>Plantae</i>
Sub. Reino	<i>Embriofita</i>
División	<i>Magnolophyta</i>
Sub. División	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Superorden	<i>Liliiflorae</i>
Orden	<i>Asparagales</i>
Familia	<i>Alliaceae</i>
Género	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium cepa</i>
Variedad	<i>Allium cepa var. Cepa</i>

Fuente : Moreiras y col., 2016

Valadez (1998) informa que la cebolla es una planta bianual, monocotiledónea, de la cual se desarrolla el bulbo que es la parte comestible, en su primera etapa de crecimiento, y los vástagos o tallos florales en la segunda etapa.

Dentro de la variedad botánica, la cebolla pertenece a la especie *typicum* Regel, a las cuales corresponden la mayoría de los germoplasmas comunes. Algunos especialistas describen la cebolla como una planta con un comportamiento bianual, aunque persiste vegetativamente a través del bulbo (Sarita 1991, Acosta et al. 1993) Comercialmente, la cebolla para la producción de bulbos es considerada un cultivo anual (Reís, 1982)

2.2.4. Partes de la cebolla

- a) Raíz.-** Guenko (1983) menciona que el sistema de raíces es muy fibroso y ramificado, las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano y que todas las raíces son adventicias, el sistema de raíces puede alcanzar un crecimiento lateral de 40 a 45 cm y 85 a 90 cm de profundidad.
- b) Tallo.-** Valadez (1998) menciona que el tallo es muy rudimentario y pequeño porque alcanza unos cuantos milímetros de longitud; realmente se llama falso tallo al conjunto de hojas que forman el punto apical.
- c) Hoja.-** Weaver (1985) menciona que después de la aparición de la primera hoja verdadera las nuevas hojas aparecen cada 7 a 10 días pudiendo formarse en total entre 13 y 18 hojas, distribuidas de la siguiente manera: 3 a 4 formando la cubierta externa del bulbo o cascara; 3 a 5 visibles que cumplen con la función de fotosíntesis y cuya parte basal engrosada constituyen el bulbo; 2 a 4 hojas engrosadas no visibles y dentro del bulbo; y 5 a 6 dentro del bulbo, pero no desarrolladas.
- d) El bulbo o fibra.-** Corrales (1999) describe que el bulbo de la cebolla es un órgano constituido por túnicas, catáfila o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior y vienen a ser la parte basal de las hojas engrosadas.

Anculle, 1995, menciona que el bulbo de la cebolla es un órgano constituido por túnicas, catáfilas o escamas concéntricas, carnosas,

delgadas y transparentes al exterior y viene hacer la parte basal de las hojas envainadoras.

FIGURA 2.1

BULBO DE CEBOLLA ROJA (*Allium Cepa* L.)



Fuente : AGAP (Asociación de Gremios, Productores agrarios del Perú), 2016

2.2.5. Composición Nutricional

En la composición de las cebollas se ha de tener en cuenta su apreciable aporte de fibra, su contenido en minerales y vitaminas.

La cebolla contiene minerales, como calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio y zinc y nitrógeno, también contiene vitaminas como vitamina A, vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico.

Las vitaminas catalizan las reacciones en el organismo, son esenciales para muchas funciones del cuerpo, son efectiva en pequeñas cantidades, pero necesarias. También destaca por su contenido en potasio, porque 100 g de cebolla aportan 157 mg de potasio. El potasio ayuda a mantener la presión osmótica en la célula, es un catalizador para llevar a cabo algunas reacciones energéticas y ayuda a mantener la presión sanguínea.

Las cebollas además son ricas en flavonoides y en compuestos azufrados (sulfóxido alquilmisteína), responsables de su aroma. Entre los flavonoides, los antocianos son los responsables del color rosado o

violáceo de determinadas variedades de cebolla; pero sobre todo destaca el contenido en quercetina con una importante función antioxidante (Block, E. 1985)

En la **Tabla 2.2** se presenta la composición nutricional del bulbo de la cebolla.

TABLA 2.2
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BULBO DE LA CEBOLLA

	Por 100 g de porción comestible	Por unidad mediana (150 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	23	35	3.000	2.300
Proteínas (g)	1,4	2,1	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,3	100-117	77-89
AG saturados (g)	Tr	Tr	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	Tr	Tr	67	51
AG poliinsaturados (g)	Tr	Tr	17	13
ω -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	3,5	5,3	375-413	288-316
Fibra (g)	1	1,5	>35	>25
Agua (g)	93,9	160	2.500	2.000
Calcio (mg)	114	171	1.000	1.000
Hierro (mg)	1,5	2,3	10	18
Yodo (μ g)	—	—	140	110
Magnesio (mg)	—	—	350	330
Zinc (mg)	—	—	15	15
Sodio (mg)	220	330	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	392	588	3.500	3.500
Fósforo (mg)	46	69,0	700	700
Selenio (μ g)	0,7	1,1	70	55
Tiamina (mg)	0,04	0,06	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,06	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,4	0,6	20	15
Vitamina B ₅ (mg)	0,1	0,15	1,8	1,6
Folatos (μ g)	16	24,0	400	400
Vitamina B ₁₂ (μ g)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	19	28,5	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μ g)	0	0	1.000	800
Vitamina D (μ g)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	Tr	Tr	12	12

Fuente : EFSA (European Food Safety Authority), 2010

En la **Tabla 2.3** se presenta la composición química del bulbo de cebolla

TABLA 2.3
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BULBO DE CEBOLLA (en 100g de porción comestible)

Agua	90 g
Energía	20 – 40 kcal
Proteína	0,9 – 1,6 g
H de Carbono	3,5 – 10 g
Fibra	1,8 g
Ca	28 mg
K	170 mg
Grasa total	0,20 g
Cenizas	0,60 g
Quercetina	20,3 mg

Fuente : Moreiras y col., 2016

2.2.6. Variedades de cebollas en Perú

Las variedades de cebolla son numerosísimas y presentan bulbos de diversas formas y colores. Pueden ser clasificadas desde diferentes puntos de vista: criterio fitogeográfico y ecológico, forma y color del bulbo, modo de multiplicación, tiempo en que se consume el producto, criterio comercial y de utilización del producto.

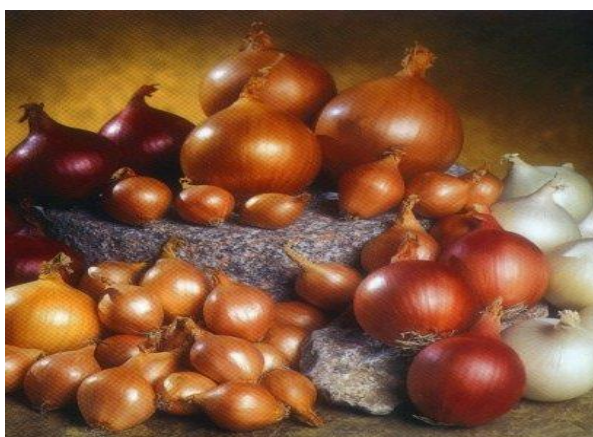
El primer criterio es el único que puede considerarse científico y al mismo tiempo práctico, ya que implica el estudio del óptimo climático y ecológico de las distintas variedades y es de gran importancia en la aclimatación de las mejores variedades y en la creación de otras nuevas mediante cruzamiento.

La producción nacional de cebollas se orienta principalmente a cubrir el mercado interno, siendo la cebolla roja la principal variedad producida, dado su arraigado consumo entre la población peruana.

La producción de cebollas se concentra principalmente en Arequipa, departamento que participa con más del 60% de la producción nacional. En el año 2004 produjo 332.5 mil TM en 9.7 mil hectáreas de cultivo. La producción de cebolla se ha incrementado en los últimos 15 años en casi 400%, de 125 mil toneladas a 600 mil toneladas anuales. (*Ministerio de Agricultura, Comunidad Andina, Proyectos – Estadística*)

FIGURA 2.2

VARIEDADES DE CEBOLLAS EN PERÚ



Fuente : AGAP (Asociación de Gremios, Productores agrarios del Perú), 2016

En la **Tabla 2.4 (Ver pag. Nº 22)** se mencionan algunas variedades para cada región en el Perú

2.2.7. Los flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos que se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza.

Estos compuestos fueron descubiertos por el premio Nobel Szent – György, quien en 1930 aisló de la cáscara del limón una sustancia, la citrina, que regulaba la permeabilidad de los capilares.

TABLA 2.4

VARIEDADES DE CEBOLLA POR REGIÓN EN PERÚ

COSTA	SIERRA	SELVA
Roja Arequipeña Roja Roja creole Crystal white Blanca río grande.	Roja Arequipeña	Roja Arequipeña Sintese 39 roja Crystal white

Fuente : AGAP (Asociación de Gremios, Productores agrarios del Perú), 2016

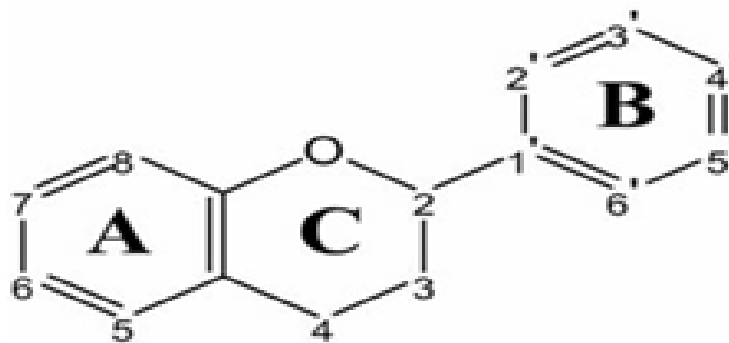
Se han identificado más de 5.000 flavonoides diferentes. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, siendo la quercetina el predominante con un valor medio de 16 mg/día.

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición. Hendrich (2006)

- a) Estructura química.**- Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C6–C3–C6), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano (heterocíclico). Los átomos de carbono en los anillos C y A se numeran del 2 al 8, y los del anillo B desde el 2' al 6' **(Ver Figura 2.5 pag. Nº 24)** La actividad de los flavonoides como antioxidantes depende de las propiedades redox de sus grupos hidroxifenólicos. Esta estructura básica permite una multitud de patrones de sustitución y variaciones en el anillo C – 3
- b) Clasificación de los flavonoides.**- Los flavonoides están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y representan dos tercios de todos los polifenoles ingeridos en la dieta, mientras que los ácidos fenólicos constituyen el tercio restante (Scalbert et al., 2000) Entre los

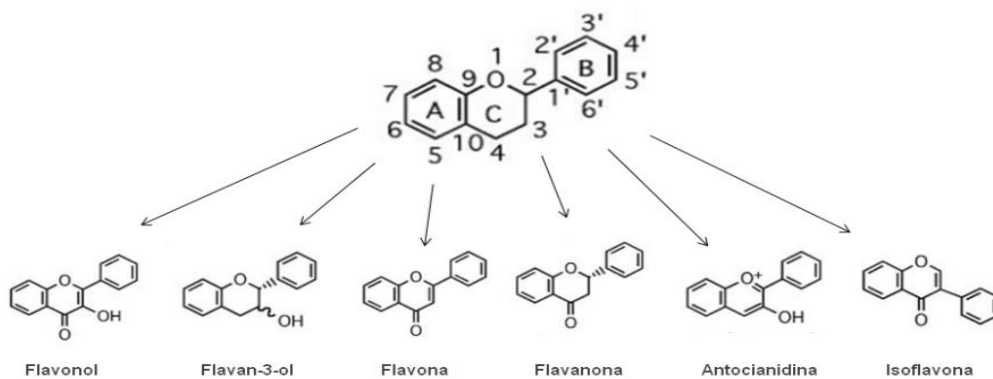
flavonoides, la quercetina representa el principal flavonol en la dieta (Hertog et al., 1996) Existe una creciente evidencia de que la absorción y biodisponibilidad y, por lo tanto, la actividad de los compuestos fenólicos y los flavonoides dependen, en gran medida, de su estructura química. Según Romo de Vivar, los flavonoides se pueden clasificar dependiendo de la estructura de su esqueleto base, teniéndose, así:

FIGURA 2.3
ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS FLAVONOIDES



Fuente : Kumar S & Pandey AK, 2013

FIGURA 2.4
ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS FLAVONOIDES Y LAS DIFERENTES SUBCLASES

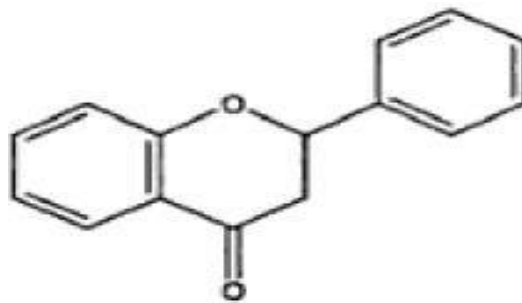


Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

- 1) **Flavanona.**- Cuando la estructura base posee un grupo carbonilo en la posición cuatro. Son precursores de otros flavonoides más complejos.

FIGURA 2.5

ESTRUCTURA MOLECULAR BASE DE LA FLAVANONA

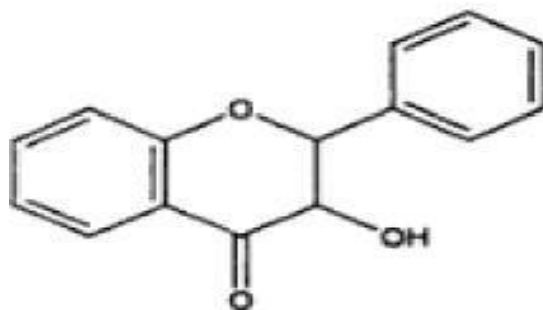


Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

- 2) **Dihidroflavonol.**- Cuando además de poseer la estructura base un carbonilo, se hidroxila la posición tres.

FIGURA 2.6

ESTRUCTURA MOLECULAR DEL DIHIDROFLAVONOL

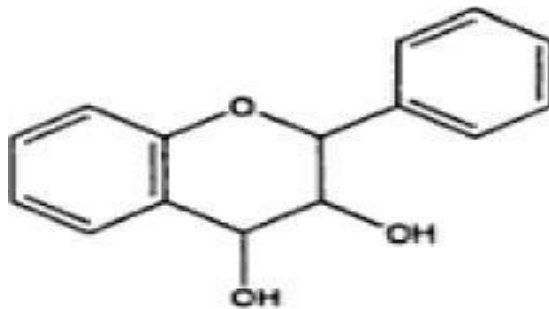


Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

- 3) **Flaván-3,4-diol.**- Cuando en el dihidroflavonol se reduce el grupo carbonilo de la posición cuatro.

