**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**
**Universidad del Perú. Decana de América**
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica

# Estudio químico - bromatológico, compuestos bioactivos, y evaluación de la capacidad antioxidante de *Cynara scolymus* "alcachofa" procedente de Huaral

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

**AUTOR**

Karen Regina CÁRDENAS TORIBIO

**ASESORES**

Luz Fabiola GUADALUPE SIFUENTES

Gladys Constanza ARIAS ARROYO

Lima, Perú

2016




Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

**Referencia bibliográfica**

Cárdenas K. Estudio químico - bromatológico, compuestos bioactivos, y evaluación de la capacidad antioxidante de Cynara scolymus “alcachofa” procedente de Huaral [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2016.

1359

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

XIV
72
1(1.m)

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

**"ESTUDIO QUÍMICO – BROMATOLÓGICO, COMPUESTOS BIOACTIVOS Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CYNARA SCOLYMUS "ALCACHOFA" PROCEDENTE DE HUARAL"**

presenta la Bachiller en Farmacia y Bioquímica:

**KAREN REGINA CÁRDENAS TORIBIO**

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación ha obtenido la siguiente calificación:

MUY BUENO (DIECISEIS) 16

en conformidad con el Art. 34.° del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica y Título Profesional de Químico Farmacéutico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 27 de octubre de 2016.

Dra. Eloísa Maximina Hernández Fernández
Presidente

Mg. Margarita Eva Lobatón Erazo
Miembro

Mg. Carmen Rosa Arana Ávila
Miembro

Ing. Antonio José Obregón La Rosa
Miembro

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres Giovane Toribio y Emiliano Cárdenas, que con su apoyo incondicional y sus consejos permiten mi crecimiento personal y profesional.

## AGRADECIMIENTOS

A la UNMSM y a todos los maestros que cada año fueron inculcando en mí el conocimiento, el respeto, la ética y los valores necesarios para ser un profesional.

A mi asesora de tesis, **Dra. Fabiola Guadalupe Sifuentes**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su confianza, su gran apoyo y colaboración durante el proceso de la investigación.

A mi co-asesora de tesis, **Dra. Gladys Arias Arroyo**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su tiempo, sus consejos y su apoyo durante el proceso de la investigación.

Al **Q.F. Nelson Bautista**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su gran apoyo y colaboración durante el proceso de la investigación, hicieron posible la realización del trabajo,

A la **Q.F. Bertha Jurado Teixeira**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su amistad, colaboración y sus aportes de conocimiento para el presente trabajo.

A la **Q.F. Eva Ramos LLica**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su amistad, colaboración y sus aportes de conocimiento para el presente trabajo.

Al **Dr. César Fuertes Ruitón**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su amistad, y por el apoyo durante los años académicos.

Al Bach. **Nicky Delao Lizardo**, por su amistad y apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

A la Bach. **Claudia Rosillo Zevallos**, por su amistad y apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

A la Bach. **Carmen Uribe Acero**, por su amistad incondicional y apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

A la Bach. **Karen Martínez Cabrejos**, por su amistad incondicional y apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

Al Presidente(a) y a los miembros del Jurado Examinador y Calificador, nombrado por la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su apoyo y colaboración.

**JURADO EXAMINADOR Y CALIFICADOR**

**PRESIDENTE:**

Dra. Eloísa Maximina Hernández Fernández

**MIEMBROS:**

Mg. Margarita Eva Lobatón Erazo

Mg. Carmen Rosa Arana Ávila

Ing. Antonio José Obregón La Rosa

## ÍNDICE


**Índice de Tablas** ix

**Índice de figuras** x

**Índice de gráficos** xi

**Resumen** xii

**Abstract** xiv

**I. Introducción** 1

**1.1 Objetivos**

**2 1.1.1 Objetivo general** 2

**1.1.2 Objetivos específicos** 2

**1.2. Hipótesis** 3

**II. Generalidades** 4

**2.1. *Cynara scolymus* (Alcachofa)** 4

**2.2. Nombres comunes** 4

**2.3. Origen y distribución** 4

**2.4. Taxonomía morfología** 5

**2.5. Descripción botánica** 6

**2.6. Variedades** 9

**2.7. Usos** 17

**2.7.1. Alimentos** 17

**2.7.2. Medicinales** 17

2.8. Composición química 17

2.9. Producción nacional y mundial 18

2.9.1. Producción nacional 18

2.9.2. Producción mundial 20

2.10. Exportación nacional 22

2.11. Productos derivado en el mercado 24

2.12. Compuestos bioactivos 25

2.12.1. Vitamina C 25

2.12.2. Polifenoles 26

2.12.3. Flavonoides 27

2.12.4. Antocianinas 28

2.12.5. Fructooligosacáridos 29

2.13. Actividad antioxidante 30

III. Materiales y métodos 31

3.1. Materiales, reactivos y equipos 31

3.1.1. Materiales de laboratorio 31

3.1.2. Reactivos 32

3.1.3. Equipos 33

3.2. Métodos 34

3.2.1. Recolección y preparación de la muestra 34

3.2.2. Análisis Químico Bromatológico 35

3.2.2.1. Humedad 35

3.2.2.2. Cenizas 36

3.2.2.3. Grasas 36

3.2.2.4. Proteínas totales 36

3.2.2.5. Carbohidratos 37

3.2.2.6. Azúcares reductores directos y totales 37

3.2.2.7. Minerales 39

3.2.3. Determinación de los compuestos bioactivos 42

3.2.3.1. Análisis Cualitativo - Tamizaje fitoquimico 42

3.2.3.2. Analisis Cuantitativo 43

3.2.3.2.1. Vitamina C 43

3.2.3.2.2. Polifenoles totales 44

3.2.3.2.3. Antocianinas 45

3.2.3.2.4. Flavonoides 46

3.2.3.2.5. Determinación de fructoolisacaridos 47

3.2.4. Determinación de la actividad antioxidante 48

IV. Resultados 50

V. Discusiones 61

VI. Conclusiones 64

VII. Recomendaciones 65

VIII. Referencias Biliográficas 66

**Índices de Tablas**


**Tabla 1.** Valor nutritivo de la alcachofa 18

**Tabla 2**. Producción de alcachofas en el 2012. Fuente: Desarrollo Peruano: Noticias y análisis del desarrollo económico y social del Perú. 20

**Tabla 3.** Principales países productores de alcachofas. Fuente: Food And Agriculture Organization Of The United Nations for a world without hunger. FAOSTAT 21

**Tabla 4.** Principales países exportadores de alcachofas. Fuente: SIICEX. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior 22

**Tabla 5**. Principales mercados de alcachofas. Fuente: SIICEX. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior 23

**Tabla 6.** Análisis Cualitativo - Tamizaje fitoquímico 42

**Tabla 7**. Peso de la parte comestible (Receptáculo) y las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 50

**Tabla 8.** Análisis Químico-Bromatológico del receptáculo de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 50

**Tabla9.** Análisis Químico-Bromatológico de las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 51

**Tabla 10.** Concentración de los principales minerales de *Cynara scolymus*en muestra fresca 52

**Tabla 11.** Marcha Fitoquímica de extracto etanólico de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 53

**Tabla 12.** Compuestos bioactivos en muestra fresca de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 54

**Tabla 13.** Compuestos bioactivos en muestra estabilizada de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 54

**Tabla 14.** Actividad Antioxidante del extracto alcohólico de las Brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"* realizado con método del Radical 2, 2-Difenil-1-picrylhydrazyl 56

**Tabla15.** Actividad Antioxidante del extracto alcohólico de muestra estabilizada de las Brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*. 57

**Tabla 16.** Concentraciones de la curva de calibración de Trolox 59

**Tabla17.** mg Equivalente Trolox / g de muestra de extracto alcohólico seco de la parte comestible (receptáculo) y de la muestra de extracto alcohólico seco de las brácteas de Cynara scolymus "Alcachofa". 60

**Tabla18.** IC50 (ug/mL) de la parte comestible (receptáculo) y de las brácteas de Cynara scolymus "Alcachofa". 60

## Índices de Figuras


**Figura 1.***Cynara scolymus* (Alcachofa) procedente de la provincia de Huaral, Departamento de Lima 6

**Figura 2.** Partes de *Cynara scolymus* (Alcachofa) 8

**Figura 3.** Green Globe 9

**Figura 4**. Imperial Star 10

**Figura 5.** Blanca de Tudela 11

**Figura 6.**Catanese o Violetto di Sicilia 11

**Figura 7**. SpinosoSardo 12

**Figura 8.** Romanesco 13

**Figura 9.**Violeta de Provenza 13

**Figura 10.** Camus de Bretagne 14

**Figura 11**. Calicó 15

**Figura 12.**Salambo 15

**Figura 13**. Tema 23

**Figura 14.** Exportación de conservas de alcachofa

**Figura 15**. Estructura química de los principales flavonoides presentes en la alcachofa (*Cynara scolymus* ) 28

**Figura 16.** Estructura de antocianinas a diferentes pH's 29

**Figura 17.** Recolección de la muestra de *Cynara scolymus* (Alcachofa) 35

**Figura 18.** Diagrama para el estudio químico-bromatológico de la muestra 40

**Figura 19.** Diagrama para el estudio de compuestos bioactivos presentes en Cynara scolymus "Alcachofa" 41

**Figura 20.** Curva de calibración del ácido gálico (ug/mL) 55

**Figura 21.** Curva de % de Captación de radicales libes en parte comestible de Cynara scolymus "Alcachofa" 57

**Figura 22.** Curva % de Captación de radicales libes en brácteas de Cynara scolymus "Alcachofa" 58

**Figura 23.** Curva de calibración del Trolox 60

## Índices de Gráficos

**Gráfico 1:** Principales países productores de alcachofas. Fuente: Food And Agriculture Organization Of The United Nations for a world without hunger. FAOSTAT 22

**Gráfico 2:**Análisis Químico-Bromatológico de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 51

**Gráfico 3:**Análisis Químico-Bromatológico de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 52

**Gráfico 4:** Compuestos Bioactivos en parte comestible y brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 55

**Gráfico 5:** % de Captación de radicales libes en parte comestible de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 56

**Gráfico 6:** % de Captación de radicales libes en brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"* 58

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la determinación químico bromatológico, la cuantificación de los principios bioactivos y la determinación de la capacidad antioxidante en la parte comestible (receptáculo) y brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa", con muestra procedente de la provincia de Huaral, región Lima. De la evaluación química bromatológica de la parte comestible se obtiene: 79,99g% de humedad; 3,50g% de proteína; 0,11g% de grasa; 1,45g% de cenizas; 1,24g% de fibra cruda; 1,78g% de azúcares reductores directos. En las brácteas se encuentra: 71,84g% de humedad; 3,87g% de proteína; 0,44g% de grasa; 1,36g% de cenizas; 9,59g% de fibra cruda; 2,67g% de azúcares reductores directos. Minerales, por el método de Absorción Atómica: P (66,67mg%), K (400,00mg%); Ca (333,33 mg%); Mg (66,67mg%); Na (266,67 mg%), Fe (4,52mg%); Cu (1,91mg%) y Zn (6,27mg%) en la parte comestible; y P (66,67mg%), K (366,67mg%); Ca (167,67mg%); Mg (66,67 mg%); Na (266.67 mg%), Fe (4,52mg%); Cu (1,91mg%) y Zn (6,27mg%) en las brácteas. El contenido de polifenoles totales, mediante el método de Folin-Ciocalteau para la parte comestible fue de 1,66g% y brácteas, 5,10g%; el contenido de flavonoides totales por el método espectrofotométrico para la parte comestible fue 0,67g% y brácteas, 1,33g%; el contenido de Vitamina C por el método de la AOAC para la parte comestible fue 0,975g% y brácteas, 0,380g%; con respecto a las antocianinas, no se detectaron en la parte comestible, y en brácteas, se obtuvo 8,35 mg%. La capacidad antioxidante de Cynara scolymus expresada como IC50 para la parte comestible fue de 553,0ug/mL y para las brácteas, 137,52ug/mL.

**Palabras clave:** Alcachofa, *Cynara scolymus*, brácteas, bioactivos.

## ABSTRACT

In this paper the bromatológico chemical determination was made, quantification of bioactive principles and determination of antioxidant capacity in the edible part (receptacle) and bracts of *Cynara scolymus* "Artichoke" with sample from the province of Huaral, region Lime. Of the chemical evaluation bromatológica of the edible part is obtained: 79,99g % of dampness; 3,50g % of protein; 0,11g % of fat; 1,45g%de ashes; 1,24g % of raw fiber; 1,78g % of direct reducer sugars. In the bracts he is: 71,84g % of dampness; 3,87g % of protein; 0,44g % of fat; 1,36g % of ashes; 9,59g % of raw fiber; 2,67g % of direct reducer sugars. Minerals, for the method of Atomic Absorption: P (66,67mg %), K (400,00mg %); Ca (333,33 mg %); Mg (66,67mg %); Na (266,67 mg %), Faith (4,52mg %); Cu (1,91mg %) and Zn (6,27mg %) in the edible part; and P (66,67mg %), K (366,67mg %); Ca (167,67mg %); Mg (66,67 mg %); Na (266.67 mg %), Faith (4,52mg %); Cu (1,91mg %) and Zn (6,27mg %) in the bracts. The content of total polyphenols, by means of Folin-Ciocalteau's method for the edible part it was of 1,66g % and bracts, 5,10g %; the content of flavonoids total by the spectrophotometric method, for the edible part was 0,67 g % and bracts, 1,33g %; the content of Vitamin C for the method of the AOAC for the edible part was 0,975g% and bracts, 0,380g%; with regard to the anthocyanins, they were not detected in the edible part, and in bracts, 8,35 were obtained mg%. The antirust capacity of *Cynara scolymus* expressed since IC50 for the edible part it was of 553,0ug/mL and for the bracts, 137,52ug/mL.



**Keywords**: artichoke, *Cynara scolymus*, bracts, bioactive.

# I. Introducción

En el Perú, *Cynara scolymus* L. "alcachofa" se ha convertido en uno de los productos bandera de las crecientes industrias agroindustriales apostadas en el norte del país. Este producto alcanzó la cifra récord en los años 2008 al 2010. No obstante estas exportaciones remarcan el valor alimenticio que tiene la alcachofa, olvidándose por completo del valor medicinal de esta planta, por lo que es importante realizar investigaciones que resalten los valores medicinales de la alcachofa.[(1)]

La parte comestible de la planta es la inflorescencia inmadura, llamada *capitulum* o la cabeza y está protegido por hojas carnosas (brácteas). El receptáculo de la alcachofa ha reportado un contenido polifenólico total más alto entre varias verduras frescas. La alcachofa es una fuente natural de compuestos fenólicos, como cinarina (ácido 1,5-dicafeoilquínico) y ácido clorogénico (ácido 5-cafeoilquínico) siendo el más abundante. Adicionalmente, derivados de flavonoides, tales como derivados de luteolina y apigenina, se han encontrado en las hojas de alcachofa y receptáculos. El contenido de compuestos fenólicos varía de acuerdo al tipo de cultivo y se ve afectado por diferentes factores, tales como la edad y condiciones post-cosecha. Además de estos metabolitos, la inulina está presente en la alcachofa como reserva de carbohidratos. [(2)]

Conocida desde hace tiempo como una medicina a base de hierbas, las hojas secas de la alcachofa han sido utilizadas en la medicina popular por su efecto colerético y hepatoprotector, que a menudo están relacionados con el contenido de cinarina. En diversos ensayos farmacológicos, los extractos de hojas de alcachofa han demostrado efecto hepatoprotector, anticancerígeno, antioxidante,

antibacteriano, anti-VIH, actividades expulsión de bilis, diurético, así como la capacidad de inhibir la biosíntesis del colesterol y la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL). Estas indicaciones terapéuticas no pueden atribuirse a un único compuesto, sino a varios compuestos activos proporcionando efectos farmacológicos sinérgicos, incluyendo ácidos monocafeoilquínico y dicafeoilquínico, y flavonoides, como la luteolina y su 7-o-glucósido.[3]

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el valor nutricional de la alcachofa, realizar el estudio de los compuestos bioactivos que presenta, y evaluar la actividad antioxidante, tanto en el receptáculo (parte comestible) como en las brácteas, con el fin de conocer su valor y darle debida importancia. Con la difusión de este trabajo se busca dar de manera indirecta la importancia de la planta, con lo que se incentiva no solo al aprovechamiento máximo del receptáculo (parte comestible) sino también al aprovechamiento del residuo, que son los brácteas.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivos Generales

- Realizar el estudio químico bromatológico y de los componentes bioactivos; y evaluar la actividad antioxidante de *Cynara scolymus "*Alcachofa*"* procedente de Huaral.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio químico bromatológico de *Cynara scolymus* "Alcachofa" procedente de Huaral.
- Realizar el estudio de compuestos bioactivos de *Cynara scolymus* "Alcachofa" procedente de Huaral.

