

## RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 0325-2016-UNAM

Moquegua, 10 de Octubre de 2016.

VISTOS, el Informe N° 0211-2016-EPIA/PLA DE TRABAJOVIPAC/UNAM de 22 de Setiembre de 2016, Oficio N° 0414-2016-VIPAC-CO/UNAM, de 23 de Setiembre de 2016, Acuerdo de Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de 28 de Setiembre de 2016, y;

### CONSIDERANDO:

Que, el párrafo cuarto del artículo 18° de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, reconoce la autonomía universitaria, en el marco normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, que guarda concordancia con el Capítulo IV del Estatuto de la UNAM;

Que, el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 190-2016-UNAM de 05 de Agosto de 2016, establece en el Artículo 12°, que el proyecto de tesis es un trabajo de investigación individual que presentan los estudiantes del último año académico, egresados o bachilleres al Director de la Escuela Profesional, con la finalidad de resolver un problema objeto de estudio, asimismo, precisa en el Artículo 15° que todo proyecto de tesis debe tener un asesor principal, el cual deberá ser docente ordinario de la Escuela Profesional o de forma facultativa un docente contratado en la especialidad, que pertenezcan a la Escuela Profesional y de preferencia en la especialidad en el área que se investiga. El jurado dictaminador del proyecto, será designado por el Comité Asesor y el Director de la Escuela Profesional, el mismo que estará compuesto por tres miembros elegidos entre los docentes ordinarios y/o contratados, cuando no hubieran suficientes docentes ordinarios, conforme indican los artículos 18°, 19°, 20° del precitado Reglamento;

Que, con Informe N° 0211-2016-EPIA/VIPAC/UNAM de 22 de Setiembre de 2016, el Mg. Elias Escobedo Pacheco Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita a Vicepresidencia Académica la designación de jurado dictaminador del proyecto tesis, para emisión de dictamen y revisión del Proyecto de Tesis: "Influencia de Parámetros Físicoquímicos en la Extracción de Pigmentos de Ayrampo (Opuntia Soehrensii B.), Contenido de Fenoles Totales, Betacianinas Totales y Capacidad Antioxidantes", presentado por la tesista bachiller Alejandra Gabriela Apaza Yucra, y se designe como asesor al MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucupuca, remitiendo la propuesta de los miembros del jurado dictaminador a designarse, conforme se establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua;

Con Oficio N°0414-2016-VIPAC-CO/UNAM de 23 de Setiembre de 2016, la Dra. María Elena Echevarría Jaime Vicepresidenta Académica de la Universidad Nacional de Moquegua, solicita al Dr. Washington Zeballos Gámez Presidente de la Comisión Organizadora – UNAM, la emisión de acto resolutivo;

Que, en Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de 28 de Setiembre de 2016, se acordó por UNANIMIDAD, aprobar la designación del asesor de tesis y del jurado dictaminador del proyecto de tesis del Bachiller Alejandra Gabriela Apaza Yucra.

Por las consideraciones precedentes, en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, y lo acordado en Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de 28 de Setiembre de 2016;

### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO.- DESIGNAR**, al jurado de tesis, para emisión de dictamen y revisión del Proyecto de Tesis: "INFLUENCIA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE AYRAMPO (OPUNTIA SOEHRENSII B.), CONTENIDO DE FENOLES TOTALES, BETACIANINAS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTES", presentado por la bachiller Alejandra Gabriela Apaza Yucra, conforme al siguiente detalle:  
**MIEMBROS DEL JURADO DE TESIS:**

➤	MG. ELIAS ESCOBEDO PACHECO	:	PRESIDENTE
➤	ING. RAQUEL ALLISON CHOQUEHUANCA PINEDA	:	PRIMER MIEMBRO
➤	ING. LENIN QUILLE QUILLE	:	SEGUNDO MIEMBRO



---

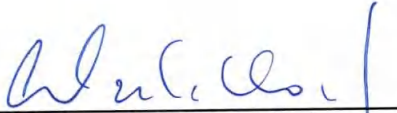
## RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 0325-2016-UNAM

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** DESIGNAR, como ASESOR DEL PROYECTO DE TESIS, consignado en el artículo precedente:

➤ MSc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA : ASESOR

**ARTICULO TERCERO.-** ENCARGAR, a los profesionales designados el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, asimismo, Vicepresidencia Académica de la Comisión Organizadora deberá adoptar las acciones administrativas necesarias, para el cumplimiento de la presente resolución.

**Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.**



DR. WASHINGTON ZBALLOŞ GÁMEZ  
PRESIDENTE



ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO  
SECRETARIO GENERAL

Presidencia  
VIPAC  
VIP1  
EPIA  
Interesada  
Arch. (2)



PERÚ

SUNEDU

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

UNAM

Universidad Nacional de Moquegua

VIPAC

Vicepresidencia Académica

EPIA

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

**INFORME N° 241-2016-EPIA/VIPAC/UNAM**

**A :** DRA. MARIA ELENA ECHEVARRIA JAIME  
Vicepresidenta Académica - UNAM

**DE :** MG. ELIAS ESCOBEDO PACHECO  
Director de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**ASUNTO :** Aprobación de Proyecto de Tesis, Ratificación de Asesor y Jurado Dictaminador.

**FECHA :** Moquegua, 22 de setiembre del 2016



Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarla cordialmente, y a la vez mediante el presente informarle que mediante Ficha de Evaluación del Proyecto de Tesis de fecha 19 de setiembre del 2016, se declara APTO el Proyecto de Tesis denominado "INFLUENCIA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE AYRAMPO (*Opuntia soehrensii* B.), CONTENIDO DE FENOLES TOTALES, BETACIANINAS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE" presentado por la Bachiller ALEJANDRA GABRIELA APAZA YUCRA; Para lo cual se adjunta un (01) ejemplar del Proyecto de Tesis Aprobado.

En tal sentido y en amparo del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAM, según se indica en su art. 30° se inscribe el Proyecto de Tesis en el Registro de Trabajos de Tesis de la Escuela y se notifica al Tesista sobre la aprobación del referido proyecto.

Por lo mismo, solicito a usted que mediante su despacho se realice el trámite correspondiente para la emisión del acto resolutorio según se precisa:

**Artículo Primero:** Aprobar el Proyecto de Tesis denominado "INFLUENCIA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE AYRAMPO (*Opuntia soehrensii* B.), CONTENIDO DE FENOLES TOTALES, BETACIANINAS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE" presentado por la Bachiller ALEJANDRA GABRIELA APAZA YUCRA.

**Artículo Segundo:** Ratificación de Asesor de Proyecto de Tesis:

- Asesor : MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca

**Artículo Tercero:** Ratificación de Jurado Dictaminador y Revisor, según el siguiente detalle:

- Presidente : Mg. Elías Escobedo Pacheco
- Primer Miembro : Ing. Raquel Allison Choquehuanca Pineda
- Segundo Miembro : Ing. Lenin Quille Quille

Es todo cuanto informo a usted, para su conocimiento y acciones necesarias.

