UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

# RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 0031-2020-UNAM

Moquegua, 15 de enero de 2020

**VISTOS,** el Oficio N° 017-2020-VPI/UNAM del 15.01.2020, Informe N° 038-2020-DGI/VPI/UNAM del 13.01.2020, Informe N° 010-2020-UPI-DGI-VPI/UNAM del 08.01.2020, Informe Legal N° 1629-2019-OAL/CO-UNAM del 31.12.2019, Informe N° 1296-2019-DGI/VPI/UNAM del 20.12.2019, Informe N° 277-2019-UPI-DGI-VPI/UNAM del 21.11.2019, Informe N° 193-2019-YORB-DGI del 17.09.2019, y el Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 15 de enero de 2020, 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, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 405-2014-UNAM, de fecha 21.07.2014, en su artículo primero dispone: Aprobar el resultado... del I Concurso de proyectos de investigación con fondos de canon minero, sobre canon y regalías mineras de la Universidad Nacional de Moquegua..., de cuyo primer cuadro, que comprende a los proyectos de carácter multidisciplinario, en su ítem 06, se menciona el Proyecto de Investigación denominado: "Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost", cuyo equipo de investigación está conformado por el Director: Msc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, los Investigadores Asociados: Ing. Hugo Calisaya Ccosi, Ing, Raquel Allison Choquehuanca Pineda; los Investigadores Externos: Msc. Giovanni Mita Ticona, Mg. Bernardo Jorge Rojas; egresados: Gina Sandra Condori Mendoza, Milagros Maribel Coaguila Gonza, y, administrativo: Sujey Milagros Caso Ortega; asimismo, conforme al artículo segundo, la asignación económica para dicho proyecto de investigación equivale a S/ 250,000.00 Soles.

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 280-2016-UNAM, de fecha 22.09.2016, se aprueba la reconformación del equipo de investigación del Proyecto de investigación citado, el cual estará integrada conforme al siguiente detalle:

| DENOMINACIÓN | NOMBRES Y APELLIDOS | CONDICIÓN |
|---|---|---|
| Director | Mario Roger Cotacallapa Sucapuca | Director |
| Investigador externo | Mg. Bernardo Jorge Rojas | Interpretación de datos experimentales |
| Investigador externo | Msc. Elizabeth Huanatico Suarez | Disposición de equipamiento y materiales |
| Egresado | Gina Sandra Condori Mendoza | Parte operativa |
| Egresado | Milagros Maribel Coaguila Gonza | Parte operativa |
| Administrativo | Sujey Milagros Caso Ortega | Parte Administrativa |
| Asesor Externo Especializado | Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos | Validación y organización de los resultados finales |

Con Acta de Internamiento de Bienes N° 034-2018, de fecha 18.10.2018, se interna en la unidad de patrimonio los bienes adquiridos durante la ejecución del proyecto de investigación en mención.

Que, mediante Informe N° 01-2019-MRCS-DGI, de fecha 30.05.2019, el director del proyecto de investigación, comunica la entrega del material fungible utilizado en el proyecto de investigación. Por medio del Acta de internamiento de bienes de material fungible N° 005-2019, de fecha 13.08.2019, se efectúa la entrega al director de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial, de los bienes fungibles, que constituyen saldo del proyecto. El Informe Contable Final, presentado hacia agosto del año 2018, señala que existe una variación o diferencia entre los montos del presupuesto aprobado y el gasto ejecutado por específica de gasto, según el siguiente detalle:

| Ítem | Descripción | Programado | | Ejecutado | | Variación | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Importe | % | Importe | % | Importe | % |
| 1 | Personal y obligaciones sociales | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |
| 2 | Bienes | 11,000.00 | 4.40 | 10,734.20 | | 265.80 | |
| 3 | Servicios | 53,500.00 | 21.40 | 54,668.70 | | -1,168.70 | |
| 4 | Equipamiento y bienes duraderos | 185,500.00 | 74.20 | 184,448.84 | | 1,051.16 | |
| | TOTAL (S/) | 250,000.00 | 100% | 249,851.74 | 99.94 | 148.26 | 0.06 |

Se concluye que el gasto financiero, del proyecto de investigación citado, asciende a un monto de S/ 249,851.74 Soles, representando una ejecución del 99.94 % del presupuesto aprobado. Asimismo, existe un saldo financiero, ascendente a S/ 148,26 Soles. Con Informe N° 145-2019-YORB-DGI, de fecha 15.08.2019, el especialista administrativo de la Dirección de Gestión de la Investigación, concluye que según la evaluación del informe final del proyecto de investigación titulado: "Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost", desarrollado por pares evaluadores externos ha obteniendo un puntaje de 112, en consecuencia, se solicita la aprobación del informe final según el siguiente detalle:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

# RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 0031-2020-UNAM

| Proyecto de Investigación | Equipo de Investigación | Escuela profesional | Línea de Investigación | Evaluador Técnico Investigador | Puntaje |
|---|---|---|---|---|---|
| Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost | Director:<br>Mario Roger Cotacallapa Sucapuca<br>Investigadores Externos:<br>Mg. Bernardo Jorge Rojas<br>Msc. Elizabeth Huanatico Suarez<br>Egresados:<br>Gina Sandra Condori Mendoza<br>Milagros Maribel Cosguila Gonza<br>Administrativo:<br>Sujey Milagros Caso Ortega<br>Asesor externo especializado:<br>Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos | Ingeniería agroindustrial | Optimización de procesos agroindustriales | Úrsula Fabiola Rodríguez Zúñiga<br><br>Tania Elizabeth Guerrero Vejarano | 112 |

A través del Informe N° 1296-2019-DGI/VPI/UNAM, de fecha 20.12.2019, el director de la Dirección de Gestión de la Investigación, recomienda tramitar la aprobación del proyecto de investigación finalizado mediante acto resolutivo.