FIGURA 2.7

ESTRUCTURA MOLECULAR DEL FLAVÁN-3,4-DIOL

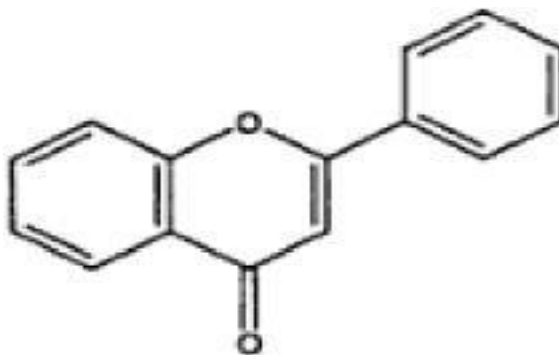


Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

- 4) **Flavona**.- Cuando se introduce un doble enlace entre las posiciones dos y tres de la flavanona. Son amarillas y pueden estar en algunas flores o frutos. Son frecuentes en los tejidos jóvenes, se encuentran tanto en estado libre como en forma de heterósidos. La intensidad de su color amarillo aumenta con el número de grupos hidroxilos y el incremento del pH

FIGURA 2.8

ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA FLAVONA

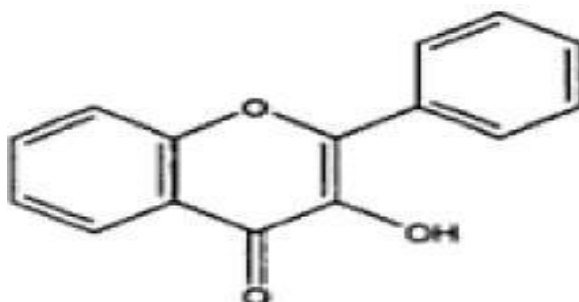


Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

- 5) **Flavonol**.- Cuando se introduce un doble enlace entre las posiciones dos y tres del dihidroflavonol.

FIGURA 2.9

ESTRUCTURA MOLECULAR DEL FLAVONOL



Fuente : Soriano Menéndez C., 2012

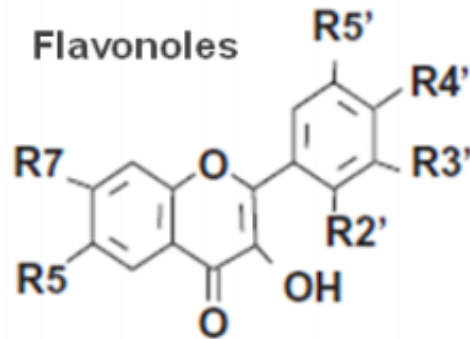
Los flavonoles son los flavonoides más ampliamente distribuidos en las plantas que forman parte de la dieta. Pueden variar en su color desde el blanco hasta el amarillo. Están representados principalmente por la quercetina, el kaempferol y la miricetina. La isorramnetina, el derivado metilado de la quercetina es también bastante común. Soriano C, 2012

De todos los flavonoides encontrados en la dieta, la quercetina es el más ampliamente distribuido. Está presente en diversas frutas y verduras, pero en alta concentración ($200 - 1\ 000\ \mu\text{g g}^{-1}$) especialmente en las cebollas (*Alium cepa*), (Crozier A, 1997; Hertog, 1992). En un reciente estudio publicado por (Sultana et al., 2008), el nivel de los flavonoles fue determinado en 22 plantas (9 vegetales, 5 frutas, y plantas medicinales). Las concentraciones más altas se detectaron en la planta medicinal moringa (*Moringa oleífera*; $68\ \mu\text{g g}^{-1}$) seguida de la fresa (*Fragaria spp.*; $40\ \mu\text{g g}^{-1}$), la higuera sagrada (*Ficus religious*; $12\ \mu\text{g g}^{-1}$), las espinacas (*Spinaceae oleraceae*; $19\ \mu\text{g g}^{-1}$) y la coliflor (*Brassica oleraceae*) ($18\ \mu\text{g g}^{-1}$)

Los flavonoles se encuentran en las plantas casi siempre en forma de conjugados glicosilados. Los principales flavonoles en la cebolla son quercetina-4'-O-glucósido y quercetina-3,4'-O-diglucósido y en menor cantidad, la isorramnetina-4'-Oglucósido (Mullen et al., 2004)

FIGURA 2.10

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS FLAVONOLES MÁS COMUNES

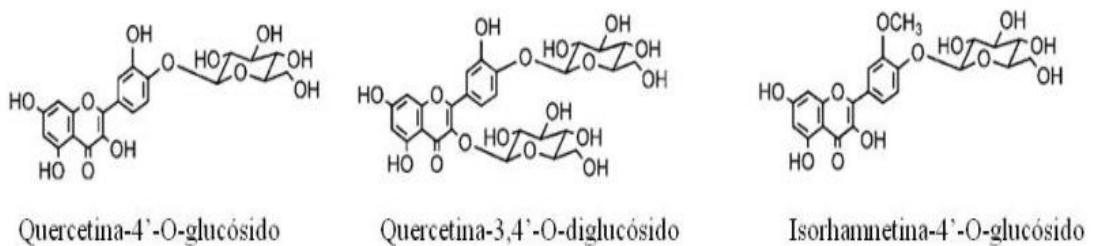


	R2'	R3'	R4'	R5'	R5	R7
3-OH-flavona	H	H	H	H	H	H
Quercetina	H	OH	OH	H	OH	OH
Kaempferol	H	H	OH	H	OH	OH
Miricetina	H	OH	OH	OH	OH	OH
Isorhamnetina	H	OCH ₃	OH	H	OH	OH
Tamarixetina	H	OH	OCH ₃	H	OH	OH
Morina	OH	H	OH	H	OH	OH
Fisetina	H	OH	OH	H	H	OH

Fuente : Perez Vizcaino, 2010

Figura 2.11

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES GLICÓSIDOS DE QUERCETINA



Fuente : Soriano C, 2012

2.2.8. Métodos para extracción de flavonoides

Para la extracción de los principios activos a base de material vegetal existen diferentes métodos de extracción, los cuales necesitan de un líquido extractivo que va a depender del procedimiento técnico y de la naturaleza química del principio activo.

Existen diferentes clases de extracción y se clasifican en: maceración, percolación, decocción, infusión y digestión (Soto, 2014)

a) Extracción por maceración natural.- Ara Roldán, Alfredo (1994), nos menciona dos tipos de maceración concerniente a recursos naturales que son :

1) Maceración fría.- Hay ocasiones en que el calor puede alterar o hacer que se pierdan algunos de los principios activos de una planta, pero éstos pueden disolverse en agua si permanecen el suficiente tiempo en contacto con ella. Para las flores y hojas, procederemos dejando en un recipiente la cantidad de planta y agua apropiadas durante unas doce horas.

Si se trata de tallos y raíces, serán convenientes veinticuatro horas. En ambos casos debemos procurar que el recipiente esté bien tapado y al abrigo de la luz, si se trata de cristal. Se tomará siempre a temperatura ambiente.

2) Maceración caliente.- Se procederá igual que en el caso de la maceración fría, pero manteniendo el agua caliente sin llegar hervir, para lo cual necesitaríamos un calentador con termostato. Con algunas raíces, cortezas y tallos suele ser recomendable dejar en maceración fría la planta antes de su decocción o prolongar el tiempo de reposo de la misma antes del filtrado y la toma.

También nos menciona que para lograr el proceso de maceración se coloca el material vegetal en forma de trozos o polvo, según sea la conveniencia.

La maceración se realiza a temperatura ambiente y los líquidos que con más frecuencia se utilizan son el agua y el alcohol o

combinación de ambos, aunque también pueden emplearse vinos tintos o blancos.

El tiempo total de maceración está en dependencia del tipo de planta, parte de la misma o del principio activo a extraer. La proporción más usada es de 1 : 20 vegetal/líquido.

- b) Extracción por percolación.-** Este método consiste en que el menstro atraviesa la masa de droga pulverizada siempre en un solo sentido, de tal modo que el equilibrio entre el solvente dentro y fuera del marco nunca se alcanza, por lo que la droga estará bañada siempre por nuevas proporciones de menstro, cediendo todos sus componentes de manera progresiva (Soto, 2014).
- c) Extracción por decocción.-** Es una maceración realizada a una temperatura suave que oscila alrededor de los 50°C a 60°C. Al aumentar medianamente la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, puesto que disminuye la viscosidad del solvente lo que hace que éste pueda ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos (Soto, 2014)
- d) Extracción por infusión.-** Es el proceso en cual se somete a la droga previamente humedecida al contacto con el solvente a una temperatura igual a la de ebullición del agua por 10 cinco minutos, se deja enfriar hasta temperatura ambiente y se prepara al 5% (Soto, 2014)
- e) Extracción por digestión.-** Es una maceración realizada a una temperatura suave que oscila alrededor de los 50°C a 60°C. Al aumentar medianamente la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, puesto que disminuye la viscosidad del solvente lo que hace que éste pueda ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos (Soto, 2014)
- f) Extracción por ultrasonido.-** El ultrasonido se aplica como una alternativa de extracción o para asistir en procesos de extracción de componentes volátiles de plantas, incluyendo aceites esenciales. La proporción en la composición de los extractos y rendimientos de estos

depende de la temperatura a la que se lleve a cabo el proceso y del disolvente o mezcla que se utilicen. En general la aplicación de ultrasonido de baja o alta intensidad incrementa la eficiencia de la extracción y reduce el tiempo de la misma, también reduce el riesgo de degradación térmica cuando la extracción se realiza a 25°C (Piñeiro, 2005; Peredo et al., 2009)

- g) Extracción por microondas.-** Es una técnica muy prometedora porque es rápida (p. ej. 20 – 30 min. en discontinúo), usa pequeñas cantidades de disolventes en comparación con la extracción Soxhlet, permite un control completo de los parámetros de extracción (tiempo, energía, temperatura), permite hacer extracciones a alta temperatura. Respecto a los inconvenientes que hacen que no sea una técnica de gran aceptación podemos citar que necesita disolventes polares, es necesaria la limpieza de los extractos porque las microondas son muy eficientes extrayendo y la instrumentación necesaria es cara (Piñeiro, 2005)
- h) Extracción por fluidos supercríticos.-** La extracción por fluidos supercríticos en una operación unitaria que explota el poder de un disolvente de fluidos supercríticos en condiciones encima de su temperatura y presión crítica, permite obtener extractos libres de solventes, la extracción es más rápida en comparación a la utilización de solventes orgánicos convencionales el uso de CO₂ en el método de fluidos supercríticos, logra una alta selectividad de micro-componentes valiosos en productos naturales. La selectividad del CO₂ también es apropiada para la extracción de aceites esenciales pigmentos, carotenoides, antioxidantes, anti – microbianos, y sustancias relacionadas que son usadas como ingredientes en alimentos, medicina y perfumería (Velásquez, 2008; Peredo et al., 2009)
- i) Extracción por soxhlet.-** La extracción sólido – líquido, se usa a menudo para extraer un producto natural a partir de su fuente natural, tal como una planta. Según Anderson Guarnizo, Pedro Martínez; se

escoge un solvente que selectivamente disuelva el compuesto deseado pero que deje los sólidos insolubles indeseados en la fuente natural. Un aparato de extracción continuo sólido – líquido llamado extractor Soxhlet se usa muy comúnmente en un laboratorio de investigación de productos naturales.

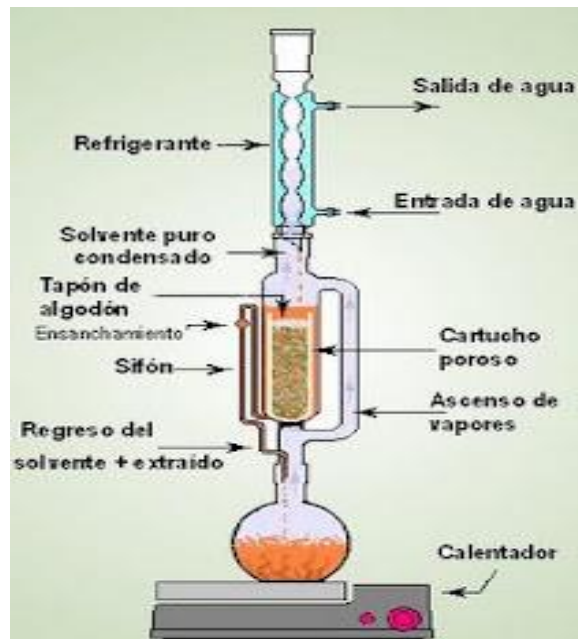
La extracción Soxhlet consiste en el lavado sucesivo de una mezcla sólida con un determinado solvente (etanol) que va “lavando o extrayendo” de la mezcla, los componentes más solubles en él. Mediante el lavado sucesivo de una mezcla, se puede extraer de ella componentes cuya solubilidad en el solvente extractor es muy baja, debido al efecto acumulado de las múltiples extracciones.

Entre sus ventajas se incluye que permite el uso de grandes cantidades de muestra (p. ej. de 10 a 30 g, la técnica no es dependiente de la matriz y que muchos extractores Soxhlet pueden utilizarse sin controlarlos continuamente, de hecho, existen algunos sistemas comerciales automáticos. Entre sus inconvenientes, se puede destacar, largos tiempos de extracción (p. ej. > 24 – 48 h), uso de grandes volúmenes de disolvente, y la necesidad de concentración después de la extracción (Piñeiro, 2005) A continuación en la **Figura 2.12 (Ver pag. Nº 32)** se ilustra al extractor en mención

La extracción sólido – líquido, se usa a menudo para extraer un producto natural a partir de su fuente natural, tal como una planta. Según Anderson Guarnizo, Pedro Martínez; se escoge un solvente que selectivamente disuelva el compuesto deseado pero que deje los sólidos insolubles indeseados en la fuente natural. Un aparato de extracción continuo sólido-líquido llamado extractor Soxhlet se usa muy comúnmente en un laboratorio de investigación de productos naturales.

FIGURA 2.12

ESQUEMA DEL EXTRACTOR SOXHLET



Fuente : Anderson Guarnizo, Pedro Martínez

FIGURA 2.13

PARTES DEL EXTRACTOR SOXHLET



Fuente : Anderson Guarnizo, Pedro Martínez

En la **Figura 2.13 (Ver pag N° 32)** el equipo Soxhlet tiene como función recircular los vapores condensados con ayuda de un sifón a la fuente de disolvente que se encuentra en evaporación continua, arrastrando consigo los principios activos de la materia prima contenido en los cartuchos desechables. La capacidad aproximada en un equipo de laboratorio es de 500 ml de volumen primario con una recirculación de 100 ml cada cinco minutos aproximadamente en estado estable.

