



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
COMISIÓN ORGANIZADORA

**RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA**  
**N° 558-2017-UNAM**

Moquegua, 02 de Noviembre de 2017

VISTOS, el Informe N° 262-2017-EPIA/VIPAC/UNAM de 24 de Octubre 2017, Oficio N° 407-2017-VIPAC-CO/UNAM de 26 de Octubre 2017, Informe N° 139-2017-EEP-UNAM de 23 de Octubre 2017, Acuerdo de Sesión Extraordinaria del 02 de Noviembre 2017, 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 los artículos 6°, 7°, 8°, 9° y 10° del Estatuto Universitario.

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, quien deberá ser docente ordinario de la Escuela Profesional o en forma facultativa un docente contratado 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, conforme se indica en los artículos 18°, 19° y 20° del precitado Reglamento.

Que, mediante Informe N° 262-2017-EPIA/VIPAC/UNAM de 24 de Octubre 2017, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita a Vicepresidencia Académica la aprobación del proyecto de tesis denominado: "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (*Vitis Vinifera L.*)", presentado por el Bachiller José Anastasio Falcón Ortega, el mismo que fue declarado apto según acta de aprobación de proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial de fecha 23 de Octubre de 2017, solicitando se emita el acto resolutive.

Que, con Oficio N° 407-2017-VIPAC-CO/UNAM de 26 de Octubre 2017, la Dra. María Elena Echevarría Jaime Vicepresidencia Académica de la Universidad Nacional de Moquegua, solicita al Dr. Washington Zeballos Gámez Presidente de la Comisión Organizadora – UNAM, la emisión de acto resolutive de reconocimiento de aprobación de proyecto de tesis, así como la designación de asesor y miembros del jurado dictaminador, conforme se precisa en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua.

Que, en Sesión Extraordinaria del 02 de Noviembre 2017, se acordó por UNANIMIDAD, Aprobar el Proyecto de Tesis en referencia presentado por el Bachiller José Anastasio Falcón Ortega, asimismo se acordó designar como Asesor de Tesis al Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca y Co Asesor al Ing. Romualdo Vilca Curo, así como a los miembros del jurado dictaminador de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAM, encargados de evaluar el trabajo de investigación, conforme a la propuesta remitida.

Por las consideraciones precedentes y 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 del 02 de Noviembre 2017.

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el Proyecto de Tesis denominado: "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (*Vitis Vinifera L.*)", presentado por el BACHILLER JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA, conforme a lo expuesto a la parte considerativa de la presente resolución.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- DESIGNAR**, al Ing. M.Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA como Asesor del proyecto de tesis y al Ing. ROMUALDO VILCA CURO como Co Asesor aprobado en el artículo primero de la presente resolución.

**ARTÍCULO TERCERO.- DESIGNAR**, al Jurado Revisor y Dictaminador del Proyecto de Tesis: "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (*Vitis Vinifera L.*)", presentado por el BACHILLER JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA, conforme al siguiente detalle:

➤ Mg. ELIAS ESCOBEDO PACHECO	:	PRESIDENTE
➤ Mg. CESAR AUGUSTO NAPA ALMEYDA	:	PRIMER MIEMBRO
➤ Ing. M.Sc. YESICA LUZ VILCANQUI CHURA	:	SEGUNDO MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
COMISIÓN ORGANIZADORA

---

## RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 558-2017-UNAM

**ARTÍCULO CUARTO.- 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 deberá adoptar las acciones académicas necesarias, para el cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.



Presidencia  
VIPAC  
VIPI  
EPIA  
Interesado  
Arch. (2)

  
DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ  
PRESIDENTE



  
ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO  
SECRETARIO GENERAL



PERÚ

UNAM

Universidad Nacional de Moquegua

VIPAC

Vicepresidencia Académica

EPIA

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**INFORME N° 262-2017-EPIA/VIPAC/UNAM**

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

DE : Ing. M.Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA  
Director de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

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

REFERENCIA : INFORME N° 139-2017-EEP-UNAM

FECHA : Moquegua, 24 de octubre del 2017



Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarla cordialmente, y a su vez hacer de su conocimiento que en atención al documento de la referencia, presentado por el Mg. Elías Escobedo Pacheco tiene a bien informar a esta dirección que con fecha 06 de octubre del 2017 se declara APTO el Proyecto de Tesis denominado "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinifera L.)", presentado por el Bachiller JOSE ANASTACIO FALCÓN ORTEGA; 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: "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinifera L.)", presentado por el Bachiller JOSE ANASTACIO FALCÓN ORTEGA.

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

- Asesor : Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
- Co Asesor : Ing. Romualdo Vilca Curo

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

- Presidente : Mg. Elías Escobedo Pacheco
- Primer Miembro : Mg. Cesar Augusto Napa Almeyda
- Segundo Miembro : Ing. M.Sc. Yesica Luz Vilcanqui Chura

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

Atentamente,

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Ing. M. Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA  
DIRECTOR

VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA

Fecha: ..... Prov. N°: 4798

Folios: ..... Pasa a: .....

Para: .....

Firma





Universidad Nacional de Moquegua  
Vicepresidencia Académica

27 OCT 2017

4876

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Hora: 2:09 pm N° Reg. 4876  
Firma: g.j. Folios: 4 + 1 FILE

Moquegua 26 de Octubre del 2017.

OFICIO N° 407 -2017-VIPAC-CO/UNAM

SEÑOR:

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

ASUNTO : APROBACION DE PROYECTO DE TESIS, RATIFICACION DE ASESOR,  
JURADODICTAMINADOR Y REVISOR  
  
REFERENCIA : INFORME N° 262-2017-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 Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita la emisión de la respectiva resolución según el siguiente detalle:

- 1.- Aprobar el Proyecto de Tesis "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACION DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinífera L.)", de la Bachiller JOSE ANASTACIO FALCON ORTEGA, se adjunta el Acta de Aprobación del Proyecto de Tesis.
- 2.- Ratificar al Asesor del Proyecto de Tesis:
  - Asesor : Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
  - Co Asesor : Ing. Romualdo Vilca Curo
- 3.- Ratificar al Jurado Dictaminador y Revisor:
  - Presidente : Mg. Elías Escobedo Pacheco
  - Primer Miembro : Mg. Cesar Augusto Napa Almeyda
  - Segundo Miembro : Ing. M.Sc. Yesica Luz Vilcanqui Chura



Por lo expuesto, solicito a través de vuestro despacho la aprobación mediante acto resolutivo del Proyecto de Tesis, Ratificación de Asesores y Ratificación de jurado dictaminador y revisor

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

*M. Elena Echevarría*  
Dra. MARÍA ELENA ECHEVARRÍA  
VICEPRESIDENTA ACADÉMICA

Adjunto (03) folios + 01 folder

MEE/IVIPAC  
masm./sec  
Cc.: Archivo.



Moquegua, Prolongación Calle Ancash S/N Telefax 053 – 461227 053 – 463514 Anexo (202) 053-461471

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
SECRETARIA GENERAL

www.unam.edu.pe

Vice\_presidencia@unam.edu.pe

PROVEIDO: 1293  
FECHA :  
PASE A :  
PARA : Sesión C.O.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA**

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

**INFORME N° 139-2017-EEP-UNAM**

**A** : MSc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA  
Director de la E.P. Ingeniería Agroindustrial

**DE** : Mg. ELÍAS ESCOBEDO PACHECO  
Docente Ordinario

**ASUNTO** : DICTAMEN PROYECTO DE TESIS

**FECHA** : Moquegua, 23 de octubre del 2017



Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en cumplimiento al artículo 26° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAM, se informa que el Proyecto de Tesis presentado por el Tesista JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA ha sido declarado APTO por el Jurado dictaminador y se hace alcance del Proyecto aprobado en tres ejemplares.

Es cuanto se informa.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Mg. ELÍAS ESCOBEDO PACHECO  
Presidente del Jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Pase a: .....

Para: *tramite correo* .....

Fecha: *23/10/2017* ..... V°B° .....





FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE (FUT)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
**RECIBIDO**  
 24 OCT 2017  
 Hora: 11:00 N° DE REGISTRO: N° de Reg: 948  
 Firma: [Signature] Folio: 01

I. SOLICITO:  
 Solicito Consideración de Co-Asesor para proyecto de Tesis  
 II. DEPENDENCIA O AUTORIDAD A QUIEN SE DIRIGE LA SOLICITUD:  
 Director de la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial

III. DERECHO DE TRÁMITE (opcional)

N° COMPROBANTE DE PAGO	FECHA DE PAGO

IV. DATOS DEL SOLICITANTE:

PERSONA NATURAL			DOCUMENTO DE IDENTIDAD	
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	DNI <input checked="" type="checkbox"/> L.E. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>	N°
Falcón	ortega	José Anastasio		44307889
PERSONA JURIDICA			DOCUMENTO DE IDENTIDAD	
Razón Social			RUC	
			N°	
REPRESENTANTE LEGAL (ADJUNTAR DOCUMENTO QUE LO ACREDITE COMO TAL)			DOCUMENTO DE IDENTIDAD	
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	DNI <input type="checkbox"/> L.E. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>	N°

V. DIRECCION:

DOMICILIO : AV. / CALLE / JIRÓN / DPTO. / MZ. / LOTE / URB.

Asoc. Alto Tiwinza MZ-H Lote-10 San Antonio

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua

Autorizo se me notifique al siguiente correo electrónico: TELÉFONO: CELULAR: 944480942

VI. FUNDAMENTACION DE LA SOLICITUD (PETITORIO - Indicar en forma clara lo que se solicita):

- Solicito Consideración de Co-Asesor al Ing. Rumualdo Vilca Curo en mi proyecto de Tesis Titulada "Optimización del proceso de destilación del pisco de Uva Italia (Vitis Vinifera L.)"