Que, con Informe Legal N° 1629-2019-OAL/CO-UNAM del 31.12.2019, el jefe de la Oficina de Asesoría Legal, respecto a la investigación, señala, que la Ley N° 30220 Ley Universitaria, en su artículo 48°, dispone: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas. Como se aprecia, la investigación constituye como una función esencial y obligatoria de las universidades, ya que estás la fomentan". El Reglamento General de Investigación de la UNAM, aprobada mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1133-2018-UNAM, en su artículo 25°, sobre el proyecto de investigación, señala: El proyecto de investigación es un constructo teórico del investigador en el cual se define el objeto de estudio, la naturaleza y título del trabajo, los recurso a emplearse, el problema de investigación e hipótesis, los objetivos, la metodología a usarse, la población y muestra a investigarse, el diseño experimental o no experimental a aprobarse y la literatura que servirá de sustento para la posterior ejecución del trabajo. Ahora, según el literal a) del artículo 26 del reglamento aludido, sobre las clases de proyectos de investigación, estos pueden ser: Proyectos concursales que perciben financiamiento de la UNAM. Tal es el caso del presente proyecto de investigación de carácter multidisciplinario. El numeral 9.2 del ítem 9 respecto de las evaluaciones del informe final de la Directiva N° 001-2016-UNAM/VPI-DGI "Directiva para la ejecución de gastos en los proyectos de investigación financiados con fondos de canon minero, sobre canon, regalías, renta de aduanas y participaciones", aprobada mediante R.C.O. N° 439-2016-UNAM, dispone: Al finalizar la ejecución del proyecto, el director del proyecto presentará a la DGI el informe final... el cual según el numeral 9.3 constará de dos partes independientes: a) El informe técnico conteniendo los resultados de investigación acorde a los objetivos del proyecto de investigación... b) El informe económico acorde al cronograma de ejecución de gastos documentado que sustente los gastos realizados por el proyecto de investigación y que acredite que ha realizado las rendiciones de cuentas a las dependencias correspondientes. Ahora bien, el resultado de la investigación conforme al numeral 9.11 será: a) Aceptado cuando el proyecto de investigación ha alcanzado sus objetivos generales y específicos; b) Rechazado, cuando el proyecto no alcanzó sus objetivos y existen deficiencias de fondo insuperables. En ese orden de ideas, el Proyecto de Investigación de carácter multidisciplinario "Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost", ha sido financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, ejecutado durante los años 2015, 2016 y 2017, cuyo gasto financiero representa el 99.94%, existiendo un sobregasto de S/ 13,173.13 (según informe económico); asimismo, dicho proyecto ha sido aceptado, de conformidad con la evaluación de pares evaluadores externos, habiendo obtenido un puntaje de 112; por lo que corresponde APROBAR el Informe Final y culminación del Proyecto de Investigación de carácter multidisciplinario, denominado: **"Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost"**, financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, según R.C.O. N° 405-2014-UNAM; cuyo resultado ha sido aceptado, según la calificación otorgada por los pares evaluadores, tal como se evidencia en el cuadro inserto en el Informe N° 145-2019-YORB-DGI. Por tanto, se debe emitir el acto resolutivo correspondiente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

# RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 0031-2020-UNAM

El equipo de investigación estuvo conformado, por los siguientes miembros:

| | |
|---|---|
| Director | : Mario Roger Cotacallapa Sucapuca |
| Investigadores Externos | : Mg. Bernardo Jorge Rojas |
| | : Msc. Elizabeth Huanatico Suarez |
| Egresados | : Gina Sandra Condori Mendoza |
| | : Milagros Maribel Coaguila Gonza |
| Administrativo | : Sujey Milagros Caso Ortega |
| *Asesor externo especializado:* | *Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos* |

Que, con Oficio N° 017-2020-VPI/UNAM del 15.01.2020, el Vicepresidente de Investigación, en atención al Informe N° 038-2020-DGI/VPI/UNAM del 13.01.2020, solicita al Despacho de la Presidencia la aprobación del Informe Final y culminación del Proyecto de Investigación de carácter multidisciplinario, denominado: "Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost", financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, presentado por el MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, Director General del referido proyecto y financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, a través de la Resolución de Comisión Organizadora N° 405-2014-UNAM; habiendo obtenido nota aprobatoria efectuado por los pares evaluadores y la respectiva opinión legal favorable.

Que, la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, en Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 15 de enero de 2020, por UNANIMIDAD, acordó, aprobar, el Informe Final y culminación del Proyecto de Investigación de carácter multidisciplinario, denominado: "Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost", presentado por el MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, Director General del referido proyecto y financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, a través de la Resolución de Comisión Organizadora N° 405-2014-UNAM.

Que, estando a las consideraciones precedentes y en uso de las atribuciones que concede la Ley Universitaria N° 30220, Resolución de Consejo Directivo N° 103-2017-SUNEDU-CD y el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 278-2019-UNAM de fecha 11 de abril del 2019.

**SE RESUELVE**

**ARTÍCULO PRIMERO. – APROBAR,** el Informe Final y culminación del Proyecto de Investigación de carácter multidisciplinario, denominado: **"Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost"**, presentado por el MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, Director General del referido proyecto y financiado por la Universidad Nacional de Moquegua, a través de la Resolución de Comisión Organizadora N° 405-2014-UNAM, con el siguiente equipo de trabajo:

| | |
|---|---|
| *Director* | *: Mario Roger Cotacallapa Sucapuca* |
| *Investigadores Externos* | *: Mg. Bernardo Jorge Rojas* |
| | *: Msc. Elizabeth Huanatico Suarez* |
| *Egresados* | *: Gina Sandra Condori Mendoza* |
| | *: Milagros Maribel Coaguila Gonza* |
| *Administrativo* | *: Sujey Milagros Caso Ortega* |
| *Asesor externo especializado* | *: Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos* |

**ARTÍCULO SEGUNDO. - ENCARGAR,** a la Vicepresidencia de Investigación, emitir lineamientos o directivas para efectuar la liquidación financiera de Proyectos de Investigación, así como adoptar las acciones necesarias para el cumplimiento de la presente resolución.

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – UNAM – PRESIDENCIA

**DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ**
**PRESIDENTE**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – UNAM – SECRETARIA GENERAL

**ABOG. GUILLERMO S. RUONG CORNEJO**
**SECRETARIO GENERAL**

*Presidencia*
*VIPAC*
*VPI*
*DGI*
*OTIN*
*Interesado*

*LRCQ/Rsp.*
*Arch. (f)*

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
## VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

## INFORME CIENTÍFICO FINAL

# "APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES VITIVINÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL Y COMPOST"


**PRESENTADO POR:**

***Ing. M.Sc.*** *Mario Roger Cotacallapa Sucapuca*



MOQUEGUA – PERÚ
2017

## PRESENTACIÓN

**SEÑOR VICEPRESIDENTE DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, SEÑOR DIRECTOR DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN.**

Habiendo concluido la ejecución física del presente proyecto de investigación y en cumplimiento a lo que se estable la directiva de proyectos multidisciplinarios de la Universidad Nacional de Moquegua; presentamos a vuestra consideración el trabajo de investigación intitulado **"APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES VITIVINÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL Y COMPOST"**.

*Ing. M.Sc. Mario Roger COTACALLAPA SUCAPUCA*

Director proyecto Multidisciplinario

## INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|---|---|---|
| 1. | DIRECTOR | Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca |
| 2. | INVESTIGADOR EXTERNO | Ing. M.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez |
| 3. | INVESTIGADOR EXTERNO | Ing. Mgt. Bernardo Jorge Rojas |
| 4. | INVESTIGADOR EXTERNO | Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos |
| 5. | INVESTIGADOR INVITADO | Ing. Romualdo Vilca Curo |
| 6. | INVESTIGADOR EGRESADO | Egr. Milagros Maribel Coaguila Gonza |
| 7. | INVESTIGADOR EGRESADO | Egr. Gina Sangra Condori Menodoza |

## AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos:

- A Dios sobre todas las cosas.
- A la Universidad Nacional de Moquegua y en específico a la vicepresidencia de Investigación por ser la base sólida del financiamiento del presente trabajo de investigación.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por ser la base de donde emergen los conocimientos para la realización del presente trabajo de investigación.
- Al equipo de investigación que en menor o mayor medida pudieron contribuir en la realización del presente trabajo.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, que desinteresadamente pusieron parte activa en las distintas actividades que el proyecto ha desarrollado, en especial al Ingeniero Romualdo Vilca Curo por su valioso aporte en distintas actividades que tuvo lugar el presente trabajo de investigación.
- A nuestros apreciados estudiantes por poner una cuota de interés y voluntad en las distintas actividades del proyecto.
- A los productores de la vid, que nos brindaron la información necesaria para fundamentar el presente trabajo de investigación.
- A los productores de piscos y vinos del valle de Moquegua, que pusieron la información, algunas veces la materia prima para el desarrollo del presente proyecto.