- Evaluar la capacidad antioxidante de *Cynara scolymus* “alcachofa” procedente de Huaral.

## 1.2. Hipótesis

- *Cynara scolymus* “alcachofa” presenta compuestos de alto valor nutricional, compuestos bioactivos y actividad antioxidante en el receptáculo (parte comestible) y las brácteas.

# II. Generalidades

## 2.1. *Cynara scolymus* (Alcachofa) [4]

El nombre de género *Cynara* proviene del latin que significa ceniza, debido al color ceniciento de las hojas; el epíteto *scolymus* es un término de origen griego que designa a las plantas espinosas.

## 2.2. Nombres comunes[4]

Artischoke (alemán); alcachofa, alcachofera, alcací, alcacil, cachofra, cardo alcachofero, morrillera, mortas (España); artichaut (francés); artichoke, frenchartichoke, gardenartichoke, globe, globeartichoke (inglés); carciofo (italiano); alcachofra (portugués).

## 2.3. Origen y distribución

Planta original del Mediterráneo y del noroeste de África, cultivada en climas templados, principalmente para usos alimenticios.[5]

El cultivo de la alcachofa se remonta a la antigüedad, en diferentes representaciones del antiguo Egipto aparecen como piñas con las hojas y brácteas empizarradas. Se le atribuían virtudes afrodisiacas.[6] Fue el médico griego Dioscórides - por la época del nacimiento de Cristo - el primero en escribir sobre la alcachofa y se sabe por el naturalista latino Plinio el Viejo (23 - 69 de nuestra Era) que griegos, romanos y cartagineses la conocieron y apreciaron; conociéndose también que la conservaban en miel o vinagre, sazonada con comino y otras especies aromáticas para consumirlas durante todo el año. Los

árabes la llevaron a España desde Marruecos, donde tomó el nombre de alcachofa como una derivación fonética del árabe Al Kharshuf. Con la caída del Imperio Romano hubo una época de oscuridad hasta el siglo XV, durante la cual fue cultivada y mejorada por monjes en monasterios cristianos, evolucionando hacia la alcachofa actual. A mediados de 1800 los emigrantes franceses la llevaron a Louisiana, donde se cultivó la variedad Creole, pero se menciona por primera vez en el MacMahon's Gardeners Catalogue en 1806, en el que se ofrecía semillas de dos variedades con fines ornamentales. Después de la primera guerra mundial la migración italiana la introdujo en Argentina y por la misma vía llegó también al Perú, donde a fines de 1999 se cultiva apenas alrededor de 320 Ha.; la mayor parte de ellas concentrada en la zona de Concepción del departamento de Junín (63%) y alrededor de los 3,300 m. sobre el nivel del mar, lo que constituye una situación única en el mundo. [7]

## 2.4. Taxonomía morfología

La muestra se clasificó por el Museo de Historia Natural (UNMSM-2015), según el sistema de clasificación de Cronquist (1988):

**REINO:** Vegetal

**DIVISIÓN:** Magnoliophyta

**CLASE:** Magnoliopsida

**SUB-CLASE:** Asteridae

**ORDEN:** Asterales

**FAMILIA:** Asteraceae

**GÉNERO:** *Cynara*

**ESPECIE:** *Cynara scolymus*L.

**VARIEDAD:** Criolla o con espinas.

**NOMBRE COMÚN:** Alcachofa



**Figura 1.** *Cynara scolymus "Alcachofa"* procedente de la provincia de Huaral, Departamento de Lima

## 2.5. Descripción botánica

**Raíz:** La alcachofa tiene un sistema radicular grueso y carnoso, el mismo que se inserta en un rizoma, es decir, en un tallo hipogeo, horizontal, radiciforme con yemas y raíces muy desarrolladas. En este se acumulan las reservas alimenticias de la planta. Los rizomas dan paso al rebrote vegetativo, por esta razón se los usa para multiplicar la planta. **(8)**

**Tallos:** Son erguidos, gruesos, ramificados y acanalados longitudinalmente, su presencia no es notoria hasta el inicio de la floración, sin embrago al microscopio se puede observar su diferenciación entre las cuatro y las seis semanas después

del trasplante, luego de lo cual empieza su crecimiento aéreo alcanzando de 1,20 m a 1.80 m de altura dependiendo de las características genéticas de la planta. [9]

**Hojas:** La alcachofa tiene hojas provistas de grandes dientes (tipo aserrado). También pueden ser del tipo oblongas o lobadas. Son alargadas, colgantes, carnosas de color verde claro o verde grisáceo en el haz y un tanto blanquecino en el envés debido a su pubescencia. Su nervadura central es pronunciada y su limbo está dividido en lóbulos laterales. Presentan espinas en los bordes. Las hojas pueden alcanzar un largo de hasta 1 m. [8]

**Flores:** La principal característica de la alcachofa es que presenta inflorescencia, flores agrupadas a manera de cabezuela. Pertenece a la familia Asteraceae. Generalmente se produce inflorescencia en el extremo de los tallos principales o secundarios. Las flores son sésiles y de color azulado o violáceo, se insertan en el receptáculo o disco floral, el mismo que está rodeado por una serie de brácteas carnosas, que se abren cuando la cabezuela madura. El receptáculo de la cabezuela es la parte comestible de la alcachofa además de las brácteas tiernas o jóvenes asentadas en él. Estas últimas deben consumirse antes de que se desarrolle totalmente y maduren las flores ya que el receptáculo se endurece y se vuelve espinoso.[8]

**Frutos:** Son aquenios (fruto seco, monospermo, indehiscente), provistos de vilano plumoso, de forma oblonga, de color grisáceo con manchas pardas o negruzcas. [8]

**Semillas:** Las semillas son pequeñas, de 5 a 7 mm y de color grisáceo con rayas más oscuras y se encuentran en el interior del fruto. Pueden trasladarse a gran

distancia por el viento. La germinación de la alcachofa es baja (80% en promedio), a pesar de que el poder germinativo de las nuevas variedades ha mejorado. La semilla tiene una viabilidad de 3 a 5 años. Un kilogramo tiene entre 21000 a 25000 es decir, 1000 semillas pesan 40 gramos aproximadamente. Las variedades violetas son las de mayor peso. La alcachofa produce semillas, pero su desarrollo es lento y cuando éstas se siembran, se obtienen plantas degeneradas y heterogéneas; su producción debería ser manejada bajo condiciones controladas. [8]

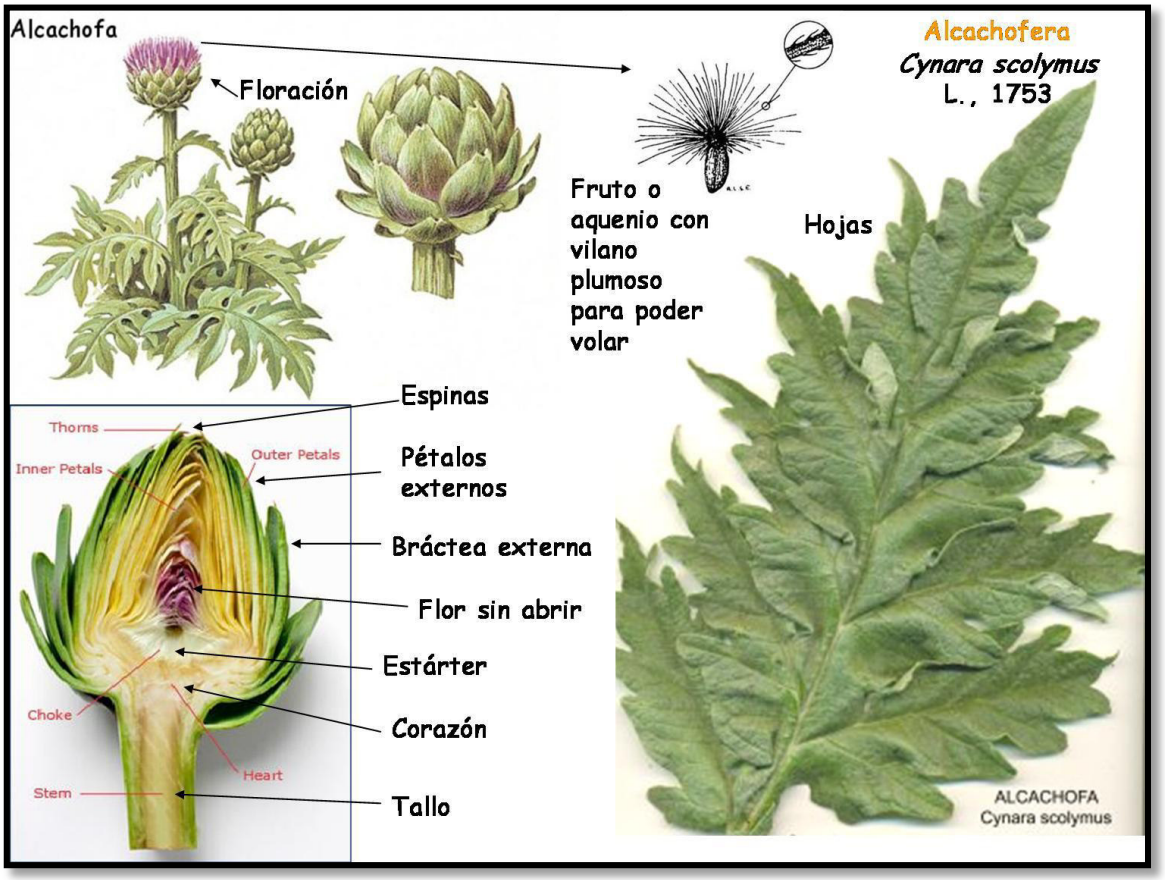



**Figura 2.** Partes de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

## 2.6. Variedades[10]

Actualmente, existen más de 286 variedades cultivadas de alcachofa, provenientes en su mayoría de Italia, Francia y España. Muchas de estas especies deben su nombre al lugar de origen: “Blanca de Tudela”, “Violeta de Provenza”, “Camus de Bretaña”, etc. No es fácil identificar los diversos genotipos de alcachofa que existen (entre 100 y 120), debido a la gran variabilidad genética. Las variedades pueden diferenciarse atendiendo a la forma del capítulo (esférico u oval), tamaño y color del mismo (verde o violeta). También debe tenerse en cuenta la precocidad de la planta.

Entre las principales variedades que se cultivan en el mundo y que se consume, destacan:

**Green Globe:** Se trata de una alcachofa con brácteas brillantes y espinosas, de tonos que varían entre el verde y el violeta, como resultado de la mezcla genética de esta variedad. La planta puede alcanzar 2 m de altura y posee hojas grandes y fruto globoso, dulce y tierno. Se cultiva principalmente en Estados Unidos.[10]



**Figura 3.** Green Globe

**Imperial Star**: Es una variedad procedente de California, temprana y muy productiva, de propagación por semillas. Esta planta puede alcanzar los 1,50 m de altura, superando a la variedad “Blanca de Tudela”. Sus capítulos son ovales y grandes, con brácteas interiores de color blanco, y exteriores verdes con tonos violáceos en su base, que pueden terminar en una espina curvada.[(10)]



**Figura 4.** Imperial Star

**Blanca de Tudela**: Es una planta temprana, de tamaño pequeño (1 m de desarrollo vegetativo) capaz de producir durante toda la primavera, otoño e invierno, dando dos o tres rebrotes por estación. En el Mediterráneo se planta a finales de julio o principio de agosto, pudiéndose recolectar los primeros frutos a mitad o final de octubre. Se cultiva principalmente en España, y su destino es tanto para el consumo en fresco como para la industrialización. Su multiplicación es vegetativa o por esquejes. El capítulo que genera esta variedad es pequeño, sin espinas y de forma cónica-cilíndrica, rodeado de brácteas verdes y compactas.[(10)]



**Figura 5.** Blanca de Tudela

**Catanese o Violetto di Sicilia:** Es una variedad de alcachofa de origen italiano, de ciclo productivo largo y producción temprana. La planta es de tamaño mediano, con hojas de lámina entera en los primeros estados vegetativos, y lobuladas. Los capítulos son ovoidales y medianos, cubiertos por brácteas redondeadas de color verde con tonos violáceos en el exterior, y más claras en el interior.[(10)]



**Figura 6.**Catanese o Violetto di Sicilia

**Spinoso Sardo:** Es la segunda variedad más cultivada en Italia, y la preferida por los italianos para el consumo en fresco. Es una de las alcachofas más llamativas por sus características morfológicas. Los capítulos de la planta son cónicos y se encuentran rodeados por brácteas alargadas, de color verde con tonos violetas y pardos. El ápice de las brácteas termina en una espina amarillenta muy pronunciada. [10]



**Figura 7.**Spinoso Sardo

**Romanesco:** Variedad italiana de baja y tardía producción, de enero a mayo. Esta planta es muy vigorosa y puede llegar a alcanzar 160 cm de altura. Posee capítulos subesféricos achatados y grandes, con tonos verdes y violetas en sus brácteas. La producción de capítulos es muy adecuada para el consumo en fresco; mientras que por su forma no se presta bien a la industrialización en forma de corazones. [10]



**Figura 8**. Romanesco

**Violeta de Provenza:** Esta variedad es originaria de Francia, pero también se cultiva en Italia y en menor escala en España. Es una planta algo menos productiva que "Blanca de Tudela", comenzando a dar capítulos a partir de octubre y aumentando su producción tras la parada de invierno.

La planta no es muy grande y sus capítulos son medianos y alargados, con brácteas de tonos verdosos y violeta rojizo. [(10)]



**Figura 9.** Violeta de Provenza

**Camus de Bretagne:** Su denominación indica que es de origen francés. Se caracteriza por tener grandes capítulos redondeados y compactos (entre 300 y 500 g), de color verde brillante con tonos pardos en los bordes. Su gran tamaño la hace adecuada para la exportación a otros mercados que aprecian esta característica, especialmente para utilizarse como base para relleno con otros alimentos. Es una planta temprana y bastante productiva. [(10)]

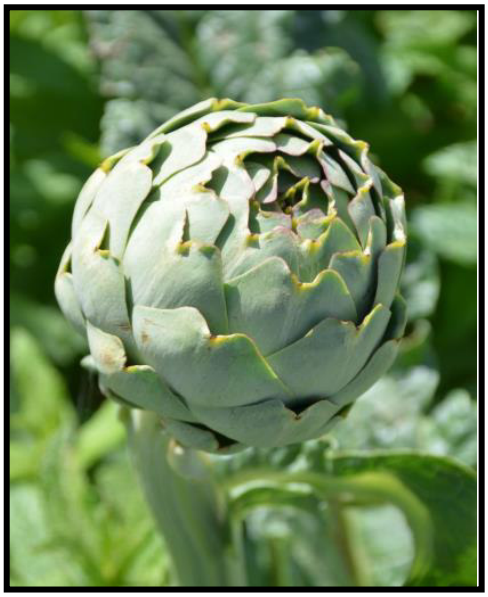


**Figura 10.** Camus de Bretagne

**Calicó**: Es similar a Camus de Bretagne en cuanto a origen, forma y color de los capítulos, pero es una planta mucho más tardía que se recolecta a partir de febrero. Pueden llegar a pesar más de 1 kg y el desarrollo vegetativo de la planta es muy grande (alcanza 160 cm de altura). [(10)]



**Figura 11**. Calicó

**Salambo:** Es un híbrido generado a partir de “Camus de Bretagne”. El cultivar “Salambó” es de producción muy tardía, de febrero a mayo. Los capítulos son muy grandes, de forma esférica con brácteas de tono rojo púrpura sin espinas. El desarrollo vegetativo es muy grande, similar al cultivar “Calicó” (más de 160 cm). **(10)**



**Figura 12.**Salambo

**Tema:** Variedad italiana, cultivada principalmente en la Toscana y de producción precoz. La planta es mediana, llegando a los 90 cm de altura, y de vigor medio. Los capítulos son medianos, ovalados y de color violeta intenso, y las brácteas que los rodean tienen tendencia a abrirse con temperaturas altas.[(10)]



**Figura 13**. Tema

En el Perú tenemos variedades de alcachofa cuya cosecha se puede dar durante el año o solo una vez. Entre las variedades que se pueden cosechar más de una vez tenemos la criolla o con espinas y la Green globe. Las variedades que se cosechan en el Perú solo una vez al año son Imperial star, A-106 y lorca**.** [(11)]

## 2.7. Usos

### 2.7.1. Alimentos [12]

La alcachofa se usa en la alimentación. La base de la bráctea y el receptáculo de la inflorescencia son las partes carnosas comestibles. La alcachofa se consume cruda cuando está tierna y cocida si es un poco madura. La alcachofa, también se utiliza en fresco, en ensalada y pasteles, y en la industria, bajo la forma de encurtidos y conservas.

### 2.7.2. Medicinales[13]

La alcachofa es un componente importante en la dieta como fuente de compuestos bioactivos para mejorar la salud, y se le atribuye un efecto hepatoprotector, anticancerígeno, antioxidante, antibacteriano, anti-VIH, y tiene efecto colagogo; tiene propiedades diuréticas, además se le atribuye la capacidad de inhibir la biosíntesis del colesterol y las lipoproteínas de baja densidad oxidación (LDL).