VII. ANEXOS (Relación de Documentos y Anexos que se adjunta):

[Signature]  
 FIRMA DEL USUARIO  
 Moquegua 24 de Octubre 2017  
 LUGAR Y FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

OBSERVACIONES

Pase a: Secretaría

Para: consultación en

Impune de Aprobación de

Fecha: 24/10/2017 V°B°

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**PROYECTO DE TESIS:**

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE  
UVA ITALIA (*Vitis Vinifera L.*)

**TESISTA:**

Bach. JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA

**ASESOR:**

ING. M. Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA

Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA – PERÚ  
2017

  
.....  
Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca  
Ingeniero agroindustrial  
CIP N° 97878

  
.....  
César Augusto Napa Almeyda  
ING. AGROINDUSTRIAL  
CIP. 124241

  
.....  
Romualdo Vilca Curo  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
CIP: 115080

  
YESICA ROSA VILCA CURO

## ÍNDICE GENERAL

I.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.	OBJETIVOS .....	4
1.5.	HIPÓTESIS .....	5
II.	MARCO TEÓRICO .....	6
2.1.	ANTECEDENTES.....	6
2.2.	BASES TEÓRICAS .....	8
2.2.1.	PISCO .....	8
2.2.2.	CLASIFICACIÓN DEL PISCO .....	8
2.2.3.	COMPONENTES VOLÁTILES DEL PISCO .....	8
2.2.4.	ALCOHOLES SUPERIORES .....	9
2.2.5.	FURFURAL .....	9
2.2.6.	METANOL .....	10
2.2.7.	ESTERES .....	10
2.2.8.	CARACTERÍSTICAS QUE DISTINGUEN AL PISCO .....	11
2.2.9.	DESTILACIÓN .....	11
2.2.10.	CONTROL DE LA DESTILACIÓN .....	11
2.2.11.	GUARDA .....	12
2.2.12.	EVALUACIÓN SENSORIAL .....	13
2.2.13.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	17
2.2.14.	REQUISITOS DEL PISCO DE UVA ITALIA .....	18
III.	MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	21
3.2.	TIPO Y DISEÑO .....	21
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	21
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES .....	21
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	24
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS .....	24



3.7.	MATERIALES E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO .....	25
3.8.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	26
IV.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	29
V.	BIBLIOGRAFÍA .....	32
VI.	ANEXOS .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I. Temperatura de ebullición de algunos compuestos .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla II. Requisitos físico-químicos del Pisco .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla III. Requisitos organolépticos del Pisco .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla IV. Concentraciones medias de los componentes analizados por GC-FID en muestras de pisco Italia procedente de la región de Moquegua.....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Operación de variables independientes.....</b>	<b>22</b>
<b>Cuadro 2. Operación de variables dependientes.....</b>	<b>22</b>
<b>Cuadro 3. Diseño experimental mediante diseño compuesto central.....</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 4. Cronograma de actividades – diagrama de Gantt.....</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 5. Presupuesto detallado del proyecto de tesis.....</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 6. Cronograma de ejecución presupuestal del proyecto de tesis.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 01: Diagrama de flujo de elaboración de Pisco Italia.....</b>	<b>28</b>
--	-----------

## **I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El Pisco Italia es una bebida obtenida de la destilación del mosto recientemente fermentado, con un aroma y sabor característico por conservar las cualidades de la fruta de la que proviene. En el destilado se separa en tres fracciones; cabeza, cuerpo y cola, de las cuales solo se selecciona la fracción del cuerpo, por su alto contenido en alcohol etílico y sustancias aromáticas y bajo contenido de sustancias tóxicas como el metanol y el furfural; en otras palabras, la composición química volátil del pisco varía durante la destilación, de acuerdo a la temperatura de ebullición. Algunos productores de pisco en la región de Moquegua realizan estos cortes en el destilado de una manera tradicional o por cata separando aproximadamente de 1 a 2 % de cabeza del porcentaje de mosto a destilar y el corte del cuerpo a partir de los 30 grados alcohólicos.

Si los productores de pisco de la región de Moquegua continúan con la misma tradición ancestral o empírica, por falta de estudios físico químicos y tecnológicos no podrán obtener un producto competitivo, ya que un mal proceso podría atentar contra la salud de los consumidores, por lo que la destilación no es sólo un proceso físico de separación de sustancias, sino también es una etapa donde ocurren importantes transformaciones químicas entre las que podemos destacar: Formación mínima de acetato de etilo; Formación de furfural durante el calentamiento de las pentosas, fijación de glicerol en las partes descendentes del alambique, ya que estas sustancias son tóxicas cuando se consume producen dolor de cabeza, vómitos, más conocido como la famosa resaca.

Para evitar el consumo de piscos que produzcan malestar o la famosa resaca, se tiene que realizar un estudio con un control de temperaturas en la etapa del destilado realizando los cortes apropiados del destilado, garantizando así la calidad del producto y optimizando la producción de pisco, ya que esta bebida ha sido reconocida por el estado Peruano y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual como una denominación de origen Peruana.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### PROBLEMA GENERAL:

¿Es posible la optimización del proceso de destilado del pisco de uva Italia (*Vitis Vinifera L.*)?

### PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- a) ¿Cómo influye el corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal de líquido refrigerante del condensador sobre los niveles de metanol, furfural y acetato de etilo, en la etapa del corte del cuerpo?
- b) ¿Cómo influye en el destilado el corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal de líquido refrigerante del condensador sobre las características sensoriales del pisco?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de optimización del proceso de destilación del pisco de uva Italia (*Vitis Vinifera L.*) permitirá conocer los cortes iniciales y finales, porcentaje de calefacción y caudal de líquido refrigerante del condensado en el destilado, evaluando la influencia de estos factores sobre la calidad física, química y sensorial de este producto, así mismo estandarizar dichas etapas del proceso de corte del destilado, conociendo los compuestos volátiles que se producen y se obtienen por estas etapas ya mencionadas como son: Acetato de etilo, Metanol y furfural y otros compuestos que dañan la salud del consumidor. Mejorando así la producción, la calidad del pisco y la economía de los productores.

La información obtenida del proyecto de investigación beneficiara a los productores de pisco de la región de Moquegua y del país, en el cual tendrán la posibilidad de mejorar dicho producto, minimizando la variabilidad en la calidad física, química y sensorial del pisco permitiendo un mejor control y obteniendo un producto de calidad.

#### 1.4. OBJETIVOS

##### OBJETIVO GENERAL:

Optimizar el proceso de destilado del pisco de uva variedad Italia (*Vitis Vinifera L.*).

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Evaluar el efecto del corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal de líquido refrigerante del condensador sobre los niveles de Metanol, Furfural y Acetato de Etilo, en la etapa de corte del cuerpo.
- b) Evaluar la influencia en el destilado, el corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal de líquido refrigerante del condensador sobre las características sensoriales del pisco.

## 1.5. HIPOTESIS

### HIPÓTESIS GENERAL:

Es factible la optimización del proceso de destilación del pisco de uva variedad Italia.

### HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- a) El corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal del líquido refrigerante del condensador influyen sobre los niveles de metanol, furfural y acetato de etilo, en la etapa de corte del cuerpo.
  
- c) El corte inicial, corte final, porcentaje de calefacción y caudal del líquido refrigerante del condensador influyen en las características sensoriales del pisco

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Según el estudio realizado por Beatriz Hatta (2004), titulada “Evolución de los componentes volátiles mayoritarios del pisco durante la destilación”, elaboró pisco con uva Italia (*vitis vinífera L. var. Italia*) con el objetivo de determinar la evolución de los componentes volátiles mayoritarios del pisco durante la destilación, se obtuvo el mosto y se fermentó, obteniendo un vino base el cual se procedió a destilar. Durante la destilación recibieron 17 fracciones con volúmenes de: F1 y F2: 50 ml, F3 a F13: 200 ml y F14 a F17: 100 ml y en cada fracción se cuantificó los compuestos mayoritarios volátiles considerados en la NTP 211.001. Para la determinación de los compuestos mayoritarios volátiles se utilizó el método cromatográfico, de acuerdo a la NTP 211.035. (Hatta, 2004). En el cual indica que los primeros en destilar son los ésteres y el acetaldehído, que salen en la cabeza (primeras fracciones de 67 a 63 ° G.L.) igual que la mayoría de los alcoholes superiores. Mientras que en la cola (fracciones finales de 20 a 10 °G.L), se destila en gran proporción el furfural, compuestos que se forma durante la destilación a partir de los azúcares residuales del vino base. El mayor contenido de metanol se destila en el cuerpo (fracciones intermedias, entre 63-20 °G.L), y en menor proporción en la cabeza y cola.

En la tesis Reaño (2016) titulada “Efecto del corte de cola y tiempo de guarda sobre las características fisicoquímicas del pisco de uva Italia”, tuvo por finalidad evaluar la influencia del corte de cola y tiempo de guarda sobre las características fisicoquímicas del pisco de uva Italia; para tal fin, durante la destilación se realizó cortes de cola de 13, 23 y 33 grados alcohólicos (°GL), para posteriormente almacenarlos por un periodo de 0, 1.5 y 3 meses (tiempo de guarda). Los análisis de: grados alcohólicos, furfural, aldehídos, ácido acético, alcoholes superiores y alcohol metílico, mostraron una relación directa del corte de cola con los grados alcohólicos e inversa con el tiempo de guarda con valores de 43,87 a 52,47 mg/100ml y 43,63 a 52,27 mg/100ml, respectivamente; el contenido de acetaldehído no es influenciado por el corte de cola; sin embargo a mayor tiempo de guarda mayor es la concentración de 5,2 a 4,56 mg/100ml, el contenido de ácido acético muestra una



relación directa con el corte de cola y tiempo de guarda con valores de 32,80 a 20,77 mg/100ml; efecto contrario sucede con el contenido de alcohol metílico y alcoholes superiores ya que a mayor tiempo de guarda menor serán dichos contenidos con valores entre 10,03 – 15,80 mg/100ml y 206,3 – 200,1 mg/100ml respectivamente; todos estos cambios se deben a los procesos de oxidación y reducción así como a la influencia del corte de cola y tiempo de guarda.