## LISTA DE ABREVIATURAS

$H^+$.....Ión positivo de hidrógeno

$NAD^+$.....Nicotinamida adenina dinucleótido ó difosfopiridina nucleótido y coenzima I

°C.....Grado centígrado

µL.....micro litro

A.....Absorvancia

ABTS.....Aci 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)

ADN.....Ácido disoxirribonucleico

ANOVA.....Análisis de varianza

atm.....Atmósfera

Batch.....Lote

C1.....Orujo desalcoholizado y residuo de naranja

C2.....Orujo desalcoholizado y residuo de elaboración de gazpacho

$C_2H_5OH$.....Etanol

C3.....Orujo desalcoholizado y estiércol de vacuno

$CO_2$.....Dióxido de carbono

DMPD.....Diclorhidrato de N, N – dimetil – p – fenilendiamina

DPPH ..... 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

dS.....Dicisiemens

FES.....Fermentación en estado sólido

g/mol.....gramos por mol

g.....gramo

Gl.....grados de libertad

GL.....Grados de libertad

h.....Hora

$H_2SO_4$.....Ácido Sulfúrico

HMI.....Interfas

HPLC.....Cromatografía líquida de alta performance

K.....Potasio

kcal.....Kilocaloria

Kg.....Kilógramo

kmol.....Kilo mol

kW.....kilowatt

L.....Litro

m/v.....Masa por volumen

mg/g.....miligramo por gramo

mg/L.....milígramo por litro

mg/mL.....miligramo por mililitro

mg.....miligramo

mL.....mililitros

mM.....milimolar

mmHg.....milímetros de mercurio

mmol.....milimol

N.....Normalidad

N.....Nitrógeno

NaOH.....Hidróxido de sodio

$NH_3$.....Amoniaco

nm.....Nanómetros

p/p.....Peso por peso

p/v.....peso por volumen

p.....probabilidad

P.....Fósforo

pH..... Potencial de Hidrógeno

PLC.....Controlador lógico programmable

RGB.....Rojo, verde y azul

S/N.....Sin número

S.....Latitud sur

sp.....cualquier especie

T.....Temperatura

T.....Turbia rubia y compost

UNALM.....Universidad Nacional Agraria la Molina

UV/vis.....Ultra violeta visible

v/v.....Volumen por volumen

V.....voltio

W..... Oeste del meridiano de Greenwich

W.....watt

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS..... IV

RESUMEN..... XII

INTRODUCCIÓN..... XIV

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... XVI

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... XVIII

HIPÓTESIS..... XIX

JUSTIFICACIÓN..... XX

ANTECEDENTES..... XXIII

### CAPITULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ACTIVIDAD VITIVINÍCOLA.....2

1.1.1 VINOS Y PISCOS EN EL PERÚ.....2

1.1.2 PRODUCCIÓN DE PISCOS Y VINOS Y GENERACIÓN DE ORUJO DE UVA EN MOQUEGUA.....3

1.1.3 ORUJO DE UVA.....7

1.2 SUSTANCIAS EXTRAÍBLES DE LOS RESIDUOS VEGETALES.....10

1.2.1 COMPUESTOS BIOACTIVOS.....11

1.2.2 COMPUESTOS FENÓLICOS.....12

1.2.3 ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS.....17

1.2.4 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....19

1.3 OBTENCIÓN DE ETANOL.....21

1.3.1 FERMENTACIÓN.....22

1.3.2 DESTILACIÓN.....24

1.4 COMPOST.....33

1.4.1 MATERIA ORGÁNICA.....34

1.4.2 PROCESO DE COMPOSTAJE ..... 35
1.4.3 CLASES DE COMPOST ..... 36
1.4.4 TECNOLOGÍA DEL COMPOST ..... 37
1.4.5 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA PROCESO DE COMPOSTAJE ..... 38
1.4.6 AGENTES MICROBIANOS EFICIENTES AUTÓCTONOS ..... 39
2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN ..... 43
2.2 MATERIALES ..... 43
2.2.1 MATERIA PRIMA ..... 43
2.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS ..... 44
2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL ..... 49
2.3.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO ..... 49
2.3.2 OBTENCIÓN DE ALCOHOL ..... 56
2.3.3 ELABORACIÓN DE COMPOST ..... 61
2.4 DISEÑO ESTADÍSTICO ..... 66
2.4.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO ..... 66
2.4.2 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILADO PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE ORUJO DE UVA ..... 67
2.4.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPOST DE ORUJO DE UVA ..... 69
3.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BIOACTIVOS DEL ORUJO DE UVA 71
3.1.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS ..... 71
3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL ORUJO DE UVA ..... 75
3.2 DESTILADO PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE RESIDUO DE UVA ..... 81
3.3 COMPOST DE ORUJO DE UVA ..... 85

CONCLUSIONES..... 88

RECOMENDACIONES..... 90

BIBLIOGRAFÍA..... 91

ANEXOS..... 101

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de piscos en litros campaña 2015 ..... 4

Cuadro 2. Producción de pisco en litros campaña – 2015 ..... 5

Cuadro 3. Producción de pisco en litros campaña – 2015 ..... 5

Cuadro 4. Producción de vinos en litros campaña – 2015 ..... 6

Cuadro 5. Composición química del orujo de uva rojo ..... 9

Cuadro 6. Caracterización fisicoquímica del hollejo de variedades de uva ..... 10

Cuadro 7. Clasificación de Polifenoles no flavonoides ..... 13

Cuadro 8. Clasificación de Polifenoles flavonoides ..... 14

Cuadro 9. Valores físico químico del orujo de uva ..... 66

Cuadro 10. Variables experimentales de compuesto bioactivo ..... 67

Cuadro 11. Variables experimentales de optimización de destilado ..... 68

Cuadro 12. Variables experimentales de compost ..... 69

Cuadro 13. Resultados de la variable dependiente ..... 81

Cuadro 14. Composición del compost variedad Italia ..... 85

Cuadro 15. Evaluación del efecto del residuo sobre el tiempo de obtención de compost ..... 87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Baya de Uva ..... 7

Figura 2. Compuestos Bioactivos de los Alimentos ..... 11

Figura 3. Transformación de radicales libres ..... 19

Figura 4. Producción de etanol carburante a partir de Caña de Azúcar ..... 21

Figura 5. Esquema de un destilador diferencial simple ..... 27

Figura 6. Esquema de un destilador con columna de rectificación ..... 30

Figura 7. Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo ..... 35

Figura 8. Elaboración de alcohol de orujo de uva ..... 60

Figura 9. Obtención de bacterias lácticas ..... 63

Figura 10. Elaboración de compost ..... 65

Figura 11. Resultados de análisis fisicoquímico ..... 72

Figura 12. Curva de secado de muestras de orujo secadas y molidas obtenidas mediante secador de microondas ..... 73