Atentamente,



*[Handwritten Signature]*  
**MG. ELIAS ESCOBEDO PACHECO**  
 DIRECTOR DE LA EPIA

EEP/DEPIA.  
SCO/Sec.  
C.C.: ARCHIVO



COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN  
REGISTRÓ DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Registro N° .....004.....

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

INFLUENCIA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN  
LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE AYRAMPO (*Opuntia*  
*soehrensii* B.), CONTENIDO DE FENÓLES TOTALES, BETACIANINAS  
TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

TESISTA:

ALEJANDRA GABRIELA APAZA YUCRA

ASESORES:

1: M.Sc. Mario Roger Cotacollapa Suca pucá

2: .....

II. JURADO DICTAMINADOR:

PRESIDENTE: Mg. Eliós Escobedo Pócheo

PRIMER MIEMBRO: Ing. Raquel Allison Choquehuanco Pineda

SEGUNDO MIEMBRO: Ing. Lenin Quille Quille

Según las consideraciones antes referidas y en amparo del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua el jurado Dictaminador declara **APTO** el proyecto de investigación, por lo cual queda expedito para su ejecución y sustentación según normatividad vigente.

Moquegua, .....19..... de Setiembre ..... del 2016.....

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN  
Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial





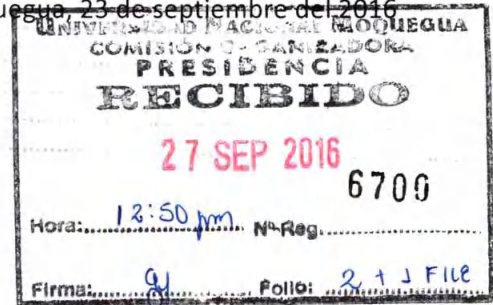
Universidad Nacional de Moquegua  
Vicepresidencia Académica

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Moquegua, 23 de septiembre del 2016

**OFICIO N° 0414-2016-VIPAC-CO/UNAM**

SEÑOR:  
Dr. WASHINGTON ZEBALLOS GAMEZ  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
Presente.-



**ASUNTO : RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS, RECONOCIMIENTO DE ASESOR Y JURADO DICTAMINADOR**

**REFERENCIA : INFORME N° 211-2016-EPIA/VIPAC/UNAM**

Mediante el presente es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que visto el documento de la referencia, presentado por el Mg. Elias Escobedo Pacheco, Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita la emisión de la respectiva Resolución aprobando el Proyecto de Tesis Titulado: "Influencia de Parámetros Fisicoquímicos en la Extracción de Pigmentos de Ayrampo (Opuntia Soehrensii B), Contenido de Fenoles Totales, Betacianinas Totales y Capacidad Antioxidantes" presentado por la Bachiller Alejandra Gabriela Apaza Yuca, el cual esta expedito para su ejecución. Se adjunta el Acta de Aprobación del Proyecto de Tesis.

Asimismo, según el Reglamento de Grados y Títulos, es necesario se proceda al reconocimiento oficial vía acto resolutivo:

**Artículo Segundo:** Ratificación de Asesor de proyecto de Tesis

- Asesor: MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca



**Artículo Tercero:** Ratificación del Jurado Dictaminador y Revisor, según el siguiente detalle

- **Presidente** : Mg. Elias Escobedo Pacheco
- **Primer Miembro** : Ing. Raquel Allison Choquehuanca Pineda
- **Segundo Miembro** : Ing. Lenin Quiller Quille

Por lo expuesto, solicito a través de vuestro despacho la aprobación mediante acto Resolutivo el Proyecto de Tesis, reconocimiento del Asesor y Jurados Dictaminadores.

Agradeciendo la atención al presente, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
Dra. *Maria Elena Echevarria Jaime*  
VICEPRESIDENTA ACADÉMICA

Adjunto (01) folio + 01 file

MEEJ/VIPAC  
Lmrm/Sec.  
C.c./Archivo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE TESIS:**

**“INFLUENCIA DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN LA EXTRACCIÓN DE  
PIGMENTOS DE AYRAMPO (*Opuntia soehrensii* B.), CONTENIDO DE  
FENOLES TOTALES, BETACIANINAS TOTALES Y CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE.**

**EJECUTOR (A):**

**Alejandra Gabriela Apaza Yucra**

**ASESOR : MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca**

**CO-ASESOR : MSc. Nils Leander Huamán Castilla**

  
.....  
*Ing. M.S.c. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca*  
Ingeniero agroindustrial  
CIP N° 97878

**Moquegua – 2016**

## I. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En los últimos años existe una gran tendencia por restringir el uso de colorantes sintéticos debido a sus probables efectos mutagénicos, carcinogénicos y genotóxicos, lo que se refleja en los continuos cambios que se realizan en las legislaciones de alimentos. Como resultado de tales medidas ha aumentado el interés por los colorantes de origen natural como sustitutos, ya que hasta la fecha no hay evidencia de que su uso sea nocivo a la salud (García, 2008). Entre los pigmentos naturales se encuentran las clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas y betalaínas.

Las fuentes de betalaínas obtenidas en su mayoría provienen a partir de beterraga (*Beta Vulgaris*) y tuna (*Opuntia Ficus*) que también son las más estudiadas. Sin embargo las semillas de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.) han mostrado un buen contenido de betalaínas y alta capacidad antioxidante (Sarmiento *et al.*, 2003).

El ayrampo es un fruto que se desarrolla desde los 2300 a 4000 msnm, cuyas condiciones climáticas se encuentran en la Región de Moquegua en las zonas altas (Puquina y San Cristóbal); éste fruto se ubica en las riberas de los montes, donde no es necesario utilizar agua para su producción sólo se debe de tener un suelo adecuado para éste fruto. En la actualidad el ayrampo (*Opuntia Soehrensii* B.) es utilizado como remedio casero e infusiones en la dieta común de los pobladores de estas zonas, sin embargo no se está aprovechando al máximo todos sus beneficios, sus características físicas y químicas (MINAG, 2010).

## 1.2. Formulación del problema

Los extractos acuosos de las semillas de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.) constituyen una buena fuente de pigmentos (betacianinas) y antioxidantes naturales. Sin embargo existe poca información sobre técnicas de extracción que permitan recuperar la mayor proporción de betalaínas (betacianinas) para poder desarrollar procesos a pequeña escala que permitan revalorar este producto. Por tanto es necesario desarrollar métodos de extracción y purificación. Por ello el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál será el resultado del análisis proximal que se realizará al ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.)?
  
- ¿Cuál es el efecto de los parámetros fisicoquímicos (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de fenoles totales, betacianinas totales y capacidad antioxidante del ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.)?