## 2.8. Composición Química

Debido a su bajo contenido calórico y alto porcentaje de fibra, la alcachofa puede ser considerada una hortaliza light [14]. El valor nutritivo aproximado de una alcachofa con una porción comestible de 100gr. de corazón (fondo más las hojuelas interiores despuntadas) se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Valor nutritivo de la alcachofa [44]

| Valor Nutricional de la Alcachofa (100 g de contenido comestible) | |
|---|---|
| Energía | 19 kcal |
| Energía | 79 kJ |
| Agua | 92.9 g |
| Proteínas | 2.8 g |
| Grasa total | 0.2 g |
| Carbohidratos totales | 2.9 g |
| Fibra cruda | 1.4 g |
| Fibra dietaria | 5.4 g |
| Cenizas | 1.2 g |

**Fuente:** Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud.

## 2.9. Producción nacional y mundial

### 2.9.1. Producción nacional

Entre el 2000 y el 2006 la producción de alcachofa creció en promedio 74,5% anual, promoviendo que dicho cultivo sea de mayor crecimiento en los últimos años. En 1999 las áreas sembradas fueron de 100 ha, mientras que para el 2006 se consiguió sembrar 6.762 ha. El incremento del cultivo se ha visto impulsado por los estudios realizados para el aumento de la producción y el rendimiento de la alcachofa. Dichos estudios permitieron la siembra de las variedades Green Globe, Imperial Star y Blanca de Tudela, las cuales mostraron una buena adaptación a las tierras peruanas y son las preferidas para la elaboración de conservas destinadas al mercado externo. Cabe mencionar que pese a que la

alcachofa “criolla serrana con espinas” no es muy difundida en el mercado interno, su cultivo se desarrolla principalmente en la sierra del país y es utilizada para el consumo en fresco. [15]

El aumento de las áreas cosechadas de alcachofas durante el 2006 estuvieron motivadas por la creciente demanda por parte de EEUU, esto ha estimulado que algunos agricultores destinen ciertas hectáreas para cultivos de alcachofa. [15]

El Perú es el principal productor, fuera de la zona del Mediterráneo (su lugar de origen y donde más abunda). Según la FAO, la producción nacional alcanzó las 141,496 toneladas.

Nuestro país figura desde los años 60 entre los veinte primeros productores, ingresó a una fase de auge recién en el presente siglo, particularmente desde el año 2003, la producción (multiplicándose dieciséis veces, y creciendo a una tasa anual de 74%) pasó de 8,406 toneladas en el 2002 a 134,244 en el 2007. Este aumento permitió ascender del puesto 15 que ocupaba en el 2002, al 9 en el 2004 (superando a Chile y Estados Unidos), y luego al actual cuarto lugar (dejando atrás a Argelia, China, Marruecos, Francia y Argentina). Es decir, de actor muy marginal el Perú ha pasado a ser una de las grandes potencias mundiales, sin embargo, los últimos años la producción ha moderado su tasa de crecimiento, e inclusive retrocediendo levemente en algunos de ellos, afectada por la desaceleración del consumo en los principales mercados compradores. Así ha ocurrido en los años 2008, 2009 y 2012. En cuanto al rendimiento, nuestro país también es uno de los productores más altos del mundo, con aproximadamente veinte toneladas por hectárea. [16]

**Tabla 2**. Producción de alcachofas en el 2012.

| El Perú en el Mundo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRODUCCIÓN DE ALCACHOFAS 2012 | | | | | |
| | País | Toneladas | | País | Toneladas |
| 1 | Egipto | 387,704 | 11 | Turquía | 32,173 |
| 2 | Italia | 364,871 | 12 | Grecia | 31,600 |
| 3 | España | 199,100 | 13 | Chile | 22,500 |
| 4 | Perú | 141,496 | 14 | Irán | 18,000 |
| 5 | Argentina | 106,000 | 15 | Túnez | 18,000 |
| 6 | China | 77,000 | 16 | Siria | 6,800 |
| 7 | Marruecos | 63,889 | 17 | México | 4,838 |
| 8 | Argelia | 53,657 | 18 | Israel | 2,847 |
| 9 | EEUU | 52,300 | 19 | Uzbekistán | 2,500 |
| 10 | Francia | 42,465 | 20 | Chipre | 2,324 |

**Fuente:** Desarrollo Peruano: Noticias y análisis del desarrollo económico y social del Perú.

### 2.9.2. Producción mundial

En la producción total mundial de alcachofas, 2012, el Perú ocupa el cuarto lugar con 101,931 toneladas, solo es superado por Egipto (387,704 toneladas), Italia (364,871 toneladas), y España (199,100 toneladas). [17]

**Tabla 3.** Principales países productores de alcachofas.

| Posición | País | Producción (1000$ Int) | Símbolo | Producción (T) | Símbolo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Egipto | 279296 | * | 387704 | |
| 2 | Italia | 262848 | * | 364871 | |
| 3 | España | 143429 | * | 199100 | |
| 4 | Perú | 101931 | * | 141496 | |
| 5 | Argentina | 76361 | * | 106000 | F |
| 6 | China | 55469 | * | 77000 | F |
| 7 | Marruecos | 46024 | * | 63889 | |
| 8 | Argelia | 38653 | * | 53657 | |
| 9 | EEUU | 36955 | * | 51300 | |
| 10 | Francia | 30951 | * | 42465 | |
| 11 | Turquía | 23177 | * | 32173 | |
| 12 | Grecia | 22764 | * | 316000 | |
| 13 | Chile | 16208 | * | 22500 | F |
| 14 | Irán | 12966 | * | 18000 | F |
| 15 | Túnez | 12966 | * | 18000 | |
| 16 | Siria | 4898 | * | 6800 | |
| 17 | México | 3485 | * | 4838 | |
| 18 | Israel | 2050 | * | 2847 | |
| 19 | Uzbekistán | 1800 | * | 2500 | F |
| 20 | Chipre | 1674 | * | 2324 | |

*: Cifras no oficiales

[]: Datos oficiales

F: Estimación FAO

**Fuente:** Food And Agriculture Organization Of The United Nations for a world without hunger. FAOSTAT

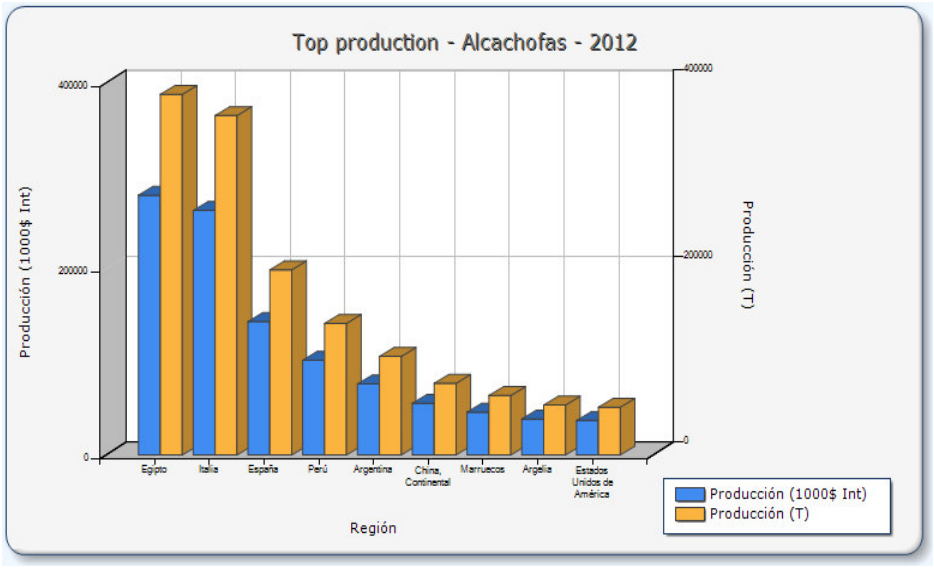



**Gráfico 1:** Principales países productores de alcachofas. Fuente: Food And Agriculture Organization of the United Nations for a world without hunger. FAOSTAT

## 2.10. Exportación nacional

El Perú ocupa el tercer lugar entre los países exportadores de alcachofa en conservas según el Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior, los primeros lugares fueron para China y Francia.[18]

**Tabla 4.** Principales países exportadores de alcachofas.

| Nº | País | % Var 12-11 | % Part 12 | Total Exportación 2012 (millón US$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | China | 43% | 32% | 592,74 |
| 2 | Francia | -9% | 9% | 254,59 |
| 3 | Perú | -10% | 8% | 234,82 |
| 4 | Países Bajos | 6% | 6% | 157,93 |
| 5 | España | -11% | 6% | 181,78 |
| 6 | Corea del Sur | 3% | 4% | 109,04 |
| 7 | Bélgica | -14% | 4% | 121,06 |
| 8 | Alemania | -10% | 3% | 100,08 |
| 9 | Tailandia | -9% | 3% | 80,41 |
| 10 | Estados Unidos | 5% | 3% | 68,91 |
| 1000 | Otros países (108) | -24% | 21% | 709,75 |

**Fuente:** SIICEX. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior.2102

**Tabla 5**. Principales mercados de alcachofas.

| Mercado | % Var 14-13 | % Part. 14 | FOB-14 (miles US$) |
|---|---|---|---|
| Estados Unidos | 24% | 66% | 60938.5 |
| España | -25% | 16% | 14822.06 |
| Francia | -37% | 8% | 7069.49 |
| Alemania | 24% | 3% | 2538.74 |
| Países Bajos | -7% | 2% | 2251.29 |
| Brasil | 22% | 1% | 877.5 |
| Canadá | 105% | 1% | 819.03 |
| Chile | 24% | 1% | 777.37 |
| Bélgica | 18% | 1% | 531.33 |
| Otros Países (17) | -- | 2% | 1414.84 |

**Fuente:** SIICEX. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior.2014

Según cifras de Aduanas, los envíos de alcachofa en los primeros seis meses del 2016 fueron por 24.7 millones de dólares y tuvieron como destino Estados Unidos, España, Francia, Alemania, Canadá Países Bajos, Chile, Bélgica, Brasil, Argentina y Turquía. Tanto Estados Unidos como España compraron el 86.6 por ciento de las exportaciones de la alcachofa. (46)

Danper Arequipa U$ 7.3 millones (25% del total) lidera en la exportación de alcachofa en forma de conservas, le sigue Sociedad Agrícola Virú con U$ 6.0 millones (27% del total). (46)

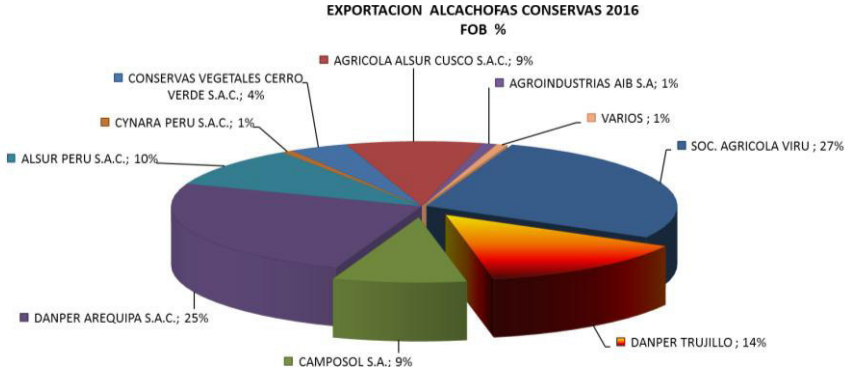



Figura 14. Exportación de conservas de alcachofa(47)

## 2.11. Productos derivado en el mercado[19]

Las alcachofas pueden procesarse en diversas formas, siendo la más común la elaboración de conservas, que se preparan al natural (en salmuera) y aliñadas o marinadas (en aceite de girasol o de oliva, vinagre y especies aromáticas), que es un proceso más costoso. Se procesan conservas de corazones a partir de alcachofines enteros o partidos en dos o más partes y también de fondos de alcachofas de tamaño mayor. Otras formas de proceso son el puré, a base de fondos triturados y hojas con trozos de fondos, pero en ambos casos la demanda y los precios son mucho menores.

Los tallos florales o pedúnculos pelados también se procesan en conserva para ciertos mercados - al natural y marinados como los fondos y corazones, y con ellos se elabora igualmente pastas y harinas, pero en cualquiera de los casos se trata de subproductos. La industria de la alcachofa ofrece numerosas posibilidades para su procesamiento y obtención de diversos productos y subproductos tendientes a la industrialización en forma integral; aprovechando los excedentes de este cultivo, que no son absorbidos por el mercado regional y nacional, o como aquellos fuera de calibre (brácteas abiertas); y en segundo lugar, aprovechar las brácteas, tallos, hojas y deshechos resultantes del procesamiento. De las brácteas, en caso de las brácteas tiernas (base), se obtiene pastas o pulpas congeladas y harina; y de las brácteas externas (coriacéas) alimento para ganado. Por lo expresado en párrafos anteriores es fácil deducir que el procesamiento de alcachofas requiere mucha mano de obra y la eliminación de enormes cantidades de desperdicios (cull). Si se le compara con el espárrago, los porcentajes de aprovechamiento y descarte de la alcachofa (60%)

son prácticamente inversos, aunque existe la posibilidad de aprovechar una parte de ellos para elaborar pastas (mousse), fideos, harina para sopas y alimentos balanceados.

## 2.12. Compuestos bioactivos

Se considera compuesto bioactivo de un alimento a aquel que aporta un beneficio a la salud más allá de los beneficios nutricionales básicos.

Los compuestos bioactivos son derivados de azúcares, lípidos y aminoácidos y muchos de ellos han sido aislados y caracterizados químicamente. Estos compuestos son metabolitos secundarios de las plantas; sin embargo, se pueden encontrar en alimentos de origen animal, al igual que en bacterias y hongos. Se encuentran en forma natural en la dieta, y contrariamente a las vitaminas y a los minerales, no son esenciales para el crecimiento y/o el desarrollo. Los compuestos bioactivos pueden afectar procesos biológicos, teniendo por lo tanto impacto sobre las funciones del organismo y sobre la salud. [(20)]

### 2.2.1 Vitamina C

La vitamina C conocida como ácido ascórbico es una lactona de seis carbonos la cual se sintetiza en muchos animales a partir de la glucosa. La Vitamina C es sintetizada en el hígado de algunos mamíferos y en el riñón de aves y reptiles. Sin embargo, varias especies, incluyendo los humanos, los primates no humanos, los murciélagos indios, entre otros, no son capaces de sintetizar la vitamina C debido a que carecen de la enzima terminal en el ciclo del ácido ascórbico, la 1-gluconolactona oxidasa.[(21)]

La vitamina C es necesaria para la síntesis de colágeno, un importante componente estructural de los vasos sanguíneos, tendones, ligamentos, y huesos. La vitamina C, también desempeña un papel importante en la síntesis de los neurotransmisores, la norepinefrina. Los neurotransmisores son fundamentales para la función cerebral y se sabe que afectan el estado de ánimo. Además, la vitamina C es necesaria para la síntesis de carnitina, una pequeña molécula que es esencial para el transporte de grasa a orgánuloscelulares llamados mitocondrias, para la conversión a energía. [21]

### 2.2.2 Polifenoles

En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos denominados polifenoles, se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en gran cantidad, como producto del metabolismo secundario. Algunos son indispensables para las funciones fisiológicas, otros participan en funciones de defensa ante situaciones de estrés y estímulos diversos (hídrico, luminoso, etc.). Existen varias tipos de polifenoles que se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan estos anillos. Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos (derivados del ácido hidroxibenzoico o del ácido hidroxicinámico), estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides. La biosíntesis de los polifenoles como producto del metabolismo secundario de las plantas tiene lugar a través de dos importantes rutas primarias: la ruta del ácido siquímico y la ruta de los poliacetatos. La ruta del ácido siquímico proporciona la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina o tirosina), y la síntesis de los

ácidos cinámicos y sus derivados (fenoles sencillos, ácidos fenólicos, cumarinas, lignanos y derivados del fenilpropano). La ruta de los poliacetatos proporciona las quinonas y las xantonas. [22]

Las sustancias fenólicas más abundantes relatadas en receptáculos de alcachofa son derivados del ácido cafeoilquinico, en particular ácido clorogénico (ácido 5-o-cafeoilquinico), ácido 1,5-di-O-cafeoilquinico y ácido 3,5-di-O-cafeoilquinico. [23]

### 2.2.3Flavonoides

Los flavonoides son principios bioactivos producidos como metabolitos secundarios por las plantas, cuyo elemento estructural común es la existencia de un esqueleto de difenilpirano ($C_6$-$C_3$-$C_6$), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo (C) de pirano. Sobre este esqueleto pueden darse miles de substituciones, lo que origina las diferentes clases de flavonoides: flavonoles, flavonas, flavanonas, flavanoles (catequinas y proantocianidinas), antocianidinas, chalconas, auronas e isoflavonas. Los flavonoides están distribuidos en el reino vegetal, encontrándose en cantidad variable en frutas, verduras, semillas, especias y bebidas derivadas de vegetales, como el té, las infusiones, el mosto, los zumos y el vino, por lo que entran a formar parte de nuestra dieta**.** [24]