Figura 13. Análisis de color de las muestras de orujo secadas y molidas ..... 74

Figura 14. Curva de calibrado para azucares totales de orujo de uva Italia ..... 75

Figura 15. Curva de calibrado para azucares reductores de orujo de uva Italia ..... 76

Figura 16. Curva de calibrado para polifenoles totales de orujo de uva Italia ..... 77

Figura 17. Curva de calibrado para flavonoides totales de orujo de uva Italia ..... 79

Figura 18. Dependencia de la producción de etanol sobre el reflujo, potencia ..... 82

Figura 19. Dependencia ajustada de la producción de etanol sobre el reflujo, potencia ..... 83

Figura 20. Tiempo de Elaboración de Compost ..... 86

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ORUJO, COMPOST Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO ..... 102

ANEXO 2.RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN DE ETANOL ..... 103

ANEXO 3. RESULTADOS DE COMPOST ..... 104

ANEXO 4. ANÁLISIS DE SECADO DE ORUJO DE UVA ITALIA ..... 105

ANEXO 5. ANÁLISIS DE PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ORUJO DE UVA ITALIA ..... 106

ANEXO 6. PROCESO DE FERMENTADO EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL ..... 107

ANEXO 7. PROCESO DE OBTENCIÓN DE ETANOL (DESTILADO) ..... 108

ANEXO 8. PROCESO DE OBTENCIÓN DE AGENTES MICROBIANOS EFICIENTES AUTÓCTONOS ..... 109

ANEXO 9. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL COMPOST ..... 110

## RESUMEN

La industria vitivinícola en Moquegua produce expectantes cantidades de residuos orgánicos como el orujo de la uva, sin el tratamiento ni aprovechamiento adecuado; no existe criterios apropiados de tratamiento por parte de los productores vitivinícolas, solo transportan a los campos agrícolas para su descomposición a la intemperie. El orujo, matriz de estudio está compuesto mayormente de celulosa, sustancias bioactivas, entre otros; lo que motivó el estudio de las características fisicoquímica y bioactiva, seguido de la búsqueda de parámetros de proceso óptimo para la obtención de etanol, a partir de azúcares adheridas en el orujo y el compostaje del residuo final. Las características fisicoquímicas se enmarcaron en la medición de la humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, energía, pH, acidez y grados brix, destacándose un contenido de humedad alrededor de 77.50%, 1.04% de ceniza, 3.88% de proteína, 3.24% de grasa, 7.02% de fibra, 7.32% de carbohidrato, energía de 66.51 kcal, pH de 3.32%, acidez 2.64 y 4.07°Brix. Además se realizó la visualización del orujo, a través del color, utilizando un scanner de escritorio EPSON L220, cuyas imágenes fueron analizadas a través del programa Imagej para comparar los colores de la muestra de orujo llevadas a dos fermentaciones; resultando que, la primera fermentación tiene mayor intensidad de color (RGB 113.69, 52.13, 18.27) que la segunda fermentación (RGB 84.21, 25.73, 8.80), ello verifica que a más fermentaciones sobre el orujo de uva se percibe el resquebrajamiento de los tejidos celulósicos de la cáscara de uva, por lo que precisa la salida de algunas sustancias de sólidos solubles. Además se realizó la caracterización por métodos de espectrometría, los azúcares totales, bajo un espectro de banda de 630nm, en muestra de primera fermentación que resultó 13.8189mg de glucosa/g de muestra, azúcares reductores, bajo un espectro de banda de 540nm en muestra de primera fermentación resultó 9.2655mg de glucosa/g de muestra. En cuanto a los fenólicos totales, dado su importancia se experimentó en un espectro de banda de 760nm, para muestra de primera fermentación tiene 4.4174mg de ácido gálico/g de muestra y para segunda fermentación de 8.0918mg

de ácido gálico/g de muestra. El caso de los flavonoides se verificó en un espectro de banda de 405nm, resultando para la muestra de primera fermentación en 0.34406mmol quercetina/100 g muestra y para la segunda fermentación de 0.38066 mmol quercetina/100 g muestra. La optimización en el proceso de destilado para la obtención de etanol, se realizó bajo un diseño compuesto central, considerando variables de sistema de reflujo (factor $X_1$), porcentaje de potencia de calefacción (factor $X_2$) y caudal de flujo de agua para condensado (factor $X_3$), siendo la variable de respuesta los grados alcohólicos de la producción de etanol, los parámetros óptimos tras análisis de datos son: 0.40 segundos en cuanto al sistema de reflujo, 80 porciento de potencia para el sistema de calefacción del destilador y 16 litros por segundo de caudal de flujo de agua para el sistema de condensado; bajo esos parámetros se han obtenido etanol con 80 grados alcohólicos como el más óptimo. Los residuos tras la obtención de etanol se procedió a compostar, en un compostador acondicionado; donde se mezclaron con bacterias eficientes autóctonas, obtenidos del aislamiento del follaje de uvas; el resultado en tiempo de obtención de compost fue de 21 días con una composición fisicoquímica de materia orgánica 94.66%, Nitrógeno total de 2.66%, pH 6.8, conductividad eléctrica 6.32%, fósforo total de 1.30% y potasio de 1.97%. Los resultados fisicoquímicos y bioactivos del orujo de uva, evidencian contenido nutricional y bioactivo, lo que propone incluso, como ingrediente de índole alimentario; con la existencia de azúcares subsistentes, se generó etanol con alto grado alcohólico, que tiene valor comercial. La utilización de bacterias eficientes autóctonas, descompone en el menor tiempo la materia orgánica, lo que supone disminución en contaminación ambiental al producirse dióxido de carbono prolongado en un procedimiento convencional.

**Palabras clave:** Residuos vitivinícolas, compuestos bioactivos, etanol y compost.

# INTRODUCCIÓN

Una de las actividades que predomina en la Región Moquegua es la vitivinícultura; donde se instalaron considerables extensiones de viñedos para la producción de distintas variedades de uva con fines pisqueras y vineras según sea la calidad de la uva; entre las variedades que se destacan son: Italia, negra criolla, moscatel, borgoña y quebranta. La industria vitivinícola está compuesta de instalaciones básicas para la producción de los productos mencionados, denominados "bodegas", también existen plantas con capacidad de producción a mayor escala que las bodegas; de la cantidad de instalaciones existentes se puede apreciar gran cantidad de residuos orgánicos que se generan, las mismas que actualmente son desechados a la intemperie sin el mínimo tratamiento o en algunos casos son sometidos a fermentaciones posteriores con adición de azúcar a fin de obtener pisco de segunda clase, aprovechando la biomasa existente; aun así, continua existiendo los desechos de la uva que no es aprovechado, pese a la carga valorable que tienen la piel de uva y sus semillas.

Distintas fuentes bibliográficas, descritas en el presente informe han destacado evidencias suficientes en que los desechos vitivinícolas poseen una gama de sustancias beneficiosas; desde los fitoquímicos o bioactivos, fibra dietaría, azúcares, entre otros, las que a través de métodos analíticos de vanguardia se pueden cuantificar y conocer las bondades específicas de cada especie o variedad y con ello definir técnicas adecuadas para su extracción u obtención de los sub productos, que para el presente trabajo se propuso la obtención de etanol y compost.