### 1.3. Justificación e importancia de la investigación

Los colorantes sintéticos tienen efectos colaterales dañinos para la salud, por lo que se buscan utilizar colorantes naturales para sustituirlos, sin embargo estos colorantes no son muy utilizados debido a su alta inestabilidad durante su procesamiento y almacenamiento.

El ayrampo contiene betalaínas que actúan como pigmentos naturales, estas betalaínas están conformadas por betacianinas y betaxantinas que son pigmentos hidrosolubles con buenas características tecnológicas para ser utilizados en productos lácteos, bebidas, confitería y helados ya que imparten coloraciones que van del rojo al amarillo. Además su uso está aprobado desde 1960 por la FDA y en México la Secretaría de Salud permite su aplicación en alimentos y cosméticos (Vargas, 2015).

Como se describió anteriormente los extractos acuosos de las semillas de ayrampo constituyen una buena fuente de pigmentos (betacianinas) y antioxidantes naturales. En particular, estos extractos muestran una buena estabilidad a los tratamientos térmicos y almacenamiento (Caldas-Cueva *et al.*, 2015), por ende son una muy buena alternativa para potenciar el uso de los extractos de semillas como fuente de antioxidantes y colorantes naturales para el creciente mercado de los alimentos funcionales e industria alimentaria.

Comprender el efecto de la temperatura y tipo de solvente permitirá optimizar el proceso de extracción de pigmentos de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.); con la finalidad de diseñar equipos y procesos a escala industrial; aprovechando el uso de esta importante fuente de materia prima de la región sur del Perú

Es por ello que se ha propuesto en esta tesis evaluar los parámetros fisicoquímicos (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) para obtener la mayor cantidad de Betacianinas, Capacidad antioxidante y Fenoles totales del Ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la extracción de pigmentos de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.)

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis proximal con respecto a la humedad, grasa, proteínas, cenizas y carbohidratos al extracto de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).
- Evaluar el efecto de los parámetros fisicoquímicos de extracción (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de fenoles totales, betacianinas totales y capacidad antioxidante del ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis general

- La influencia de los parámetros fisicoquímicos influyen en la extracción de los pigmentos de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).

### 1.5.2. Hipótesis específica

- El análisis proximal con respecto a la humedad, grasa, proteínas, ceniza y carbohidratos brinda información del extracto de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).
- Los parámetros fisicoquímicos de extracción (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) influyen sobre el contenido de fenoles totales, betacianinas totales y capacidad antioxidante del ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.).

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes

Caldas-Cueva *et al.* (2015) Estudiaron los extractos de semillas de ayrampo, como fuente de pigmentos en yogurt natural, el extracto filtrado fue analizado a nivel del contenido de betacianinas, compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante, dicho extracto fue añadido al yogurt natural, demostrando que el pH y las condiciones de almacenamiento no influyen en la retención del color de los yogures durante un periodo de 4 semanas, estos resultados demuestran que las semillas de ayrampo contienen compuestos fenólicos que contribuyen al color y pueden ser usados en una diversidad de alimentos, dada su estabilidad en pH ácidos y pueden ser un gran potencial como colorante natural para alimentos funcionales.

López (2014) investigo el extracto hidroalcohólico de la pulpa del fruto de *Opuntia ficus Indica* "tuna morada", determinando la capacidad antioxidante mediante el método DPPH encontrando que los valores en tuna son similares a los de la vitamina C; asimismo la inhibición de la peroxidación lipídica por parte de los pigmentos en el microsoma hepático fue de 0,117  $\mu\text{mol/mL}$ , frente a lo obtenido para la vitamina C que fue de 0,103  $\mu\text{mol/mL}$ . Posterior a ello evaluó la estabilidad del extracto de la pulpa del fruto de *Opuntia ficus-indica* "tuna morada" en crema chantilly encontrando que a niveles de pH superiores a 5 la estabilidad del pigmento es mayor a 20 días.

Huaríng (2014) evaluó el efecto de las temperaturas de concentración sobre el contenido de betacianinas y capacidad antioxidante del concentrado de tuna ecotipo morado, demostrando que temperaturas alrededor de los 40°C no influyen significativamente sobre la estabilidad de las betacianinas en tuna, la capacidad antioxidante no mostro variabilidad en el estudio.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Parámetros

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva. Genéricamente, definimos como Parámetro a una variable, el establecimiento de un condicional que puede alterar tanto el comportamiento como la estadística de un término predeterminado, modificando el valor que pueda llegar adquirir o las distintas condiciones que rodean al mismo.

### 2.2.2. Fisicoquímicos

El análisis físico-químico implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciéndose énfasis en la determinación de su composición química, es decir determinar que sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carbohidratos, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades se encuentran (Zumbado, 2005).

### 2.2.3. Pigmento

Un pigmento, es un material que cambia el color de la luz que refleja como resultado de la absorción selectiva del color. Este proceso físico es diferente a la fluorescencia, la fosforescencia y otras formas de luminiscencia, en las cuales el propio material emite luz. Muchos materiales selectivamente absorben ciertas ondas de luz, dependiendo de su longitud de onda. Los materiales que los seres humanos han elegido y producido para ser utilizados como pigmentos por lo general tienen propiedades especiales que los vuelven ideales para colorear otros materiales. Un pigmento debe tener una alta fuerza teñidora relativa a los materiales que colorea. Además debe ser estable en forma sólida a temperatura ambiente (Reymex, 2013).

#### 2.2.4. Ayrampo (Generalidades)

Es una especie silvestre, originaria de los andes peruanos, en los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Junín Puno y Moquegua; sus frutos son comestibles y de forma cacera son utilizados para dar color a postres y refrescos, y para el teñido artesanal de fibras de lana (Morales, 2007). Es una variedad del género *Opuntia* muy similar a la tuna cuya característica principal es ser un cactus de no más de un metro de alto, es una planta herbácea pequeña, perenne, de tallos o pencas aplanadas, ovoidales; sus frutos son pequeñas bayas carnosas, que cuando están en el período de maduración son de color rojizo o vinoso, muy jugosos, de sabor ligeramente dulce, conteniendo muchas semillas ricas en materia colorante (Lock, 1997).

Se desarrolla a temperaturas de 12°C a 34°C, con un rango óptimo de 17°C a 23°C, y con una precipitación promedio entre 400 a 800 m.m. Esta planta crece en suelos sueltos, arenosos, calcáreos en tierras marginales y poco fértiles, superficiales, pedregosos, caracterizándole una amplia tolerancia edáfica; sin embargo, los suelos altamente arcillosos y húmedos no son convenientes para su cultivo. Crece desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m., alcanzando su mejor desarrollo entre los 1700 y 2500 m.s.n.m. (Sarmiento, 2003). Su reproducción se efectúa por medio de semillas o por propagación agámica (asexual) o también denominada "propagación por pencas", este último es el más común y consiste en plantar o enterrar pencas (Lock, 1994). El contenido de pepa en los frutos secos del ayrampo representa el 27.2% de peso total de muestra (pepa más pulpa). Además, cita que estas semillas se encuentran recubiertas por un tejido parenquimatoso que contiene el colorante, que representa el 3.5% de la muestra (pepa más pulpa) (Sarmiento, 2003).