En la tesis Marcelo (2008) titulada “Propuesta tecnológica para la fabricación de pisco puro de calidad en una microempresa” indica que dentro del sistema de destilación se debe de considerar una mínima instrumentación de los equipos que permita a los operadores conocer las correctas condiciones de operación de acuerdo al comportamiento de las variables, entre ellas:

- Tiempo de inicio de los cortes y finalización
- Temperatura de los vapores en el alambique o falca
- Temperatura de ingreso y salida del agua del condensador
- Flujo de agua del condensador
- Temperatura de condensado el cual debe estar por debajo de los 30 °C para reducir la presión de vapor y minimizar las perdidas por evaporación, en muchas plantas esto resulta un motivo de la baja productividad.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 PISCO

Según la Norma Técnica Peruana 211.001:2006 el Pisco es el aguardiente obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de “Uvas Pisqueras” (Quebranta, Negra Corriente, Mollar, Italia, Moscatel, Albilla, Torontel y Uvina) recientemente fermentados, utilizando métodos que mantengan el principio tradicional de calidad establecido en las zonas de producción reconocidas.

### 2.2.2 CLASIFICACIÓN DEL PISCO

Según la NTP 211.001:2006 se muestra a continuación:

- Pisco Puro: Es el Pisco obtenido exclusivamente de una sola variedad de uva pisquera.
- Pisco Mosto Verde: Es el Pisco obtenido de la destilación de mostos frescos de uvas pisqueras con fermentación interrumpida.
- Pisco Acholado: Es el Pisco obtenido de la mezcla de:
  - Uvas Pisqueras, aromáticas y/o no aromáticas.
  - Mostos de uvas pisqueras aromáticas y/o no aromáticas.
  - Mostos frescos completamente fermentados (vinos frescos) de uvas aromáticas y/o no aromáticas.
  - Piscos provenientes de uvas pisqueras aromáticas y/o no aromáticas.

### 2.2.3 COMPONENTES VOLÁTILES DEL PISCO

De acuerdo al Reglamento de la Denominación de Origen Pisco (Consejo Regulador Denominación de Origen Pisco, 2011) , el Pisco se compone principalmente de los siguientes compuestos: alcohol etílico que va en el rango de 38-48% en volumen de la composición del Pisco, los ácidos (acético, butírico, propiónico) que alcanzan los 0.76 g/L, expresados en ácido acético, el alcohol metílico que puede llegar hasta niveles de 150 mg/100 ml de alcohol anhidro (AA.), los ésteres (expresados en acetato de etilo) que están en un rango de 10 a 330 mg/100 ml AA., los aldehídos (expresados en aldehído acético) que se encuentran en un rango de 3 a 60 mg/100 ml

AA., el furfural que no sobrepasa los 5 mg/100 ml AA., y los alcoholes superiores (expresados como alcohol amílico) que se encuentran en un rango de 60 a 350 mg/100 ml AA. El total de componentes volátiles y odoríferos fluctúa entre los 150 a 750 mg/100 ml AA.

#### 2.2.4 ALCOHOLES SUPERIORES

Los alcoholes de más de dos átomos de carbono se denominan alcoholes superiores y presentan un efecto narcótico muy superior al etanol. La mayoría de ellos otorgan aromas desagradables al vino y los destilados como alcohólico, verde, picante, áspero, etc., con excepción del 2-feniletanol que entrega aroma a rosas. (Valenzuela, 2002 citado por Domenech, 2006).

#### 2.2.5 FURFURAL

Otro aldehído presente en los destilados, también llamado aldehído piromúsico, inexistente en el vino base, se forma durante la destilación, a partir de los azúcares residuales por acción del calentamiento prolongado y el medio ácido (Alonso, 1985 citado por Domenech, 2006).

Valenzuela (2002) citado por Domenech (2006), reporta que su formación es a partir de azúcares no fermentables como la xilosa y que es un compuesto que otorga un olor a quemado a los destilados. Según varios investigadores, el furfural también se obtiene como producto de la reacción entre los azúcares reductores sobre los prótidos y aminoácidos durante la destilación. El furfural comienza a destilar en la fracción del cuerpo, aumentando en forma paulatina a medida que transcurre la destilación por lo que se le considera un producto de fracción cola (Hatta, 2004).

Alonso (1985) citado por Asencios (2007), menciona que el emplear rectificador, el contenido de furfural aumenta, esto debido al mayor calentamiento a que se somete el alcohol. Concentraciones elevadas del mismo, hace suponer un mal cuidado en las técnicas de destilación.

### 2.2.6 METANOL

El alcohol metílico o metanol es tóxico para la salud (LD50: 100 mg/Kg) y su contenido está restringido a ciertos valores establecidos. El Reglamento de la Denominación de Origen Pisco (Consejo Regulador de la D.O. Pisco, 2011) establece un máximo de 100 y 150 mg/100 ml alcohol anhidro, para el caso de Piscos no aromáticos y aromáticos, estos últimos son los que generalmente presentan mayor contenido de metanol, debido a que es común que éstos sean fermentados parcial o totalmente con orujos. El metanol es producido por acción de la pectin-metilesterasa (PME) sobre las pectinas.

Según Hatta (2004), el metanol es un producto de la desmetilación de las pectinas y no de la fermentación. El contenido de metanol de los aguardientes depende de la calidad del vino; así, variedades tintas fermentadas en contacto con orujo tienen una mayor cantidad de impureza. Esto se debe a una elevada cantidad de metilesterasa presente en el hollejo.

### 2.2.7 ÉSTERES

Los ésteres, en general, se consideran como productos de cabeza ya que destilan principalmente en la primera fracción (el más común de los ésteres es el acetato de etilo) y su concentración decrece rápidamente durante el proceso, aumentando en una pequeña cantidad hacia el final de la destilación por la presencia de lactato de etilo, principalmente, y succinato de dietilo que son productos de cola. Los ésteres de ácidos grasos de la serie acética como el acetato de isoamilo, de hexilo y de fenil-2-etilo destilan principalmente a nivel de cabeza, al igual que los de ácidos grasos superiores como el hexanoato, octanoato y decanoato de etilo (Lafon *et al.*, 1973 citado por Hatta, 2004).

El acetato de etilo es cuantitativamente importante en el Pisco, pero es un componente negativo a la calidad por ser el responsable del olor a picado. El acetato de isoamilo tiene olor a plátano, siendo un indicador de calidad (Ureta, 1981 citado por Hatta, 2004).

## 2.2.8 CARACTERÍSTICAS QUE DISTINGUEN AL PISCO

Según Prompex (1995), citado por Hatta (2004), hay tres características que distinguen a los auténticos Piscos peruanos de los aguardientes de uva elaborados en otros países. La primera es que son producto de destilación de mostos frescos y no de mostos fermentados varios meses antes o de vinos hechos. La segunda es que la destilación se efectúa en alambiques de funcionamiento discontinuo y no en alambiques continuos que rectifican y eliminan muchos elementos constitutivos del verdadero Pisco. La tercera es que en ningún caso se les adiciona agua para rebajar su grado alcohólico, después de destilación.

## 2.2.9 DESTILACIÓN

El objetivo de la destilación es la separación del alcohol y los compuestos aromáticos mediante un aporte controlado de calor, tratando en la medida de lo posible de favorecer la presencia de unos compuestos y eliminar otros (Rodríguez, 2008).

Por otro lado, la norma técnica NTP 211.001:2006 establece que “la destilación del pisco será por destilación directa y discontinua, separando la cabeza y las colas, para seleccionar únicamente la fracción central del producto llamado cuerpo o corazón. Los equipos son fabricados de cobre o estaño; se puede utilizar pailas de acero inoxidable”. Los equipos que contempla la norma son: falca, alambique, y alambique con calienta vinos.

Según Rodríguez (2008), el cobre, material del cual están construidos los alambiques, favorece algunas reacciones durante el proceso de destilación como son la precipitación de sales cúpricas y la catálisis de reacciones de esterificación, deshidratación y oxidación, entre otras, lo que puede contribuir a mejorar el aroma del aguardiente.

## 2.2.10 CONTROL DE LA DESTILACIÓN

Según (Landeo, 2009) indica que la separación de cabeza, cuerpo y cola de acuerdo al control de temperatura, grado alcohólico:

- Cabeza, tiene un punto de ebullición inferior a los 78.4°C, elimina el alcohol metílico y el acetato de etilo, constituye el 1 a 2% del volumen de carga.
- Cuerpo, se obtiene entre 78.4°C a 90°C, representa la parte noble del destilado, rico en alcohol etílico y sustancias volátiles positivas, el contenido alcohólico es de 40°GL - 50°GL.
- Cola, se obtiene cuando se superan los 90°C y se le conoce como "pucho".

En la tabla I, se presenta la temperatura de ebullición de algunos compuestos

**Tabla I.** Temperatura de ebullición de algunos compuestos

COMPUESTOS	TEMPERATURA °C
Acetona	56.5
Metanol	64
Acido etílico	77.1
Etanol	78
Agua	100
Butanol	116
Alcohol amílico	137.8
Furfural	161

Fuente: INDECOPI (2006)

#### 2.2.11 GUARDA.

Reglamento de la Denominación de Origen Pisco (Consejo Regulador Denominación de Origen Pisco, 2011) menciona que el Pisco se almacena durante un período de tiempo mínimo tres meses en recipientes de vidrio, acero inoxidable o cualquier otro material que no altere sus características físicas, químicas y organolépticas antes de su envasado y comercialización con el fin de promover la evolución de los componentes alcohólicos y mejora de las propiedades del producto final.