Por las consideraciones anteriores, el presente trabajo de investigación, primero, ha abordado el estudio de las características fisicoquímicas de los desechos, compuestos mayormente de material celulósica; los estudios demostraron la evidencia de que están compuestos de varias sustancias funcionales como fenólicos totales y

flavonoides, muy útiles para la salud de los seres humanos, además se pudo percibir la existencia de azúcares totales, reductores; ello supone la presencia de etanol a las que se han destilado y posterior rectificación del etanol obtenido, encontrándose hasta de 80 grados alcohólico. Los residuos tras la fermentación y aprovechado el etanol persistente, se han sometido a una compostación tipo bocashi, es decir basado en una mezcla de desechos de uva con adición de bacterias autóctonas; dicha composición trajo como resultado la obtención del compost en el menor tiempo comparado con los compostajes convencionales.

Todos estos acápites se observan con mayor detalle en la parte metodológica y a la luz de los resultados se puede concluir que esta experiencia tuvo lugar a la valoración y aprovechamiento óptimo de los desechos a partir de la uva.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria vitivinícola de las bodegas vineras y pisqueras en Moquegua producen cantidades considerables de residuos orgánicos como el orujo de la uva, sin el tratamiento ni aprovechamiento adecuado, la misma que genera consecuencias, como olores desagradables, presencia de plagas y el desaprovechamiento que esto implica en términos económicos; sumado a ello la falta de criterios apropiados de tratamiento de los residuos por parte de los productores vitivinícolas, pese a que actualmente los residuos son transportados hacia los campos agrícolas para su descomposición, no definen de manera probada el aprovechamiento completo de los residuos mencionados. Además, se precisa que dado la originalidad de estos residuos, están configuradas como material celulósica de origen vegetal, la que muestra claramente el desaprovechamiento de algunos compuestos bioactivos, las mismas que tienen el comportamiento antioxidante en prevención de enfermedades y otros en la humanidad.

Tratándose de material orgánico, existen técnicas de tratamiento adecuado, a fin de obtener sub productos útiles, que contribuyen a la responsabilidad ambiental, económica y social por parte de los sectores que desarrollan la actividad vitivinícola. La agroindustria, como actividad económica productiva, se constituye como una actividad íntegra, que fomenta la responsabilidad de los residuos tras la industrialización de cualquier producto transformado.

Las materias orgánicas de origen vegetal han demostrado ser fuente de etanol, de manera sub explotada en compost, además que las últimas investigaciones proponen como fuentes notables de antioxidantes y compuestos fenólicos beneficiosos, que no son aprovechados. En el presente trabajo de investigación se utilizaron material desechado por la actividad vitivinícola muchas veces con pocas propuestas de productividad por el productor y como una alternativa de desarrollo para

impulsar el sector vitivinícola con responsabilidad ambiental. Por esta razón planteamos las siguientes interrogantes que guían el desarrollo de esta investigación.

¿Qué características fisicoquímicas y bioactivos tienen los desechos vitivinícolas?

¿De qué manera se puede optimizar el proceso de destilación para una mejor obtención de etanol?

¿Cuáles son los procedimientos adecuados de elaboración de compost?

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los procedimientos de innovación tecnológica para el aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas mediante la obtención de etanol y compost.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características fisicoquímicos y bioactivos de los residuos vitivinícolas para desarrollar procedimientos adecuados.

- Optimizar del proceso de destilado para la obtención de etanol a partir de residuo de uva

- Desarrollar procedimientos adecuados para la obtención de Compost a partir de los residuos de uva.

# HIPÓTESIS

## HIPÓTESIS GENERAL

Los residuos industriales vitivinícolas, a través de procedimientos adecuados son materia prima para generar etanol y compost

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- Las características fisicoquímicos y bioactivos en los residuos vitivinícolas predicen la valoración de los residuos de uva para la obtención de etanol y compost.

- La conjugación de potencia, tiempo de reflujo y caudal del flujo de agua en el condensado del destilado consigue la obtención óptima de etanol.

- Los procedimientos adecuados de compostaje resuelven la obtención de compost.

## JUSTIFICACIÓN

Los residuos vitivinícolas, como materia orgánica, se desintegra con el paso del tiempo, pudiendo regresar nuevamente al ciclo de transformación de la materia; sin embargo sí, de aprovechamiento se trata, es importante comprender la composición fisicoquímica y fitoquímica de los residuos vitivinícolas, ya que de ello trasciende muchas propiedades interesantes que aún persisten; las mismas que son posibles de ser aprovechadas con procedimientos adecuados.

El orujo de uva, está compuesto de la epidermis, exocarpo y semillas, las que contienen celulosa, cantidad de taninos, sustancias aromáticas, entre otras, además de ellas por su naturaleza residual del procesamiento de vinos o piscos, contienen aun mesocarpo adheridas al exocarpo, con proporciones de azúcar que no lograron fermentarse; estos azúcares y la descomposición de la celulosa tras una primera y segunda fermentación del orujo pueden formar etanol recuperable; a parte de ello, al cortarse las largas cadenas de las moléculas de celulosa dejan libres a la glucosa y otros azucares, las que a la intervención de la levadura que usan enzimas (celulasas) fermentan los azúcares y los transforman en etanol. Además el orujo de uva contiene sustancias bioactivas como polifenoles, flavonoides, antocianinas, taninos entre otros; los cuales son moléculas consideradas antioxidantes muy requeridos en la recomposición y mantenimiento celular de la humanidad y sobre todo considerado como promotores de prevención de la salud y que a su vez les otorga múltiples efectos benéficos. La composición de los residuos vitivinícolas, por su naturaleza celulósica, es poseedor de fibra dietética, la ciencia viene demostrando su consumo obligado para mantener la buena salud humana, que de ellos se desprende bondades importantes en la configuración de la microbiota intestinal; por ello el orujo de uva no aprovechado como ocurre actualmente se traduciría en una forma de desestimar tan notable recurso que con tanto esfuerzo se han invertido para su producción.

Por las consideraciones descritas anteriormente, es de suma importancia su análisis científico en la región de Moquegua, muy extensa y amplia realizar estudios íntegros; es por ello que en el presente trabajo, se enfoca la problemática desde tres aspectos definidos; caracterización, obtención de etanol y compost a partir de los residuos vitivinícolas. En ese sentido, el trabajo manifiesta el estudio de la cuantificación de los componentes fisicoquímicos y fitoquímicos, la recuperación del etanol y de los restos de fibra que son difíciles de desintegrarse aun en el metabolismo del ser humano que aún persisten, se aprovecha como material agrícola conocido como compost a base de orujo, con parámetros óptimos de compostaje y buscando agentes que descomponen el material orgánico, como los microorganismos autóctonos eficientes que se encuentran libremente en la naturaleza vegetal, se logran compostar en el menor tiempo posible; dicho material sirve para el abonamiento de los campos agrícolas con mejores expectativas de enriquecimiento de los suelos y con flexibilidad a organizar abonos orgánicos con otras fuentes para cultivos seleccionados y específicos.