#### 2.2.5. Producción de Ayrampo en Moquegua

El cuadro que se muestra a continuación describe la producción de Ayrampo (*Opuntia soherensii*) en la parte Alto Andina en la ciudad de Moquegua:

Tabla I: Producción de las semillas de Ayrampo.

Producción de Ayrampo en la parte alto andina (tn)	Año
2,380.90	2015
2,203.20	2014
1,927.60	2013
2,605.30	2012
2,567.90	2011
2,549.30	2010

Fuente: D.R.A. – Moquegua (2016).

#### 2.2.6. Caracterización botánica

Reino: Plantae

División: Antofitas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Opuntiales Cactaceales

Familia: Cactáceas

Género: *Opuntia*

Especie: *Opuntia soherensii* (Britton & Rose)

#### 2.2.7. Composición química

El ayrampo posee un valor nutricional superior al de otras frutas en varios de sus componentes: 100 g de la parte comestible posee 58 a 66 unidades calóricas, 3 g de proteína, 0.20 µg de grasas, 15.5 g carbohidratos, 30 µg de calcio, 28 µg de fósforo y vitaminas (caroteno, niacina, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico) (Morales, 2007).

Tabla II: Composición química de las semillas de ayrampo

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Agua	70.5 g
Grasas	1.2 g
Cenizas	1.5 g
Proteínas	8.9 g
Azúcares	5.6 g
Fibra	12 g
Vit. B1	0.1 mg
Vit. B2	0.32 mg
Vit. C	10.34 mg

Fuente: Morales (2007)

### 2.2.8. Betalainas

Químicamente las betalainas son alcaloides derivados de la tirosina que pueden ser de dos tipos: las betacianinas que son de color rojo-violáceo (b) y las betaxantinas (c) anaranjadas amarillentas, ambas con el núcleo fundamental del ácido betalámico (a) (Fig 1) (Huaringa, 2014).

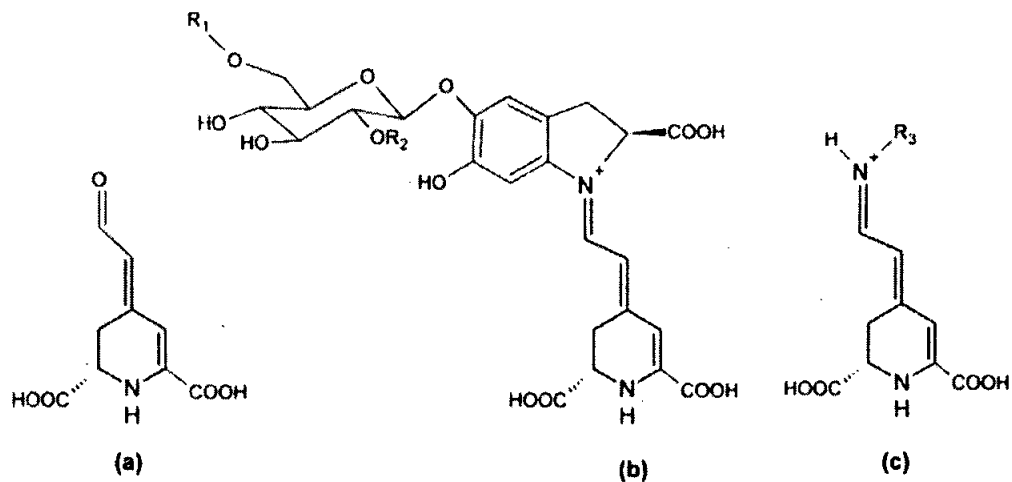


Figura 1. Estructura de las betalainas en alimentos

El ácido betalámico (a) es el cromóforo común a todos los pigmentos betaláinicos; las betacianinas tienen un residuo ciclo-DOPA mientras que las betaxantinas tienen aminoácidos o aminas adicionadas en dicha posición. Las



betacianinas son glicósidos mayormente de la betanidina. Por ejemplo, el pigmento de la remolacha es el betanidin- 5-O - $\beta$  -glucósido (betanina) (Castellar, 2008).

Los frutos que contienen betalaínas también poseen fenoles de diferentes tipos, excepto antocianinas, pues estas dos clases de pigmentos son mutuamente excluyentes. En algunas especies el contenido de fenoles es mayor que el de betalaínas, y en otras es lo contrario. En varias especies del género *Opuntia* los valores de fenoles totales fueron mayores que los de betalaínas (Morales, 2007).

#### 2.2.9. Estabilidad de las Betalaínas

Un requisito evidente de un colorante es su estabilidad a largo plazo, a diferentes condiciones de temperatura, pH, Aw y otros factores. Se analiza a continuación la respuesta de las betalaínas a distintas condiciones: pH, temperatura, oxidación, entre otros (Tesoriere, 2005).

- pH: Uno de los problemas mayores que tienen los colorantes naturales que se encontraron hasta el momento es su baja estabilidad. Por ejemplo, en el caso de las antocianinas se ha demostrado que son muy lábiles en medio ácido, hidrolizándose rápidamente. En el caso de las betalaínas, no se hidrolizan en medio ácido, pero si sufren cambios de color tanto a un pH por debajo de 3.5 por lo cual se pueden utilizar para alimentos ácidos. Sin embargo su máxima estabilidad esta entre pH 5 y 6
- Luz: Las betalaínas se degradan en presencia de luz siempre y cuando también estén expuestas a oxígeno. En condiciones anaeróbicas su oxidación es insignificante.
- Oxígeno: Son relativamente oxidables, dando compuestos de color marrón. Esto se puede evitar o disminuir en presencia de antioxidantes tales como vitamina C.
- Metales: En general las betalaínas puras se hidrolizan más fácilmente en presencia de cationes metálicos. Estas reacciones disminuyen considerablemente cuando se encuentran en el jugo, debido seguramente

a la capacidad complejante de otros componentes tales como los polifenoles que se encuentran naturalmente dentro del alimento.

- Temperatura: Indudablemente es el factor que más afecta la estabilidad de las betalaínas, acelerando las reacciones de hidrólisis que dan como productos el ácido betalámico incoloro y otros productos de color marrón.
- Antioxidantes: La presencia de antioxidantes estabiliza a las betalaínas, particularmente el ácido ascórbico.

### 2.2.10. Betacianina

Una de las betacianinas que últimamente han sido motivo de investigación es la del amaranto (*Amaranthus tricolor*), su estructura se asemeja a la de la betanina. Las betacianinas mantienen su color púrpura sin ningún cambio entre pH 4 y 7. Las betacianinas dan colores rojizos a las flores de Bougainvillea, Portulacaceae y Cactáceas. Sirven para atraer a los insectos polinizadores y también como protectores frente a la radiación (Henriette, 2008).