Una fuente de oxígeno en el reposo es el espacio de cabeza que deja el embotellado, que no se puede controlar más allá del diseño de la embotelladora. Este oxígeno se consume en mes y medio, las características pueden variar de 0.6 a 3 mg/L (0.41 a 2.1 ml/L), (Vidal *et al.*, 2004). Muy diferente al comparado con el aporte de oxígeno que se obtiene mediante difusión a través de la madera de los barriles de

añejamiento, se estima en 1 ml/L de volumen del líquido por mes. La solubilidad del mismo varía de acuerdo a la concentración y la temperatura. Es importante considerar que los principales factores que influyen sobre la disolución del oxígeno desde la atmósfera son: superficie de contacto (a mayor superficie mayor disolución), agitación (a mayor agitación mayor disolución del oxígeno), temperatura (a menor temperatura mayor solubilidad) y a menor tamaño de burbuja de aire mayor eficiencia de transferencia del oxígeno gaseoso a la disolución.

## 2.2.12 EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son: el sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos (Lyon, 2000).

La herramienta básica o principal para llevar a cabo el análisis sensorial son las personas, en lugar de utilizar una máquina, el instrumento de medición es el ser humano, ya que el ser humano es un ser sensitivo, sensible y una máquina no puede dar resultados que se necesitan para realizar una evaluación sensorial efectiva (Moreno, 2012).

### 2.2.12.1. PROPIEDADES SENSORIALES

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos (Anzaldúa, 1994 citado por Moreno, 2012).

#### **a) Color**

Es la única propiedad sensorial que puede ser medida instrumentalmente de manera más efectiva que en forma visual. Puede ser discutidos en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material (Witting, 2001).

## **b) Olor**

Es la percepción por medio de nariz, de sustancias volátiles liberados en los objetos. En el caso de los alimentos y la mayoría de las sustancias olorosas esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones (Anzaldúa, 1994 citado por Moreno, 2012).

## **c) Sabor**

Es el resultado de la percepción de los estímulos gustativos, ésta es causada por presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal. Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y lo ácido en los bordes (Sancho, 2002).

## **d) Aroma**

Consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe y llegan a través de la trompa de Eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos (Anzaldúa, 1994 citado por Moreno, 2012).

### 2.2.12.2. TIPOS DE JUECES

Según Fortín (2001) la ejecución del análisis sensorial requiere la colaboración de una serie de personas (jueces) que forman lo que se denomina jurado de catadores, estos pueden ser de los siguientes tipos:

- Juez experto o profesional: Trabaja solo y se dedica a un solo producto a tiempo preferente o total.



- Juez entrenado o “panelista”: Miembro de un equipo o panel de catadores con habilidades desarrolladas, incluso para pruebas descriptivas, que actúa con alta frecuencia.
- juez semientrenado o aficionado: Persona con entrenamiento y habilidades similares al de panelista, que sin formar parte de un equipo o panel estable, actúa en pruebas discriminatorias con cierta frecuencia.
- juez consumidor: Generalmente son personas tomadas al azar, en algún lugar público y que no tiene ninguna relación con el producto y que tampoco han recibido ningún tipo de preparación, solo participan en pruebas afectivas, para validar estadísticamente una prueba de este tipo se requiere mínimo 30 jueces consumidores.

### 2.2.12.3. PRUEBAS SENSORIALES

El análisis sensorial de los alimentos se lleva acabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las pruebas discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa, 1994 citado por Moreno, 2012).

#### **a) Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta, lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones totalmente personales.

#### **b) Prueba de preferencia**

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren cierta muestra sobre otra. Esta prueba es similar a una prueba discriminatoria de comparación aparente simple, pero con diferencia de que en una prueba de preferencia no se busca determinar si los jueces pueden distinguir entre dos muestras donde no importan sus gustos personales si no que se quiere evaluar si realmente prefiere determinar la muestra. La prueba es

muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las muestras prefiere.

#### **c) Pruebas de medición del grado de satisfacción**

Cuando se debe de evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea tener mayor información acerca de un producto, pueden recurrirse a las pruebas de medición de grado de satisfacción. Estos son los intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento.

#### **d) Prueba de aceptación**

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solamente depende de la impresión que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, entre otros.

Sin embargo, el termino prueba de aceptación es utilizado incorrectamente con mucha frecuencia para referirse a las pruebas de preferencia o a las pruebas de grado de satisfacción. Las tres pruebas son afectivas, pero la prueba de aceptación abarca a una de las otras dos.

#### **e) Pruebas discriminativas**

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia. Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son: prueba de comparaciones apareadas, prueba de comparaciones múltiples y pruebas de ordenamiento.

## f) Pruebas descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetivamente posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Las descriptivas, por lo tanto, proporcionan mucho más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitoreado.

### 2.2.13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 2.2.13.1. Análisis de componentes principales

En estadística, el análisis de componentes principales (ACP) (en inglés, Principal Component Analysis, PCA) es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos.

Técnicamente el APC busca la proyección según la cual los datos queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados. En términos menos formales, puede usarse para determinar el número de factores subyacentes explicativos tras un conjunto de datos, que expliquen la variabilidad de ellos (Goldner, *et al.*, 2005).

El APC construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza (Autovalor) de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el primer componente principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. Para construir esta transformación lineal debe construirse primero la matriz de covarianza o matriz de coeficientes de correlación. Para interpretar un gráfico de un análisis de componentes principales hay que tener en cuenta que los puntos ubicados cerca de los vectores correspondientes a las variables, están asociados a esas variables y que los puntos situados en cuadrantes opuestos se diferencian marcadamente. Para determinar el peso de las variables en los componentes principales basta con proyectar los vectores sobre los ejes (Golden *et al.*, 2005).

#### 2.2.14 REQUISITOS DEL PISCO DE UVA ITALIA

En la tabla II se observan los requisitos físico-químicos del pisco de acuerdo a INDECOPI (2006).

En la tabla III se observa los requisitos organolépticos del pisco según INDECOPI (2006) el pisco de uva Italia no debe presentar olores y sabores o elementos extraños que recuerden a aromas y sabores de sustancias químicas y sintéticos que recuerden al barniz, pintura, acetona, plástico y otros similares; sustancias combustibles que recuerden a kerosene, gasolina y otros similares; sustancias en descomposición que recuerden a abombado, sustancias empireumáticas que recuerden a quemado, leña, humo, ahumado o cocido y otros similares así como otros semejantes a la grasas, leche fermentada y caucho.

**Tabla II.** Requisitos fisico-químicos del Pisco

Requisitos físicos y químicos	Mínimo	Máximo	Tolerancia al valor declarado	Método de ensayo
Grado alcohólico volumétrico a 20/20 °C (%)	38.0	48.0	+/- 1.0	NTP 210.003:2003
Extracto seco a 100°C (g/L)	-	0.6		NTP 211.041:2003
Componentes volátiles y congéneres (mg/100 ml A.A.)				
Esteres, como acetato de etilo	10.0	330.0		NTP 211.035:2003
Formiato de etilo	-	-		
Acetato de etilo	10.0	280.0		
Acetato de Iso-Amilo	-	-		
Furfural	-	5.0		NTP 210.025:2003 211.035:2003
Aldehídos, como acetaldehído	3.0	60.0		NTP 211.038:2003 211.035:2003
Alcoholes superiores, como alcoholes superiores totales	60.0	350.0		NTP 211.035:25003
Iso-Propanol	-	-		
Propanol	-	-		
Butanol	-	-		
Iso-Butanol	-	-		
3-metil-1-butanol/2-metil-1-butanol	-	-		
Acidez volátil (como ácido acético)	-	200.0		NTP 211.040:2003 211.035:2003
Alcohol metílico				NTP 210.022:2003 211.035:2003
Pisco puro y mosto verde de uvas aromáticas y pisco acholado	4.0	150.0		
Total componentes volátiles y congéneres	150.0	750.0		

Fuente: INDECOPI (2006).

**Tabla III.** Requisitos organolépticos del Pisco

REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS	PISCO
DESCRIPCIÓN	PISCO PURO: DE UVAS AROMATICAS
ASPECTO	Claro, limpio y brillante
COLOR	Incoloro
OLOR	Ligeramente alcoholizado intenso, recuerda a la materia prima de la cual procede, frutas maduras o sobremaduras, intenso, amplio, perfume fino, estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño.
SABOR	Ligeramente alcoholizado intenso, sabor que recuerda a la materia prima de la cual procede, intenso, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño.

Fuente: INDECOPI (2006).

En la tabla IV se observan las concentraciones medias de los componentes analizados por GC-FID en muestras de pisco Italia procedente de la región de Moquegua.

**Tabla IV.** Concentraciones medias de los componentes analizados por GC-FID en muestras de pisco Italia procedente de la región de Moquegua.

COMPUESTO mg/l.	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	S
- Acetaldehído	24.0	135	55.4	36.5
- Isobutanal	1.4	1.7	1.5	0.1
- Acetato de metilo	2.7	5.4	3.8	1.0
- Acetato de etilo	42.8	407	135	127
- Propanol	47.6	106	80.1	26.5
- Isobutanol	64.8	188	99.8	38.9
- 1-Butanol	3.4	5.4	4.2	0.8
- 2-Metil-1-butanol	37.7	67.2	53.2	11.0
- 3-Metil-1-butanol	160	329	237	58.1
- 3-Hidroxi-2-butanona	10.3	21.9	12.6	3.9
- Lactato de etilo	16.0	80.6	36.8	23.5
- 1-Hexanol	2.0	6.2	3.6	1.3
- Octanoato de etilo	0.2	0.8	0.4	0.2
- Furfural	1.2	11.0	3.6	3.5
- Ácido acético	37.6	325	133	97.2
- 2.3-Butanodiol	14.6	26.2	19.9b	4.9
- Succinato de dietilo	0.5	0.9	0.6	0.2
- B-feniletanol	3.7	9.2	7.6b	2.0

Fuente: (Moncayo, 2014)

### **III. MARCO METODOLOGICO**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCION**

El presente proyecto de investigación se llevara a cabo en los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Moquegua y los análisis químicos del pisco se realizarán en Bhios Laboratorio de Arequipa.