El desarrollo de tecnologías con parámetros apropiados para la transformación de los residuos industriales de la actividad vitivinícola, basadas en experimentos de laboratorio, desarrollan métodos y técnicas que se adecuan al clima moqueguano; estos conocimientos al transmitirse a la actividad productiva e industrial masiva pueden solucionar el problema que se observa en las bodegas de producción vinera y pisquera; esto trasciende hacia una interpretación de rentabilidad económica con el aprovechamiento del etanol y compost, además se contribuye en la preservación del medio ambiente y propuestas de aprovechamiento de los compuestos fitoquímicos que contiene el orujo de uva.

El desarrollo de emprendimientos de una industria sostenible en estas épocas es rentable y muy requerido por los organismos estatales y la población en su conjunto, ya que nada de lo que existe en la tierra puede ser inservible sino más bien

malas prácticas de uso que va en desmedro de las escasas economías, ambientales y hasta de la misma salud; por ello el presente trabajo trato de resolver la problemática descrita, encontrándose importantes valores de obtención de etanol y parámetros óptimos de compostaje y producto de éste estudio, con vislumbre hacia el análisis de la fibra dietética a partir de la piel de uva.

## ANTECEDENTES.

(Abril & Abril, 2009) Obtuvo Etanol a partir de biomasa lignocelulósica; el uso de lignocelulosas como biomasa parece promisoria para la producción de etanol, aun cuando debería aún ser analizado cuidadosamente con el propósito holístico que incluya todas la tecnologías actuales y sus posibles implicancias. Se organiza el conocimiento de las características y fuentes de biomasa de origen vegetal, como también el desarrollo, características y posibilidades de obtener etanol de fuentes lignocelulósicas.

(Rodriguez, L. et al. 2009), realizaron la producción de etanol combustible a partir de residuos agroindustriales como una alternativa válida para sustituir los combustibles de origen fósil. El trabajo reporta la obtención de etanol a escala de laboratorio, mediante fermentación en estado sólido (FES) de levaduras *Saccharomyces cerevisae*, sobre orujo de uva y de remolacha azucarera, las condiciones iniciales del medio de cultivo fueron: azúcar 16.5% (p/p); pH 4.5; humedad 68% (p/p). Los cultivos fueron inoculados con $10^8$ células/gramo de orujo y se incubaron en ambiente anaerobio, a 28°C, durante 96 horas. Los resultados obtenidos muestran para las FES, las máximas concentraciones de etanol a las 48 horas, y rendimientos superiores al 80%, en base al consumo de azúcares fermentables. Estos rendimientos, que superan los encontrados en cultivos sumergidos, generan alentadoras expectativas sobre el empleo de las FES para obtener alcohol combustible.

(Díaz, 2009). Realizó reciclado del orujo de uva como medio sólido de fermentación para la producción de enzimas hidrolíticas de interés industrial. Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que mediante la fermentación en estado sólido (FES) del hongo Aspergillus awamori sobre el orujo de uva se secretan las enzimas pectinasas, xilanasas y celulasas. Sin embargo, la composición de este

sustrato natural cambia en función de la estación, el tipo de uva, el punto de recolección, las condiciones meteorológicas, etc., de forma que no es posible asegurar productividades enzimáticas reproducibles cuando se utilizan diferentes orujos de uva. Por este motivo, el lavado previo de este residuo, junto con la suplementación con una solución nutritiva y mezcla con cáscaras de naranja, con gran contenido en pectina, celulosa y hemicelulosa, mejoran la producción y la reproducibilidad de la síntesis de las mencionadas enzimas. Mediante este trabajo han producido extractos con alto contenido en las enzimas pectinasas, xilanasas y celulasas, usando la tecnología de FES sobre mezclas de estos dos residuos agroindustriales. Estos extractos, una vez concentrados y/o purificados, pueden ser utilizados en las industrias de elaboración de zumos y vinos en las etapas de clarificación. Estas enzimas son las constituyentes fundamentales de los complejos multienzimáticos comerciales que se emplean para facilitar la filtración de los zumos, siendo las pectinasas las que juegan el papel más relevante del proceso. Por otra parte, dada la importancia de las variables externas de fermentación sobre la producción enzimática, y ya que los reactores están estrechamente vinculados a su manipulación de éstas, en el trabajo seleccionaron la configuración de reactor más apropiada y las condiciones óptimas de operación para la síntesis de las mencionadas enzimas por el hongo Aspergillus awamori. Compararon cuatro configuraciones diferentes de reactor (tres de fermentación en estado sólido y una de cultivo suspendido) con el propósito de estudiar la influencia de la agitación y la aireación, siendo el reactor de cultivo sumergido y el tambor rotatorio, en primer y segundo lugar, respectivamente, los que proporcionaron las actividades enzimáticas más altas.

(Paradelo, R. et al. 2009), publica el trabajo de investigación denominada "Evaluación de compost y vermicompost de orujo agotado de uva como componentes de sustratos". En este trabajo se estudió la aplicación de cinco compost de orujo de uva, obtenidos a escalas diferentes (escala de laboratorio, piloto e industrial) y por

varios procedimientos (compostaje y vermicompostaje), como componentes en la elaboración de sustratos para viveros. Para ello se realizó una caracterización de las propiedades químicas de los compost, así como pruebas de crecimiento de cebada en mezclas de los compost al 25% y 50% con turba o un sustrato comercial. Todos los compost presentaron propiedades elevados contenidos en materia orgánica (>90%), baja conductividad eléctrica (<1 $dS \cdot m^{-1}$), pH entre 7 y 8, y elevadas concentraciones de P y K asimilables. Los resultados de las pruebas de crecimiento, basados en la germinación y productividad vegetal, indicaron que cuatro de los cinco compost evaluados serían adecuados para su uso en la elaboración de sustratos, aunque los resultados fueron mejores en las mezclas con compost al 25% que en las mezclas al 50%.

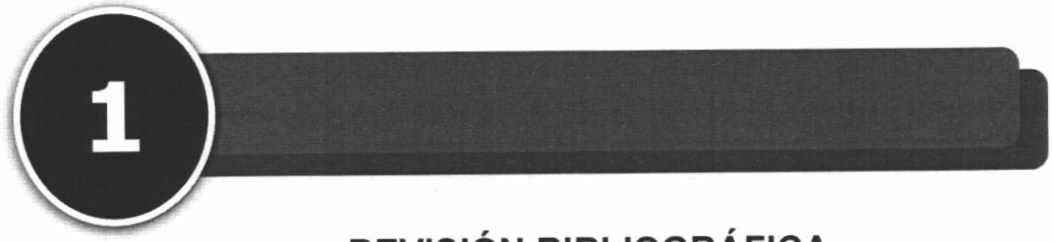
(Cruz, Riera, & Zumalacárregui, 2012); Realizaron Extracción de polifenoles a partir de hollejo de uva, en la cual determinaron las condiciones más adecuadas para la extracción de polifenoles a partir de hollejo de uva. El material experimental fue previamente secado y molido. Las extracciones se realizaron a 55°C, relación soluto-disolvente de 1:10 (m/v) durante 2,5; 4,0; 4,5 y 6 h. empleando como disolventes etanol, mezcla etanol-agua 1:1 (v/v), acetato de etilo y agua. Se realizaron extracciones a 35, 45, 55 y 65°C, relaciones soluto-disolvente (m/v) de 1:5 y 1:10, con el disolvente y el tiempo resultantes de los primeros experimentos. Toda mezcla etanol-agua, a temperaturas entre 45 y 55°C y con relación soluto-disolvente de 1:10 reportó los mayores valores de actividad antioxidantes, para un tiempo de extracción de 4 h.