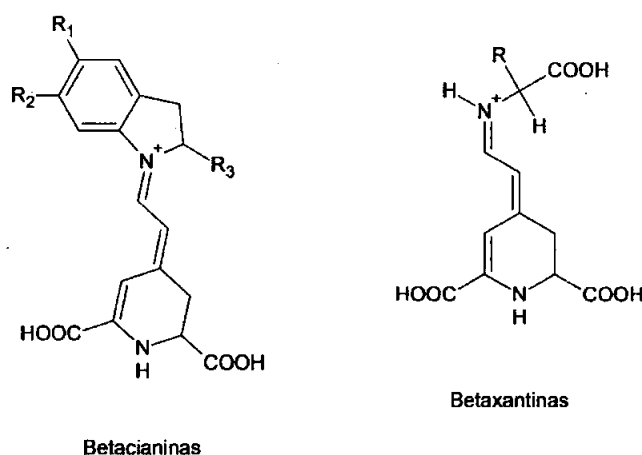


Figura 2. Estructura de las betacianinas y betaxantinas.

### 2.2.11. Capacidad antioxidante

Un antioxidante puede ser definido, en el sentido más amplio de la palabra, como cualquier molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación (pérdida de uno o más electrones) de otras moléculas, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas ó ácidos nucleicos. Los antioxidantes retrasan el

proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. La incapacidad del cuerpo humano para neutralizar a los radicales libres a los que está expuesto diariamente, obliga al hombre a recurrir a alimentos con la capacidad de neutralizarlos.

La mayor parte de la capacidad antioxidante de frutas y vegetales se la proporciona su contenido en vitamina E, C y carotenos, así como de diferentes polifenoles (Downham, 2000).

#### 2.2.12. Fenoles totales

Se denomina fenoles a todos los compuestos químicos integrantes del conjunto de derivados orgánicos de cuya composición forma parte un grupo hidroxilo OH-aromático, es decir, unido a un anillo bencénico. Por otra parte, la denominación específica se asigna al fenol propiamente dicho, de fórmula  $C_6H_5OH$ , antiséptico empleado en la preparación de algunos medicamentos y que, ingerido o aplicado masivamente, ejerce un potente efecto tóxico en el organismo humano. Las concentraciones naturales de compuestos fenólicos son usualmente inferiores a 1  $\mu g/l$  y los compuestos más frecuentemente identificados son fenol, cresol y los ácidos siríngico, vainílico y p-hidroxibenzoico (Kanner, 2001).

### 2.3. Definición de términos

#### 2.3.1. Propagación agámica o asexual

Es aquella que se efectúa sin la intervención de los sexos, sino a través de diferentes partes vegetativas de las plantas tales como raíces, ramas, hojas, etc., llamados propágulos. La propagación asexual no implica cambios en la constitución genética de la nueva planta (con excepción de algunos casos producidos por mutaciones) ya que no hay unión de gametos con la siguiente recombinación de genes (Cañizares, 1972).

### 2.3.2. Tejido parenquimatoso

Comprende la parte principal del cuerpo de la planta. Es un tejido simple de poca especialización, formado por células vivas en la madurez, que conservan su capacidad de dividirse (González, 1987).

### 2.3.3. Cromóforo

Un cromóforo es la parte o conjunto de átomos de una molécula responsable de su color. También se puede definir como una sustancia que tiene muchos electrones capaces de absorber energía o luz visible, y excitarse para así emitir diversos colores, dependiendo de las longitudes de onda de la energía emitida por el cambio de nivel energético de los electrones, de estado excitado a estado fundamental o basal. Cuando una molécula absorbe ciertas longitudes de onda de luz visible y transmite o refleja otras, la molécula tiene un color. Un cromóforo es una región molecular donde la diferencia de energía entre dos orbitales atómicos cae dentro del rango del espectro visible. La luz visible que incide en el cromóforo puede también ser absorbida excitando un electrón a partir de su estado de reposo (González, 1987).

### 2.3.4. Neutrófilos

Los neutrófilos son un tipo de glóbulo blanco, de tipo de granulocito, cuya principal función es fagocitar y destruir a bacterias y participar en el inicio del proceso inflamatorio. Los neutrófilos se caracterizan por tener un núcleo lobulado y gran cantidad de gránulos y lisosomas en su citoplasma con diferentes contenidos que les permiten realizar sus funciones específicas.

### 2.3.5. Eritrocitos

También llamados glóbulos rojos o hematíes, son los elementos formes más numerosos de la sangre. La hemoglobina es uno de sus principales componentes, y su función es transportar el oxígeno hacia los diferentes tejidos del cuerpo. Los eritrocitos humanos, así como los del resto de mamíferos,

carecen de núcleo y de mitocondrias, por lo que deben obtener su energía metabólica a través de la fermentación láctica.

#### 2.3.6. Hidrofobicidad

El efecto hidrófobo representa la tendencia del agua a excluir moléculas no polares. El efecto se origina a partir de la ruptura de los enlaces de hidrógeno altamente dinámicas entre moléculas de agua líquida. Grupos químicos polares, tales como grupo OH en metanol no causan el efecto hidrófobo.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación realizará la extracción de los pigmentos en el laboratorio de procesos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Moquegua.

#### 3.2. Nivel de investigación

Debido a la naturaleza del trabajo experimental se encuentra dentro de investigación aplicada, en el área de tecnología de alimentos.

#### 3.3. Operacionalización de variables

A continuación se detalla la operacionalización de las variables en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Parámetros fisicoquímicos de la extracción de pigmentos de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)	Los parámetros físico-químicos, son variables que permitirán adquirir datos a distintas condiciones.	Evaluación los parámetros fisicoquímicos de la extracción de pigmentos de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)	- Concentración de etanol: 0 y 80%. - pH: 3 y 5 - Temperatura: 40 y 80°C - Tiempo: 10 y 30 min.	Análisis proximal con respecto a la humedad, grasa, proteínas, cenizas y carbohidratos.
				Contenido de fenoles totales.
				Betacianinas totales.
				Capacidad antioxidante.

### 3.4. Materiales y métodos

#### 3.4.1. Materia prima

Se recolectaran 2kg de ayrampo entre los meses de Octubre-Noviembre (maduración), del distrito de Torata de la Provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua.