#### **3.2. TIPO Y DISEÑO**

El presente proyecto es una investigación aplicada y cuantitativa; cuyo diseño es longitudinal.

#### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Comparativa y aplicada

#### **3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES**

##### **3.4.1 VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Volumen del corte inicial
- Grados alcohólicos del corte final
- Potencia de calentamiento
- Caudal de líquido refrigerante del condensador

##### **3.4.2 VARIABLES DEPENDIENTES**

- Metanol (Método NTP 211.052)
- Furfural (Método NTP 210.025)
- Acetato de Etilo (Método NTP 211.035)
- Características sensoriales: color, olor, sabor (Cata)

### 3.4.3 VARIABLE INTERVINIENTE

- Norma Técnica Peruana NTP 211.001,2006

### 3.4.4 OPERACIÓN DE VARIABLES

En el cuadro 1 se muestra las variables independientes (volumen del corte inicial, grados alcohólicos del corte final, porcentaje de calefacción y caudal del líquido refrigerante).

**Cuadro 1.** Operación de Variables Independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES		
VARIABLES EN ESTUDIO	NIVELES	UNIDAD
Volumen del corte inicial	1 – 3	%
Grados alcohólicos del corte final	23 – 29	%V/V
porcentaje de calefacción	70 – 100	%
Caudal del líquido Refrigerante	12 – 16	L/min

Fuente: Elaboración propia (2016)

En el cuadro 2 se muestra las variables dependientes (metanol, furfural y acetato de etilo).

**Cuadro 2.** Operación de Variables Dependientes

VARIABLES DE RESPUESTA	UNIDAD
Metanol	Mg/100 ml
Furfural	Mg/100 ml
Acetato de etilo	Mg/100 ml

Fuente: Elaboración propia (2016)



### 3.4.5 MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE EXPERIMENTACIÓN

En el cuadro 3 se presenta el modelo estadístico diseño compuesto central del presente proyecto de investigación, se consideraron los parámetros intermedios del caudal del líquido refrigerante condensador por que el equipo está diseñado en un rango de (2 a 18 L/min).

**Cuadro 3.** Diseño experimental mediante diseño compuesto central

N°	Corte inicial (%)	Corte final (grado alcohólico)	Porcentaje calefacción (%)	Caudal del líquido refrigerante condensador (L/min)	metanol	Furfural	acetato de etilo	color	olor	Sabor
1	3	26	85	14						
2	2	23	85	14						
3	2	26	85	14						
4	2	26	85	14						
5	2	26	85	14						
6	2	26	85	16						
7	1	26	85	14						
8	1	29	100	16						
9	1	23	70	12						
10	2	26	85	12						
11	2	26	85	14						
12	1	29	70	16						
13	3	29	100	12						
14	2	26	85	14						
15	3	23	70	16						
16	2	29	85	14						
17	3	29	70	12						
18	2	26	100	14						
19	3	23	100	16						
20	1	23	100	12						
21	2	26	70	14						

**Fuente:** Elaboración propia (2016)

### 3.5. POBLACION Y MUESTRA

#### POBLACIÓN:

La materia prima será uva variedad Italia, procedente del valle de Moquegua.

#### MUESTRA:

Se analizarán 720 kg de uva de la variedad Italia, procedentes del valle de Moquegua.

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

#### a) **Técnica para la obtención de materia prima**

La materia prima se evaluará mediante un muestreo aleatorio simple.

#### b) **Técnica para la obtención de datos del mosto**

El mosto de uva de la variedad Italia, se realizara los análisis de °Brix, pH y Acides titulable, en la fermentación alcohólica del mosto se controlara la temperatura mediante el bazuqueado.

#### c) **Técnica para la obtención de datos del mosto en el proceso del destilado**

En el proceso de destilación se controlara las variables (corte inicial, corte final, potencia de calentamiento y caudal del líquido refrigerante del condensador) y se realizará el control de análisis en:

##### ➤ **Cuerpo**

- Determinación de Metanol (Método NTP 211.052)
- Determinación Furfural (Método NTP 211.025)
- Determinación Acetato de Etilo (Método NTP 211.035)

Para el presente proyecto de investigación se realizara los análisis en el laboratorio de procesos de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Moquegua y los análisis químicos se realizaran en Bhios laboratorios de Arequipa.

### 3.7. MATERIALES E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- Mostímetro de vidrio (cal. 20 °C, 0-20 °Be, 1.260 mm)
- Alcoholímetro de vidrio (cal. 20 °C, 0-100%V/V, L.260 mm)
- Matraz Erlenmeyer (Marca pirex, capacidad de 250 y 1000 ml)
- Probeta (Marca pirex de 250 ml)
- Pipetas graduadas (Marca pirex de 25 ml)
- Buretas de titulación (Marca pirex de 10 a 25 ml)
- Vasos de precipitado (Marca pirex de 50; 250 y 500 ml)
- Termómetro (rango de 0 – 100 °C)
- Soporte universal
- Papel Filtro
- Embudo de vidrio

#### REACTIVOS:

- Dihidrógeno fosfato de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )
- Monohidrógeno fosfato disódico dodecahidrato ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 - 12\text{H}_2\text{O}$ )
- Agua destilada.
- ftalato acido de potasio ( $\text{KHC}_6\text{H}_4\text{O}_4$ )
- Solución de hidróxido de Sodio 0.1 N. y 0.01 N.
- Ácido clorhídrico
- Furfural grado p.a.
- Etanol grado p.a.

#### EQUIPOS:

- Balanza analítica (Mettler – Toledo cap. 0.001 – 1000 gr)
- pH metro de mesa con brazo articulado (Dimensiones: 160\*190\*70 mm. Precisión: +- 0.01 Rango de temperatura: 0.00 – 100 °C)
- Refractómetro digital ABBE (Dimensiones: 100\*200\*240 mm. Escala °Brix: 0 a 32 % rango °C 0 – 70, precisión: +- 0,0002. Resolución 0.2%)

- Despalilladora estrujadora manual
- Alambique de Acero inoxidable adaptado con capitel de cobre de 50 L. de cap.
- Tanque de polietileno de 250 L. de cap.
- Cromatografo de Gases
- Agitador magnético

### 3.8. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A continuación se detalla el procedimiento de elaboración de pisco Italia (*Vitis Vinifera L.*).

#### a) **Recepción de la uva:**

Los 720 Kg. de uva de la variedad Italia, será recepcionado en jabas manualmente, se procede luego al análisis de (°Brix, pH y Acides Titulable) y procesadas en el laboratorio de ingeniería agroindustrial (UNAM).

#### b) **Selección de la uva:**

Los 720 kg de uva, serán seleccionadas en forma manual con la ayuda de contenedores, para separar las impurezas y las uvas deterioradas.

#### c) **Despalillado y Estrujado:**

Los 720 Kg de uva, será despalillado y estrujado en una maquina manual en donde se retiraran los palillos (raspón), para obtener el mosto.

#### d) **Fermentación:**

El mosto de la uva Italia, será fermentado completamente en tanques de polietileno de 250 L. de capacidad, se adicionara levaduras (*sacharomyces cerviseae*) y enzimas (endozyn cultivar) en una proporción de 10 gramos por hectolitro, luego se bazuqueara con la finalidad de homogenizar el mosto y dejar hasta que culmine la fermentación, en la cual será controlada la temperatura mediante el bazuqueado y evaluada los °Brix y pH cada 24 horas.

**e) Descube:**

El mosto fermentado, será descubado manualmente con la ayuda de tamizadores o coladores, para separar el hollejo y pepas para obtener el vino base de uva Italia.

**f) Destilación:**

El vino base de uva, será destilado en un alambique de Acero Inoxidable de 50 L. de capacidad existente en el laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, en el que se adaptará un capitel de cobre que será adquirido en el presente proyecto de investigación, para obtener el destilado (pisco Italia), en el cual se controlará el corte inicial, corte final, potencia de calentamiento y caudal de líquido refrigerante del condensador.

**g) Guarda:**

Las fracciones del cuerpo obtenido del destilado, será puesto en reposo por un periodo de tres meses en botellas de vidrio de 500 ml, para que evolucionen sus propiedades sensoriales, según la NTP 211.001(2006).

**h) Filtración:**

El pisco se filtrará manualmente con un papel filtro y con ayuda de un embudo de vidrio, para separar las impurezas existentes y darle la brillantes del pisco.