Los flavonoides poseen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antialérgicas, hepatoprotectoras, antitrombóticas, antivirales y anticarcinogénicas. Son considerados como compuestos fenólicos, pueden actuar como potentes quelantes de metales, como "scavengers" de radicales libres y como antioxidantes rompedores de cadena, es decir, finalizan la cadena

de formación de especies pro–oxidantes mediante la donación o aceptación tanto de un átomo de hidrógeno como un electrón.[25]

En *Cynara scolymus "Alcachofa"* se ha encontrado los derivados de flavonoides, como luteolina y derivados apigenina. [11]

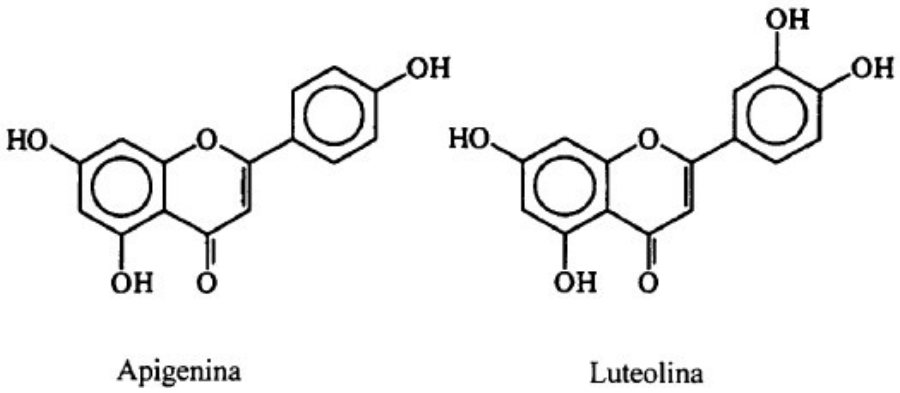



**Figura 15.**Estructura química de los principales flavonoides presentes en la alcachofa (*Cynara scolymus*)[11]

### 2.2.4. Antocianinas

Las antocianinas son encargadas de dar pigmentación rojiza, azulada o violeta de la mayoría de frutas y flores. Es el pigmento más importante, después de la clorofila, que es visible al ojo humano. Estas son derivadas del catión 2-fenilbenzopirilo y debido a la poca solubilidad de esta en agua, no se encuentra de manera libre en la naturaleza, sino es su forma glucosilada siendo una de las más abundantes la cianidina-3-glucocido. [26]

Las características estructurales de las antocianinas, su estabilidad en medio acuoso según el pH, con la presencia de estructuras tales como el catión flavilium, una base quinoidal, una pseudo base carbinol y una chalcona, determinan una mayor estabilidad frente a cambios de pH, temperatura y exposición a la luz,

debido a procesos de copigmentación y asociación intermolecular e intramolecular que se desarrollan en el medio, convirtiendo a estos compuestos en fuentes potenciales de colorantes naturales, sustancias activas de alimentos funcionales, nutracéuticos y medicamentos.[27]

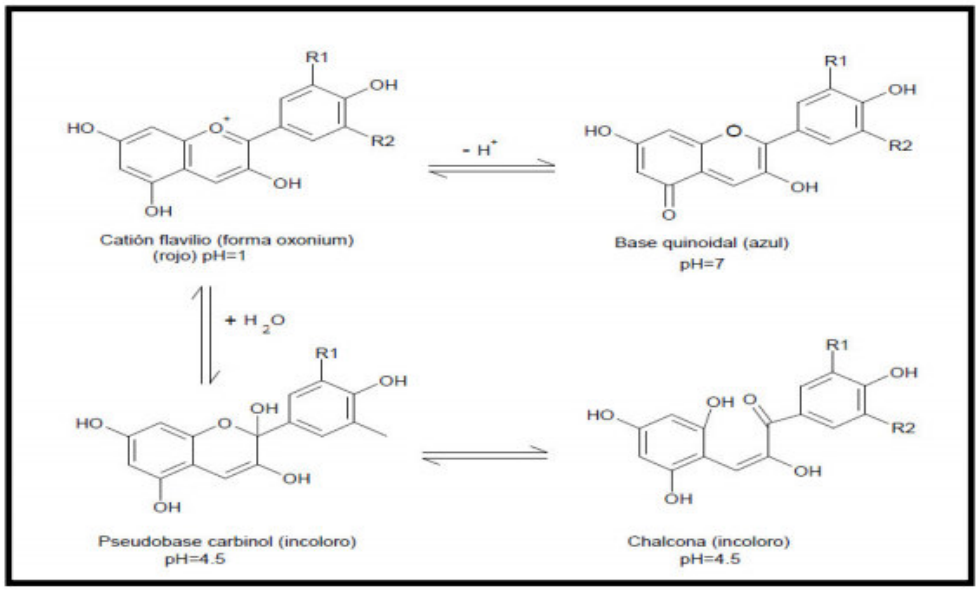



**Figura 16.** Estructura de antocianinas a diferentes pH's[26]

### 2.2.4 Fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos son polisacáridos que consisten en una cadena de unidades de fructosa con una unidad de glucosa terminal unidas por enlace glucosídico β (2—>1), característica que los define como oligosacáridos no digeribles, que hace que no puedan ser degradados por las enzimas digestivas humanas. Por otro lado, debido a que el consumo de fructooligosacáridos no eleva el nivel de glucosa en la sangre puede ser incluido en la dieta de los diabéticos. Industrialmente los fructooligosacáridos se obtienen a partir de la hidrólisis de la inulina, un polisacárido que está presente en cantidades

importantes en las raíces de la achicoria o por procesos sintéticos a partir de la sacarosa, la cual es sometida a transfructosilación con β- fructofuranosidasa. [29]

### 2.2.5 Actividad antioxidante

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. El sistema de defensa antioxidante está constituido por compuestos de naturaleza enzimática como: superóxidodismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, y compuestos de naturaleza no enzimática como: vitamina E, beta-caroteno, vitamina C, glutation reducido, albúmina, flavonoides y metales de transición como Se, Cu, Zn, entre otros. [30]

De las numerosas clasificaciones de los antioxidantes, se recomienda adoptar la que los divide en: exógenos o antioxidantes que ingresan a través de la cadena alimentaria y endógena que son sintetizados por la célula. Cada antioxidante posee una afinidad hacia un determinado radical libre o hacia varios. La vitamina E, el betacaroteno y el licopeno actúan en el medio liposoluble de la célula y su absorción y transporte se hallan muy vinculados con el de los lípidos. La vitamina E es considerada la más importante protectora de las moléculas lipídicas. [30]

Existen diversos métodos para determinar la actividad antioxidante, los cuales se basan en su capacidad para captar radicales libres. Entre ellos se pueden mencionar el uso del 2,2-difenil- 1-picril hidrazilo (DPPH), ácido 2,2´, azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6- sulfónico (ABTS), la reacción con el óxido nitroso (test NO), dicloridrato de N,N-Dimetilp-fenilendiamina (DMPD), generación de radicales peroxilo, superóxido e hidroxilo, y otros.[31]

# III. MATERIAL Y MÉTODOS

## 3.1. Materiales, reactivos y equipos

### 3.1.1 Materiales

- Mortero
- Crisoles.
- Desecadores.
- Embudo Buchner.
- Embudos de vidrio y plástico.
- Fiolas de 10, 25, 50, 100, 250 y 500mL.
- Matraces de 100, 250 y 500mL.
- Balón Kjeldahl de 0.5 L.
- Buretas de 25 mL y 50 mL.
- Mechero.
- Rejilla de asbesto.
- Soporte Universal.
- Pisetas.
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10mL.
- Micropipetas de 100ul, 1000ul.
- Papel filtro WHATMAN® Nº 4 y Nº1
- Probetas de 50 y 100mL.
- Placas Petri de 9 cm de diámetro
- Tapas rosca de plástico.
- Botellas de vidrio.
- Tubos de ensayo de 10mL y 20mL.

### 3.1.2 Reactivos

- Estándar de Quercetina, Marca MERCK, pureza: 99.9%
- 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Libre., Marca SIGMA- ALDRICH
- 2,6 diclorofenolindofenol Marca SIGMA- ALDRICH
- Estándar de Trolox, Marca SIGMA- ALDRICH
- Estándar de Ácido Gálico, Marca SIGMA- ALDRICH
- Reactivo del fenol según Folin-Ciocalteu, Marca MERCK.
- Ácido sulfúrico 85% q.p.
- Sulfato de cobre p.a.
- Sulfato de potasio p.a.
- Ácido clorhídrico 37% q.p.
- Solución de Hidróxido de sodio 0.1N
- Solución de Hidróxido de sodio al 40%
- Metanol grado reactivo.
- Solución de Ácido sulfúrico 0.1N
- Solución de rojo de metilo p.a.
- Solución de Fehling A, B p.a.
- Azul de metileno 1% en alcohol p.a.
- Éter etílico p.a.
- Glucosa estándar p.a.
- Acetato de sodio 0,25M
- Cloruro de potasio 0,25M

### 3.1.2 Equipos

- Balanza analítica OHAUS Modelo Pioner TM, escala: 0,1mg – 100g.
- Balanza analítica ELECTRONIC SCALE Modelo YP1003, escala: 0,01g–100g
- Balanza analítica, Marca Sartorius, Modelo CPA2245, capacidad 220 g.
- Espectrofotómetro UV Marca GENESIS
- Espectrofotómetro UV Marca MERCK, modelo Spectroquant® Pharo 300.
- Mufla RELES. Rango: 0 – 1500 °C.
- Equipo de Baño María digital, Sensibilidad 1°C, Rango de temperatura de 0 -100°C.
- Equipo de filtración al vacío Marca CPS PRO-SET
- Estufa de secado. Rango: 20 – 200 ºC
- Sistema extracción Soxhlet.
- Termómetro, sensibilidad: 1 °C, escala: -10 – 150 °C.
- Centrífuga, Marca PLC SERIES, Modelo PLC-05, 2000-8000rpm.
- Digestor Kjeldahl, Marca Buchi, Modelo K-425.
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica PERKIN ELMER Modelo 3200.
- Potenciómetro METTLER TOLEDO, Modelo MP120 FK, rango de medición 0.00 - 14.00, resolución 0.01
- Agitador de tubos (vortex), Marca Boeca Germany, Modelo XH-D

## 3.2 Métodos

Este trabajo fue desarrollado en el Laboratorio de Bromatología, en el laboratorio de Farmacognosia y en el Instituto de Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

### 3.2.1 Recolección y preparación de la muestra

Las muestras de *Cynara scolymus* "Alcachofa" fueron recolectadas en urbanización "El Trébol", distrito de Huaral, provincia de Huaral, departamento de Lima, mes de agosto 2015.

Se obtuvieron inflorescencias de *Cynara scolymus* "Alcachofa" de variedad criolla o con espinas, las inflorescencias tienen un tiempo de maduración de entre 4 a 5 meses después de su cultivo, la base del receptáculo debe de medir entre 6 a 7 cm de diámetro. Luego se separaron el receptáculo de las brácteas para los análisis con muestra fresca, parte de la muestra se estabilizó en estufa a una temperatura de 40 ± 5 ºC durante 48 horas, posteriormente, se procedió a la molienda de la muestra estabilizada, obteniendo así la harina de las cabezas y de las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*, con los cuales se procedió a realizar los análisis respectivos.



**Figura 17.** Recolección de la muestra de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

### 3.2.2 Análisis químico-bromatológico

El análisis Químico-Bromatológico fue realizado en el Laboratorio de Bromatología de la de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

#### 3.2.2.1 Humedad

**Método:** Gravimétrico (A.O.A.C.2012) [32]

**Fundamento:** Pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa a 105°C hasta peso constante.

**Cálculos:**

$$\%\boldsymbol{Humedad} = \frac{\textbf{Peso inicial } \boldsymbol{muestra+placa\ petri} \textbf{ –Peso final } \boldsymbol{muestra+placa\ petri}}{\boldsymbol{Peso\ de\ la\ muestra}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

#### 3.2.2.2 Cenizas

**Método:** Calcinación directa (A.O.A.C. 2012) [32]

**Fundamento:** Destrucción y volatilización de la materia orgánica como residuos óxidos y sales minerales.

**Cálculos:**

$$\%\boldsymbol{Cenizas} = \frac{\textbf{Peso final}_{\,(crisol+muestra)} - \textbf{Peso inicial}_{(crisol\ vacío)}}{\boldsymbol{Peso\ de\ la\ muestra}}\boldsymbol{x100}$$

#### 3.2.2.3 Grasas

**Método:** Extracción continúa en Soxhlet con éter etílico. (A.O.A.C. 2012)[32]

**Fundamento:** Propiedad de la grasa de solubilizarse en solventes orgánicos, generándose una extracción por agotamiento.

**Cálculos:**

$$\%\boldsymbol{Grasas} = \frac{\textbf{Peso final}_{\,(balón+muestra)} - \textbf{Peso inicial}_{(balón\ vacío)}}{\boldsymbol{Peso\ de\ la\ muestra}}\boldsymbol{x100}$$

#### 3.2.2.4 Proteínas totales

**Método:** Kjeldahl (A.O.A.C. 2012)[32]

**Fundamento:** Digestión de la muestra en $H_2SO_4$ Q.P., usando $CuSO_3.5H_2O$ como catalizador con $K_2SO_4$ como punto de elevación de temperatura, para liberar el nitrógeno de la proteína y retener el nitrógeno como sal de amonio. El nitrógeno es liberado en forma de $NH_3$ en un medio altamente básico, lo cual es destilado, colectado en $H_2SO_4$ 0,1N, y titulado con NaOH 0,1N.

**Cálculos:**

$$\%Proteína = \frac{14xNxVx100x\ Factor}{mx100}$$

*Dónde:*
*-14: Peso atómico del Nitrógeno.*
*-N: Normalidad del $H_2SO_{4n}$*
*-V: 50mL de $H_2SO_4$ 0,1N*
*-Gasto de NaOH 0,1N*
*-Factor: 6,25 para proteínas*
*-m: peso de la muestra en gramos*

### 3.2.2.5 Carbohidratos

**Método:** Matemático (A.O.A.C. 2012)[32]

**Fundamento:** Se obtiene una diferencia al restar al total 100% la suma de los cinco macro nutrientes restantes (proteínas, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas y humedad).

**Cálculos:**

$$\%\boldsymbol{Carbohidrato} = \mathbf{100} - (\boldsymbol{proteínas} + \boldsymbol{fibra\ cruda} + \boldsymbol{grasas} + \boldsymbol{cenizas} + \boldsymbol{humedad})$$

### 3.2.2.6 Azúcares reductores directos y totales

**Método:** Volumétrico de Lane y Eynon (A.O.A.C. 2012) [32]

**Fundamento:** Propiedad de los azúcares de la muestra de reducir el cobre de la solución de Fehling en proporción volumétrica al contenido de azúcares en la muestra mediante la formación de óxido cuproso en solución alcalina hirviente.

**Procedimiento:** Preparar una solución de glucosa al 1% y colocarlo en la bureta. Medir exactamente en un Erlenmeyer 5mL de Fehling A, 5mL de Fehling B; añadir 25mL de agua destilada y someter a fuego directo hasta ebullición constante, dejar caer gota a gota desde la bureta, la solución estándar de glucosa hasta el viraje de color azul al amarillo. Anotar el gasto obtenido el cual se multiplica por 2 **(Título de Fehling).**

Pesar 10g de la muestra en una fiola de 250mL, filtrar con Papel filtro WHATMAN® Nº 4 **(Azúcares reductores directos).** Medir 30mL del filtrado y someter a hidrolisis con 5mL de HCl Q.P a 60ºC en baño maría por 5 minutos, llevar a un volumen de 100mL con agua destilada **(Azúcares reductores totales)**. Medir exactamente en un Erlenmeyer 5mL de Fehling A, 5mL de Fehling B; añadir 25mL de agua destilada y someter a fuego directo hasta ebullición constante, dejar caer gota a gota desde la bureta, la solución muestra para azúcares reductores directos y para azúcares reductores totales, hasta el viraje de color azul al amarillo. Anotar el gasto obtenido el cual se multiplica por 2.