#### 3.4.2. Materiales y equipos

##### a) Materiales

- Matraces Erlenmeyer (100, 250 mL)
- Micropipetas (50 y 100  $\mu$ l)
- Pipetas de vidrio (1, 2, 5, 10 mL)
- Probetas de vidrio (50, 100, 250 mL)
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitados de vidrio (50, 100, 250 mL)

##### b) Equipos

- Balanza analítica (Acculab ALC 210.4)
- Baño de María (FRAVILL)
- Equipo de titulación potenciométrica (Hanna, USA)
- Espectrofotómetro PG UV-visible doble haz
- Estufa L-C oven (Lab Line)
- Potenciómetro (Cyentec)
- Refractómetro (marca Baush & Lomb modelo Abbe-3L)
- Refrigeradora (Bosch)
- Rotavapor (BÜCHI, R-220)

##### c) Reactivos

- Ácido ascórbico (Vitamina C)
- Trolox: 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
- ABTS: 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid
- Folin-Ciocalteu (2N)
- Ácido clorogénico

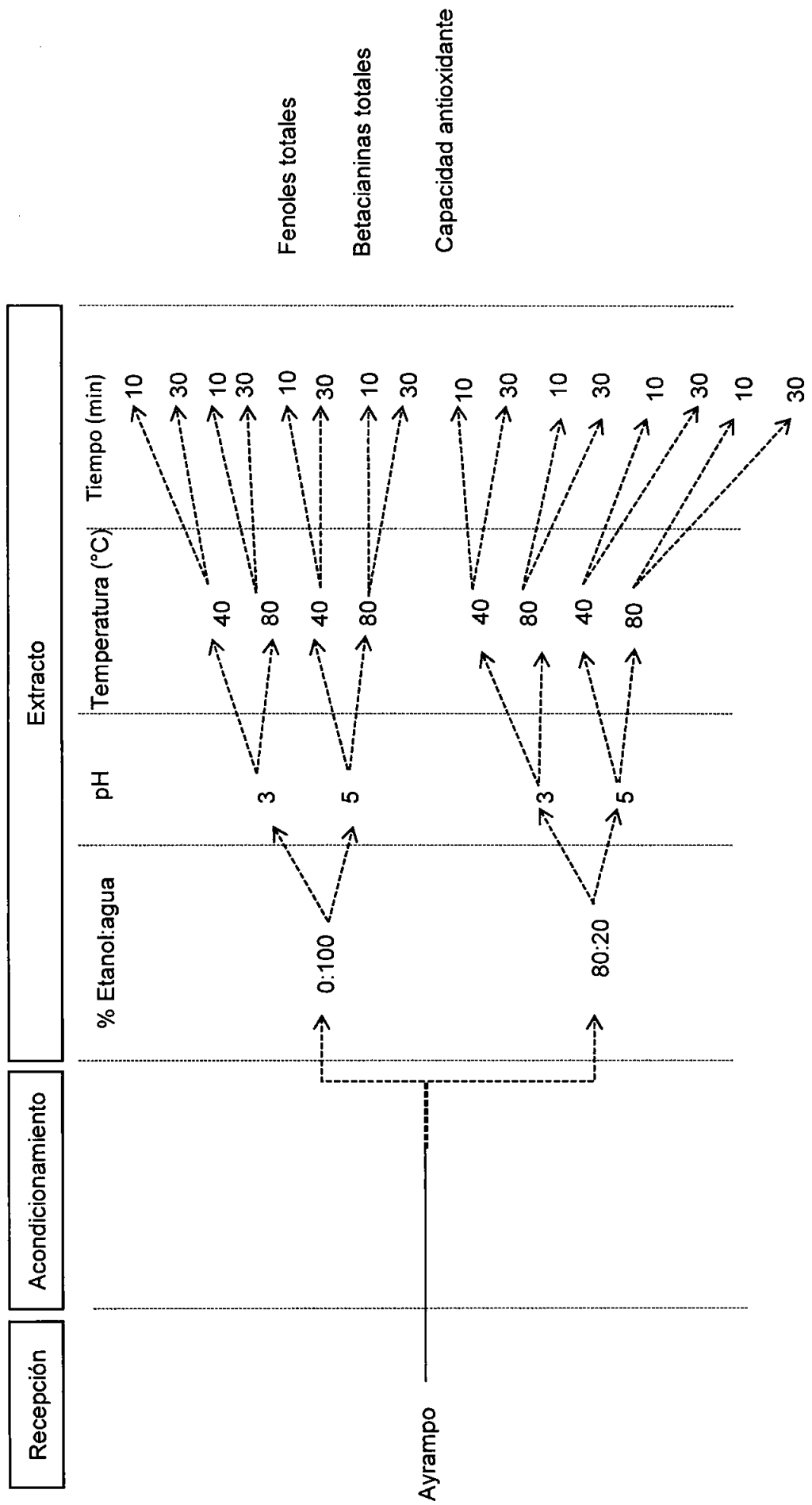
- McIlvane buffer (0.15M, pH 5.6)
- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) Sigma
- Ácido tiobarbitúrico (TBA)Sigma
- Dimetilsulfóxido (DMSO) Sigma
- Etanol 96°
- Metanol
- KCl 0,15M
- Metanol 30°

### 3.5. Metodología experimental

El siguiente flujograma detalla el proceso del presente trabajo de investigación:



Figura 3. Metodología del proyecto de investigación



A continuación detallamos cada una de las operaciones mencionadas en la Figura 2.

### 3.5.1. Recolección

Las muestras serán colocadas en papel microperforado, y acondicionadas en cajas de cartón perforado para evitar el daño por estrés oxidativo en el fruto del ayrampo. Se realizará el análisis proximal según los métodos de análisis estándar de la AOAC (1984), tal como se detalla a continuación:

- Humedad: Será evaluado de acuerdo con el método AOAC – 925.09
- Grasa: Determinado por el método AOAC – 920.39
- Proteínas: Será determinado por el contenido de nitrógeno total, de acuerdo al método AOAC - 950.48
- Cenizas: Será calculado según lo reportado por el método AOAC - 930.05
- Carbohidratos: Será calculado por la diferencia.

### 3.5.2. Acondicionamiento

Las muestras recolectadas serán sumergidas en una solución de hipoclorito a 5ppm, para después proceder a retirar las cascarras, el fruto del ayrampo (semillas) según el método de Sánchez (2013). Estas muestras serán llevadas a secado a 40°C por 24 horas, las muestras serán envasadas en bolsas de polietileno y protegidas de la luz a temperatura ambiente.

### 3.5.3. Extracción de los pigmentos

Para determinar el efecto del nivel de concentración del solvente según el método descrito por Castellar (2003); se usaran diferentes concentraciones de etanol (0-80%, v/v). Por ejemplo, Se pesarán 2g de muestra de ayrampo, el cual será llevado a 20ml de la solución (etanol:agua), el pH de la solución será ajustado a 3 y 5 con una solución al 1% de ácido cítrico, con la finalidad de evitar la descomposición del pigmento y evaluar el efecto de este factor en la extracción del pigmento.

La mezcla será homogenizada en un agitador Vortex, Finalmente la muestra será llevada a baño maría a una temperatura y tiempo según la Cuadro 1.