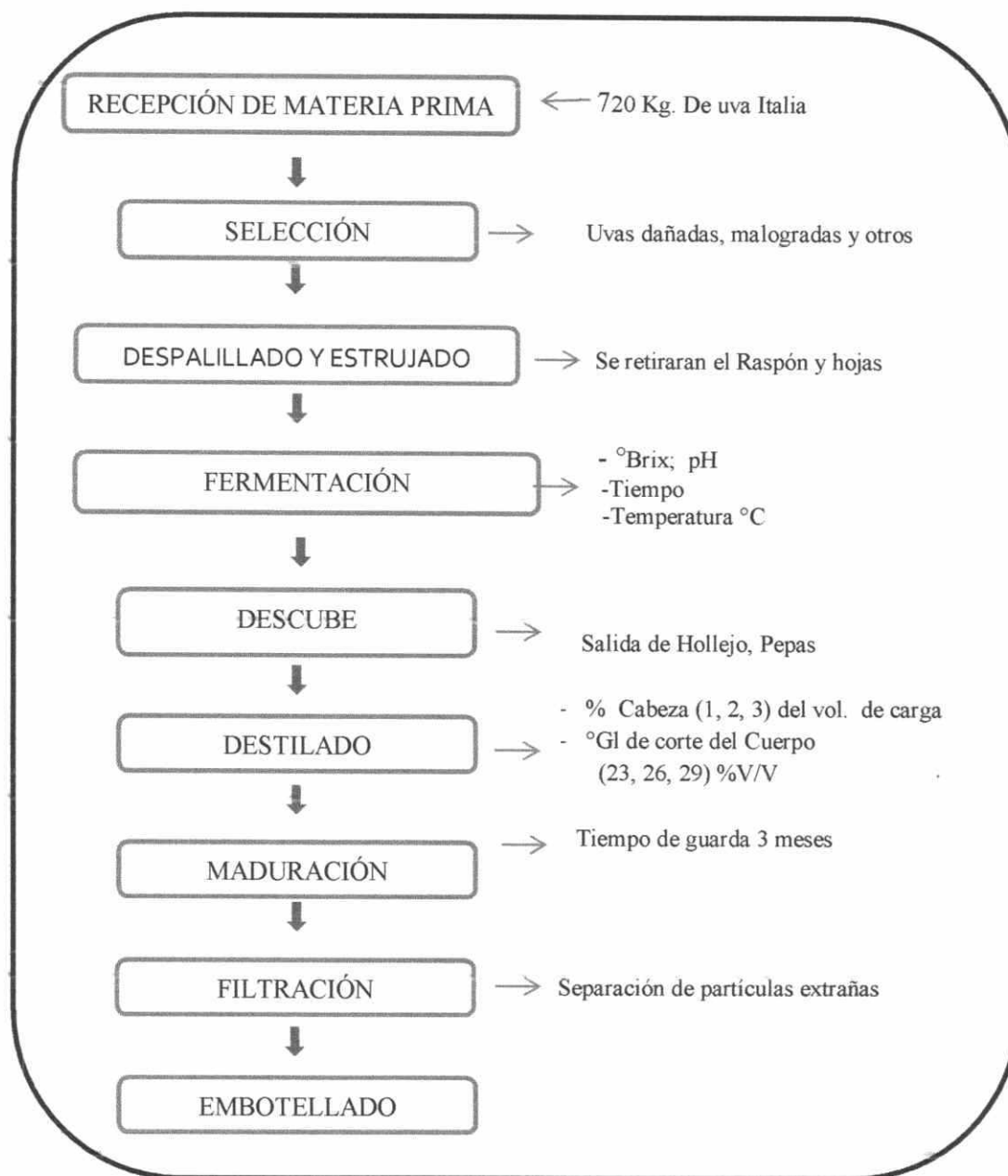
**i) Embotellado:**

El pisco, será embotellado en botellas de vidrio de 500 ml, para conservar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

**j) Análisis sensorial**

Los piscos obtenidos serán homogenizados en cuanto a su grado alcohólico, posteriormente se realizara la evaluación sensorial con 5 catadores (anexo 1) reconocidos por el consejo regulador de la denominación de origen pisco, utilizando una ficha de degustación (anexo 2) elaborada en base a la norma de la organización internacional de la viña y el vino de los concursos internacionales de vinos y bebidas espirituosas de origen vitivinícola.

**Figura 1.** Diagrama de Flujo de Elaboración de Pisco Italia



Fuente: Elaboración propia (2016)

#### IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

##### 4.1. Cronograma de actividades

**Cuadro 4.** Cronograma de actividades – diagrama de Gantt

Nº	ACTIVIDAD PLANIFICADAS	AÑO 2017										
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
1	Compras de uniformes de laboratorio	X										
2	Compras de material de escritorio		X									
3	Compras e implementación de equipos e insumo			X	X							
4	Compras de la materia prima					X						
5	Experimentación del producto					X						
6	Análisis de muestras									X		
7	Informe bimestral de avance situacional						X					X
8	Borrador de Tesis										X	
9	Sustentación de Tesis											X
10	Publicación de Artículo											X
11	Informe final técnico financiero (económico)											X

## 4.2. Bienes

**Cuadro 5.** Presupuesto detallado de Proyecto de Tesis

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	P. U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
<b>SUBCONTRATOS</b>				<b>S/. 11,039.50</b>
Análisis físico-químico de la destilación (Pisco)	Unidad	21	S/. 381.00	S/. 8,000.00
Capacitación en optimización de proceso de destilación del pisco	Global	1	S/. 1,850.00	S/. 1,850.00
Análisis sensorial del pisco	Catadores	3	S/. 396.50	S/. 1,189.50
<b>EQUIPOS</b>				<b>S/. 5,440.00</b>
Compra de accesorios para el Alambique del laboratorio de ing. Agroindustrial (Capitel de cobre)	Unidad	1	S/. 3,490.00	S/. 3,490.00
Tanques de fermentación de polietileno (250 L.)	Unidad	2	S/. 400.00	S/. 800.00
Bazuqueador de acero inoxidable (1.5 m.)	Unidad	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Alcoholímetro c/termómetro	Unidad	1	S/. 600.00	S/. 600.00
Mostimetro de vidrio	Unidad	1	S/. 350.00	S/. 350.00
<b>MATERIAL FUNGIBLE</b>				<b>S/. 3,520.50</b>
Uva Italia	Kg	720	S/. 4.50	S/. 3,240.00
levadura (Sacharomyces cerevisiae)	G	200	S/. 50.00	S/. 50.00
Enzimas (Endozyn Cultivar)	G	100	S/. 37.50	S/. 37.50
Balde de plástico x 20 L.	Unidad	1	S/. 27.00	S/. 27.00
Botellas de vidrio pisqueras x 500 ml	Unidad	25	S/. 5.20	S/. 130.00
Colador de plástico de 27 cm de diámetro	Unidad	1	S/. 24.00	S/. 24.00
Jarra de plástico x 3 L	Unidad	1	S/. 12.00	S/. 12.00
<b>TOTAL S/.</b>				<b>S/. 20,000.00</b>



**Cuadro 6.** Cronograma de ejecución presupuestal del Proyecto de Tesis

ACTIVIDAD A REALIZAR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	TOTAL S/.
<b>SUBCONTRATOS</b>												<b>11,039.50</b>
Análisis físico-químico de la destilación (pisco)										8,000.00		8,000.00
Capacitación en optimización de proceso de destilación del pisco				1,850.00								1,850.00
Análisis sensorial de la destilación (pisco)										1,189.50		1,189.50
<b>EQUIPOS</b>												<b>5,440.00</b>
Compra de accesorios para el Alambique del laboratorio de Ing. Agroindustrial (Capitel)				3,490.00								3,490.00
tanques de fermentación de polietileno (250 L.)				800.00								800.00
Bazaqueador de acero inoxidable (1.5 m.)				200.00								200.00
Alcoholímetro c/termómetro				600.00								600.00
Mostimetro de vidrio				350.00								350.00
<b>MATERIAL FUNGIBLE</b>												<b>3,520.50</b>
Uva Italia					3,240.00							3,240.00
levadura (Sacharomyces cerviseae)				50.00								50.00
Enzimas (Endozyn Cultivar)				37.50								37.50
Balde de plástico x20 L.				27.00								27.00
Botellas de vidrio para pisco				130.00								130.00
Colador de plástico de 27 cm de diámetro				24.00								24.00
Jarra de plástico x3 L.				12.00								12.00
<b>TOTAL S/.</b>												<b>20,000.00</b>

## V. BIBLIOGRAFIA

Asencios, E. 2007. Influencia de la fermentación con levaduras nativas y comerciales en las características del Pisco de Uvina o Jacquez (*Vitis aestivalis* x *Vitis vinifera*) del Valle de Lunahuaná.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> Edition. Washington. USA

Consejo Regulador de la Denominación de Origen Pisco. 2011, Reglamento de la Denominación de Origen Pisco. Lima - Perú.

Domenech, A (2006). Influencia de la maceración de orujos y corte de cabeza en el contenido de terpenos en Piscos de la variedad Italia (*Vitis vinifera* L. vari. Italia). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Malina. Lima, Perú, 89 PP.

Fortín, J. y Desplacke, C. (2001). Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Editorial Acribia, Zaragoza. España.

Goldner, M.C., Galmarini, M. V., Zamora, M.C. y Pandolfi, C. (2005). Características sensoriales y químicas del vino Chardonnay Argentino vinculadas a la región geográfica. X congreso Argentino de ciencia y tecnología de alimentos. Asociación Argentina de tecnólogos alimentarios. Mar de plata Argentina.

Hatta, B. (2004). Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles del Pisco de uva Italia (*Vitis vinifera* L. var. Italia). Tesis Mg. Sc. En tecnología de alimentos. EPG-UNALM, Lima-Perú, 160 pp.

INDECOPI. Norma Técnica Peruana: Bebidas alcohólicas. Pisco. Requisitos. NTP 211.001: 2006. Lima INDECOPI; 2006.

Landeo E. (2009). Taller, Estándares de Calidad del Pisco, Min Centur.

Lyon, R. (2000). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acribia. Segunda Edición Zaragoza. España.

Marcelo, D. (2008). Propuesta tecnológica para la fabricación de pisco puro de calidad en una microempresa. Tesis (Maestro en Gestión Tecnológica Empresarial). Lima. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. 164p.

Moreno, V. (2012). "Elaboración de vino de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)". Tesis (Título de Ingeniero En Ciencia y Tecnología de Alimentos). Saltillo. México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 66p.

Moncayo L. (2014). Caracterización de los piscos del Perú a través de su composición aromática, Tesis Universidad de Zaragoza, Departamento de Química Analítica.

Norma Técnica Peruana: NTP 211.001:2006 Bebidas Alcohólicas. Pisco. Requisitos.