**Cálculo del título de Fehling:**

Suponiendo que hemos gastado 4,5mL, los cálculos a seguir son:

100mL → 5g de glucosa (glucosa al 5%)

9mL (4,5mL x 2) → x

x= 0.045 g de glucosa (Titulo de Fehling)

**Cálculos para Azucares reductores directos en muestra.**

Gasto obtenido x 2 → 0,045 g de glucosa

250mL → x g de glucosa

$$\frac{\text{x g de glucosa}}{10\text{g}} \times 100\text{g} = \text{g\% de glucosa en muestra}$$

**Azúcares directos totales en muestra.**

Gasto obtenido x 2 → 0,045 g de glucosa

100mL → x g de glucosa

$$\frac{\text{x g de glucosa} \times 250\text{mL} \times 100\text{g}}{30\text{mL} \times 10\text{g}} = \text{g\% de glucosa en muestra}$$

### 3.2.2.7. Minerales

**a) Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Zinc, Hierro, Cobre**

**Método:** Absorción Atómica [32), (33)]

**Fundamento:** Absorción de la luz producida cuando los iones de una solución se evaporizan en una llama. La muestra en solución es quemada, las partículas de sal se evaporizan y por disociación del elemento de interés de la muestra, de sus enlaces químicos y su posterior colocación en estado de no excitación, no ionización y mínimo de energía, se producen átomos neutros, siendo en estas condiciones el elemento capaz de absorber radiaciones. Se utiliza lámparas de cátodo hueco. Esta lámpara emite solo el espectro del elemento buscado. La absorción es selectiva, se produce una longitud de onda determinada y sigue la Ley de Lambert y Beer.

Los resultados para potasio, calcio, magnesio y sodio son expresados en g% y los resultados para hierro, cobre y zinc en mg%, según la Facultad de Ingeniería Agrícola-UNALM.

**Fósforo**

**Método:** Espectrofotométrico con Molibdovanadato (A.O.A.C. 2012) [(32)]

**Fundamento:** Sustitución de los átomos de oxigeno del radical del fosfato por radicales Oxivanadio y oximolibdeno para dar un compuesto coloreado cuya intensidades leída a 400 nm.

Los resultados son expresados en g% según la Facultad de Ingeniería Agrícola-UNALM.

En el siguiente diagrama se muestra el tipo de muestra que se usará para cada ensayo.

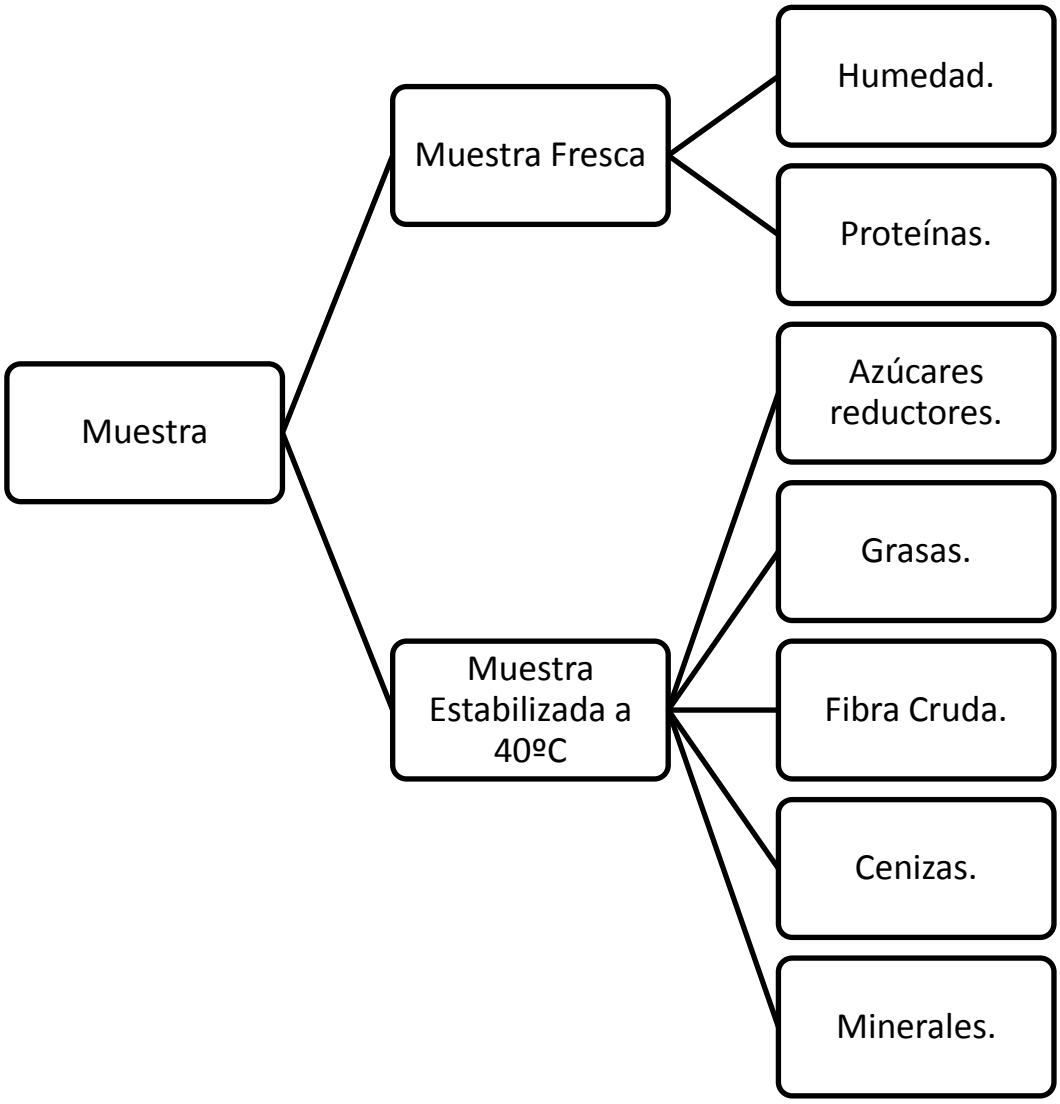



**Figura 18.** Diagrama para el estudio químico-bromatológico de la muestra

La figura 18 muestra el tipo de muestra que se usará para la determinación de compuestos bioactivos.

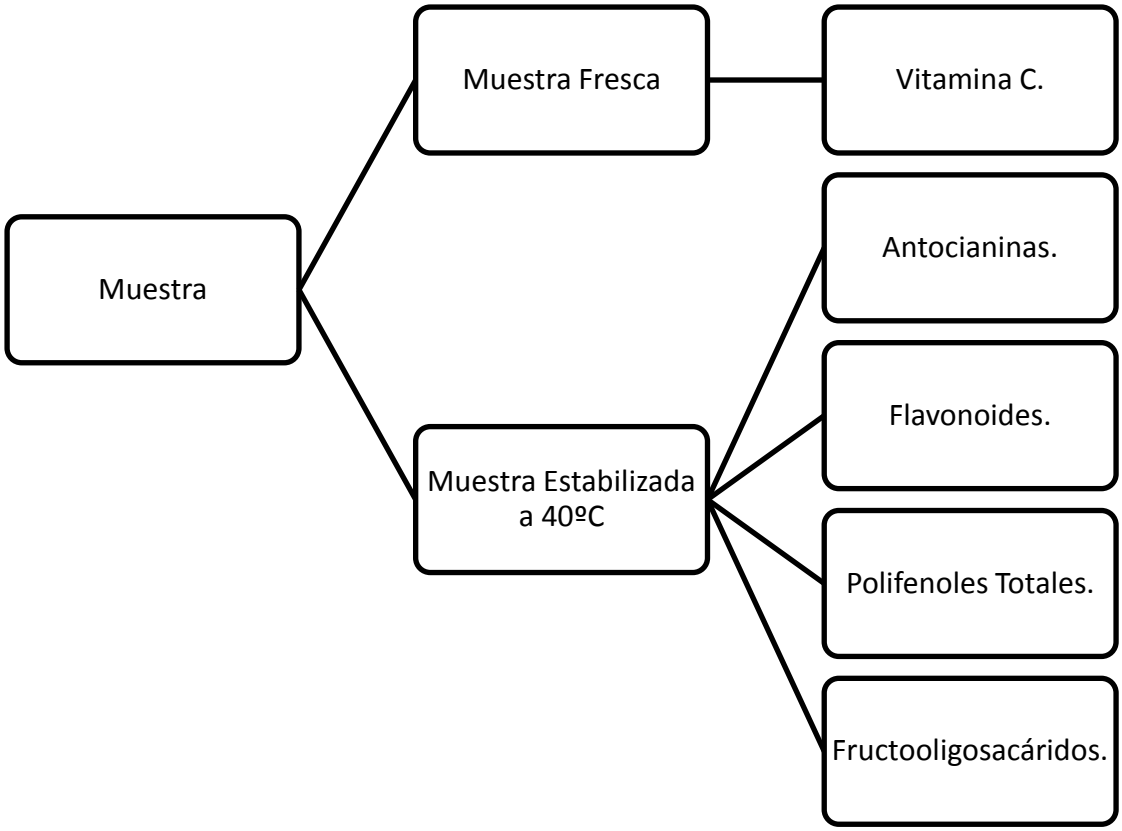



**Figura 19.** Diagrama para el estudio de compuestos bioactivos presentes en *Cynara scolymus* "Alcachofa".

### 3.2.3 Determinación de compuestos bioactivos

#### 3.2.3.1 Análisis Cualitativo - Tamizaje fitoquímico

**Tabla 6.** Análisis Cualitativo - Tamizaje fitoquímico

| PRUEBA DE CARACTERIZACIÓN | METABOLITO SECUNDARIO |
|---|---|
| **Reacción de Molish** | Azúcares |
| **Reacción de Antrona** | Azúcares |
| **Reacción de Tricloruro Férrico** | Compuestos fenólicos |
| **Reacción de la gelatina** | Taninos |
| **Reacción de Nihidrina** | Aminoácido libres |
| **Reacción de Shinoda** | Flavonoides |
| **Reacción de Lieberman-Burchard** | Esteroides o Terpenoides |
| **Reacción de Borntrager** | Quinonas |
| **Reacción de Dragendorff** | Alcaloides |
| **Reaccion de Roseheim** | Antocianinas y Flavonoides Catequinicos |
| **Prueba de espuma** | Saponinas |
| **Reacción de Vainillina- Ácido Sulfúrico** | Glicósidos |
| **Reaccion de Shorindderg** | Alcaloides |
| **Reacción de Trommer** | Azúcares Reductores |

### 3.2.3.2 Análisis Cuantitativo

#### 3.2.3.2.1 Vitamina C

**Método:** Volumétrico 2,6 diclorofenolindofenol. (A.O.A.C. 2012)[32]

**Fundamento:** La vitamina "C" o ácido ascórbico puede ser determinada de una forma química debido a la propiedad altamente reductora de la vitamina, de tal forma que cuando reacciona con colorantes oxidantes como el diclorofenol-indofenol, produce un compuesto incoloro perceptible a simple vista.

**Procedimiento:**

**Preparación de estándar:** Se prepara Vitamina C a una concentración de 0,2mg/mL en una solución de ácido ortofosfórico al 20%. Tomar 5mL de la solución y titular con 2,6 diclorofenolindofenol (gasto 1).

**Preparación de la muestra.** Se pesa 5g de la muestra fresca, se adiciona ácido ortofosfórico al 20% y se reduce el tamaño de partícula hasta que quede homogénea, luego se adiciona 5mL de agua destilada y se titula con 2,6 diclorofenolindofenol (gasto 2).

El resultado obtenido se expresa en mg% de Vitamina C.
Gasto 1 → 1mg de Vitamina C
Gasto 2 → x mg de Vitamina C

$$\%mg\ Vitamina\ C = \frac{Gasto\ 2\ x\ 100}{Gasto\ 1\ x\ 1mg\ de\ Vitamina\ C\ x\ Peso\ de\ la\ muestra\ (g)}$$

#### 3.2.3.2.2 Polifenoles Totales

**Método:** Formación de un complejo de color azul con el reactivo de Folin-Ciocalteau propio de la reacción con fenoles. [35]

**Fundamento:** Se basa en la propiedad de los fenoles de reaccionar frente a agentes oxidantes. Este reactivo contiene molibdato y tungstato sódico que al reaccionar con los compuestos fenólicos presentes, forman complejos fosfomolíbdico - fosfotúngstico. En medio básico la transferencia de electrones reduce estos complejos a óxidos de tungsteno y molibdeno, cromógenos de color azul intenso que son proporcionales a la cantidad de grupos fenólicos presentes en la molécula de interés.

**Procedimiento:**

**Preparación del reactivo Folin-Ciocalteau:** Diluir el reactivo del fenol según Folin-Ciocalteau marca Merck (1:3) en agua destilada.

**Preparación de la curva de calibración.** Se utiliza una solución estándar de ácido gálico (0,1 mg/mL) de la cual se toma volúmenes de 100µL, 300µL, 500µL y 750µL, y se completa el volumen de cada uno a 1000µL con agua destilada.

**Preparación del extracto:** Se realiza una extracción alcohólica de la muestra estabilizada a 40ºC (10% w/v) en alcohol de 96º con agitación diaria por una semana, luego se evapora el solvente hasta obtener un extracto seco.

**Preparación de la muestra.** Se pesa 10mg de extracto seco de brácteas y 25mg de extracto seco de la parte comestible (receptáculo), y se disuelve en 10mL de agua destilada.

**Determinación de polifenoles totales:** Se toma 300µL de cada estándar y de cada muestra; y luego se adiciona 450µL de reactivo de Folin-Ciocalteu.

Posteriormente se adiciona 450µL de $Na_2CO_3$ al 20% y se completa a volumen de 3000µL con agua destilada. Se deja reposar por 1 hora. La absorbancia se mide a 760 nm.

Los resultados se interpolan en la curva de calibración del ácido gálico y se expresan en g de ácido gálico por 100g de muestra (g AG/100g muestra).

#### 3.2.3.2.3 Antocianinas

**Método:** pH diferencial. [26]

**Fundamento:** Los pigmentos antociánicos sufren transformaciones estructurales reversibles por el cambio de pH, ello se evidencia en el espectro de absorbancia. La forma oxonio es coloreado y predomina en el pH 1,0; y la forma hemiacetal sin color a pH 4,5.

**Procedimiento:**

**Extracción.** Se pesa 0,5g de la muestra estabilizada a 40ºC, se agrega 50mL de agua destilada y se somete a ebullición por 10 minutos, luego se filtra con papel Whatman N°1.

**Determinación de antocianinas:** Se toma 2mL del filtrado en fiolas de 25mL y se lleva a volumen con soluciones buffer de cloruro de potasio 0,25M (pH 1) y acetato de sodio 0,25M (pH 4,5). Se lee en el espectrofotómetro UV Marca GENESIS a 510nm y 710nm. Los resultados se expresa como cianidina-3-glucósido de acuerdo a la siguiente expresión: [27] [28]

$$Antocianinas\ \frac{mg}{100g} = \frac{A\ x\ PM\ x\ FD\ x\ 100}{\varepsilon\ x\ l}$$

*Dónde: A = (A510 - A700) pH 1,0 - (A510 - A700) pH 4,5*

*PM (Peso molecular) = 449,2 g/mol para cianidina-3-glucósido*

*FD = factor de dilución (50/0,5 x 25/2 = 1250)*

*l = longitud de paso de celda en cm*

*ε = 26900 coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido g/mol x cm*

#### 3.2.3.2.4 Flavonoides[36), (37)]

**Método:** Espectrofotométrico.

**Fundamento:** Se fundamenta en la extracción ácido-etanólica de flavonoides.

**Procedimiento:**

**Preparación de estándar:** Como patrón se empleó 20mg de quercetina, marca MERCK, pureza: 99.9%, los cuales se disolvieron con etanol 96º hasta completar un volumen de 10mL; de esta solución se toma 25mL y se diluye a 100mL con etanol 96º.

**Preparación de muestra:** Se pesa aproximandamente 0,5g de muestra estabilizada a 40ºC y se refluja durante 2 horas con 10mL de ácido sulfúrico al 15 % más 10 mL de etanol al 50%, luego se filtra. El residuo se lava con 10 mL de etanol al 50% v/v; el filtrado se evapora en baño de agua hasta la mitad del volumen inicial, se enfría y luego se filtra, lavando el precipitado formado con agua destilada. Se elimina el filtrado y los lavados, y el residuo tanto del filtro como del recipiente se disuelven con 70 mL de etanol 96º, la solución se pasa a un volumétrico de 100 mL y se completa volumen con etanol 96º (solución muestra).

Posteriormente se leen las absorbancias en el espectrofotómetro UV Marca GENESIS a 258nm. El blanco consistió en una solución de etanol al 50 %.

**Cálculos:**

$$X = \frac{Am\ x\ P_M x\ 5}{A_M}\ x\ 100$$

*Dónde:*

*X: contenido de flavonoides totales expresados como quercetina (g%)*

*Am: absorbancia de la solución muestra (nm)*

*AM: absorbancia de la solución de referencia (nm)*

*PM: peso de la sustancia de referencia (g)*

#### 3.2.3.2.5 Determinación de fructoolisacáridos[38]

**Método:** Hidrólisis química.

**Fundamento:** Se cuantifica los fructooligosacáridos por diferencia de los azúcares reductores obtenidos después de la hidrolisis química y los azúcares reductores iniciales.