(López Fernández, Navarro González, & Rad Moradillo, 2011), presentan artículo científico denominado "Empleo de composts vitivinícolas como sustrato alternativo en el cultivo de lechuga, tomate, col y sandía en semilleros"; donde, el propósito del trabajo fue estudiar el uso como medios de cultivo de tres compost de origen vitivinícola (C1, C2 y C3) como sustituto parcial de la turba sobre el cultivo en

semillero de plántulas de tomate *(Lycopersicon esculentum)*, lechuga *(Lactuca sativa L. var. Longifolia)*, col *(Brassica oleracea var. Capitata)* y sandía *(Citrullus vulgaris var. Pata negra)*. Los composts empleados en este estudio fueron elaborados utilizando orujo desalcoholizado y residuo de naranja (C1); orujo desalcoholizado y el residuo de la elaboración de gazpacho (C2); y orujo desalcoholizado y estiércol vacuno (C3). Se plantearon diez tratamientos: el control (T), formado por turba rubia y los composts, usando a la turba como diluyente. Se estudiaron las propiedades físicas y físico-químicas de las diferentes mezclas turba/compost elaboradas, así como los efectos de estas mezclas sobre aspectos morfológicos y nutricionales de cada uno de los cultivos considerados. En general todas las mezclas mostraron unas adecuadas propiedades físicas y físico-químicas en comparación con la turba para su uso como sustrato en semillero hortícola, especialmente los compost C1 y C2 en las proporciones 20 y 40% en volumen. La presencia de los composts en las mezclas no indujo diferencias significativas en aspectos morfológicos ni disminuyeron la germinación de los cultivos respecto al control de turba, excepto en las mezclas elaboradas con C3 a partir del 40% en volumen, sobre todo en lechuga y col. Sin embargo, el uso de los composts incrementó, en general, el contenido en nutrientes, especialmente N, P y K, en los cultivos considerados.

(Ozores-Hampton, Riffo, & O'Ryan, 2005), Presenta un artículo de producción de un compostaje a partir de desechos de uva; en la que se realizaron la producción de un abono orgánico, a partir de desechos generados en el procesamiento de la uva, en la producción de vino (escobajo de uva). Para tal efecto se implementó un proceso de biodegradación aeróbica (compostaje) del escobajo de la uva recién prensada, sola y con adición de gallinaza como activadora de la biotransformación. La modificación del material original se siguió con la medición de los parámetros indicadores de un proceso eficiente: Temperatura pH, porcentaje de humedad, densidad y relación carbono – nitrógeno. Los resultados mostraron que la

gallinaza no es indispensable para lograr un compost eficiente con este tipo de desecho. Además las características físicas y organolépticas del producto obtenido aireado con y sin gallinaza, evidencian un compostaje óptimo. Por otro lado el pH alcanzado cercano a la neutralidad le confiere características adecuadas para ser usado como acondicionador de suelos para cultivos.



# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

# CAPITULO I

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 ACTIVIDAD VITIVINÍCOLA

### 1.1.1 VINOS Y PISCOS EN EL PERÚ

Morón, (2017), refiere que, la actividad vitivinícola en el Perú data desde tiempos muy remotos ya que en un espacio de las crónicas del Inca Garcilaso de la Vega, menciona que en 1555 se cultivaba la vid en el valle de la Convención - Cusco y que el primer vino fue elaborado en la hacienda Marcahuasi del Cusco, propiedad de Pedro López de Cazalla, además manifiesta que, Francisco de Caravantes, natural de Toledo - España, trajo la vid desde las Islas Canarias del tipo "prieta"; entre tanto, Felipe Guamán Poma de Ayala comenta, la producción de vinos y el comercio de Camaná, Pisco, Ica; también refiere a Nasca indicando el problema de la declinación de producción del vino en Arequipa en el año 1600. Según las crónicas, en 1550 registra la existencia cultivos de la vid en varias regiones del Perú; en 1560 ya existía la comercialización de los "vinos de la tierra"; a finales del siglo XVI, se producía aguardiente a partir de uva, la que se embarcaba por el puerto de Pisco; ya, en el siglo XVII los vinos y agua ardientes logran gran distinción; existió decadencia en ambas bebidas por razones sociales y naturales; pero a mediados del siglo XX se produce la revitalización; los viticultores buscan primero mejorar la calidad y luego expandir la frontera vitivinícola; actualmente, tanto el vino como el pisco peruano han recobrado su prestigio y han sido reconocidos a través de premios nacionales e internacionales (Huertas Vallejos, 2004).

La actividad vitivinícola inicia con la instalación de los viñedos y entre lo que más destaca es la composición química del suelo, puesto que ella determina la calidad de uva ya sean de vinos o piscos; La teoría de algunos expertos dice que un suelo idóneo, es el que proporciona vinos completos y equilibrados, la misma que debería contener arcilla en un 20%, sílice en un 10%, hierro en otros 10% y caliza en el restante 40%; en tal sentido

el suelo es el alimento de la vid y, por tanto, se reflejará en su fruto (la uva) (Segarra, O 2007).

### 1.1.2 PRODUCCIÓN DE PISCOS Y VINOS Y GENERACIÓN DE ORUJO DE UVA EN MOQUEGUA

Se menciona que el orujo representa aproximadamente el 20% del peso de uvas procesada (Schieber et al., 2001) y Morón (2017) menciona que se necesita en promedio 7 - 8 kg de uva para producir una botella de pisco; la relación de botella se puede corroborar con lo mencionado por BetalleLuz (2009), quien especifica la necesidad de 8.8679 kg de uva/L de pisco cuando son procesados sin maceración y de 5.8726 kg de uva/litro de pisco cuando son procesados con maceración.

Basados en estudios anteriores y de acuerdo al padrón de productores de la industria vitivinícola para la provincia de Mariscal Nieto – Moquegua (cuadro 1, 2), se puede precisar la cantidad de orujo aproximado que se genera en la localidad de Moquegua según el consolidad del cuadro 3 alrededor de 610 720 kg de uva para producir 76 340 L de pisco, sí se propone que para producir se requiere 8 kg de uva/1 L de pisco, en ese sentido el 20% de orujo es 122 144 kg de orujo; esta cantidad precisa sin considerar el provenientes de la producción de vinos, cuya producción alcanza en 75 480 L de vino (cuadro 4).

Por lo general, éste orujo es llevado a la prensa para sacarle la última gota de jugo y en seguida, lo botan o es llevado al corral para que lo coman los animales (Morón, 2017), también se puede quemarse para producir energía, además, el orujo de uva presenta algunas características contaminantes como son un bajo pH y un alto contenido en sustancias fenólicas fitotóxicas y antibacterianas, que dificultan su degradación biológica (Diaz, 2009) o simplemente conducidos a los espacios agrícolas sin el mínimo tratamiento adecuado.