OIV. (2009). Norma de la Organización Internacional de la Viña y del Vino: Concursos internacionales de vinos y bebidas espirituosas de origen vitivinícola. OIV-CONCOURS 332A: 2009. París: 28p.

Reaño, G. 2015. "Influencia del corte de cola y tiempo de guarda sobre las características físicas, químicas y organolépticas del pisco de uva Italia (*Vitis vinífera L.*). UNAM. Ingeniera Agroindustrial.

Rodríguez, R. 2008. Elaboración artesanal de aguardiente de sidra. I. Sistemas de destilación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Tecnología Agroalimentaria N° 5. pp. 32-36.

Sancho, J., Bota, E., De Castro, J. (2002). Introducción al Análisis de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona. España.

Vidal, J; Boulet, J and Moutounet, M. 2004. Les apports doxygene au cours des traitements des vins. Bilan des observations sur site, 3eme partie revue francaise doenologie.

Witting, E. (2001). Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Editorial McGraw-Hill. New York. Estados Unidos. 50p.

## VI. ANEXOS

**Anexo 1.** Reglamento del concurso nacional del Pisco y de otros concursos organizados en territorio nacional o internacional (Consejo Regulador del Pisco. 2012)

### DE LA CATA Y LOS CATADORES

**Artículo 35°.** - El Presidente del Concurso, con la aprobación del Director de la Cata invitará con antelación necesaria a los Catadores Oficiales y Aspirantes que participarán en el Concurso Nacional del Pisco teniendo en consideración lo siguiente:

- a) Los Catadores Oficiales y Aspirantes deberán estar inscritos en el Registro de Catadores de Pisco del CR-DO Pisco.
- b) Para ser considerado Catador Oficial, el Catador Aspirante, deberá haber aprobado un curso de entrenamiento y selección de Catadores autorizado por el CR-DO Pisco, sobre la base de normas internacionales como la ISO y OIV; haber evidenciado 02 años de experiencia en concursos distritales, provinciales o departamentales y, por lo menos 03 años de participación en Concursos Nacionales en sus dos etapas.
- c) Durante todos los actos inherentes al Concurso y Festival Nacional, los Catadores, deberán estar permanentemente y exclusivamente identificados mediante la exhibición sobre el pecho de la cinta y medalla que, como reconocimiento de su condición de catadores, les han sido otorgadas por el CR-DO Pisco. No será permitida la utilización de ningún otro tipo de distintivo adicional al aquí señalado. Asimismo, las Catadoras vestirán en forma casual pero elegante, y los Catadores vestirán con terno (pantalón y saco del mismo color) y corbata.
- d) Los Catadores deberán gozar de buena salud y respetable conducta. En ningún caso participarán los Catadores con signos de un proceso respiratorio.

Para las catas, formaran mesas de mínimo cinco (5) catadores. La conformación de las mesas será por sorteo. Una vez definidas la conformación de las mesas, el Director de la Cata podrá reasignar a no más de dos (2) catadores por mesa para balancear la experiencia. Se sortearán también mínimo 2 catadores suplentes por mesa. En las mesas donde se requieran menor cantidad de catadores la elección será por sorteo. El Director de la Cata designará un Coordinador de Mesa, quien en representación del Director de la Cata, hará cumplir las disposiciones reglamentarias durante la cata.

**Anexo 2.** Ficha de degustación

FICHA DE DEGUSTACIÓN						
Catador		Muestra N°		Fecha		
Evaluación	Descriptor	Excelente +			Insuficiente -	<b>Puntaje obtenido</b>  
Vista	Limpidez	5	4	3	1	
	Color	5	4	3	1	
Olfato	Tipicidad	6	5	4	2	
	Calidad	15	13	11	7	
	Intensidad positiva	9	7	5	1	
Gusto	Tipicidad*	8	7	6	4	
	Calidad	20	18	14	6	
	Persistencia armoniosa	12	10	8	4	
Armonía- Juicio Global		20	18	14	6	
<b>Total</b>						

Fuente: OIV (2009).

### Anexa 3. Procedimiento de análisis

#### a) GRADO BRIX:

##### - Principio.

Medida del índice de refracción y conversión en grados Brix mediante las tablas adjuntas

##### - Material y Aparatos.

Refractómetro provisto del equipo necesario para mantener la temperatura a 20 °C; Matraces o recipiente de vidrio que cierren herméticamente.

##### - Procedimiento.

Colocar el refractómetro en un lugar iluminado con luz difusa o frente a una fuente de luz artificial.

Circular agua a temperatura constante a 20 °C a través de los prismas del refractómetro. Ajustar el instrumento colocando unas gotas de agua destilada entre los prismas. El índice de refracción deberá ser 1.3330; si no es así, corregir adecuadamente la temperatura.

Situar el zumo de uva en un envase herméticamente cerrado en un baño a 20 °C y esperar a que alcance dicha temperatura. Tomar con una pipeta un poco de zumo de uva y poner unas gotas entre los prismas del refractómetro.

Medir el índice de refracción.

##### - Expresión de los resultados.

A partir del valor obtenido del índice de refracción se obtiene el grado Brix mediante la tabla I.

##### - Observaciones.

Si se emplea otra temperatura para medir el índice de refracción, utilizar la tabla II para la corrección de temperatura a 20 °C.

##### - Referencia.

*Official Methods of Analysis, AOAC – 1984.*

**Tabla V.** Conversión de índice de refracción a °Brix y Corrección de Temperatura a 20 °C

Temp. °C	GRADOS BRIX										
	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
Restar											
10	0.50	0.54	0.58	0.61	0.64	0.66	0.68	0.72	0.74	0.76	0.79
11	0.46	0.49	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.65	0.67	0.69	0.71
12	0.42	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.61	0.63
13	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.49	0.51	0.53	0.54	0.55
14	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.41	0.42	0.44	0.45	0.46	0.48
15	0.27	0.29	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35	0.37	0.38	0.39	0.40
16	0.22	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28	0.30	0.30	0.31	0.32
17	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24
18	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16
19	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
Sumar											
21	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
22	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16
23	0.19	0.2	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24
24	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32
25	0.33	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40
26	0.40	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48
27	0.48	0.50	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56
28	0.56	0.57	0.60	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64
29	0.64	0.66	0.68	0.69	0.71	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73
30	0.72	0.74	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81



## b) pH

### - Principio.

Medida potenciométrica a 20 °C, previa eliminación del dióxido de carbono por agitación en frío y con vacío parcial.

### - Material y Aparatos.

pH – metro

Electrodo/s para medida de pH.

### - Reactivos.

Solución tampón pH = 7; disolver 3.522 g de dihidrógeno fosfato de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ); 14,020 g de monohidrógeno fosfato disódico dodecahidrato ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) y llevar a un litro con agua destilada.

Solución tampón pH = 4; disolver 10,211 g de ftalato ácido de potasio ( $\text{KHC}_6\text{H}_4\text{O}_4$ ) (secado una hora a 105°C) en un litro de agua destilada a 20 °C.

### - Procedimiento.

Introducir un volumen adecuado de muestra en un Kitasato. Conectar a vacío agitando al mismo tiempo el matraz, eliminación del gas carbónico.

Tomar un volumen de muestra exento de dióxido de carbono y determinar el pH.

### - Expresión de los resultados.

Expresar el pH medio a 20 °C con uno o dos decimales, según la precisión del aparato.

### - Observaciones.

Antes de cada nueva medida, limpiar los electrodos con agua destilada y secarlos con papel de filtro.

El calibrado se hace con la ayuda de las soluciones tampón siguiendo las indicaciones específicas del aparato.

Para el calibrado, pueden utilizarse soluciones tampón comerciales pero, en cualquier caso, la solución debe ser reciente. No usar un solución tampón que contenga mohos o cualquier caso de sedimentos.

### - Referencia.

Método numérico 11. Federación Internacional des Producteurs de Jus de Fruits. Año 1968.

### c) ACIDEZ TOTAL.

#### - Principio.

Valoración potenciométrica con una disolución alcalina hasta pH = 8.1 de la acidez de zumo o derivado, previa eliminación del dióxido de carbono.

#### - Material y Aparatos.

Ph-metro

Electrodo/s para medida de pH

Agitador magnético

Material de vidrio de uso normal en laboratorio

#### - Reactivos.

Solución de hidróxido de sodio 0.1 N.

#### - Procedimiento.

Tomar un volumen de muestra exenta de dióxido de carbono, preparada como en (1.3.) en un vaso. Valorar agitando con hidróxido de sodio (3.3.1.) hasta pH = 8.1.

#### - Cálculos

Los resultados se expresa en gramos de ácido cítrico/100 ml de muestra, teniendo en cuenta el factor de dilución:

$$\text{g. de ácido cítrico/100 ml} = 6.4 * V_1 * f * N / V_2$$

Siendo:

N = normalidad del hidróxido de sodio

$V_1$  = volumen de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N utilizados en la valoración.

$V_2$  = volumen de muestra tomada.

f. = factor hidróxido de sodio.

#### - Referencia.

Método numérico 3. Federación Internacional des Producteurs de Jus de Fruits. Año 1968.



Universidad Nacional de Moquegua  
Vicepresidencia Académica

27 OCT 2017

4876

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Hora: 2:09 PM N° Reg: .....  
Firma: 94 Folios: 4 + 1 FILE

Moquegua 26 de Octubre del 2017.

**OFICIO N° 407 -2017-VIPAC-CO/UNAM**

SEÑOR:

Dr. WASHINGTON ZEBALLOS GAMEZ  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Presente.-

ASUNTO : APROBACION DE PROYECTO DE TESIS, RATIFICACION DE ASESOR, JURADODICTAMINADOR Y REVISOR

REFERENCIA : INFORME N° 262-2017-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 Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita la emisión de la respectiva resolución según el siguiente detalle:

1.- Aprobar el Proyecto de Tesis "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACION DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinifera L.)", de la Bachiller JOSE ANASTACIO FALCON ORTEGA, se adjunta el Acta de Aprobación del Proyecto de Tesis.