La velocidad de reflujo depende directamente de la eficiencia y el tamaño del condensador. La sustancia sólida se introduce en un cartucho poroso (generalmente hecho con papel de filtro, que permite al solvente entrar y salir reteniendo al sólido) que se coloca dentro del recipiente (B) Se adosa un balón (C) a dicho recipiente donde se coloca el volumen de solvente que se utilizará en la extracción. Por el extremo superior del recipiente (B), se coloca un condensador (D)

El solvente se calienta, los vapores ascienden por el tubo (E), condensan en el refrigerante (D) y caen dentro del recipiente (B) impregnando al sólido que se encuentra en el cartucho (A) EL recipiente (B) se va llenando lentamente de líquido hasta que llega al tope del tubo (F) y se descarga dentro del balón (C) repite automáticamente hasta que la extracción se completa. El solvente de extracción se evapora, recuperando así a la sustancia deseada (Adriana C, 2012)

a) Características para la extracción del equipo soxhlet.- Para la extracción con el equipo Soxhlet se deben tener en cuenta: la selección del solvente, la matriz sólida y las condiciones de operación. Adriana C, 2012

b) Selección del solvente.- Adriana C. (2012) menciona que debe seleccionarse un solvente conveniente de tal forma que ofrezca el mejor balance de varias características deseables :

- 1) Alto límite de saturación y selectividad respecto al soluto por extraer
- 2) Coeficiente de distribución
- 3) Solubilidad del solvente

- 4) Capacidad para producir el material extraído con una calidad no alterada por el disolvente
- 5) Estabilidad química en las condiciones del proceso.
- 6) Baja viscosidad, baja presión de vapor, baja toxicidad e inflamabilidad
- 7) Baja densidad y baja tensión superficial
- 8) Facilidad y economía de recuperación y bajo costo

Por consiguiente, hablaré a continuación sobre el solvente de la mezcla en mayor proporción.

- c) **Etanol.**- Su fórmula química es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ principal producto de las bebidas alcohólicas. El compuesto químico etanol, conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78°C y punto de fusión de $-114,1^\circ\text{C}$. Es altamente inflamable, soluble en agua en cualquier proporción, reacciona violentamente con oxidantes fuertes y lentamente con hipoclorito cálcico, óxido de plata y amoníaco.

El etanol es el alcohol que se encuentra en bebidas como la cerveza, la sidra, el Vino tinto/vino y el brandy. Debido a su bajo punto de congelación, ha sido empleado como fluido en termómetros para medir temperaturas inferiores al punto de congelación del mercurio, -40°C , y como anticongelante en radiadores de automóviles.

Normalmente el etanol se concentra por destilación de disoluciones diluidas. El de uso comercial contiene un 95% en volumen de etanol y un 5% de agua. Ciertos agentes deshidratantes extraen el agua residual y producen etanol absoluto. El etanol tiene un punto de fusión de $-114,1^\circ\text{C}$, un punto de ebullición de $78,5^\circ\text{C}$ y una densidad relativa de $0,789^\circ\text{C}$ a 20°C

La producción de etanol es un ejemplo de cómo la ciencia, la tecnología, la agricultura y la industria deben trabajar en armonía para transformar un producto agropecuario en un combustible.

TABLA 2.5

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL ETANOL

Estado de agregación	Líquido
Apariencia	Incoloro
Densidad	810 Kg/m ³ ; (0,810 g/cm ³)
Masa molecular	46,07 uma
Punto de fusión	158,9 K (-114,11°C)
Punto de ebullición	351,6 K (78,6°C)
Temperatura crítica	514 K (241°C)
Presión crítica	63 atm

Fuente : Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo

2.2.9. Espectrofotometría UV – Visible

El fundamento de la espectroscopia se debe a la capacidad de las moléculas para absorber radiaciones, entre ellas las radiaciones dentro del espectro UV – Visible. Las longitudes de onda de las radiaciones que una molécula puede absorber y la eficiencia con la que se absorben dependen de la estructura atómica y de las condiciones del medio (pH, temperatura, fuerza iónica, constante dieléctrica), por lo que dicha técnica constituye un valioso instrumento para la determinación y caracterización de compuestos.

Las moléculas pueden absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna. Cuando la luz (considerada como energía) es absorbida por una molécula se origina un salto desde un estado energético basal o fundamental E_1 , a un estado de mayor energía (estado excitado), E_2 . Y solo se absorberá la energía que permita el salto al estado excitado. Cada molécula tiene una serie de estados excitados (o bandas) que la distingue del resto de moléculas. Como consecuencia, la absorción que a distintas longitudes de onda presenta una molécula esto es, su espectro de absorción constituye una señal de identidad de la misma. Por último, la molécula en forma excitada libera la energía absorbida hasta el estado energético fundamental.

En espectroscopia el termino luz no solo se aplica a la forma visible de radiación electromagnética, sino también a las formas UV e IR, que son invisibles. En espectrofotometría de absorbancia se utilizan las regiones del ultravioleta (UV cercano, de 195 – 400 nm) y el visible (400 – 780nm)

a) Instrumentación para la medición de absorbancias de luz visible y ultravioleta: Espectrofotómetro UV – Visible.-

La medición de absorbancia de la luz por las moléculas se realiza en unos aparatos llamados espectrofotómetros. Aunque pueden variar en diseño, en especial con la incorporación de ordenadores para el análisis de datos, todos los espectrofotómetros constan, según se indica a continuación :

- 1) **Una fuente de energía radiante.-** Lámpara de deuterio y tungsteno
- 2) **Un monocromador para la selección de radiaciones de una determinada longitud de onda.-** Filtros, prismas, redes de difracción
- 3) Un comportamiento donde se aloja un recipiente transparente (cubetas o tubos) que contenga la muestra. Pueden ser de vidrio, cuarzo o plástico transparente. Para medir en UV se deben usar las de cuarzo o sílice fundido, porque el vidrio no transmite la radiación UV
- 4) Un detector de luz y un amplificador convertidor de las señales luminosas en señales eléctricas
- 5) Un registrador o sistema de lectura de datos

b) Fundamentos del método :

- 1) **Ley de Beer – Lambert.-** La ley de Beer – Lambert, afirma que la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de la especie absorbente.

Definida en la ecuación siguiente :

$$A = \epsilon . c . b$$

Donde :

ε : absortividad molar $(\frac{L}{mol \cdot cm})$

c : concentracion sustancia $(\frac{mol}{L})$

b : longitud del camino óptico(cm)

2.3. Definiciones y términos

- a) **Extracción.**- La extracción es una operación de separación por transferencia de materia en la que se ponen en contacto dos fases inmiscibles con objeto de transferir uno o varios componentes de una fase a otra. Si la mezcla original está en fase sólida y se pretende separar de ella un componente (solute) de otro (inerte) mediante su contacto con una fase líquida (disolvente) que lo disuelve selectivamente, se habla de una extracción sólido – líquido o lixiviación.
- b) **Selectividad.**- Primera propiedad que se estudia para decidir la aplicabilidad de un solvente.

Se define como la capacidad de un solvente para extraer un componente de una solución con preferencia a otro.

Para todas las operaciones de extracción útiles la selectividad debe ser mayor de uno, cuanto más mejor. Si la selectividad es uno, la separación no es posible. (Robert E. Treybal, Operaciones de transferencia de masa, 2^{da} Edic.)

- c) **Coefficiente de Distribución (K).**- Es un factor importante que influye en la selectividad, se calcula con la siguiente ecuación :

$$K: \frac{\text{fraccion masa del soluto en el extracto}}{\text{fraccion masa del soluto en el refinado}}$$

Son deseables altos valores de K, dado que se requerirá menor cantidad de solvente para determinado grado de extracción. (Robert E. Treybal, Operaciones de transferencia de masa, 2^{da} Edic.)

- d) Solubilidad.**- La solubilidad es la medida o magnitud que indica la cantidad máxima de soluto que puede disolverse en una cantidad determinada de solvente y a una temperatura dada. Las unidades de expresión para la solubilidad son variadas, en general se expresa en g/l (gramos/litros). El aumento de la temperatura, muchas veces origina que líquidos ligeramente solubles se conviertan en líquidos miscibles a una temperatura alta apropiada. Pero hay compuestos como las sales de calcio (acetato de calcio, sulfato de calcio) que son más solubles en frío que en caliente. (Gaston Pons Muzzo, libro Fisicoquímica, 1975)
- e) Polaridad.**- Es una propiedad de las moléculas que representa la separación de las cargas eléctricas en la misma. Al formarse una molécula de modo covalente el par de electrones tiende a desplazarse hacia el átomo de mayor electronegatividad, siendo esta la capacidad para atraer hacia sí los electrones de un enlace químico (Raymond Chang, "Química", 9^{na} Edic. pag. 369)
- f) Temperatura de operación.**- Es la temperatura de ebullición de la mezcla etanol-agua. Alcanzándose cuando la presión de vapor iguala a la presión atmosférica externa (Raymond Chang, "Química", 9^{na} Edic. pag. 520)

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general

Las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) deben considerar una mezcla de 60% de etanol y 40% de agua, a una temperatura de operación de 75°C, además de un tiempo total de 120 minutos para un tamaño de partícula de número de malla igual a 40 (TAMIZ USP)

3.2. Hipótesis específicas

- 1) La proporción de la mezcla de solventes etanol – agua que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) será una mezcla de 60% de etanol y 40% de agua.
- 2) La temperatura de operación que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa* L.) será 75°C

3.1.1. Capítulos fuera de variables (cualitativos)

Son el tipo de variables que como su nombre lo indica expresan distintas cualidades, características o modalidad. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría, y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos. Dentro de ellas podemos distinguir :

- a) **Variables cualitativa ordinal o variable cuasicuantitativa.**- La variable puede tomar distintos valores ordenados siguiendo una escala establecida, aunque no es necesario que el intervalo entre mediciones sea uniforme.
- b) **Variable cualitativa nominal.**- En esta variable los valores no pueden ser sometidos a un criterio de orden, como por ejemplo los colores.

En nuestro trabajo de investigación desarrollado en la presente tesis, encontramos la variable cualitativa nominal del color.

A través de la coloración identificamos la presencia de flavonoides en el extracto obtenido, mediante pruebas con diferentes reactivos.

3.1.2. Capítulo dentro de variables (Cuantitativo)

Son las variables que toman como argumentos, cantidades numéricas, son variables matemáticas. Las variables cuantitativas además pueden ser :

- a) **Variables discretas.**- Es la variable que por su naturaleza solo pueden tomar ciertos valores muy específicos.
- b) **Variable continua.**- Es la variable que puede adquirir una gama de valores dentro de un intervalo especificado. Por ejemplo la masa, la altura, etc. Solo está limitado por la precisión del aparato medidor, en teoría permiten que exista un valor entre dos variables.

En nuestro trabajo de investigación desarrollado en la presente tesis, encontramos las variables cuantitativas siguientes :

- a) Proporción de la mezcla de solventes etanol –agua
- b) Temperatura de operación.
- c) Tiempo de operación
- d) Tamaño de partícula.
- e) Humedad porcentual

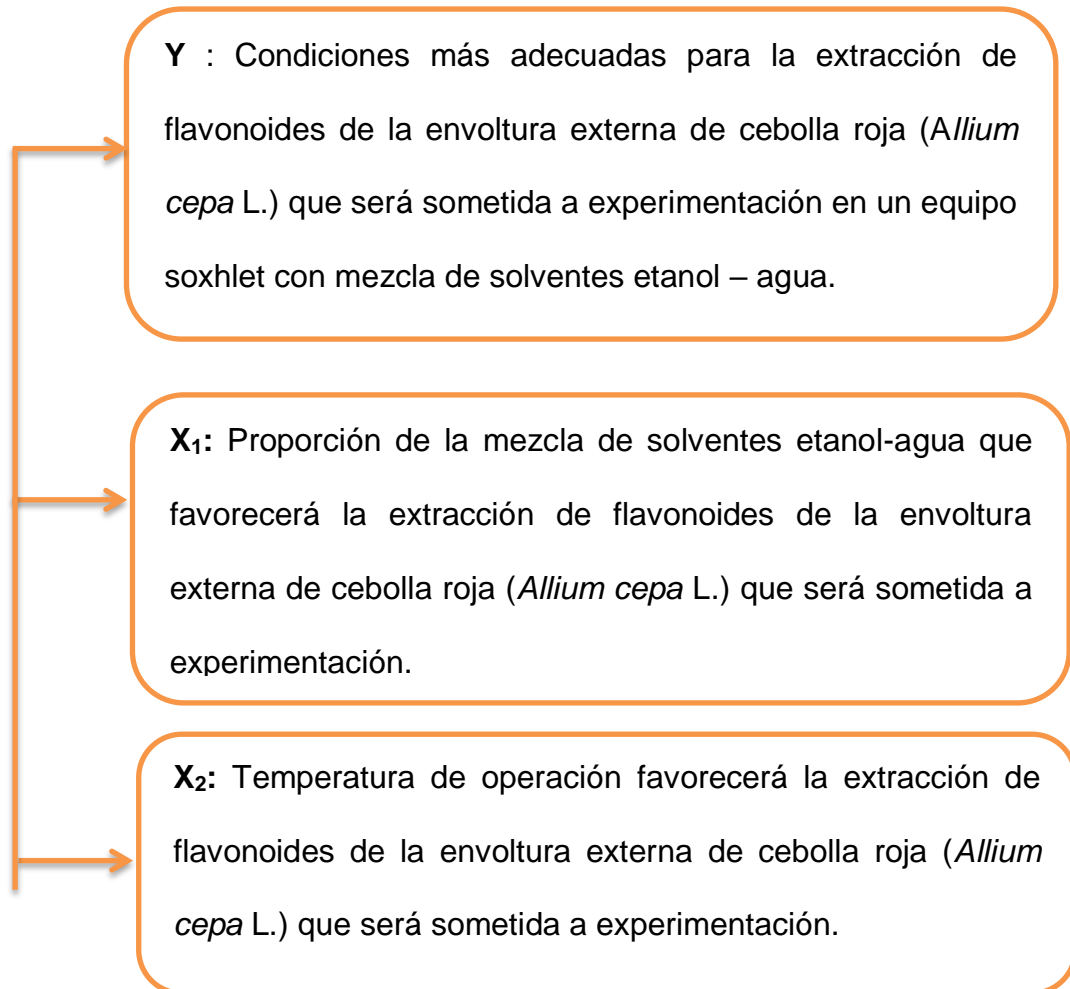
A continuación se define cada variable, en mención : Definición conceptual de las variables

- a) La presente investigación se caracteriza por ser longitudinal estudiando la variable a lo largo del tiempo establecido, por ser éste el determinante en la relación causa efecto.
- b) Por su naturaleza, todas las variables identificadas son del tipo cuantitativas. Por su dependencia Y es dependiente, y las variables X_1 , X_2 son independientes.