#### 3.5.4. Estudio de estabilidad del pigmento

El efecto de la estabilidad del pigmento será evaluado mediante espectro de absorbancia, mediante un espectrofotómetro UV-visible, los análisis a realizar son los siguientes:

##### a) Fenoles totales

El contenido total de compuestos fenólicos será determinado con Folin-Ciocalteu, según el método descrito por Rossi (1965), usando la curva estándar de ácido clorogénico. La absorbancia será medida a 725nm y los resultados serán expresados como mg de ácido clorogénico equivalente (CAE)/ 100mL.

- Preparar una solución de carbonato de sodio de una concentración de 75 g/L.
- Preparar una solución de Folin - Ciocalteu 1 N.
- Tomar 500  $\mu$ L de extracto diluido en un tubo protegido de la luz y adicionar primero 250  $\mu$ L de Folin - Ciocalteu, y segundo 1250  $\mu$ L de solución carbonato de sodio. Paralelamente preparar un blanco con 500  $\mu$ L de metanol en lugar de la muestra, con el cual se calibrará el espectrofotómetro.
- Agitar y dejar reaccionar por 30 minutos. Leer en el espectrofotómetro a 725 nm. Las lecturas no deben ser menores a 0.1 ni mayores a 0.7.
- El contenido de compuesto fenólicos se calcula usando una curva estándar de ácido clorogénico.

##### b) Betacianinas totales

Las betacianinas serán calculadas según el método reportado por Cai y Corke (2000), donde el extracto será diluido a un volumen conocido con McIlvane buffer (0.15M, pH 5.6), la absorbancia medida debe estar entre los rangos de

0.2 y 0.8 a 537nm. El % de betacianinas será calculada por la siguiente ecuación

$$\%BC = (A \times V) / (E^{1\%} \times L \times M)$$

Donde A es la absorbancia a 537nm, V es el volumen de prueba de la solución (mL), L es el ancho de la cubeta de vidrio (1cm), W es el peso de la muestra (g) y E es el coeficiente de absorción molar para betanina (1120).

c) Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se determinará mediante el método de ABTS adaptado por Arnao *et al.* (2001), una alícuota de 150  $\mu$ L de muestra diluida en metanol (absorbancia 0.2 – 0.8) será mezclada con 2850  $\mu$ L de ABTS ésta solución será preparada según lo descrito por Awika *et al.* (2003), con una absorbancia de ~1.1 medida a 734nm. Simultáneamente 150 $\mu$ L de metanol será tratado como control y blanco. La actividad antioxidante será calculada como  $\mu$ mol de equivalente Trolox (TE)/mL, el cálculo se hará a partir de la curva estándar desarrollada con Trolox.

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental se llevará a cabo mediante un diseño factorial  $2^k$ , con un 95% de confiabilidad, que te permite evaluar los efectos de diversos tratamientos en dos niveles cada uno sobre la variable respuesta. Para tal fin primero se debe identificar las variables dependientes e independientes:

a) Variables independientes

- Concentración de etanol: 0 y 80%
- pH: 3 y 5
- Temperatura: 40 y 80°C
- Tiempo: 10 y 30 min

b) Variables dependientes

- Fenoles totales (mg/kg)
- Betacianinas totales (mg/kg)
- Capacidad antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox/mL}$ )

3.6.1. Análisis de los efectos

La identificación de variables independientes y dependientes te permite establecer parámetros o niveles superiores o inferiores que se codifican con +1 y -1 respectivamente, tal como se detalla en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Factores experimentales

Variables	Niveles		Variable respuesta
	-1	+1	
pH	3	5	- Fenoles totales - Betacianinas totales - Capacidad antioxidante
% de etanol en el solvente	0	80	
Temperatura	40	80	
Tiempo	10	30	

Identificado los niveles +1 y -1, procedemos a generar las interacciones entre los niveles de los tratamientos que nos permiten obtener las corridas experimentales, las cuales se presentan en la Cuadro 3 y Cuadro 4.

Cuadro 3. Diseño estadístico 2<sup>k</sup>, con niveles codificados

i	pH	%	Temperatura	Tiempo	Efectos
1	-	-	-	-	
2	+	-	-	-	
3	-	+	-	-	
4	+	+	-	-	
5	-	-	+	-	
6	+	-	+	-	
7	-	+	+	-	
8	+	+	+	-	
9	-	-	-	+	
10	+	-	-	+	
11	-	+	-	+	
12	+	+	-	+	
13	-	-	+	+	
14	+	-	+	+	
15	-	+	+	+	
16	+	+	+	+	
17	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	

Cuadro 4. Diseño estadístico  $2^k$ , con parámetros reales

i	pH	% Etanol	Temperatura	Tiempo	Efectos
1	3	0	40	10	
2	5	0	40	10	
3	3	80	40	10	
4	5	80	40	10	
5	3	0	80	10	
6	5	0	80	10	
7	3	80	80	10	
8	5	80	80	10	
9	3	0	40	30	
10	5	0	40	30	
11	3	80	40	30	
12	5	80	40	30	
13	3	0	80	30	
14	5	0	80	30	
15	3	80	80	30	
16	5	80	80	30	
17	4	40	60	20	
18	4	40	60	20	
19	4	40	60	20	
20	4	40	60	20	

El modelo estadístico para el diseño factorial está expresado en función de:

$$y_{ijkz} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \theta_k + \gamma_z + (\alpha\beta)_{ij} + (\theta\beta)_{kj} + (\gamma\beta)_{zj} + (\alpha\gamma\beta)_{izj} + (\alpha\theta\beta)_{ikj} + (\alpha\theta\gamma)_{ikz} + (\alpha\theta\beta\gamma)_{ikjz} + e_{ijkz}$$

Dónde:

$y$ : Es el valor observado en el i-esimo factor A y j-esimo factor B.

$\mu$ : Media general

$\alpha$ : Es el efecto de la relación etanol : agua (i: 1, 2)

$\beta$ : Es el efecto del pH (j: 1, 2)

$\theta$ : Es la interacción de la temperatura (k: 1,2)

$\gamma$ : Es la interacción del tiempo (z: 1,2)

$\alpha\beta$ : Es la interacción relación etanol : agua y pH

$\theta\beta$ : Es la interacción de la temperatura y pH

$\gamma\beta$ : Es la interacción del tiempo y pH

$\alpha\gamma\beta$ : Es la interacción de la relación de etanol:agua, tiempo y pH.

$\alpha\theta\beta$ : Es la interacción de la relación de etanol:agua, temperatura y pH.

$\alpha\theta\gamma$ : Es la interacción de la relación de etanol:agua, temperatura y tiempo.

$\alpha\theta\gamma\beta$ : Es la interacción de la relación de etanol:agua, temperatura, pH y tiempo.

Los efectos significativos serán analizados mediante una prueba de comparación Tukey al 95% de confiabilidad.