2.- Ratificar al Asesor del Proyecto de Tesis:

- Asesor : Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
- Co Asesor : Ing. Romualdo Vilca Curo

3.- Ratificar al Jurado Dictaminador y Revisor:

- Presidente : Mg. Elías Escobedo Pacheco
- Primer Miembro : Mg. Cesar Augusto Napa Almeyda
- Segundo Miembro : Ing. M.Sc. Yesica Luz Vilcanqui Chura



Por lo expuesto, solicito a través de vuestro despacho la aprobación mediante acto resolutivo del Proyecto de Tesis, Ratificación de Asesores y Ratificación de jurado dictaminador y revisor

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  
*M. Elena Echevarría*  
Dra. MARÍA ELENA ECHEVARRÍA  
VICEPRESIDENTA ACADÉMICA

Adjunto (03) folios + 01 folder

MEE/VPAC  
masm/sec  
Cc: Archivo.



Moquegua, Prolongación Calle Ancash S/N Telefax 053 – 461227 053 – 463514 Anexo (202) 053-461471

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
SECRETARIA GENERAL

www.unam.edu.pe

PROVEIDO: 1293

Vice\_presidencia@unam.edu.pe

FECHA :

PASE A :

PARA : Sesión C.O.





PERÚ

UNAM  
Universidad Nacional de  
Moquegua

VIPAC  
Vicepresidencia Académica

EPIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**INFORME N° 262-2017-EPIA/VIPAC/UNAM**

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

DE : Ing. M.Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA  
Director de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

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

REFERENCIA : INFORME N° 139-2017-EEP-UNAM

FECHA : Moquegua, 24 de octubre del 2017



Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarla cordialmente, y a su vez hacer de su conocimiento que en atención al documento de la referencia, presentado por el Mg. Elías Escobedo Pacheco tiene a bien informar a esta dirección que con fecha 06 de octubre del 2017 se declara APTO el Proyecto de Tesis denominado "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinífera L.)", presentado por el Bachiller JOSE ANASTACIO FALCÓN ORTEGA; 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: "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE UVA ITALIA (Vitis Vinífera L.)", presentado por el Bachiller JOSE ANASTACIO FALCÓN ORTEGA.

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

- Asesor : Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
- Co Asesor : Ing. Romualdo Vilca Curo

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

- Presidente : Mg. Elías Escobedo Pacheco
- Primer Miembro : Mg. Cesar Augusto Napa Almeyda
- Segundo Miembro : Ing. M.Sc. Yesica Luz Vilcanqui Chura

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

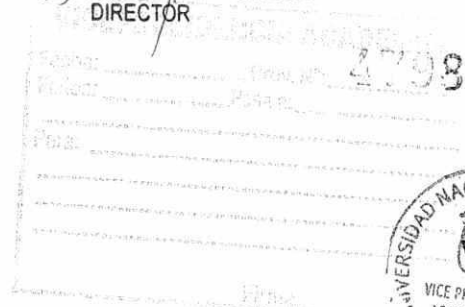
Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

*[Signature]*  
Ing. M. Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA  
DIRECTOR

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA**

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

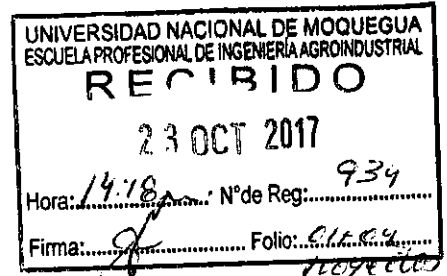
**INFORME N° 139-2017-EEP-UNAM**

**A : MSc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA**  
**Director de la E.P. Ingeniería Agroindustrial**

**DE : Mg. ELÍAS ESCOBEDO PACHECO**  
**Docente Ordinario**

**ASUNTO : DICTAMEN PROYECTO DE TESIS**

**FECHA : Moquegua, 23 de octubre del 2017**



Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en cumplimiento al artículo 26° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAM, se informa que el Proyecto de Tesis presentado por el Tesista JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA ha sido declarado APTO por el Jurado dictaminador y se hace alcance del Proyecto aprobado en tres ejemplares.

Es cuanto se informa.

Atentamente.

Mg. ELÍAS ESCOBEDO PACHECO  
Presidente del Jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Pase a: .....

Para: *tramite correo* .....

Fecha: *23/10/2017* V°B° .....





# FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE (FUT)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
**RECIBIDO**  
 24 OCT 2017  
 Hora: 11:00 N° DE REGISTRO: 948  
 N° de Reg: .....  
 Firma: [Signature] Folio: 01

I. SOLICITO:  
 Solicito Consideración de Co-Asesor para proyecto de Tesis

II. DEPENDENCIA O AUTORIDAD A QUIEN SE DIRIGE LA SOLICITUD:  
 Director de la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial

III. DERECHO DE TRÁMITE (opcional)  
 N° COMPROBANTE DE PAGO: \_\_\_\_\_ FECHA DE PAGO: \_\_\_\_\_

IV. DATOS DEL SOLICITANTE:

PERSONA NATURAL			DOCUMENTO DE IDENTIDAD
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	DNI <input checked="" type="checkbox"/> L.E. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>
Falcón	Ortega	José Anastasio	N° 44307889
PERSONA JURÍDICA			RUC
Razón Social			N°
REPRESENTANTE LEGAL (ADJUNTAR DOCUMENTO QUE LO ACREDITE COMO TAL)			DOCUMENTO DE IDENTIDAD
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	DNI <input type="checkbox"/> L.E. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>
			N°

V. DIRECCION:  
 DOMICILIO : AV. / CALLE / JIRÓN / DPTO. / MZ. / LOTE / URB.  
 Asoc. Alto Tiwiza MZ-14 Lote -10 San Antonio

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua

Autorizo se me notifique al siguiente correo electrónico: \_\_\_\_\_ TELÉFONO: \_\_\_\_\_ CELULAR: 944480942

VI. FUNDAMENTACION DE LA SOLICITUD (PETITORIO - Indicar en forma clara lo que se solicita):  
 - Solicito Consideración de Co-Asesor al Ing. Zumbaldo Vilca Curo en mi proyecto de Tesis titulada "Optimización del proceso de destilación del pisco de Uva Italia (vidis vitifera L.)"

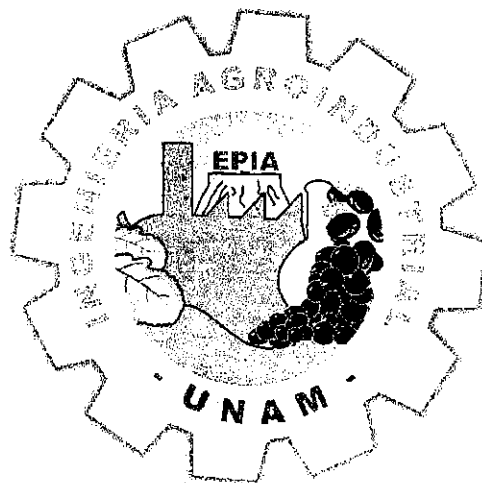
VII. ANEXOS (Relación de Documentos y Anexos que se adjunta):

FIRMA DEL USUARIO: [Signature]  
 Moquegua 24 de Octubre 2017  
 LUGAR Y FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

OBSERVACIONES:  
 Pase a: [Signature]  
 Para: [Signature]  
 Impone el Amba con [Signature]  
 Fecha: 24/10/2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**PROYECTO DE TESIS:**

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PISCO DE  
UVA ITALIA (*Vitis Vinífera L.*)

**TESISTA:**

Bach. JOSÉ ANASTASIO FALCÓN ORTEGA

**ASESOR:**

ING. M. Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA

Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA – PERÚ

2017



César Augusto Napa Almeyda  
ING. AGROINDUSTRIAL  
CIP. 124241



Romualdo Vilca Curo  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
CIP: 115080

Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca  
Ingeniero agroindustrial  
CIP N° 97878

YEPICA por Vilca Curo

## ÍNDICE GENERAL

I.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.	OBJETIVOS .....	4
1.5.	HIPÓTESIS .....	5
II.	MARCO TEÓRICO .....	6
2.1.	ANTECEDENTES.....	6
2.2.	BASES TEÓRICAS .....	8
2.2.1.	PISCO .....	8
2.2.2.	CLASIFICACIÓN DEL PISCO .....	8
2.2.3.	COMPONENTES VOLÁTILES DEL PISCO .....	8
2.2.4.	ALCOHOLES SUPERIORES .....	9
2.2.5.	FURFURAL .....	9
2.2.6.	METANOL .....	10
2.2.7.	ESTERES .....	10
2.2.8.	CARACTERÍSTICAS QUE DISTINGUEN AL PISCO .....	11
2.2.9.	DESTILACIÓN .....	11
2.2.10.	CONTROL DE LA DESTILACIÓN .....	11
2.2.11.	GUARDA .....	12
2.2.12.	EVALUACIÓN SENSORIAL .....	13
2.2.13.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	17
2.2.14.	REQUISITOS DEL PISCO DE UVA ITALIA .....	18
III.	MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	21
3.2.	TIPO Y DISEÑO .....	21
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	21
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES .....	21
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	24
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS .....	24



3.7.	MATERIALES E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO .....	25
3.8.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	26
IV.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	29
V.	BIBLIOGRAFÍA .....	32
VI.	ANEXOS .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I. Temperatura de ebullición de algunos compuestos .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla II. Requisitos físico-químicos del Pisco .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla III. Requisitos organolépticos del Pisco .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla IV. Concentraciones medias de los componentes analizados por GC-FID en muestras de pisco Italia procedente de la región de Moquegua.....</b>	<b>20</b>