Es decir : $Y = f(X_1, X_2)$. La **Figura 3.1 (Ver pag N° 41)** muestra la relación entre las variables.

FIGURA 3.1

RELACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente : Elaboración propia

3.2. Operacionalización de las variables

En el **Cuadro 3.1** se observa la operacionalización de variables :

CUADRO 3.1
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
Y = Condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) que será sometida a experimentación en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol-agua.	– Composición de flavonoides	– Concentración de flavonoides. – Rendimiento de extracción – Tiempo de extracción – Temperatura de operación – Proporción de solventes	Ensayos experimentales de extracción con equipo soxhlet.
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
X₁ = Proporción adecuada de la mezcla del solvente: etanol – agua	– Proporción de solventes	– Composición (% volumen)	Ensayos experimentales de extracción con equipo soxhlet.
X₂ = Temperatura adecuada de extracción	– Temperatura de operación	– Temperatura (°C)	Ensayos experimentales de extracción con equipo soxhlet.

Fuente : Elaboración propia

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo y diseño de la investigación

4.1.1. Tipos de la investigación

a) Según la finalidad.- Teniendo en cuenta la finalidad que persigue, la investigación se puede dividir en básica y aplicada.

1) Investigación básica (pura).- Se define como aquella actividad orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y nuevos campos de investigación sin un fin práctico específico e inmediato (De la Orden, 1985) Tiene como fin crear un cuerpo de conocimiento teórico sobre los fenómenos educativos, sin preocuparse de su aplicación práctica. Se orienta a conocer y persigue la resolución de problemas amplios y de validez general (Fox, 1981, 128)

2) Investigación aplicada.- Tiene como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a transformar las condiciones del acto didáctico y a mejorar la calidad educativa.

b) Por su diseño interpretativo.- De acuerdo con este criterio, la investigación puede clasificarse en: exploratoria, descriptiva, explicativa y experimental.

1) Investigación exploratoria.- Tiene carácter provisional en cuanto se realiza para obtener un primer conocimiento de la situación donde se piensa realizar una investigación posterior. Puede ser de carácter descriptivo o explicativo, o ambos a la vez.

2) Investigación descriptiva.- Tiene como objetivo central la descripción de los fenómenos. Se sitúa en el primer nivel de conocimiento científico.

Utiliza métodos descriptivos como la observación, estudios correlacionales, de desarrollo, etc.

3) Investigación explicativa o confirmatoria.- Su objetivo es la explicación de los fenómenos y el estudio de sus relaciones para

conocer su estructura y los aspectos que intervienen en la dinámica de aquéllos.

4) Investigación experimental.- Estudia las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental con la finalidad de control de los fenómenos. Se fundamenta en la manipulación activa y el control sistemático. Se aplica a áreas temáticas susceptibles de manipulación y medición.

c) Según el carácter de la medida.- Hace referencia a los dos enfoques históricos de investigación en las ciencias sociales: el cuantitativo y el cualitativo.

1) Investigación cuantitativa.- Se centra fundamentalmente en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación de los fenómenos educativos, utiliza la metodología empírico-analítica y se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos. Es la modalidad de investigación que ha predominado en educación.

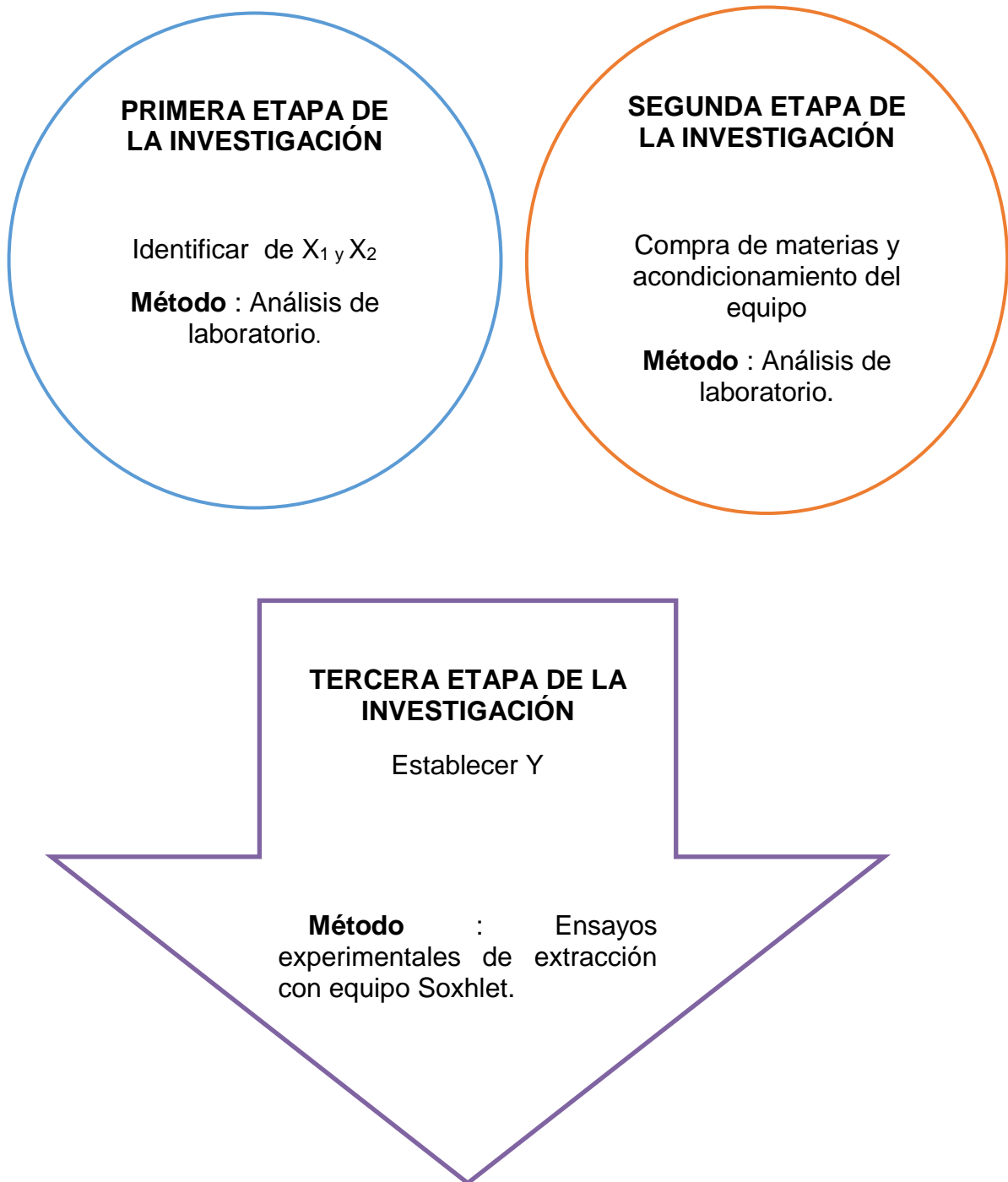
2) Investigación cualitativa.- Se orienta al estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social. Utiliza la metodología interpretativa (etnografía, fenomenología, interaccionismo simbólico, etc.), su interés se centra en el descubrimiento de conocimiento, el tratamiento de los datos es básicamente cualitativo.

4.1.2. Diseño de la investigación

Esta investigación se realizará en el laboratorio de investigación de Química de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química, en la Universidad Nacional del Callao y se desarrollará en tres etapas :

FIGURA 4.1

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

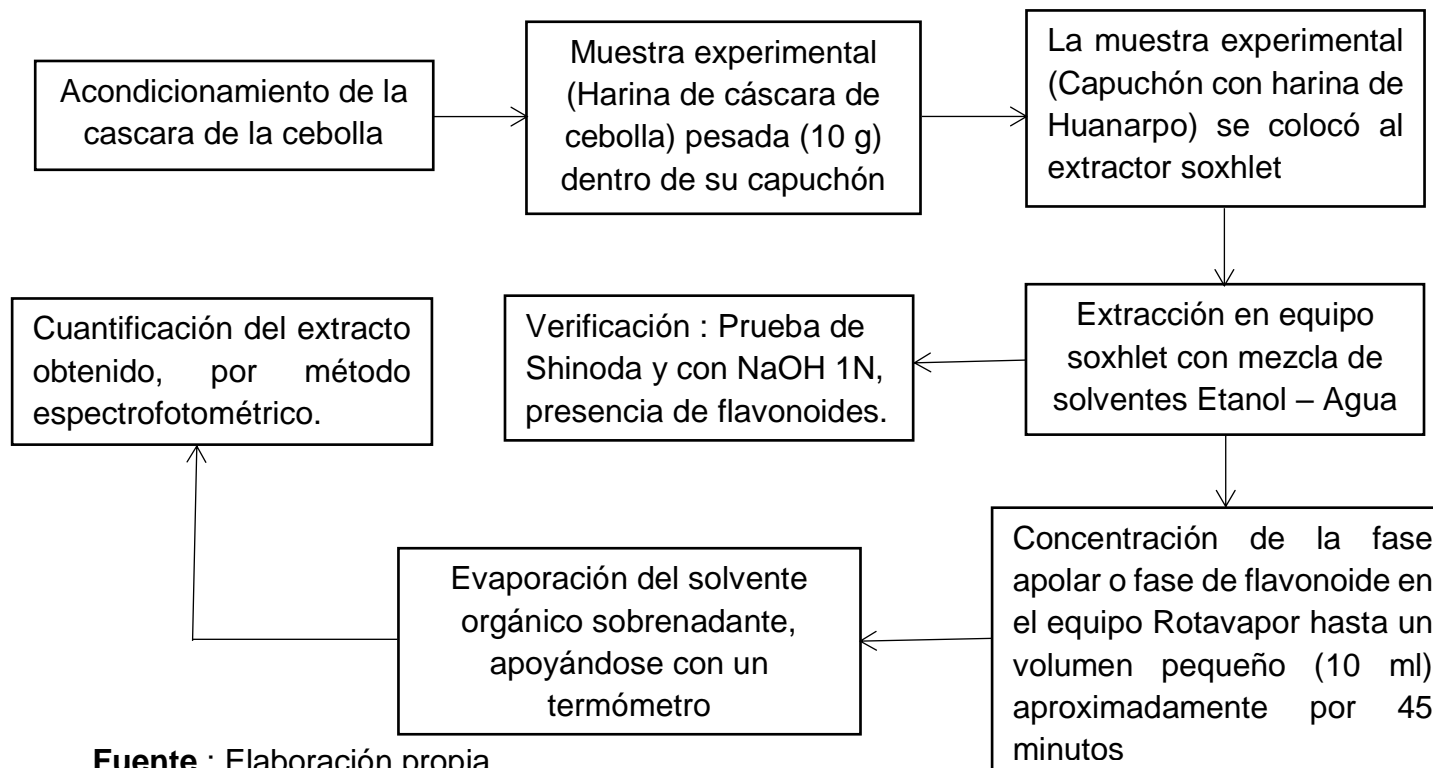


Fuente : Elaboración propia

A continuación, tendremos nuestro diseño experimental :

FIGURA 4.2

DISEÑO EXPERIMENTAL



Fuente : Elaboración propia

4.2. Población y muestra

- a) **Población.**- Estuvo conformada por 100 Kg/día aproximadamente de envoltura externa de la cebolla roja arequipeña que se desecha en el Gran Mercado Mayorista de Lima. Se estimó la cantidad desechada en base a las ventas históricas diarias de esta cebolla. La envoltura externa representa el 2% del peso total de la cebolla (bulbo)
- b) **Muestra.**- Tomando como base de estudio la cantidad de envoltura externa de la cebolla roja arequipeña desechada diariamente.

Entonces se procedió con estos datos a calcular el tamaño de muestra que se debería tomar.

4.1. Tamaño de muestra : 100 Kg

4.2. Al tener un tamaño de muestra finita, utilizaremos la siguiente fórmula :

$$N = \frac{Z^2 \times P \times q \times N}{e^2(N - 1) + Z^2 \times P \times q} \dots (1)$$

Siendo :

N : Tamaño de muestra

Z : Desviación estándar, Para intervalos de confianza del 95% es 1,96

P : Hipótesis de la proporción de la población que posee la característica o rasgo distintivo del universo. Si se desconoce se plantea la hipótesis de un 50%

e : Margen del error que se está dispuesto a aceptar. En nuestro caso, tomaré un margen de error de 5%

q : Es una constante, se calcula de la siguiente manera:

$$q = 1 - P \dots (2)$$

Entonces calculando :

En ecuación (2), reemplazamos

$$q = 0,5$$

Entonces, paso seguido se reemplaza en ecuación (1)

$$N = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 100}{0,05^2 (100 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$N = 79,51 \text{ Kg}$$

Redondeando al entero próximo, tenemos 80 Kg de cebolla de muestra a tomar.

Al ser un tamaño de muestra considerable se decidió a tomar una muestra experimental de 2 kg de envoltura externa de cebolla roja arequipeña.