**Procedimiento:** Se adiciona 10mL de HCl 50% y 10mL de agua a 0,5g de muestra estabilizada a 40ºC, el cual es sometido a 80 °C en baño maría por una hora y se lleva a un volumen de 50mL y se cuantifica los azúcares reductores directos mediante el método de Lane y Eynon. Calculando FOS mediante la siguiente ecuación:

$$FOS = ARD1 - ARD$$

*Dónde:*

*FOS = Fructooligoscáridos presentes en Cynara scolymus "alcachofa" (g%)*

*ARD = Azúcares reductores directos iniciales (g%)*

*ARD1=Azúcares reductores directos después de la hidrólisis (g%)*

### 3.2.4 Determinación de la actividad antioxidante

**Método**: Radical 2, 2-Difenil-1-picrylhydrazyl

**Fundamento:** El método se basa en la medición de la capacidad antioxidante para estabilizar el radical DPPH+ (radical libre inestable debido a la deslocalización de un electrón desapareado). Este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida espectrofotométricamente a 517 nm. [39]

**Procedimiento**:

**Preparación de la curva de calibración.** Se utiliza una solución estándar de trolox (Ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) en una concentración de 10 mg/mL de la cual se toma volúmenes de 90µL, 180µL, 240µL, 300µL y 360µL, y se completa el volumen de cada uno a 1000µL con agua destilada, se obtiene concentraciones de 0,9ug/mL, 1,8ug/mL, 2,4ug/mL, 3,0ug/mL y 3,6ug/mL,

**Preparación del extracto:** Se realiza una extracción alcohólica de la muestra estabilizada a 40ºC (10% w/v) en alcohol de 96º con agitación diaria por una semana, luego se evapora el solvente hasta obtener un extracto seco.

**Preparación de la muestra.** Se pesa 6mg de extracto seco de brácteas y 24mg de la parte comestible (receptáculo), y se le añade 10mL de agua destilada.

Para las brácteas se toma 0,5mL, 1m, 2mL y 3mL de la solución anterior y se lleva a volumen de 4mL con agua destilada, se obtiene las concentraciones de

75ug/mL, 150ug/mL, 300ug/mL y 450ug/mL; para la parte comestible (receptáculo) se toma 0,5mL, 1mL y 2mL y se lleva a volumen de 4mL con agua destilada, se obtiene las concentraciones de 300ug/mL 600ug/mL y 1200ug/mL (solución del extracto).

**Determinación de la capacidad antioxidante:**

Se prepara una solución de DPPH 2mg en 100mL de metanol. El Blanco de muestra se prepara con 0,8mL de muestra (solución del extracto) y 1,6mL de metanol. Luego se prepara el patrón de referencia 0,8mL de metanol y 1,6mL de sol. DPPH. Se procede a preparar la muestra con 0,8mL de solución de los extractos y 1,6mL de DPPH. Todo se deja por 30 minutos en la oscuridad y se lee a 517nm, en el espectrofotómetro UV Marca MERCK. Se mide la absorbancia del patrón de referencia, del blanco de la muestra y la muestra. Para calcular el porcentaje de captación de radicales libres se utiliza la siguiente fórmula:

$$Capacidad\ Antioxidante = \ 1 - \frac{A_2 - A_3}{A_1} \ X\ 100$$

*Dónde:*
*$A_1$= Absorbancia del patrón de referencia.*
*$A_2$= Absorbancia de la muestra.*
*$A_3$= Absorbancia del blanco de muestra.*

La capacidad antioxidante también se ha expresado en mg de Trolox equivalentes a un gramo de extracto seco. [40] Para lo cual se reemplaza la absorbancia de una de las muestras en la curva de calibración de Trolox.

**IC50 (Concentración inhibitoria media):** Es una medida de la eficacia de una sustancia en la inhibición de una función biológica o bioquímica específica. [41]

# IV. Resultados

En la tabla 7 se observa los resultados de los pesos de la parte comestible (receptáculo) y las brácteas. La parte comestible representa el 26,8% del total.

**Tabla 7.** Peso de la parte comestible (Receptáculo) y las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

| | Peso total de *Cynara scolymus* (Alcachofa) | Peso de la parte comestible (Receptáculo) | % de Parte comestible (Receptáculo) en Alcachofa | Peso de las Brácteas | % de Brácteas en Alcachofa |
|---|---|---|---|---|---|
| | 129.50 | 33.10 | 25.56 | 96.40 | 74.44 |
| | 138.10 | 37.20 | 26.94 | 100.90 | 73.06 |
| | 163.00 | 49.70 | 30.49 | 113.30 | 69.51 |
| | 148.80 | 49.40 | 33.20 | 99.40 | 66.80 |
| | 168.00 | 33.40 | 19.88 | 134.60 | 80.12 |
| | 177.00 | 53.20 | 30.06 | 123.80 | 69.94 |
| | 153.00 | 48.00 | 31.37 | 105.00 | 68.63 |
| | 146.10 | 40.20 | 27.52 | 105.90 | 72.48 |
| | 147.40 | 32.50 | 22.05 | 114.90 | 77.95 |
| | 187.60 | 39.50 | 21.06 | 148.10 | 78.94 |
| **Promedio (x)** | 155.85 | 41.62 | 26.81 | 114.23 | 73.19 |

Se realizó el estudio químico-bromatológico de *Cynara scolymus* "Alcachofa", tal como se demuestra en la tabla 8 y tabla 9.

**Tabla 8.** Análisis Químico-Bromatológico de la parte comestible (receptáculo) de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

| Descripción | Muestra Seca | Muestra fresca |
|---|---|---|
| **Humedad (g%)*** | - | 79,99 |
| **Cenizas (g%)*** | 7,27 | 1,45 |
| **Grasas (g%)**** | 0,54 | 0,11 |
| **Proteínas totales (g%)**** | 17,47 | 3,50 |
| **Fibra cruda (g%)**** | 6,18 | 1,24 |
| **Carbohidratos (g%)** | - | 13,71 |
| **Azúcares Reductores Directos (g/% glucosa)**** | 8,88 | 1,78 |
| **Azúcares Reductores Totales (g/% glucosa)**** | 22,83 | 4,57 |

**Tabla 9.** Análisis Químico-Bromatológico de las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

| Descripción | Muestra seca | Muestra fresca |
|---|---|---|
| **Humedad (g%)*** | - | 71,84 |
| **Cenizas (g%)*** | 4,82 | 1,36 |
| **Grasas (g%)**** | 1,57 | 0,44 |
| **Proteínas totales (g%)**** | 13,75 | 3,87 |
| **Fibra cruda (g%)**** | 34,06 | 9,59 |
| **Carbohidratos (g%)** | - | 12,90 |
| **Azúcares Reductores Directos (g/% glucosa)**** | 12,15 | 3,42 |
| **Azúcares Reductores Totales (g/% glucosa)**** | 13,25 | 3,70 |

En el presente gráfico se realiza una comparación entre la determinación químico-bromatológica de la parte comestible (receptáculo) y las brácteas. Se puede observar que el contenido de fibra es mayor en las brácteas.

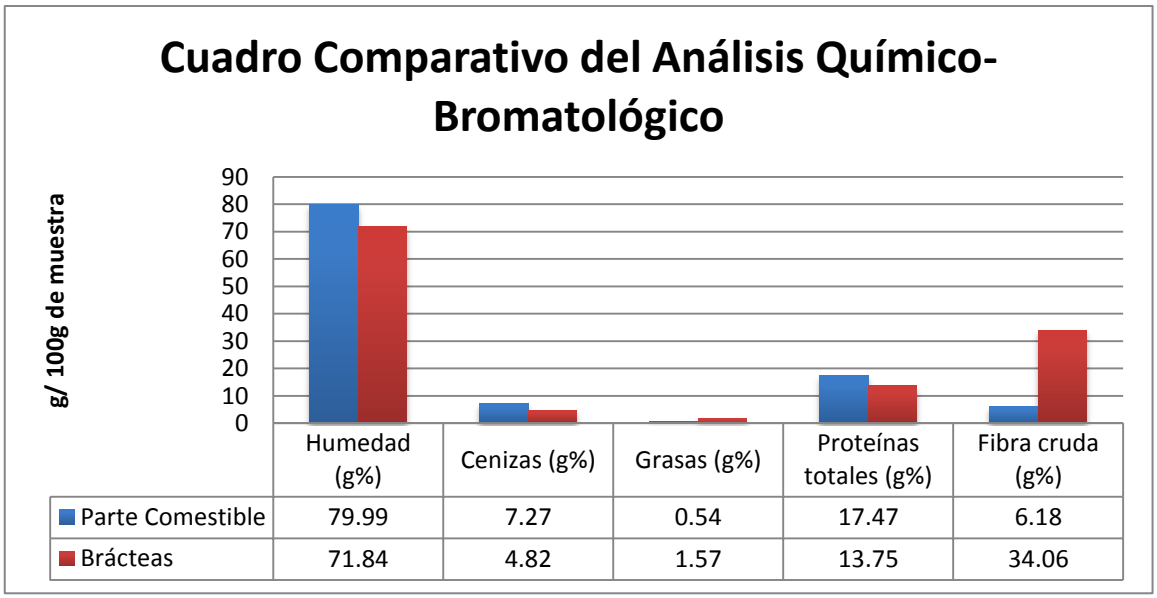



**Gráfico 2:** Análisis Químico-Bromatológico de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

En la tabla 10 se observa el resultado de los minerales analizados en *Cynara scolymus "Alcachofa"*.

**Tabla10.** Concentración de los principales minerales de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

| MINERALES | Parte Comestible (Receptáculo) | Brácteas |
|---|---|---|
| | (mg%) | (mg%) |
| **Fósforo** | 66.67 | 66.67 |
| **Potasio** | 400.00 | 366.67 |
| **Calcio** | 333.33 | 166.67 |
| **Magnesio** | 66.67 | 200.00 |
| **Sodio** | 266.67 | 200.00 |
| **Hierro** | 4.52 | 1.20 |
| **Cobre** | 1.91 | 0.53 |
| **Zinc** | 6.27 | 2.20 |

En el gráfico 3 observamos que el resultado del contenido de calcio fue mayor en la parte comestible (receptáculo) y se encontró un mayor contenido de magnesio en las brácteas.

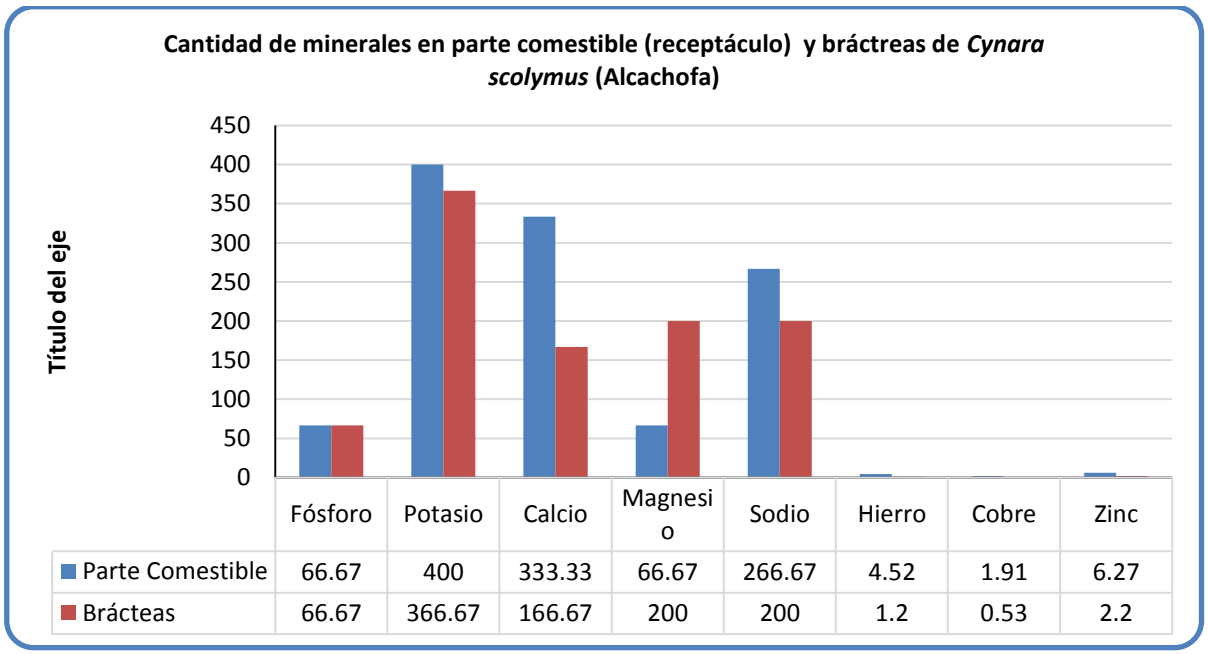



**Gráfico 3:** Análisis Químico-Bromatológico de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

En la tabla 11 se observan los resultados de la marcha fitoquímica en parte comestible (receptáculo) y las brácteas.

**Tabla11.** Marcha Fitoquímica de extracto etanólico de muestra estabilizada de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

| PRUEBA DE CARACTERIZACIÓN | METABOLITO SECUNDARIO | RESULTADO | |
|---|---|---|---|
| | | PARTE COMESTIBLE | BRACTEAS |
| **Reacción de Molish** | Azúcares | ++ | +++ |
| **Reacción de Antrona** | Azúcares | ++ | +++ |
| **Reacción de Tricloruro Férrico** | Compuestos fenólicos | + | ++++ |
| **Reacción de la gelatina** | Taninos | + | ++ |
| **Reacción de Nihidrina** | Aminoácido libres | ++++ | + |
| **Reacción de Shinoda** | Flavonoides | - | - |
| **Reacción de Lieberman-Burchard** | Esteroides o Terpenoides | ++ | +++ |
| **Reacción de Borntrager** | Quinonas | - | - |
| **Reacción de Dragendorff** | Alcaloides | ++ | ++ |
| **Reaccion de Roseheim** | Antocianinas y FlavonoidesCatequinicos | - | - |
| **Prueba de espuma** | Saponinas | - | - |
| **Reacción de Vainillina- Ácido Sulfúrico** | Glicósidos | - | ++ |
| **Reaccion de Shorindderg** | Alcaloides | + | ++ |
| **Reacción de Trommer** | Azúcares Reductores | +++ | ++++ |

(++++): Muy abundante; (+++): Abundante; (++): Poco; (+): Muy poco; (-): Nada

En la tabla 12 se muestra el resultado de la cantidad de vitamina C en la parte comestible (receptáculo) y las brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa". El contenido de Vitamina C es mayor en la parte comestible (receptáculo).

**Tabla12.**Compuestos bioactivos en muestra fresca de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

| COMPUESTO BIOACTIVO | PARTE COMESTIBLE (Receptáculo) | BRÁCTEAS |
|---|---|---|
| **Vitamina C** | 0.975 mg% | 0.380 mg% |

En la tabla 13 se observan los resultados del contenido de compuestos bioactivos presentes en *Cynara scolymus* "Alcachofa".

**Tabla 13.** Compuestos bioactivos en muestra estabilizada de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

| COMPUESTO BIOACTIVO | PARTE COMESTIBLE (Receptáculo) | BRÁCTEAS |
|---|---|---|
| **Polifenoles Totales** (g% de ácido gálico) | 1.66 g% | 5.10 g% |
| **Antocianinas** (mg% cianidina-3-glucósido) | N.D. | 8.35mg% |
| **Flavonoides** (g% de quercetina) | 0.67 g% | 1.33 g% |
| **Fructooligosacáridos** (g% de glucosa) | 20.17 g% | 21.75 g% |

N.D: No detectable con el método utilizado de pH diferencial

En el gráfico 4 se realiza una comparación entre los compuestos bioactivos presentes en la parte comestible (receptáculo) y las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*, donde se muestra que el contenido de polifenoles totales y flavonoides es mayor en las brácteas.