## V. PRESUPUESTO

Cuadro 6: Desarrollo de los costos para la realización del proyecto.

N°	Actividades	Total S/.
1	Recolección	250
2	Determinación del análisis Proximal.	250
3	Extracción	400
4	Análisis de betalaínas totales	1100
5	Análisis de betacianinas	2700
6	Análisis de Capacidad antioxidante	400
7	Análisis de fenoles totales	450
8	Material de escritorio	100
9	Alquiler de laboratorio - UNAM	400
10	Redacción y presentación del informe final	250
11	Imprevistos	400
	<b>Total de costos del proyecto</b>	<b>6,400.00</b>

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mostacero LJ, Mejía CF, Gamarra TO. (2002). Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Trujillo Edit. CONCYTEC.
- García GV. (2008). Evolución de compuestos funcionales durante la maduración de frutos de *Opuntia stricta*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Cartagena de Indias: Universidad Politécnica de Cartagena;.
- Amie D, Davidovic-Amié D, Beslo D, Trinajstić N. (2003). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatian chemical acta CCACAA* (1):55-6.
- Ministerio de Agricultura. (2010). Boletín estadístico de cultivos andinos en el Perú.
- López S. G. (2014). *Opuntia ficus-indica* tuna morada y su aplicación en crema Chantilly; Lima Perú.
- Huaranga V. A. (2014). Evaluación de betaninas y actividad antioxidante en pulpa concentrada de tuna (*Opuntia ficus indica*) ecotipo morado; Tesis. Universidad Nacional de Huancayo Perú.
- Lock de Ugaz O. (1994). Investigación fitoquímica. Método en el estudio de productos naturales. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima;8-10.
- Morales P. (2007). Estudio Comparativo de la Estabilidad de la Betanina, capacidad antioxidante y fenólicos totales de los Extractos de Ayrampo (*Opuntia soehrensii* Britton & Rose) y Beterraga (*Beta vulgaris* L.). [Tesis para Optar el Título de: Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima: Perú.
- Sarmiento VH. (2003). Estabilidad Fisicoquímica y Actividad antioxidante de las Betalainas en el Extracto hidrosoluble del Ayrampo (*Opuntia soehrensii*) durante el proceso de Atomizado. [Tesis para Optar el Grado de: Magister Scientiae]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Caldas-Cueva J. P., Morales P, Ludeña F., (2016). Betalain-Luz-Pallardel I. stability of betacyanin pigments and antioxidants in ayrampo (*Opuntia soehrensii* Britton and rose) seed extracts and as a yogurt natural colorant. *Journal food Processing*. 40: 541-549.

- Castellar M. R., Obón J. M., Fernández-López J. A. (2008). Fermentation of *Opuntia stricta* (Haw.) Fruits for Betalains Concentration. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 4253–4257.
- Tesoriere, L., Butera, L., Allegra, M., Fazzari, M. & Livrea, M.A. (2005). Distribution of betalain pigments in red blood cells after consumption of cactus pear fruits and increased resistance of the cells to ex vivo induced oxidative hemolysis in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1266–1270.
- Kanner, J., Harel, S. & Granit, R. (2001). Betalains - a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5178–5185.
- Henriette M.C.Azeredo (2008). Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *International Journal of Food Science and Technology* doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x
- Downham, A. & Collins, P. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 5–22.
- García I. (2000). Cantidad y calidad antioxidante de alimentos de origen vegetal consumidos en Cuba. *Revista Alimentaria*. (316):1 03-11.
- Cañizares, J. (1972). Elementos de reproducción de multiplicación de plantas superiores. Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del libro, La Habana.
- González S. (1987). Botánica I. Editorial Pueblo y Educación.. pp 48 – 49, il. Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 44, E-30203 Cartagena (Murcia), España.
- Zumbado H. (2005). Análisis químicos de los alimentos, métodos clásicos. Instituto de farmacias y alimentos. Universidad de la habana. 434P.
- Reymex P. (2013). "¿Qué es un pigmento?", accesado el 12 de julio de 2013 [www.pigmentosreymex.com.mx](http://www.pigmentosreymex.com.mx), sección "¿Qué es un pigmento?", México, Distrito Federal.

**VII. ANEXOS**

ANEXO I: Matriz de consistencia de la Investigación

Título: "EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS PARA LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE AYRAMPO (*Opuntia soehrensii* B.)"

	PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<b>GENERAL</b>	¿Cuál será la evaluación de los parámetros de la extracción de pigmentos de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)	Evaluación los parámetros de la extracción de pigmentos de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)	Los parámetros fisicoquímicos influyen en la extracción de los pigmentos de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.).	VARIABLE Concentración de etanol: 0 y 80% pH: 3 y 5 Temperatura: 40 y 80°C Tiempo: 10 y 30 min	TIPO DE INVESTIGACIÓN Debido a la naturaleza del trabajo experimental se encuentra dentro de investigación aplicada, en el área de tecnología de alimentos.
<b>ESPECÍFICOS</b>	¿Cuál será el resultado del análisis proximal que se realizará al ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)?	Realizar el análisis proximal con respecto a la humedad, grasa, proteínas, cenizas y carbohidratos del extracto de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.).	El análisis proximal con respecto a la humedad, grasa, proteínas, ceniza y carbohidratos brindará información del extracto de ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.).	DIMENSIONES Fenoles totales (mg/kg). Betacianinas totales (mg/kg). Capacidad antioxidante Trolox/mL).	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN El diseño experimental se llevará a cabo mediante un diseño factorial 2k, con un 95% de confiabilidad.
	¿Cuál es el efecto de los parámetros fisicoquímicos (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de fenoles totales del ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.)?	Determinar el efecto de los parámetros fisicoquímicos de extracción (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de fenoles totales del ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.).	Los parámetros de extracción (Los parámetros fisicoquímicos de extracción, pH, temperatura y tiempo de exposición) influyen sobre el contenido de fenoles totales del ayrampo ( <i>Opuntia soehrensii</i> B.).		

	<p>¿Cuál es el efecto de los parámetros fisicoquímicos (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de betacianinas totales del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.)?</p>	<p>Evaluar el efecto de los parámetros fisicoquímicos de extracción (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre el contenido de betacianinas totales del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.).</p>	<p>Los parámetros de extracción fisicoquímicos de extracción, pH, temperatura y tiempo de exposición influyen sobre el contenido de betacianinas totales del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.).</p>		
<p>¿Cuál es el efecto de los parámetros fisicoquímicos (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre la capacidad antioxidante del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.)?</p>	<p>Determinar el efecto de los parámetros fisicoquímicos de extracción (nivel de concentración del solvente, pH, temperatura y tiempo de exposición) sobre la capacidad antioxidante del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.).</p>	<p>Los parámetros de extracción fisicoquímicos de extracción, pH, temperatura y tiempo de exposición influyen sobre la capacidad antioxidante del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i> B.).</p>			