4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental

4.3.1. Técnicas para la recolección de datos

Para la recolección de datos se usaron las siguientes técnicas :

a) Análisis físico :

- 1) Selección y separación de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)
- 2) Limpieza de las cáscaras de las cebollas rojas (*Allium cepa* L.) seleccionadas
- 3) Reducción de tamaño de las cáscaras de las cebollas rojas (*Allium cepa* L.) seleccionadas
- 4) Secado y determinación de humedad de las cáscaras de las cebollas rojas (*Allium cepa* L.)
- 5) Molido de las cáscaras secas de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)
- 6) Porcentaje de Humedad de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) obtenida en la molienda
- 7) Tamizado de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)
- 8) Pesado de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)

- 9) Observación del recirculado (sifonado) en la extracción flavonoides de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) en un equipo soxhlet

b) Análisis químico :

- 1) Extracción de flavonoides de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)
- 2) Evaporación de la mezcla de solventes (etanol – agua)
- 3) Estandarización de ácido clorhídrico e Hidróxido de sodio
- 4) Análisis espectrofotométrico del extracto obtenido de la extracción de flavonoides de la harina de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)

4.3.2. Instrumentos para la recolección de datos

Para proceder a la recolección de datos, hubo la necesidad de emplear diferentes equipos, materiales y reactivos de laboratorio tales como :

a) Equipos :

- 1) **Para Análisis físico.-** Estufa, Soxhlet, Molino eléctrico, Desecador, Balanza analítica, hornilla eléctrica, tamizador
- 2) **Para Análisis químico.-** Rota vapor, Campana extractora, bureta, termómetro, espectrofotómetro

b) Materiales :

- 1) **Para Análisis físico.-** Placas Petri, luna de reloj, espátula, pinzas de metal, pesa filtros
- 2) **Para Análisis químico.-** Vasos de precipitado, probetas, tubos de ensayo, picetas, micropipeta, matraces, balones, embudo, soporte universal, frascos ambar

c) Reactivos :

- 1) **Para Análisis químico.-** Etanol grado absoluto, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, magnesio (virutas), estándar de quercetina para flavonoides totales, agua destilada (tipo II)

d) Implementación de protección :

- 1) Guantes quirúrgicos, mandil blanco, pantalón largo, zapato cerrado

4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo

Nuestra investigación, pasó por diferentes etapas, previamente establecidas, que explicaremos a continuación.

a) Etapas de la investigación.- La investigación desarrollada tiene tres etapas :

- 1) Primera etapa de la investigación.-** Comprende la revisión de la teoría vinculada a las variables de investigación. Que en este caso será la variable X_1 y X_2 , con el propósito de identificar estas variables, se realizarán análisis de laboratorio
- 2) Segunda etapa de la investigación.-** En esta etapa además se encuentra la compra de materias primas, equipos e instrumentos. La cebolla roja utilizada en esta investigación será seleccionada cuidadosamente cumpliendo ciertos requisitos de calidad. También comprende la selección y acondicionamiento del equipo de extracción seleccionado, en este caso el equipo SOXHLET
- 3) Tercera etapa de la investigación.-** En la tercera etapa de la investigación con la teoría y la información lograda tanto en la primera etapa como en la segunda etapa, se realizaron ensayos experimentales de extracción con equipo Soxhlet, la cual se hará con una muestra de cebolla roja, de la cual se obtendrá un extracto alcohólico que se extraerá con disolvente con proporciones de etanol-agua, asimismo se analizará la concentración de flavonoides a partir del extracto en un espectrofotómetro, se hace la toma de datos de proporción de disolvente, temperatura, en esta etapa finalmente son corroboradas nuestras hipótesis

4.5. 4.5. Análisis y procedimiento de recolección de datos

4.5.1. Recopilación de información

Para la realización del proceso de extracción de flavonoides de la cascara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol-agua, se hizo uso de la información brindada en

investigaciones preliminares, libros, normas, revistas y referencias electrónicas.

4.5.2. Revisión de la información

Con la información reunida se procedió a la actualización de ésta y a la elaboración de lo faltante. Posteriormente se verificó lo estipulado a través del trabajo en donde se corroboró que lo que estaba escrito era lo que se está desarrollando.

4.5.3. Formulación y validación del proceso

a) Descripción de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.).- La descripción del producto tiene la finalidad de realizar una evaluación sistemática de todas las propiedades asociadas a nuestra materia prima (cáscara de cebolla roja)

En la descripción del producto se incluyó por lo menos lo siguiente :

- 1) Nombre del producto, consignando el nombre científico de ser necesario.
- 2) Composición
- 3) Características físicas y fisicoquímicas
- 4) Tratamiento físico

4.5.4. Métodos de recolección de datos cualitativos y cuantitativos

Una vez que se tuvieron a disposición los equipos, materiales y reactivos de laboratorio, se aplicó los métodos o procedimientos para la recolección de datos, los cuales se describen y/o mencionan a continuación:

a) Tratamiento mecánico de la materia prima

- 1) **Selección y separación de la cascara de la cebolla.-** Se seleccionará las cascara en buen estado y se separará de cualquier resto con la que este combinada (paja, tierra, etc.)
- 2) **Limpieza de las cáscaras de las cebollas seleccionadas.-** Las cáscaras de las cebollas seleccionadas se deberán limpiar con papel para eliminar las impurezas externas

- 3) **Reducción de tamaño de las cáscaras de las cebollas seleccionadas.**- Se procederá a cortar las cascaras con tijera al menor tamaño posible, esto facilitará el proceso de molienda y la extracción misma
- 4) **Secado de la cáscara de la cebolla.**- Las cascaras cortadas se colocó en un recipiente hecho de papel aluminio, que luego se llevó a una estufa a una temperatura aproximada de 60°C para lograr eliminar cualquier presencia de humedad, sin alterar al producto. Aprovecharemos a calcular la humedad de la cascara de la cebolla
- 5) **Reducción de tamaño y molienda de la cáscara de la cebolla.**- Las envolturas externas o cáscaras secas serán reducidas nuevamente primeramente mediante un cortado, luego se pasará por un molino eléctrico para lograr un tamaño de partícula pequeño que favorezca la extracción

A continuación, se observa la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) cortada, lavada y secada (**Ver Figura 4.3**)

FIGURA 4.3

CÁSCARA DE LA CEBOLLA ROJA (*Allium cepa* L.)



Fuente : Elaboración propia

b) Análisis físico para la harina de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)- En este punto se determinó las características físicas presentadas por la harina de la cascara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) para su análisis posterior.

1) Porcentaje de Humedad

- Colocamos tres placas petri a la estufa para secar a temperatura de 60°C por 45 minutos
- Se saca la placa de la estufa y se deja enfriar en el desecador por 20 minutos
- Pesamos la placa
- Luego pesamos dos gramos de muestra molida aproximadamente en la placa distribuyendo uniformemente el producto
- Se introduce la muestra molida en la estufa a 60°C y se deja secar por dos horas
- Se saca la placa de la estufa y se coloca en el desecador, dejando enfriar por 20 minutos
- Paso siguiente pesamos la placa con la muestra molida seca y procedemos al cálculo de la humedad de nuestra muestra

$$\%Humedad : \frac{(Peso\ recipiente + peso\ muestra) - peso\ final}{peso\ muestra} \times 100$$

A continuación, se observa la estufa utilizada para el secado de nuestra materia prima **(Ver Figura 4.4 pag. Nº 54)**

Y además se observa la materia prima, salida de la estufa, colocadas en los desecadores **(Ver Figura 4.5 pag. Nº 54)**

FIGURA 4.4

ESTUFA, DETERMINACION PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA HARINA DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA ROJA (*Allium cepa* L.)



Fuente : Elaboración propia

FIGURA 4.5

DESECADORES



Fuente : Elaboración propia

2) Tamizado de la muestra molida.- El material se pasó por una serie de tamices de las siguientes mallas :

- 850 um (Malla N°20)
- 600 um (Malla N°30)
- 250 um (Malla N°60)
- 150 um (Malla N°100)
- 75 um (Malla N°200)
- 45 um (Malla N°325)

Para determinar el tamaño de partícula de mayor retención, que favorezca el proceso de extracción.

A continuación, se observa la harina de la cascar de la cebolla roja (*Allium cepa* L.), (Ver Figura 4.6)

FIGURA 4.6

**TAMIZADO DE LA HARINA DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA ROJA
(*Allium cepa* L.)**



Fuente : Elaboración propia

c) Acondicionamiento de la harina de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.).- Se seleccionó la harina de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) y se conservó a temperatura ambiente, sellada herméticamente en una bolsa plástica.

Observamos a continuación, la harina obtenida de la molienda, tamizada, colocada y sellada herméticamente en una bolsa plástica (Ver Figura 4.7)

FIGURA 4.7

HARINA DE CASCAR DE CEBOLLA, SELLADA



Fuente : Elaboración propia

- d) **Análisis de obtención del extracto bruto de flavonoides de la harina de la cáscara de la cebolla (*Allium cepa* L.)**- Para la recolección de datos cualitativos y cuantitativos que se llevó a cabo, se partió de lo siguiente :
- 1) Se pesó 10 g de muestra seca de la harina de envoltura externa de cebolla
 - 2) Se utilizó dedales de extracción de 2,5 x 7 cm, colocando la muestra pesada
 - 3) Se armó el equipo Soxhlet de forma adecuada, según lo estipulado en la parte teórica
 - 4) Se introdujo los dedales en la parte interna del extractor soxhlet
 - 5) Después de tres sifonadas, con un tiempo aproximado de 110 minutos, se retiraron los dedales del extractor

Se tomaron los siguientes tiempos para las diferentes condiciones establecidas :

TABLA 4.1
TIEMPO DE EXTRACCION A LAS DIFERENTES CONDICIONES ESTABLECIDAS

Composición % Etanol : % agua	Tiempo(min) 1 ^{era} sifonada	Tiempo(min) 2 ^{da} sifonada	Tiempo(min) 3 ^{era} sifonada	Tiempo(min) 4 ^{ta} sifonada	Tiempo(min) 5 ^{Ta} sifonada
60 : 40(85°C)	45,50	75,23	110,14		
70 : 30(85°C)	41,20	57,43	80,14	105,15	
80 : 20(85°C)	35,18	50,24	67,45	85,13	104,33
60 : 40(90°C)	43,17	68,15	95,54		
70 : 30(90°C)	38,40	55,24	74,45	99,36	
80 : 20(90°C)	32,34	47,15	62,34	80,24	109,42

Fuente : Elaboración propia

- 6) Se agregó cantidades de los solventes a emplear (etanol- agua) en la proporción de (80% y 20%), (70% y 30%), (60% y 40%), a temperaturas de 85°C y 90°C respectivamente en el balón de 250 ml a la mitad de su capacidad; es decir para un volumen de 125 ml
- 7) Se extrajo los flavonoides presentes en la muestra del dedal con la harina de la cáscara de la cebolla
- 8) Se concentró en un rotavapor a un volumen pequeño
- 9) Se evaporó los solventes remanentes en la muestra
- 10) Se obtuvo un extracto bruto de flavonoides, el cual fue cualificado y cuantificado
- 11) Se observa a continuación el equipo Soxhlet, con el cual se hizo la extracción de flavonoides totales (**Ver Figura 4.8 pag. N° 58**)

FIGURA 4.8

EXTRACTOR SOXHLET DE LABORATORIO DE ALIMENTOS-UNAC



Fuente : Elaboración propia

e) Análisis cualitativo de la solución bruta de flavonoides :

- 1) Ensayos de coloración.-** Los flavonoides se pueden reconocer experimentalmente mediante diferentes ensayos de coloración. A continuación, se describen un ensayo general de reconocimiento como es el ensayo de Shinoda, y otros ensayos más específicos para varias clases de flavonoides
- 2) Ensayo de Shinoda.-** Tomar un 1 ml del filtrado etanólico en un tubo de ensayo, agregar varias limaduras de magnesio y por la pared del tubo dejar caer lentamente HCl concentrado (37%). La aparición de colores: naranja, rojo, violeta o rosado, indican la presencia de flavonoides en el material vegetal
- 3) Ensayo con Zn/HCl.-** Al reemplazar el Mg por el Zn en el procedimiento del ensayo de Shinoda, solamente los dihidroflavonoles (o flavononoles) producen coloraciones rojo-violetas. Las flavanonas y flavanoles no producen color o producen coloraciones rosadas débiles

4) Ensayo de Pacheco.- El sólido flavonoide se calienta sobre una llama con unos pocos cristales de AcONa y 0,1 ml de anhídrido acético. Luego con 0,1 ml de HCl conc. Los dihidroflavonoles producen un color rojo característico. Las flavonas, chalconas, auronas, flavonoles y flavanonas dan una respuesta negativa

5) Prueba con NaOH 1N.- Tomar 10 ml de cada uno de los extracto etanolitos obtenidos, calentar en un baño de vapor y concentrar hasta 5,0 ml, colocar 2,5 ml del extracto concentrado en un tubo de ensayo, añadir 0,5 ml de NaOH 1 N, observar el color

f) Análisis cuantitativo de la solución bruto de flavonoides

1) Evaporación de la mezcla de solventes.- Se calentó hasta una temperatura de 85°C y 95°C para eliminar cualquier mezcla remanente de solventes de la solución.

Al calentar nuevamente a esta temperatura no se observó desprendimiento de gases a dicha temperatura, quedando en el vaso precipitado una solución de flavonoides.

Previamente, paso por un rotavapor para separar la mezcla solvente etanol – agua del extracto de interés.