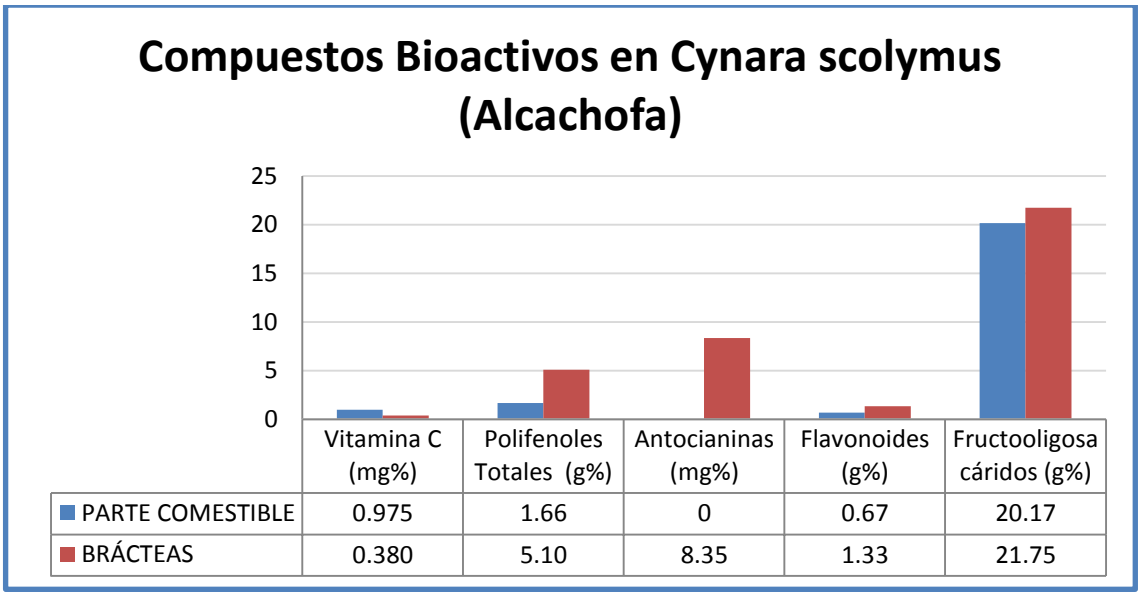



**Gráfico 4:** Compuestos Bioactivos en parte comestible y brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

La figura 19 representa la curva de calibración del ácido gálico usada en la determinación de polifenoles totales presentes en *Cynara scolymus* "Alcachofa".

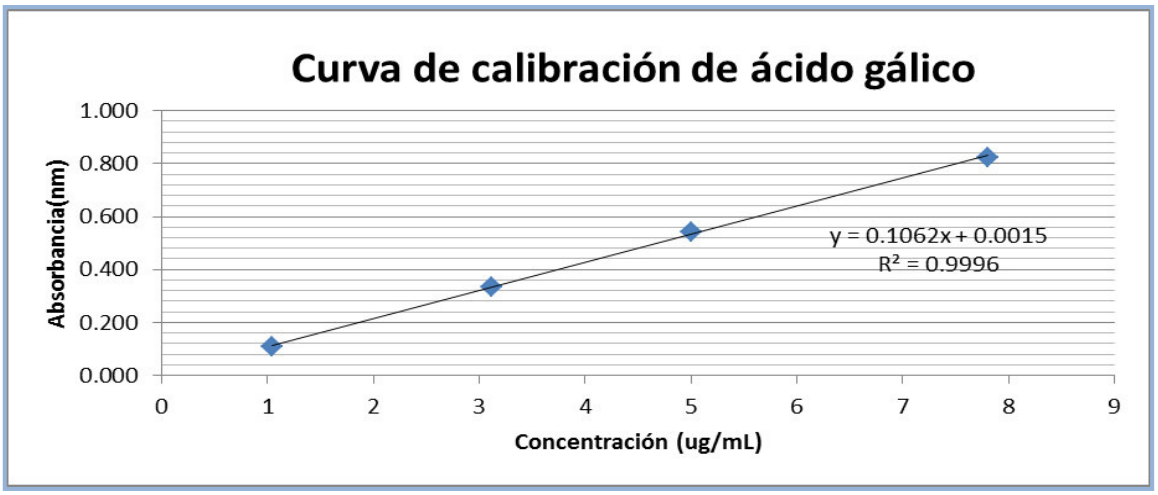



**Figura 20:** Curva de calibración del ácido gálico (ug/mL)

En la tabla 14 y la tabla 15 observamos los resultados del % de capacidad antioxidante y el IC50 (ug/mL) en la parte comestible (receptáculo) y en la brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa".

**Tabla 14.** Actividad Antioxidante de diferentes concentraciones de muestra del extracto alcohólico seco de la parte comestible (receptáculo) de *Cynara scolymus "Alcachofa"*

| Parte Comestible | Código | Concentración µg/mL | Capacidad Antioxidante % | IC 50 (ug/mL) |
|---|---|---|---|---|
| | A | 1200 | 92.23 | 553.0 |
| | B | 600 | 60.23 | |
| | C | 300 | 26.82 | |

El gráfico 5 representa el % de captación de radicales libres presentes en la parte comestible (receptáculo) a diferentes concentraciones.

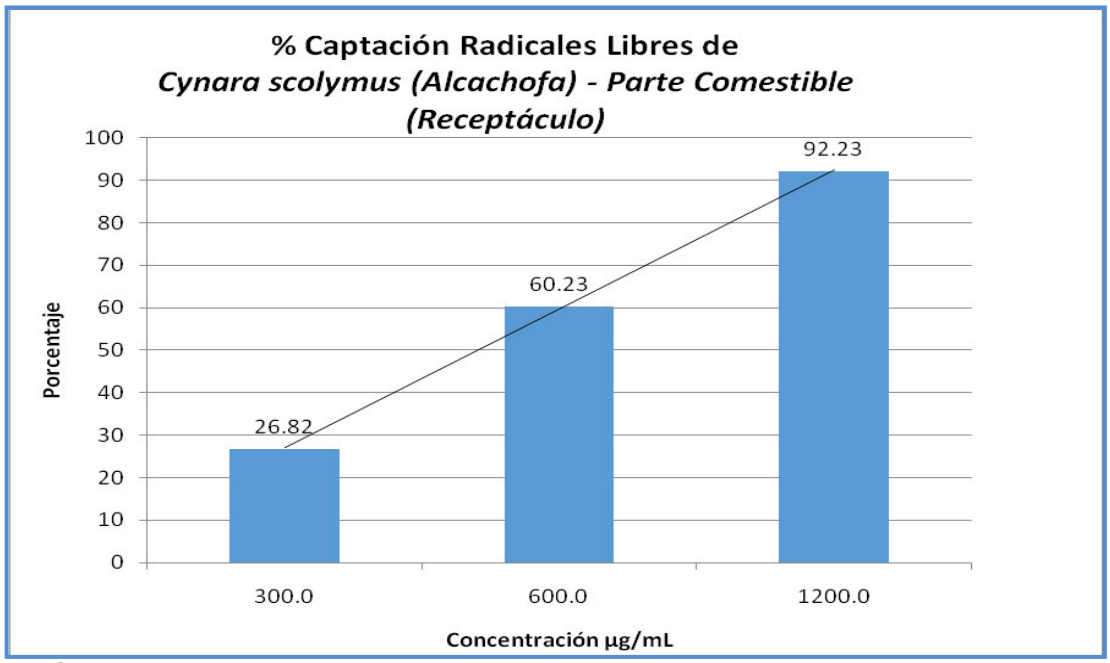



**Gráfico 5:** % de Captación de radicales libes en parte comestible de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

La figura 20 nos muestra la curva de % de Captación de radicales libres para calcular el IC 50.

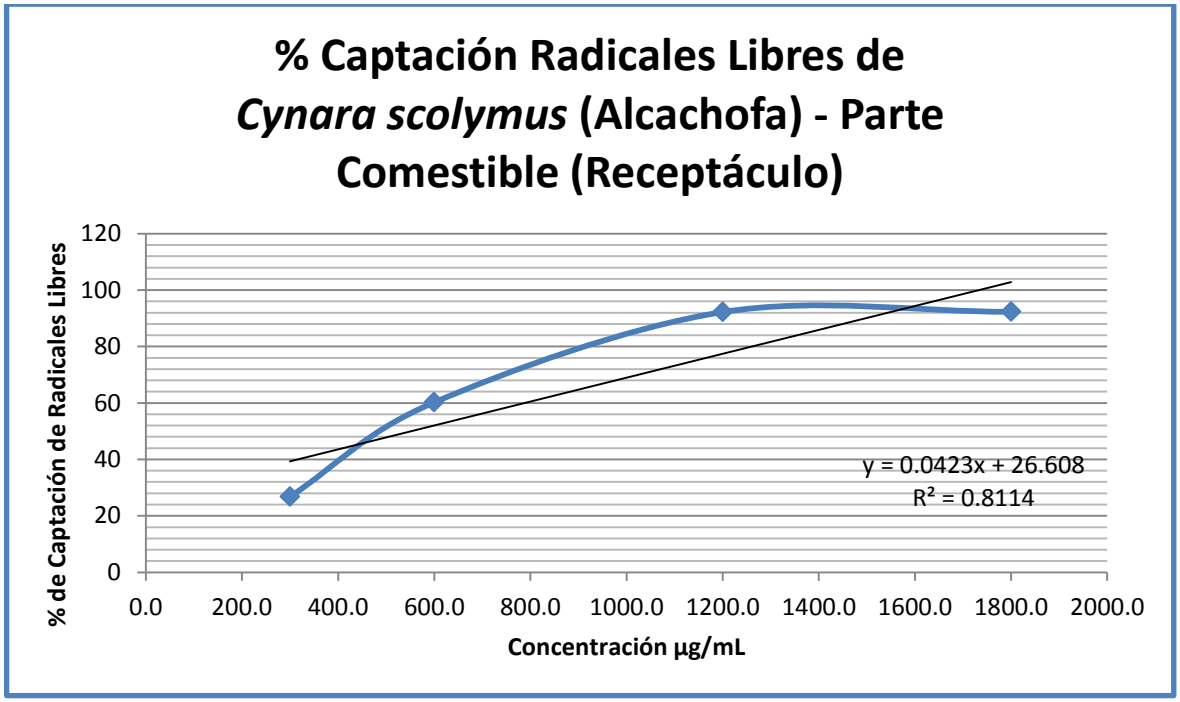



**Figura 21:** Curva de % de Captación de radicales libes en parte comestible de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

**Tabla15.** Actividad Antioxidante de diferentes concentraciones de muestra del extracto alcohólico seco de Brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

| | Código | Concentración µg/mL | Capacidad Antioxidante % | IC 50 (ug/mL) |
|---|---|---|---|---|
| **Brácteas** | A | 450 | 92.57 | 137.52 |
| | B | 300 | 82.08 | |
| | C | 150 | 58.58 | |
| | D | 75 | 32.24 | |

El gráfico 6 representa el % de captación de radicales libres presentes en las brácteas a diferentes concentraciones.

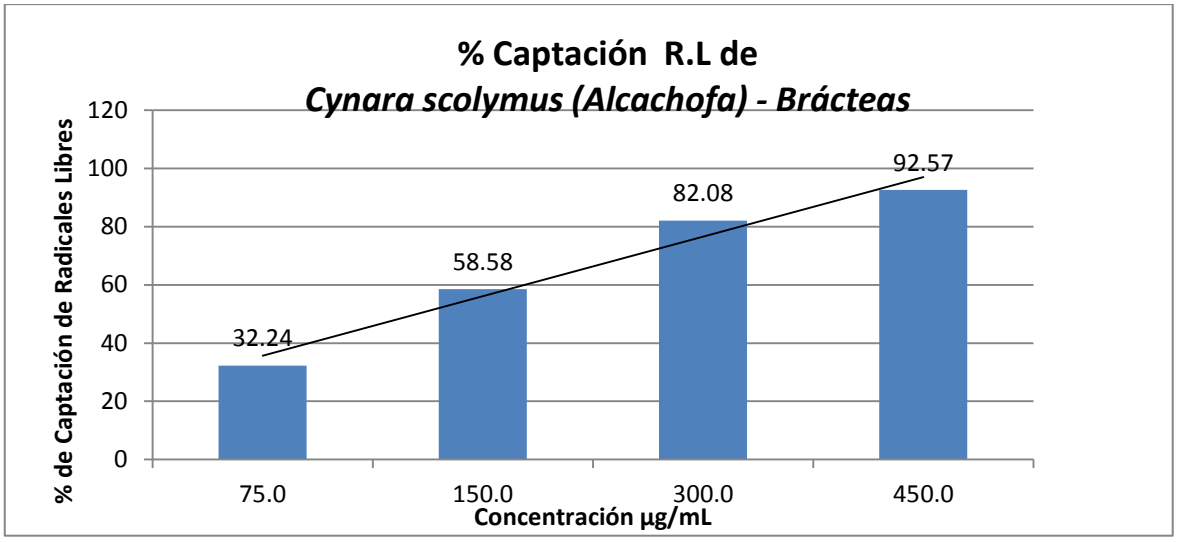



**Gráfico 6:** % de Captación de radicales libes en brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

La figura 21 nos muestra la curva de % de Captación de radicales libres para calcular el IC 50.

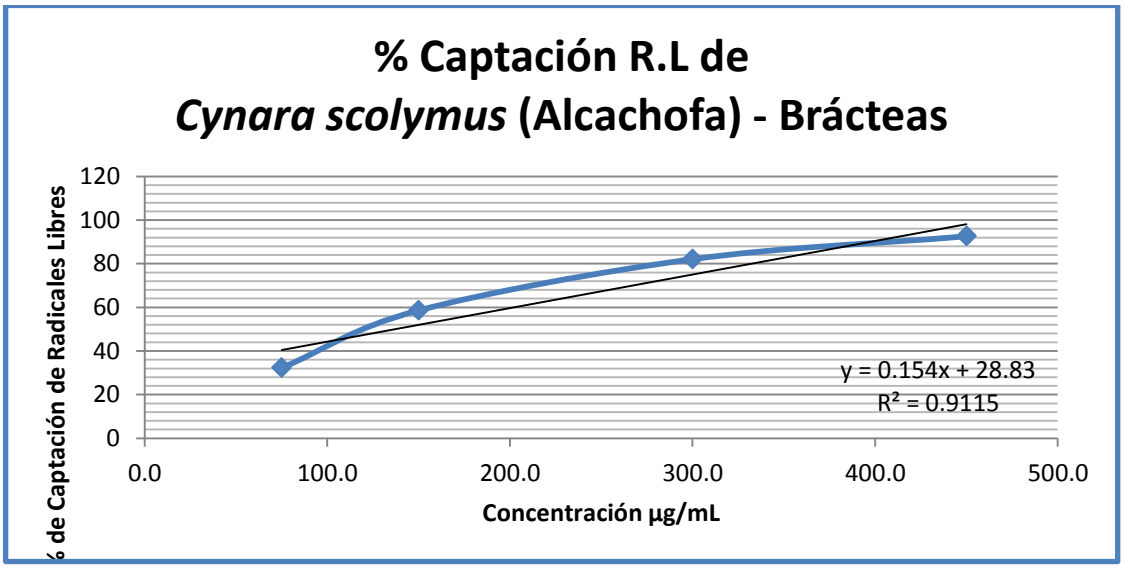



**Figura 22:** Curva % de Captación de radicales libes en brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa"

La tabla 16 muestra el % de captación de radicales libres del Trolox en diferentes concentraciones.

**Tabla 16.** Concentraciones de la curva de calibración de Trolox.

| | Concentración µg/mL | Capacidad Antioxidante % | IC 50 (ug/mL) |
|---|---|---|---|
| **Trolox** | 0.9 | 13.51 | 2.62 |
| | 1.8 | 30.47 | |
| | 2.4 | 41.77 | |
| | 3.0 | 57.00 | |
| | 3.6 | 66.34 | |

La figura 22 representa la curva de calibración de Trolox usada para la determinación de la capacidad antioxidante de *Cynara scolymus* "Alcachofa".

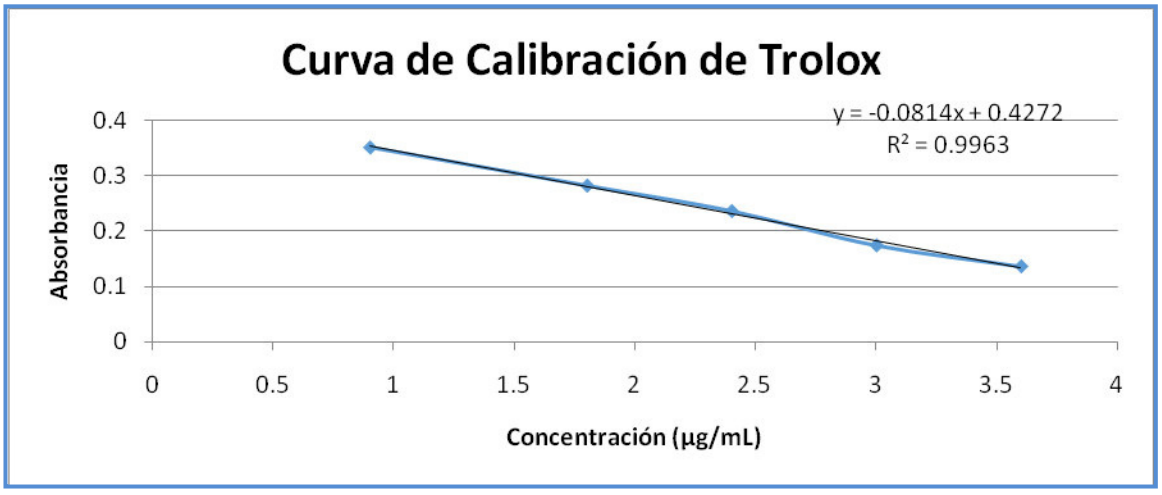



**Figura 23:** Curva de calibración del Trolox

La tabla 17 muestra el resultado del IC-50 en donde el IC50 de las brácteas es el más cercano al trolox, esto demuestra que las brácteas tienen mayor poder antioxidante que la parte comestible (receptáculo).