2) Cuantificación de flavonoides por espectrometría

– **Preparación de curva de calibración :**

- Pesar 2,7 mg de Quercetina y llevar a una fiola de 10 mL
- Enrasar con etanol 96°
- Tomar una alícuota de 100 uL, 175 uL, 350 uL y 700uL para la preparación de cuatro estándares a concentraciones 2,7 ppm, 4,725 ppm, 9,45 ppm y 18,9 ppm respectivamente en fiolas de 10 mL
- Luego agregar 200 uL de acetato de sodio 1 M y 200 uL de nitrato de aluminio 10% y enrasar con etanol 96° a volumen de 10 mL
- Finalmente leer a 415 nm en el espectrofotómetro UV – visible después de 40 minutos de reacción

- **Preparación de la muestra seca :**
 - Pesar 30 mg de muestra y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol 96°
 - Tomar 0,5 mL
 - Agregar 200 uL de reactivo acetato de sodio 1M y 200 uL de solución nitrato de aluminio 10%
 - Enrasar en una fiola de 25 mL con etanol de 96°
 - Dejar en reposo 40 minutos y leer a 415 nm
- **Preparación del extracto :**
 - Tomar 0,5 ml del extracto y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol 96°
 - Tomar 0,5 mL
 - Agregar 200 uL de reactivo acetato de sodio 1M y 200 uL de solución nitrato de aluminio 10%
 - Enrasar en una fiola de 25 mL con etanol de 96°
 - Dejar en reposo 40 minutos y leer a 415 nm
- **Preparación del blanco :**
 - Agregar 200 uL de acetato de sodio 1M y 200 uL de nitrato de aluminio en una fiola de 25 mL
 - Enrasar con etanol 96° a volumen

A continuación se detalla los resultados experimentales de la cuantificación de flavonoides totales, expresados en quercetina, a las condiciones establecidas :

- a) Concentración de harina de cebolla de cáscara de cebolla (*Allium cepa* L.) seca.-** Concentración : 150,9 mg/g de flavonoides totales por cada gramo de harina de cáscara de cebolla. (Laboratorio de Farmacia y Bioquímica – Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM))
- b) Concentración de os extractos de cáscara de cebolla (*Allium cepa* L.)**
 - 1) A una temperatura de operación de 85°C

TABLA 4.2

COMPOSICION MOLAR EN VOLUMEN VS CONCENTRACION DE FLAVONOIDES (mg/ml) a 85°C

X (Composición molar en volumen)	Concentración de flavonoides (mg/ml)
0,6	5,80
0,7	8,03
0,8	9,54

Fuente : Laboratorio de Farmacia y Bioquímica – Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

Paso siguiente se debe expresar las concentraciones de flavonoides totales a mg/g, para así tener el contenido de flavonoides en las mismas unidades que la muestra seca mandada a cuantificar.

c) Datos :

a) Cantidad de harina de cáscara de cebolla pesada : 10 g

b) Volumen de mezcla de solvente utilizado en el balón de 250 ml:
125 ml (mitad de balón)

Determinamos así las concentraciones en las unidades requeridas para las diferentes composiciones de solventes usadas.

c) Para mezcla : 60% Etanol – 40% agua

$$\frac{mg\text{flavonoides}}{g\text{cebolla}} = \frac{5.8mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 72.5mg/g$$

d) Para mezcla : 70% Etanol – 30% agua

$$\frac{mg\text{flavonoides}}{g\text{cebolla}} = \frac{8.03mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 100.375mg/g$$

e) Para mezcla : 80% Etanol – 20% agua

$$\frac{mg\text{flavonoides}}{g\text{cebolla}} = \frac{9.54mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 119.25mg/g$$

Por lo que tendríamos :

TABLA 4.3

COMPOSICION MOLAR EN VOLUMEN VS CONCENTRACION DE FLAVONOIDES (mg/g) A 85°C

X (Composición molar en volumen)	Concentración de flavonoides (mg/g)
0,6	72,5
0,7	100,38
0,8	119,25

Fuente : Elaboración propia

f) A una temperatura de operación de 90°C

TABLA 4.4

COMPOSICION MOLAR EN VOLUMEN VS CONCENTRACION DE FLAVONOIDES (mg/ml) a 90°C

X (Composición molar en volumen)	Concentración de flavonoides (mg/ml)
0,6	9,4570
0,7	9,8160
0,8	10,2032

Fuente : Laboratorio de Farmacia y Bioquímica – Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

Del mismo modo se determina las concentraciones para las diferentes composiciones de solventes usadas.

– **Para mezcla** : 60% Etanol – 40% agua

$$\frac{mg\text{flavonoides}}{g\text{cebolla}} = \frac{9.457mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 118.2125mg/g$$

- **Para mezcla** : 70% Etanol – 30% agua

$$\frac{mg_{flavonoides}}{g_{cebolla}} = \frac{9.816mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 122.7mg/g$$

- **Para mezcla** : 80% Etanol – 20% agua

$$\frac{mg_{flavonoides}}{g_{cebolla}} = \frac{10.2032mg}{ml} \times \frac{125ml}{10g} = 127.54mg/g$$

Entonces tendríamos :

TABLA 4.5

COMPOSICIÓN MOLAR EN VOLUMEN VS CONCENTRACIÓN DE FLAVONOIDES (mg/g) A 90°C

X (Composición molar en volumen)	Concentración de flavonoides (mg/g)
0,6	118,2125
0,7	122,7000
0,8	127,5400

Fuente : Elaboración propia

Paso seguido será determina el rendimiento para cada extracción, con la siguiente ecuación :

$$Rendimiento: \frac{Concentracion\ de\ extracto\ (\frac{mg}{g})}{Concentracion\ de\ harina\ seca\ (\frac{mg}{g})} \times 100$$

Así para una temperatura de operación de 85°C, a una proporción de mezcla de solventes 60% etanol: 40% agua, tendremos :

$$\text{Rendimiento: } \frac{72.5\text{mg/g}}{150.9\text{mg/g}} \times 100$$

Rendimiento : 48,05%

Así se obtuvo la siguiente tabla, para las diferentes condiciones del problema:

TABLA 4.6
COMPOSICIÓN MOLAR EN VOLUMEN VS RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN

X (Composición molar en volumen)	Rendimiento (%)
0,6 (T = 85°C)	48,05
0,7 (T = 85°C)	66,52
0,8 (T = 85°C)	79,03
0,6 (T = 90°C)	78,34
0,7 (T = 90°C)	81,31
0,8 (T = 90°C)	84,52

Fuente : Elaboración propia

4.5.5. Análisis Estadístico

Para el caso de esta investigación se aplicará los criterios estadísticos de la regresión lineal y como estos se aplican o adecuan. Los datos de porcentaje de extracción, Porcentaje de solventes (etanol y agua) y temperatura de operación fueron procesados empleando el software estadístico comercial Excel 2010. Este se usó para realizar el ajuste del polinomio de primer orden para los datos experimentales, el análisis de regresión y la optimización. La optimización del proceso de extracción se direccionó a encontrar una ecuación que rijan el comportamiento del Porcentaje de Extracción flavonoides de la cáscara de la cebolla (*Allium Cepa* L.) versus el porcentaje de mezcal etanol : agua y

temperatura de operación de extracción, de tal manera que maximice el rendimiento de extracción.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Análisis granulométrico de la harina de la cáscara de la cebolla (*Allium cepa* L.)

**TABLA 5.1
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Numero de Malla	Peso Inicial	Peso Final	Retenido (g)	Retenido (%)
850 um(20)	376,7	376,8	0,1	0,398406375
600 um (30)	363,0	363,1	0,1	0,398406375
250 um (60)	333,3	337,9	4,6	18,32669323
150 um (100)	322,0	327,2	5,2	20,71713147
75 um (200)	306,1	312,9	6,8	27,09163347
45 um (325)	304,3	308,0	3,7	14,74103586
BASE	255,3	259,9	4,6	18,32669323
Peso muestra (g)	25,1			100

Fuente : Laboratorio de Control de Calidad – Ilender Perú S.A

La harina de la cáscara de la cebolla presenta un tamaño de partícula mayor a 250 um (tamiz USP N° 60) ya que más del 98% de la muestra total pasó esta malla.

5.1.2. Porcentaje de Humedad de la harina de la cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.)

Para la determinación de la humedad en la harina cáscara de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) se llevó a cabo el análisis correspondiente según NTP 205.037. 1975. Harinas, con los siguientes resultados mostrados en la **Tabla 5.2 (Ver pag. N° 67)**

5.2. Resultados inferenciales

A continuación, mostraremos como la extracción es afectada, de acuerdo a las diferentes composiciones de los solventes empleados, a una temperatura de 85°C

TABLA 5.2

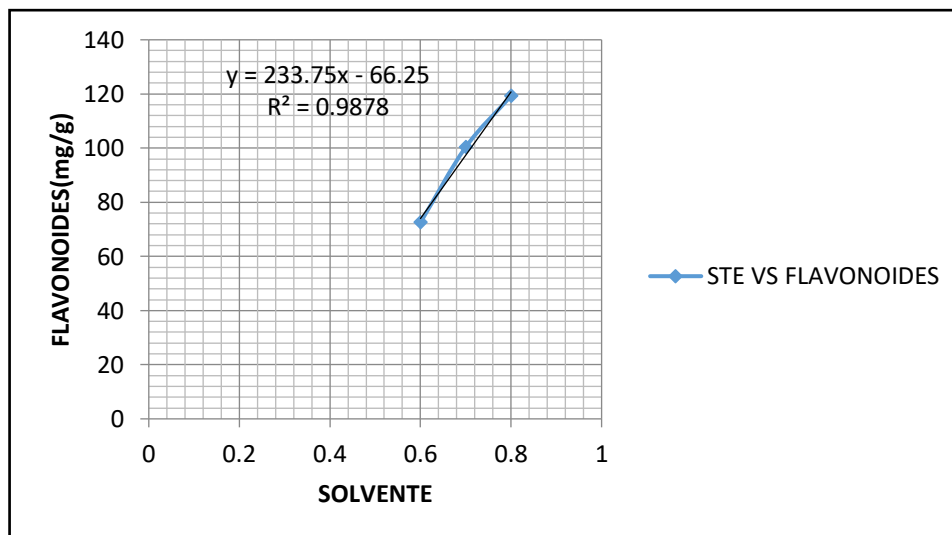
PORCENTAJE DE HUMEDAD

N° de muestra	Peso recipiente seco (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	% Humedad
1	40,3934	2,0503	42,3400	5,05779642
2	44,8451	2,0622	46,8039	5,01406265
3	43,1125	2,0658	45,0734	5,07793591
			Promedio	5,04993166

Fuente : Laboratorio de Control de Calidad –Ilender Perú S.A

GRÁFICO 5.1

%EXTRACCION DE FLAVONOIDES VS MEZCLA SOLVENTES (ETANOL – AGUA)

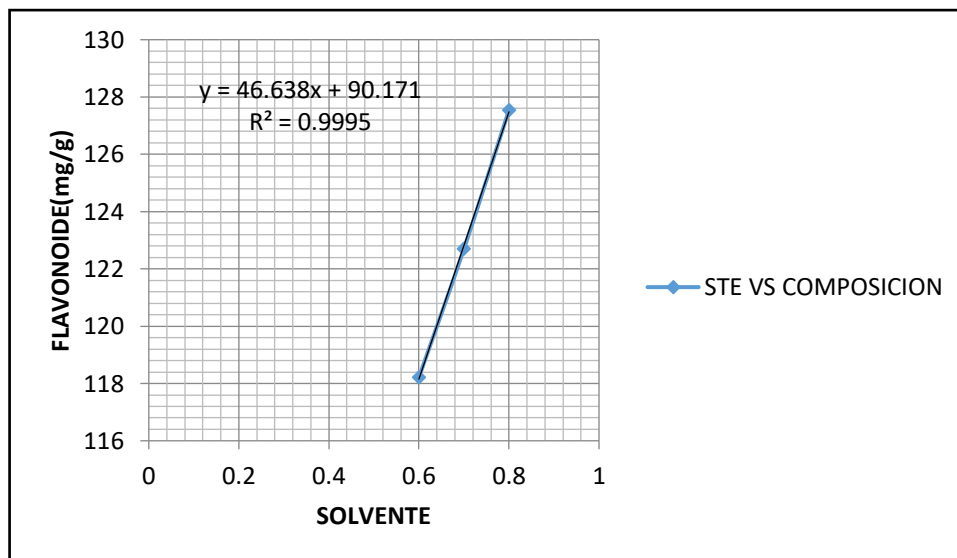


Fuente : Elaboración propia

De la misma forma, mostraremos como la extracción es afectada, de acuerdo a las diferentes composiciones de los solventes empleados, a una temperatura de 90°C

GRÁFICO 5.2

**%EXTRACCION DE FLAVONOIDES VS MEZCLA SOLVENTES
(ETANOL – AGUA)**



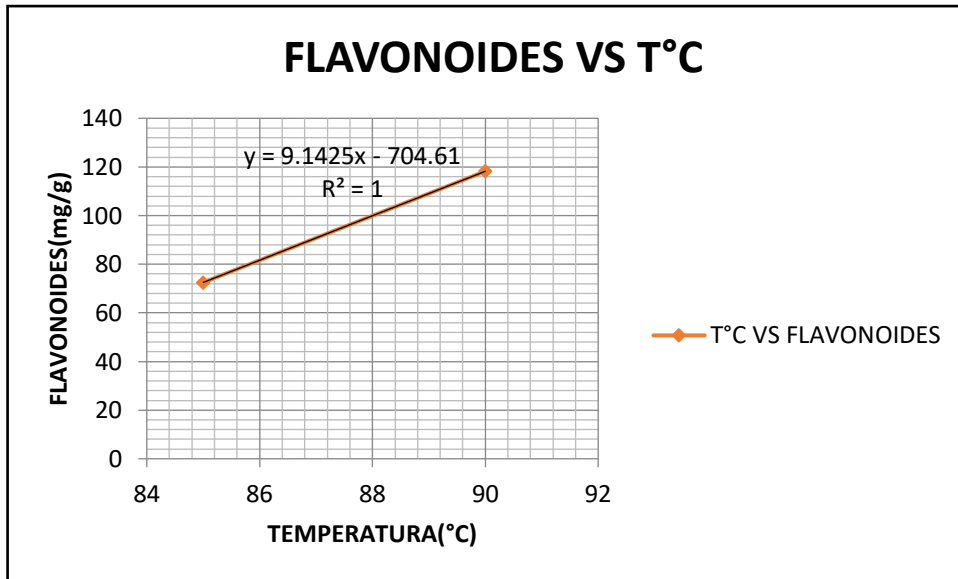
Fuente : Elaboración propia

Ahora mostraremos como la concentración de flavonoides es afectada al aumentar la temperatura, a las diferentes composiciones del solvente etanol –agua utilizadas :

- 1) Para una composición de solvente 60% etanol : 40% agua (Ver Gráfico 5.3 pag. N° 69)**
- 2) Para una composición de solvente 70% etanol : 30% agua (Ver Gráfico 5.4 pag. N° 69)**
- 3) Para una composición de solvente 80% etanol : 20% agua (Ver Gráfico 5.5 pag. N° 70)**

GRÁFICO 5.3

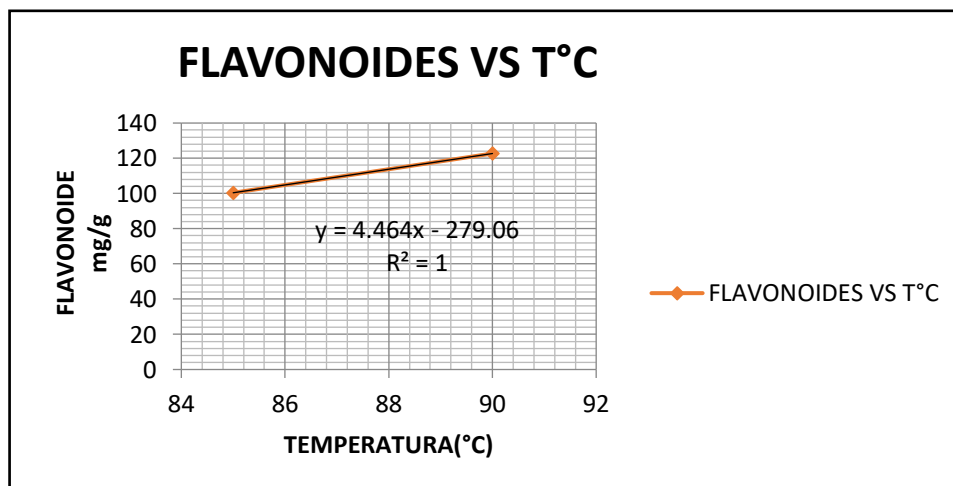
%EXTRACCION DE FLAVONOIDES VS TEMPERATURA



Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO 5.4

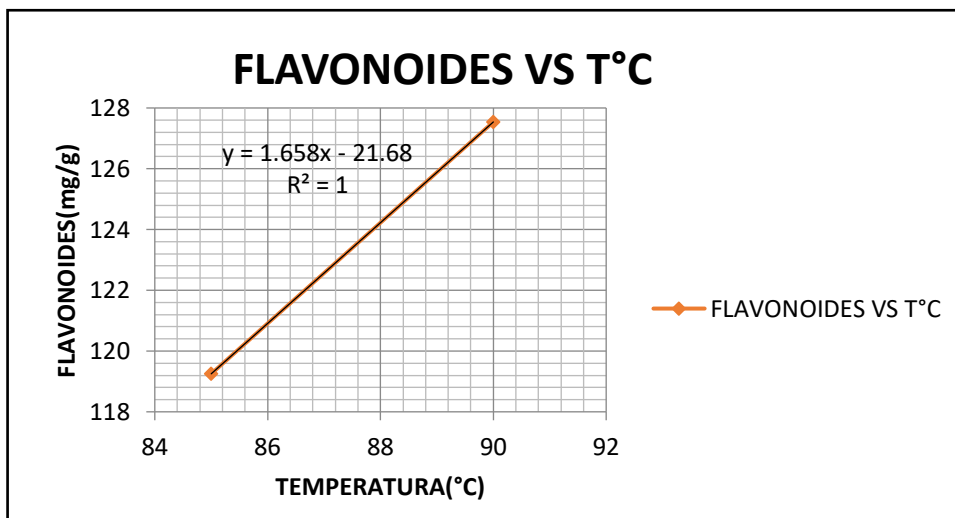
% EXTRACCION DE FLAVONOIDES VS TEMPERATURA



Fuente : Elaboración propia

GRÁFICO 5.5

% EXTRACCION DE FLAVONOIDES VS TEMPERATURA



Fuente : Elaboración propia

5.3. Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis

Para la determinación de la temperaturas de operación, que se trabajó, se necesitó calcular la temperatura de operación de ebullición de cada mezcla solvente etanol-agua. Necesitaremos construir la gráfica composición –temperatura de la mezcla etanol –agua, para la determinación de la temperatura de ebullición (temperatura burbuja)

Por lo que haremos uso de la **Tabla 5.3 (Ver pag. N° 71)**

TABLA 5.3

TABLA DE COMPOSICIONES DE LA MEZCLA ETANOL-AGUA A DISTINTAS TEMPERATURAS

x_A	y_A	T °C
0,0000	0,0000	100,00
0,0190	0,1700	95,50
0,0721	0,3891	89,00
0,0966	0,4375	86,70
0,1238	0,4704	85,30
0,1661	0,5089	84,10
0,2337	0,5445	82,70
0,2608	0,5580	82,30
0,3273	0,5826	81,50
0,3965	0,6122	80,70
0,5079	0,6564	79,80
0,5198	0,6599	79,70
0,5732	0,6841	79,30
0,6763	0,7385	78,74
0,7472	0,7815	78,41
0,8943	0,8943	78,15

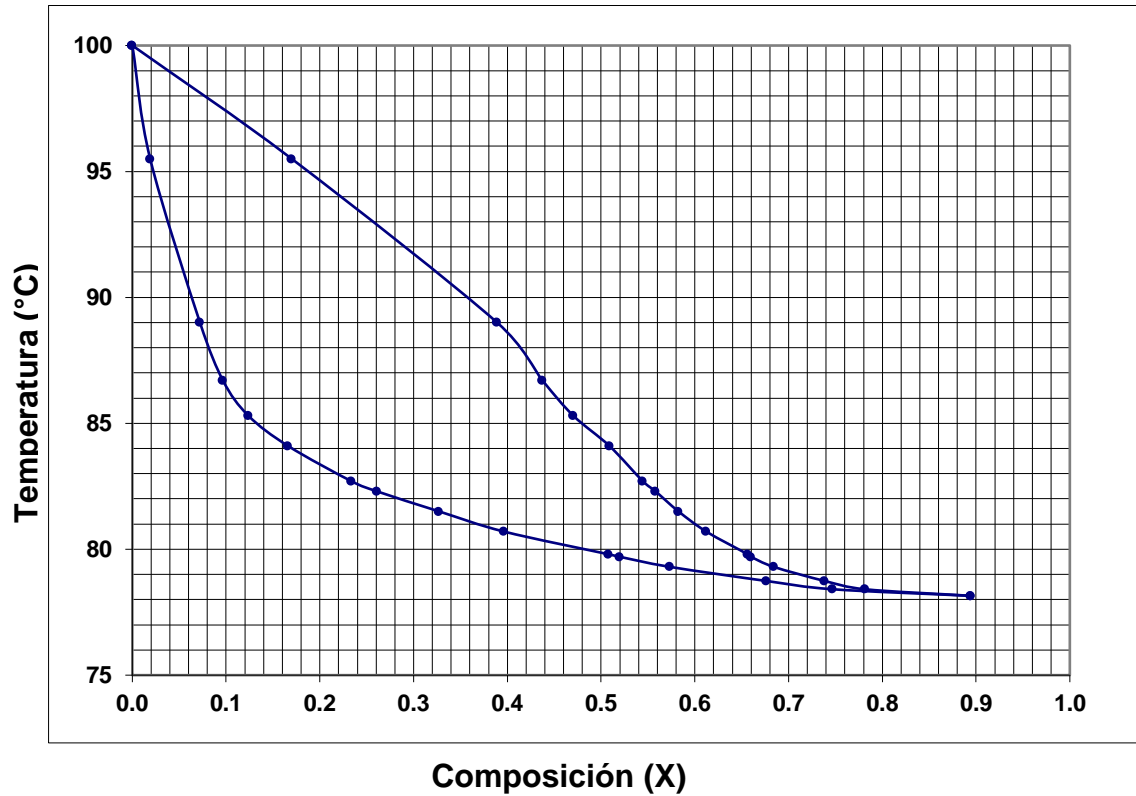
Fuente : Perry's Chemical Engineers, 8th Edition

Paso seguido se construyó la **Gráfica 5.6 (Ver pag. Nº 72)** temperatura vs composición

Necesitaremos las densidades a diferentes a las distintas composiciones de solventes que tenemos (**Ver Tabla 5.4 pag. Nº 72**)

GRÁFICO 5.6

% TEMPERATURA VS COMPOSICION



Fuente : Elaboración propia

TABLA 5.4

TABLA DE DENSIDADES A LAS DIFERENTES FRACCIONES MOLARES EN VOLUMEN DE SOLVENTES A 20°C

XA (fracción molar en volumen)	Densidad (g/ml) : 20°C
0,6	0,89113
0,7	0,86766
0,8	0,84344

Fuente : Perry's Chemical Engineers, 8th Edition

Densidad del agua a 20°C :

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = 0.9981875\text{g/ml}$$

Transformando de fracción molar en volumen a fracción molar en peso.

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \dots (1)$$

Donde :

$$n_A = \text{moles de etanol}$$

$$n_B = \text{moles de agua}$$

Además, sabemos :

$$n_A = \frac{m}{PM} = \frac{\rho \times v}{PM} \dots (2)$$

Donde :

$$\rho = \text{densidad del componente a } 20^{\circ}\text{C}$$

$$v = \text{composicion en volumen del componente}$$

$$PM = \text{Peso molecular del componente}$$

$$PM_A = \text{Peso molecular de etanol: } 46\text{g/ml}$$

$$PM_B = \text{Peso molecular de agua: } 18\text{g/ml}$$

Reemplazando ecuación (2) en ecuación (1)

$$x_A = \frac{\frac{0,89113 \times 0,6}{46}}{\frac{0,89113 \times 0,6}{46} + \frac{0,9981875 \times 0,4}{18}} = 0,343825$$

Entonces desarrollamos lo mismo, para las diferentes concentraciones, lo detallaremos en la **Tabla 5.5**

TABLA 5.5

TABLA DE LAS DIFERENTES FRACCIONES MOLARES EN PESO DE SOLVENTES A 20°C

x_A (fracción molar en volumen)	X_A(fracción molar en peso)
0,6	0,343825
0,7	0,442477
0,8	0,569441

Fuente : Elaboración propia

Nos vamos al gráfico composición Vs temperatura (T°C) (**Ver el Grafico 5.6 pag. Nº 72**), proyectamos la temperatura de ebullición de la mezcla a esa composición.

Observamos los siguientes resultados, en la **Tabla 5.6**

TABLA 5.6

TABLA DE LAS TEMPERATURAS DE EBULLICION DE LA MEZCLA A CADA COMPOSICION

Composición molar en peso (X)	Temperatura de ebullición de la mezcla (°C)
0,343825	81,3
0,442477	80,2
0,569441	79,3

Fuente : Elaboración propia

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis

- 1) En la hipótesis planteada inicialmente fue a modo de conjetura una mezcla conformada por 60% de etanol y 40% de agua ,utilizando una temperatura de operación de 75°C en un tiempo total de extracción igual a 120 minutos y un tamaño de partícula de número de malla 40 (TAMIZ USP) para una muestra experimental de 10 gramos. Luego de realizada la parte experimental de la investigación se logró establecer que las condiciones favorables de extracción de flavonoides son: 80% de etanol, 20% de agua, a una temperatura de operación de 90° C en un tiempo de 110 minutos y un tamaño de partícula de número de malla 60 (TAMIZ USP) con una muestra experimental de 10 gramos
- 2) La proporción de solvente etanol – agua que estipulamos en la hipótesis fue de 60% de etanol y 40% de agua, pero en la experimentación se obtuvo 80% de etanol, 20% de agua
- 3) La temperatura de operación que estipulamos en la hipótesis fue de 75°C ,pero en la experimentación se una temperatura de operación óptima de 90°C

6.2. Contrastación de resultados con otros resultados con otros estudios similares

- 1) En estudios similares se estudiaron las mejores condiciones de extracción de antocianinas (Flavonoides) a partir de corontas de maíz morado por el Dr. Gorriti Gutierrez et al (2009) Ensayaron extracciones con soluciones etanólicas al 20% a una temperatura de 75°C y un tiempo de extracción de entre 120 y 240 minutos
- 2) Esto se contrasta con la investigación del Dr. Cacace y Mazza (2003) quien publicó un trabajo que consistió en la optimización de la extracción de antocianinas y compuestos fenólicos de grosellas negras usando etanol acuoso como solvente de extracción
- 3) Es importante mencionar el trabajo de investigación por Gertz et al. (2000) para evaluar la estabilidad oxidativa de aceites están en el rango

de 140°C – 170°C, lo que podría explicar, que a temperaturas superiores de 170°C, se llegue a la temperatura de humo del aceite y a la degradación térmica de la quercetina

6.3. Responsabilidad ética

En la presente tesis se expresa la necesidad de minorizar la mayor cantidad de desechos generados por el cultivo de la cebolla.

Dándole énfasis a las grandes características de la cáscara de la cebolla roja.

Además de ello visualizar grandes ingresos al país con la reutilización de este subproducto, generando muchos puestos de trabajos.

VII. CONCLUSIONES

- 1)** Las condiciones más adecuadas para la extracción usando el equipo Soxhlet se dieron con una mezcla de solventes de 80% de etanol, 20% de agua, a una temperatura de operación de 90°C en un tiempo de 110 minutos y un tamaño de partícula de número de malla 60 (TAMIZ USP)
- 2)** Se obtuvo un rendimiento mayor de extracción de flavonoides totales con la proporción de solventes 80% etanol : 20% agua
- 3)** Se obtuvo un rendimiento mayor de extracción de flavonoides a la temperatura de operación de 90°C

VIII. RECOMENDACIONES

- 1)** Se recomienda promover la investigación en la extracción de flavonoides que tengan demanda comercial en el mundo y que se encuentren en recursos naturales de nuestro país.
- 2)** Se deben impulsar proyectos de investigación para la creación de pequeñas empresas y así contribuir al desarrollo de comunidades del interior de la república como parte de la inclusión social.
- 3)** Se deberían emprender convenios con universidades nacionales e internacionales que estén desarrollando líneas de investigación.
- 4)** Captar inversión extranjera para estudios de investigación ofertando a cambio la rica gama de flavonoides con valor comercial producto de las investigaciones en nuestra facultad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1)** Block E. (1985) Química del ajo y de la cebolla. Investigación y Ciencia
- 2)** Caldas Ávila A., (2012) Optimización, escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido (Tesis Pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador
- 3)** Carrión Jara A., García Gómez C. (2010) Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Bioquímica Farmacéutica, Universidad de Cuenca, Ecuador
- 4)** Fajardo-Romero, A. Arroyo-Rivera, A. Ramírez-Navas, J.S. (2016) Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa*) UGCiencia 22, 119-12
- 5)** Griffiths G, Trueman L, Crowther T, Thomas B, Smith B. Onions-a global benefit to health. *Phytotherapy Research*. 2002; 16:603-615.
- 6)** Gutiérrez Noguera Inés, Salazar Juan, Cerón Nava Anabelle, Ramírez Ponce Ana. (2014) Cuantificación de flavonoides y actividad antioxidante y antimicrobiana del extracto de *peniocereus maculatus*. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia
- 7)** José C. Meneses, Ramón M. Soto, Teodoro Espinosa Solares, Martha E. Ramirez (2008). Optimización del proceso de extracción de flavonoides de flor de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) Colegio de Postgraduados Texcoco, México
- 8)** Kumar S., Pandey A., (2013) Chemistry and biological activities of flavonoids. US National Library of Medicine National Institutes of Health, USA
- 9)** Meneses Reyes José, Soto Hernández Ramón, Espinosa Solares Teodoro, Ramírez Durand Martha. (2008) Optimización del proceso de extracción de flavonoides de flor de manzanilla (*Matricaria Recutita* L.). Agrociencia, Colegio de Postgraduados, Texcoco México

- 10)** Palacios María Isabel. (2013) Guía de Prácticas de Farmacognosia y Fitoquímica. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote / Escuela de Farmacia y Bioquímica, Perú
- 11)** Reyes Ávalos M., Ruiz Noriega L., (2012) Cuantificación de flavonoides totales de las inflorescencias de *Bejaria aestuans* L. "Purum Rosa" procedente de la provincia de Otuzco – La Libertad (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú
- 12)** Romero Fajardo A., Arroyo Rivera A., Ramirez Navas J. (2016) Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa*). Universidad La Gran Colombia
- 13)** Sornoza Soto Pilar. (1999) Efecto de la nutrición mineral sobre el contenido de flavonoides totales
- 14)** Soriano Menéndez C., (2012) Efectos vasculares de la quercetina y la catequina : interacciones y papel de los procesos de conjugación y desconjugación metabólica (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España
- 15)** Torres Espirilla A., (2018) Determinación de compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante de extractos de Orujo (Epicarpo) de *Vitis Vinífera* l. var. Italia y negra criolla de residuos vitivinícolas como fuente de principios bioactivos aprovechables (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Perú
- 16)** Vargas Álvarez D, Soto Hernández M, González Hernández V. (2005) Variación de contenido de flavonoides en hojas de guayaba en condiciones de estrés. Universidad Autónoma de Chipingo. Chipingo, México
- 17)** Zavaleta Juana, Muñoz Ana María, Blanco Teresa, Alvarado Ortiz Carlos. (2005) Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. Universidad San Martín de Porras, La Molina, Perú.