**Tabla 17.** mg Equivalente Trolox / g de muestra de extracto alcohólico seco de la parte comestible (receptáculo) y de la muestra de extracto alcohólico seco de las brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa".

| **mg Equivalente Trolox /g de extracto seco** | |
|---|---|
| **Parte comestible (receptáculo)** | 4,06 |
| **Brácteas** | 11,04 |

**Tabla 18.** IC50 (ug/mL) de la muestra de extracto alcohólico seco de la parte comestible (receptáculo) y de la muestra de extracto alcohólico seco de las brácteas de *Cynara scolymus* "Alcachofa".

| **IC50 (ug/mL)** | |
|---|---|
| **IC50 Trolox** | 2.62 |
| **IC50 Parte comestible (receptáculo)** | 553.0 |
| **IC50 Brácteas** | 137.52 |

# V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se busca determinar la composición químico-bromatológica de *Cynara scolymus* para la parte comestible (receptáculo) y las brácteas. La parte comestible (receptáculo) representa aproximadamente 26,81% del total de alcachofa y las brácteas el 73,19% del total. En el presente estudio se encontró un alto % de humedad entre ambas partes de la alcachofa, siendo el % humedad la parte comestible (79,99g%) [42], ligeramente mayor que la humedad encontrada en las brácteas (71,84g%). Caso contrario se presenta para la cantidad de fibra, en la parte comestible se encuentra 1,24g%, mientras que en las brácteas encontramos 9,59g% de fibra cruda.

La alcachofa presenta bajos niveles de grasa entre 0,11g% (parte comestible) y 0,44g% (brácteas), por lo que puede ser considerada dentro de una dieta baja en grasas [43].En el caso de cenizas, la parte comestible presenta similar cantidad (1,45g%) que las brácteas (1,36g%), así como las proteínas totales; 3,5g% para parte comestible y 3,87 g% para las brácteas.

En la determinación de minerales en *Cynara scolymus,* la parte comestible (receptáculo) presenta Potasio (400,00mg%); Calcio (333,33 mg%); Sodio (266,67 mg%), Fósforo (66,67mg%), Magnesio (66,67mg%), Hierro (4,52mg%), Cobre (1,91mg%) y Zinc (6,27mg%). Las brácteas presentan mayor cantidad de Potasio (366,67mg%); Calcio (167,67mg%); Magnesio (200,00 mg%), Sodio (200,00 mg%), Fósforo (66,67mg%), Hierro (1,20mg%), Cobre (0,53mg%) y Zinc (2,20mg%). Estas cantidades están por debajo de la cantidad mínima requerida en la dieta diaria. [43]

La alcachofa presentó un bajo contenido de vitamina C, se encontró en la parte comestible (receptáculo) 0.975 mg% y en las brácteas de 0.38 mg%. Estas cantidades están por debajo de la cantidad mínima requerida en la dieta diaria. [45]

En el caso de polifenoles totales se encontró 1,66 g% para la parte comestible y 5,10 g% en las brácteas de *Cynara scolymus "Alcachofa"*, se observa que hay mayor presencia de polifenoles en brácteas que en la parte comestible.

Las antocianinas son encargadas de dar pigmentación rojiza, azulada o violeta de la mayoría de frutas y flores [26].Las antocianinas no se detectan en la parte comestible, sin embargo, en las brácteas se encontró 8,35 mg%, las brácteas presentan una ligera coloración violeta.

La reacción cualitativa para la presencia de flavonoides dio negativo, se debe a que el contenido de flavonoides expresados en g% de quercetina es muy bajo 0,66 g% en parte comestible y 1,33 g% en las brácteas.
El contenido de fructooligosacáridos es similar en ambas partes de la alcachofa: parte comestible (20,17 g%) y las brácteas (21,75 g%).

La muestra de extracto alcohólico seco de brácteas presenta mayor porcentaje de captación de radicales libres (82,08%) que la muestra de extracto alcohólico seco de la parte comestible (26,82%) a una concentración de 300ug/mL demostrando que las brácteas tienen mayor poder antioxidante.

La capacidad antioxidante de la muestra de extracto seco fue expresada como mg Equivalente Trolox/g de extracto seco. En el caso de la parte comestible (receptáculo) de *Cynara scolymus* presentó 4,06 mg Equivalente Trolox/g de

extracto alcohólico seco y en brácteas 11,04 mg Equivalente Trolox/g de extracto alcohólico seco, presentando este último mayor capacidad antioxidante. Para el caso de IC50 en la parte comestible fue de 553 ug/mL y para la muestra de extracto seco de la las brácteas de 137,52 ug/mL.

## Conclusiones

1. El contenido de humedad, grasas, proteínas y cenizas son similares para la parte comestible (receptáculo) y las brácteas, hay una diferencia en el caso de fibras, las brácteas presentan mayor cantidad de fibras.
2. En la determinación de minerales en *Cynara scolymus,* la parte comestible (receptáculo) presenta mayor cantidad de Potasio (400,00mg%); Calcio (333,33 mg%); Sodio (266,67 mg%); Hierro (4,52 mg%), Cobre (1,91mg%9 y Zinc (6,27mg%). Las brácteas presentan mayor cantidad de Magnesio (200,00 mg%). La cantidad de Fósforo en igual en ambas partes.
3. En los compuestos bioactivos de *Cynara scolymus* presentan vitamina C, flavonoides, polifenoles, frutooligosacáridos y antocianinas, las cuales no se determina en la parte comestible.
4. *Cynara scolymus* presenta capacidad antioxidante, expresada como IC50 para la parte comestible fue de 553ug/mL y para las brácteas de 137,52ug/mL. Las brácteas presentan una mayor capacidad antioxidante en comparación con la parte comestible de alcachofa.

# VI. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar estudios de aplicación para las brácteas de *Cynara scolymus*,
2. Se sugiere una investigación dentro del campo de alimentos nutracéuticos por sus propiedades funcionales, aprovechar su actividad antioxidante.
3. Difundir las propiedades nutricionales y alimenticias de *Cynara scolymus*.

## VII. Referencias bibliográficas


1. Boncún B, Ruiz S, Soto M, Venegas E, Ruidias D. Capacidad antioxidante in vitro de los extractos acuosos e hidroetanólicos de las hojas de *Cynara scolymus*L. "alcachofa" frente al 2, 2-difenil-1- picrilhidrazilo In vitro antioxidant capacity of aqueous and hydroethanolic extracts of *Cynara scolymus L*. leaves versus 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Revista Pharmaciencia. 2013.
2. Pandino G, Lombardo S, Mauromicale G, Williamson G. Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) germplasm. Journal of Food Composition and Analysis 24. 2011: 148–153.
3. Lattanzio V, Kroon P, Linsalata V, Cardinali A. Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var.*scolymus)* germplasm. Journal of functional foods 1. 2009: 131 –144.
4. Fonnegra R y Jimenez S. Plantas Medicinales Aprobadas en Colombia. 2da Edición, Editorial Universidad de Antioquía. Antioquía, 2007.
5. Castro D, Díaz J, Serna R, Martínez M, Urrea P, Muñoz K, Osorio E. Cultivo y Producción de Plantas Aromáticas y Medicinales. 2da Edición. Fondo Editorial Universidad Católica del Oriente. Antioquía, 2013.
6. Arango M. Plantas Medicinales: Botánica de interés médico. Editorial Artes Gráficas Tizán. Colombia, 2006.
7. Robles F. Alcachofa. Nueva alternativa para la agricultura peruana. PROMPEX. Lima, 2001.

8. Chiriboga A. Investigación de la alcachofa, y su aplicación gastronómica [Tesis para el grado de Administrador Gastronómico]. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad De Turismo, Hotelería Y Gastronomía. Ecuador, 2013
9. Baroja D, Benitez M. Efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*L.) en Pimampiro – Imbabura [Tesis]. Universidad Técnica Del Norte. Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales. Ecuador, 2008.
10. García N. Nuevas Variedades y Transformados de Alcachofa en la Región de Murcia [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia. Facultad de Química. España, 2014.
11. Estudio de mercado de alcachofa en conserva. Oficina General de Planificación Agraria. 2006
12. Ortiz M. Elaboración de Alcachofa en Líquido de Cobertura o Conserva y Determinación de la Capacidad Antioxidante [Tesis]. Universidad de Guayaquil. Facultad de Química. Ecuador, 2013.
13. Garbetta A y col. Antioxidant activity induced by main polyphenols present in edible artichoke heads: influence of in vitro gastro-intestinal digestión. Journal of Functional Foods 10. 2014: 456–464.
14. García T. Industrialización integral de la alcachofa en pasta nutricional y para alimentos balanceados. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial-UNMSM. 11(1). 2008: 37-46.
15. Cornejo J. Estudio de Pre factibilidad de una empresa procesadora y comercializadora de alcachofa en conservas a los mercados de Estados Unidos y la Unión Europea. [Tesis]. Pontificie Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima,2008.

16. Desarrollo Peruano: Noticias y análisis del desarrollo económico y social del Perú. [Internet].Lima. [consulta 15 marzo 2015]. Disponible en: http://desarrolloperuano.blogspot.pe/2014/06/el-peru-en-el-mundo-produccion-de.html
17. Food and Agriculture Organization of The United Nations for a world without hunger. FAOSTAT [consulta 15 marzo 2016]. Disponible en: http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es
18. SIICEX. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. Lima. [consulta 18 junio 2016]. Disponible en: http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=%2011%20&pnomproducto=%20Alcachofa
19. Pimentel L. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. [Tesis]. Universidad Privada Antenor. Facultad De Ciencias Agrarias. Trujillo,2015.
20. Gil A. Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. 2da Edición. Editorial Medica Panamericana. Madrid, 2010.
21. Sandoval, S. Cuantificación de Ácido Ascórbico (Vitamina C) en Néctares de Melocotón y Manzana Comercializados en Supermercados de la Ciudad Capital. [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala, 2010.
22. Quiñones M. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Nutrición Hospitalaria. 27 (1). 2012: 76-89

23. Lombardo S., Pandino G., Mauromicale G., Knödler M., Carle R.y Schieber A. Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke *Cynara cardunculus L. var. scolymus* (L.) Fiori. Food Chemistry, 119. 2010: 1175–1181.
24. Duarte J y Pérez F. Protección cardiovascular con flavonoides. Enigma farmacocinético. Ars Pharmaceutica. 56 (4). 2015: 193-200.
25. Tenorio F, Del Valle L, Pastelín G. Los flavonoides y el sistema cardiovascular: ¿Pueden ser una alternativa terapéutica? Archivos de Cardiología de México. 76 (4). 2006: 33-45.
26. Pérez H. Utilización de la antocianina del maíz morado (*Zea Mays L.)* y stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) en la elaboración de un producto tipo mermelada y su aceptabilidad. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina. Lima, 2014.
27. Gorriti A y col. Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays L.* "maíz morado". Ciencia e Investigación.12 (2). 2009: 64-74.
28. Leyva D. Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora. [Tesis]. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca. 2009.
29. Guevara M, Betalleluz I, Kina M y Campos D. Optimización del proceso de extracción de los Fructooligosacáridos de yacón (*Smallantus sonchifolius*). Revista Sociedad Química Del Perú. 81(3). 2015:263-272.
30. Ramos E, Castañeda B, Ibáñez L. Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. Revista Académica Perú Salud. 15(1). 2008: 42-46.

31. Carhuapoma M. Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de Luna chequen (Molina) A. Gray “arrayán”. [Tesis para el grado de Magister en Recursos Vegetales y Terapéuticos]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima. 2006.
32. AOAC. 2001. Association of Official Analytical Chemist; Official Metods of Analysis, USA.
33. Perkin, E. Absortion Spectroscopy Analitical Methods. 1996
34. Skoog L. Análisis instrumental. Editorial McGraw Hill. Zaragoza. 1993.
35. Cruzado M, Pastor A, Castro N, Cedrón J. Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). Revista Sociedad Química del Perú. 79 (1). 2013: 57-63.
36. Gutiérrez Y, Miranda M, Varona N, Rodríguez A. Validación de 2 métodos espectrofotométricos para la cuantificación de taninos y flavonoides (Quercetina) en *Psidium guajaba*, L. Revista Cubana Farmacéutica. 34(1). 2000: 50-55.
37. Venegas E. Cuantificación de flavonoides totales y taninos presentes en el extracto acuoso de hojas de *Thea sinensis L*. y su capacidad antioxidante.UCV-SCIENTIA. 4(2). 2012; 161-174.
38. Montañez J, Venegas J, Vivar M, Ramos E. Extracción, caracterización y cuantificación de los fructanos contenidos en la cabeza y las hojas del *Agave tequilana Weber Azul*. Bioagro. 2011; 23(3): 199 – 206.
39. Castañeda C, Ramos E, Ibáñez L. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. Revista Horizonte Médico. 8(1). 2008:56-72.

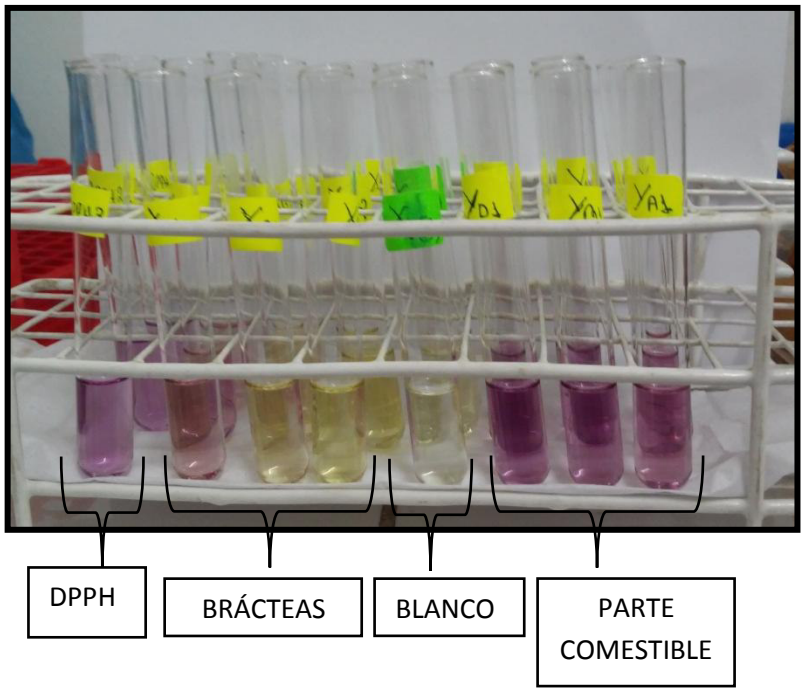
40. Hurtado P. Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico estandarizado de hojas de *Juglans neotropica Diels* (Nogal Peruano). Revista Sociedad Química del Perú. 81(3). 2015: 283-291.
41. J. Sebaugh. Guidelines for accurate EC50/IC50 estimation. Pharmaceutical Statistics. 10. 2011:128–134.
42. Lutz M, Henriquez C, Escobar M. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. Journal of Food Composition and Analysis. 24. 2011: 49–54.
43. Handbook of Human Nutricional Requirements. FAO, Nutricional Studies. N° 28. Roma. 1974.
44. Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8va edición. Lima, 2009.
45. Gil-Izquierdo A. The effect of storage temperatures on vitamin C and phenolics content of artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2 (3). 2001: 199–202.
46. Senasa Perú. Lima. [consulta 27 octubre 2016]. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/exportaciones-de-alcachofa-suman-us-24-7-millones-en-primer-semestre/
47. Agrodata Perú. Lima. [consulta 27 octubre 2016]. Disponible en: http://www.agrodataperu.com/2016/02/alcachofas-conservas-peru-exportacion-enero-2016.html

## ANEXOS

Sembríos de *Cynara scolymus* "Alcachofa" en el distrito de Huaral, provincia de Huaral, departamento de Lima.



Determinación de la capacidad antioxidante de *Cynara scolymus* "Alcahcofa".



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
MUSEO DE HISTORIA NATURAL

*"Año de la Consolidación del Mar de Grau"*

# CONSTANCIA Nº 76-USM-2016

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (hojas) recibida de **Karen Regina CARDENAS TORIBIO** estudiante de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ha sido estudiada y clasificada como: ***Cynara scolymus*** L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

**DIVISION: MAGNOLIOPHYTA**

**CLASE: MAGNOLIOPSIDA**

**SUBCLASE: ASTERIDAE**

**ORDEN: ASTERALES**

**FAMILIA: ASTERACEAE**

**GENERO: *Cynara***

**ESPECIE*: Cynara scolymus*** L.

Nombre vulgar: "alcachofa"
Determinado por Mag. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 09 mayo de 2016

MUSEO DE HISTORIA NATURAL — Herbario San Marcos — JEFE

**Dra. Haydee Montoya Terreros**
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

***DDB***