ANEXOS

- ANEXO 1 : MATRIZ DE CONSISTENCIA**
- ANEXO 2 : MARCHA FITOQUIMICA PARA IDENTIFICACION DE FLAVONOIDES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**
- ANEXO 3 : MARCHA FITOQUIMICA PARA IDENTIFICACION DE FLAVONOIDES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**
- ANEXO 4 : CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DE LA HARINA SECA DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**
- ANEXO 5 : CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 60% ETANOL : 40% AGUA**
- ANEXO 6 : CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 70% ETANOL : 30% AGUA**
- ANEXO 7 : CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 80% ETANOL : 20% AGUA**
- ANEXO 8 : TÉCNICA ANALÍTICA DE CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES DE LA CÁSCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV**

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EXTRACCION DE FLAVONOIDES DE LA CEBOLLA ROJA (ALLIUM CEPA L.) EN UN EQUIPO SOXHLET CON UNA MEZCLA DE SOLVENTES ETANOL – AGUA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
¿Cuáles serán las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de la cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) que será sometida a experimentación en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol – agua	Establecer las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de la cebolla roja (<i>Allium Cepa</i> L.) que será sometida a experimentación en un equipo soxhlet con mezcla etanol – agua	Las condiciones más adecuadas para la extracción de flavonoides de la envoltura externa de la cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) deben considerar una mezcla de 60% de etanol y 40% de agua, a una temperatura de operación de 75°C, además de un tiempo total de 120 minutos para un tamaño de partícula de número de malla igual a 40 (TAMIZ USP)	Y_1 : Concentración de flavonoides luego de la extracción.	– Composición de flavonoides	– Concentración de flavonoides, rendimiento de extracción, tiempo de extracción, temperatura de operación, proporción de solventes	Ensayos experimentales de extracción con equipo soxhlet.
SUB PROBLEMAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
a) ¿Cuál será la proporción de la mezcla de solventes etanol-agua que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) que será sometida a experimentación?	a) Determinar la proporción de la mezcla de solventes etanol-agua que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) que será sometida a experimentación.	a) La proporción de la mezcla de solventes etanol-agua que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) será una mezcla de 60% de etanol y 40% de agua.	X_2 : Proporción óptima de la mezcla solventes etanol agua.	– Proporción de solvente	– ml etanol/ml agua	Análisis en el Laboratorio
b) ¿Qué temperatura de operación favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.) con una mezcla de solventes etanol-agua que será sometida a experimentación?	b) Determinar la temperatura de operación que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.), que será sometida a experimentación.	b) La temperatura de operación que favorecerá la extracción de flavonoides de la envoltura externa de cebolla roja (<i>Allium cepa</i> L.), será 75°C.	X_1 : Temperatura óptima de extracción.	– Temperatura	– Temperatura	Análisis en el Laboratorio

Y_1 = Concentración de flavonoides, X_1 = Proporción de disolvente etanol-agua, X_2 = Temperatura

Fuente : Elaboración propia

ANEXO 2

MARCHA FITOQUÍMICA PARA IDENTIFICACION DE FLAVONOIDES DEL EXTRACTO DE LA CÁSCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00522-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005153/2018
SOLICITADO POR : EDGAR ANTONIO TERRONES RODRIGUEZ
MUESTRA : EXTRACTO DE LA CÁSCARA DE LA CEBOLLA
(*Allium cepa* L.)
NÚMERO DE LOTE : --
CANTIDAD : 01 frasco
FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN : --
FECHA DE VENCIMIENTO : --

MARCHA FITOQUÍMICA			
METABOLITO	ENSAYO	MÉTODOS	RESULTADOS
ANTOCIANINAS	Prueba Cualitativa	Cualitativo	++
ALCALOIDES	Reacción de Dragendorff	Cualitativo	++
	Reacción de Mayer	Cualitativo	-
	Reacción de Wagner	Cualitativo	++
LACIONAS	Reacción de Baljet	Cualitativo	+++
FLAVONOIDES	Reacción de Shinoda	Cualitativo	+++
AMINOÁCIDOS	Reacción de Ninhidrina	Cualitativo	-
CARDENÓLIDOS	Reacción de Kedde	Cualitativo	+++
ESTEROIDES	Reacción de Liebermann - Burchard	Cualitativo	++
SAPONINAS	Reacción de espuma	Cualitativo	-
TANINOS	Reacción con cloruro férrico	Cualitativo	++
TRITERPENOS	Reacción de Liebermann - Burchard	Cualitativo	++
AZÚCARES REDUCTORES	Reacción de Fehling	Cualitativo	++
FENÓLES	Reacción con cloruro férrico	Cualitativo	+++



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"



ANEXO 3

MARCHA FITOQUIMICA PARA IDENTIFICACION DE FLAVONOIDES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)




UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



LEYENDA:

- Reacción muy evidente
- Reacción evidente
- Reacción poco evidente
- No hubo reacción

Lima, 21 de Noviembre del 2018


Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



ANEXO 4

CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DE LA HARINA SECA DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00505-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005120/2018
SOLICITADO POR : EDGAR ANTONIO TERRONES RODRIGUEZ
MUESTRA : HARINA DE CÁSCARA DE CEBOLLA ROJA (*Allium cepa* L.) MOLIDA
NÚMERO DE LOTE : ---
CANTIDAD : 01 bolsa x 20 g
FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN : ---
FECHA DE VENCIMIENTO : ---

PRUEBAS	ESPECIFICACIONES	MÉTODOS	RESULTADOS
CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES	---	ITV - VISIBLN	1509 mg/g

Lima, 16 de Noviembre del 2018


Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



ANEXO 5

10.3 CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 60% ETANOL : 40% AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00503-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005118/2018
SOLICITADO POR : EDGAR ANTONIO TERRONES RODRIGUEZ
MUESTRA : EXTRACTO DE LA CÁSCARA DE LA CEBOLLA
(*Allium cepa* L.)
% etanol 60 - % H₂O: 40
NÚMERO DE LOTE : ---
CANTIDAD : 01 frasco x 30 mL
FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN : ---
FECHA DE VENCIMIENTO : ---

PRUEBAS	ESPECIFICACIONES	MÉTODOS	RESULTADOS
CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES	---	UV - VISIBLE	5,88 mg/mL

Lima, 16 de Noviembre del 2018


Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



ANEXO 6

CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 70% ETANOL : 30% AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00502-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005118/2018
SOLICITADO POR : EDGAR ANTONIO TERRONES RODRIGUEZ
MUESTRA : EXTRACTO DE LA CÁSCARA DE LA CEBOLLA
(*Allium cepa* L.)
% etanol 70 - % de H₂O: 30
NÚMERO DE LOTE : ---
CANTIDAD : 01 frasco x 30 mL
FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN : ---
FECHA DE VENCIMIENTO : ---

PRUEBAS	ESPECIFICACIONES	MÉTODOS	RESULTADOS
CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES	---	UV - VISIBLE	8,03 mg/mL

Lima, 16 de Noviembre del 2018


Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



ANEXO 7

CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DEL EXTRACTO DE LA CASCARA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A UNA PROPORCION DE SOLVENTE 80% ETANOL : 20% AGUA

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA) FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA CENPROFARMA CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA		
PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00504-CPF-2018			
ORDEN DE ANÁLISIS	: 005119/2018		
SOLICITADO POR	: EDGAR ANTONIO TERRONES RODRIGUEZ		
MUESTRA	: EXTRACTO DE LA CÁSCARA DE LA CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) % etanol 80 - % H ₂ O: 20		
NÚMERO DE LOTE	: ---		
CANTIDAD	: 01 frasco x 30 mL		
FECHA DE RECEPCIÓN	: 05 de Noviembre del 2018		
FECHA DE FABRICACIÓN	: ---		
FECHA DE VENCIMIENTO	: ---		

PRUEBAS	ESPECIFICACIONES	MÉTODOS	RESULTADOS
CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES	---	UV - VISIBLE	9,54 mg/mL

Lima, 16 de Noviembre del 2018



Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
 Director del Centro de Control Analítico

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"




ANEXO 8

TÉCNICA ANALÍTICA DE CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES DE LA CÁSCARA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
CENPROFARMA - CCA

1. OBJETIVO:

Cuantificar flavonoides en un extracto alcohólico y muestra seca.

2. PRINCIPIOS:

Cuantificación de taninos por espectrofotometría ultravioleta-visible con estándar de quercetina.

3. ÁREAS INVOLUCRADAS:

Esta instrucción se aplica al Laboratorio de Control de Calidad (CCA) que analizará el componente.

4. RESPONSABILIDADES:

Responsable de CCA y Analista.

5. REFERENCIAS:

Espectrofotómetro EQ-CCA020.

6. MATERIALES Y EQUIPOS:

- a) Fiolas de 10 mL y 25mL
- b) Beackers.
- c) Micropipeta.
- d) Pipeta Pasteur.

- e) Baguetas.
- f) Pipetas graduadas de 5 y 10mL.
- g) Balanza analítica.
- h) Espectrofotómetro ultravioleta-visible

7. REACTIVOS

- a) Patrón de Quercetina
- b) Etanol 96°
- c) Acetato de sodio 1M
- d) Nitrato de aluminio 10%
- e) Agua destilada

8. PROCEDIMIENTO:

Preparación de curva de calibración :

- a) Pesar 2,7 mg de Quercetina y llevar a una fiola de 10 ml
- b) Enrasar con etanol 96°
- c) Tomar una alícuota de 100 uL, 175 uL, 350 uL y 700uL para la preparación de cuatro estándares a concentraciones 2,7 ppm, 4.725 ppm, 9.45 ppm y 18.9 ppm respectivamente en fiolas de 10 mL
- d) Luego agregar 200 uL de acetato de sodio 1 M y 200 uL de nitrato de aluminio 10% y enrasar con etanol 96° a volumen de 10 mL
- e) Finalmente leer a 415 nm en el espectrofotómetro UV – visible después de 40 minutos de reacción.

Preparación de la muestra seca :

- a) Pesar 30 mg de muestra y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol 96°
- b) Tomar 0,5 mL
- c) Agregar 200 uL de reactivo acetato de sodio 1 M y 200 uL de solución nitrato de aluminio 10% y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol de 96°

d) Dejar en reposo 40 minutos y leer a 415 nm.

Preparación del extracto :

a) Tomar 0,5 ml del extracto y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol 96°

b) Tomar 0,5 mL

c) Agregar 200 uL de reactivo acetato de sodio 1 M y 200 uL de solución nitrato de aluminio 10% y enrasar en una fiola de 25 mL con etanol de 96°

d) Dejar en reposo 40 minutos y leer a 415 nm.

Preparación del blanco :

a) Agregar 200 uL de acetato de sodio 1 M y 200 uL de nitrato de aluminio en una fiola de 25 mL

b) Enrasar con etanol 96° a volumen

9. CÁLCULOS :

a) Ecuación de la curva de calibración : $y = mx + b$

b) Flavonoides totales : [] ppm = $(Abs_{m,p} - b)/m$

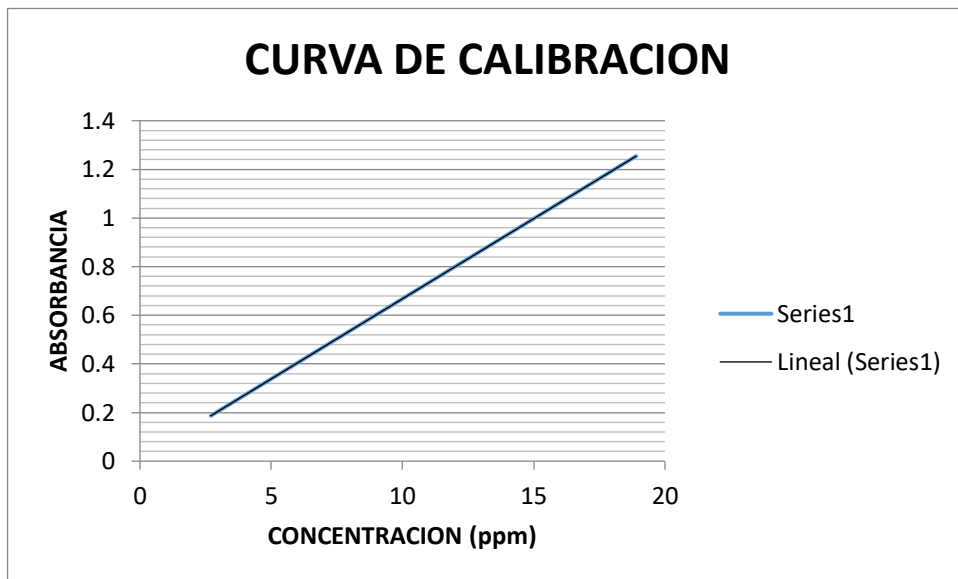
$$flavonoides\ totales\ \left(\frac{mg}{g}\right) = \frac{[]\ ppm \times Fd}{W_{mp}}$$

$$flavonoides\ totales\ \left(\frac{mg}{ml}\right) = \frac{[]\ ppm \times Fd}{V_{mp} \times 100}$$

RESULTADOS :

CURVA DE CALIBRACION

CONCENTRACION (ppm)	ABSORBANCIA
2,700	0,1867300
4,725	0,3201775
9,450	0,6315500
18,900	1,2543100



Ecuación de la recta :

$$y = 0,0659 x + 0,0088$$
$$R^2 = 1$$