## Cuadro 1. Producción de piscos en litros campaña 2015

### Productos registrados: con denominación de origen

| N° | NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | NOMBRE DE BODEGA | PISCO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Aromático | No Aromático | Acholado | Mosto Verde | Total |
| 1 | Antonio Blondi e Hijos | Bodega Blondi | 28920 | 6900 | 5110 | 2110 | 43040 |
| 2 | Felix Antonio Percy Atencio Berroa | Bodega Atencio | 1500 | 800 | 2000 | | 4300 |
| 3 | Sucesion Parras Ascona, Teofilo | Bodeha Parras y Reyes | 1200 | 3100 | | | 4300 |
| 4 | Tomas Salas Alarcon | Bodega el Mocho | 1700 | 1200 | 500 | | 3400 |
| 5 | German Zapata Moscoso | Bodega Omo Zapata | 0 | | | | 0 |
| 6 | Anibal Campano Valdivia | Bodega Campano | 1500 | 1000 | 2000 | | 4500 |
| 7 | Cirilo Cutipa Quenaya | Bodega "Lucho's' | 600 | | | 600 | 1200 |
| 8 | Victor Paredes Rivero | Bodega Chirivaya S.A.C. | 1000 | 2000 | 2000 | | 5000 |
| 9 | Victor Paredes Salazar | Bodega Santa Rosa | 1000 | | | | 1000 |
| 10 | Agroinduatrias Mokewua S.C.R.L | Bodega "Lopez" | 500 | 300 | | | 800 |
| 11 | Centro de Formacion Agricola Moquegua | CFAM | 300 | | | | 300 |
| 12 | Mateo Lindolfo Cornejo Zuñiga | Bodega Cornejo | 0 | | | | 0 |
| 13 | Luis Colana Chavez | Bodega Agroind.Colana | | 1500 | | | 1500 |
| | **TOTAL** | | **38220** | **16800** | **11610** | **2710** | **69340** |

Fuente: Dirección Zonal de PRODUCE - Moquegua

**Cuadro 2. Producción de pisco en litros campaña – 2015**

**Productos registrados: sin denominación de origen**

| N° | NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | NOMBRE DE LA BODEGA | TIPOS DE PISCO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Aromático | no Aromático | Acholado | Mosto Verde | TOTAL |
| 1 | Oscar Villegas Prod. Norvil | BODEGA NORVIL VILLEGAS | | | | | 0 |
| 2 | Camilo Valdivia Rivero | BODEGA VALDIVIA | | | | | 0 |
| 3 | Luis Colana Chavez | AGROINDUSTRIA COLANA | | | | | 0 |
| 4 | Luis Herrera Zegarra | LUIS HERRERA ZEGARRA | 200 | | | | 200 |
| 5 | Gladys Cusiramos de Reynoso | BODEGA RAYITO DE SOL | | 3000 | | | 3000 |
| 6 | Sumilda Luicila Merma Mamani | BODEGA MANCHEGO TICONA | 1000 | 1000 | | | 2000 |
| 7 | Oscar Cuaila Tala | BODEGA SAN JULIAN | 800 | | | | 800 |
| 8 | Feliz Merma Mamani | AGROINDUSTRIAS TICONA S.A.C | 0 | | | | 0 |
| 9 | Gilberto Sueros Bella | GILBERTO SUEROS BELLA | 500 | | 500 | | 1000 |
| | **TOTAL** | | **2500** | **4000** | **500** | **0** | **7000** |

Fuente: Dirección zonal de PRODUCE - Moquegua

**Cuadro 3. Producción de pisco en litros campaña – 2015**

| N° DE ORDEN | RESUMEN DE PRODUCCIÓN | | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1 | Productores con denominación de origen | Producción total | 69340 |
| 2 | Productores sin denominación de origen | Producción total | 7000 |
| | PRODUCCIÓN TOTAL | | 76340 |

Fuente: Dirección Zonal de PRODUCE - Moquegua

**Cuadro 4. Producción de vinos en litros campaña – 2015**

| N° | NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | NOMBRE DE LA BODEGA | PRODUCCIÓN DE VINO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | BLANCO | | TINTO | | DULCE | TOTAL |
| | | | Semi seco | Seco | S.s | Seco | | |
| 1 | Sucesion Parras Ascona Teofilo | PARRAS Y REYES | | | 28000 | 1380 | | 29380 |
| 2 | Felix Antonio Percy Atencio Berroa | BODEGA ATENCIO | | | 2000 | 1000 | | 3000 |
| 3 | Tomas Salas Alarcon | ' EL MOCHO ' | | | 10500 | | | 10500 |
| 4 | Cirilo Cutipa Quenalla | ' LUCHO' S' | | | 3000 | 600 | | 3600 |
| 5 | Victor Paredes Rivero | AGROINDUSTRICIAS CHIRIBAYA | 1000 | | 1000 | | | 2000 |
| 6 | Anibal Campano Valdivia | BODEGA CAMPANO S.R.L | 500 | | 2500 | 2500 | | 5500 |
| 7 | Luis Herrera Zegarra | EMPR.INDUS. | | | 100 | 200 | | 300 |
| 8 | Mateo Lindolfo Cornejo Zuñiga | BODEGA CORNEJO | 0 | | | | | 0 |
| 9 | Pedro Lopez Rueda | 'LOPEZ' | 0 | | 4000 | | | 4000 |
| 10 | Oscar Cuayla Tala | SAN JULIAN | | | 1200 | | | 1200 |
| 11 | Sumilda Lucila Merma Mamani | BODEGA MANCHEGO | 1600 | | 2800 | | 1000 | 5400 |
| 12 | Gladys Cusiramos de Reynoso | BODEGA RAYITO DE SOL | | | 4000 | | 1000 | 5000 |
| 13 | Luis Vicente Colana Chavez | AGROINDUSTRIAS COLANA S.A.C | | | | | | 0 |
| 14 | Cesar Biondi Cosio | A BIONDI E HIJOS S.C | | | | | 1200 | 1200 |
| 15 | Juan Pedro Coaila Catacora | EL VIEJO MOLINO | | | 2600 | 600 | | 3200 |
| 16 | German Zapata Moscoso | BODEGA OMO ZAPATA | | | 1200 | | | 1200 |
| | **TOTAL** | | **3100** | | **62900** | **6280** | **3200** | **75480** |

Fuente: Dirección Zonal de PRODUCE – Moquegua

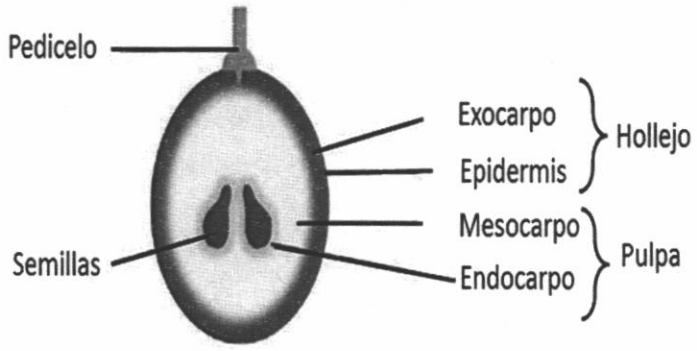
### 1.1.3 ORUJO DE UVA

Las uvas (Vitis sp., Vitaceae) son el cultivo de fruta más grande del mundo y el orujo representa aproximadamente el 20% del peso de uvas procesadas y una gran variedad de productos se obtiene a partir del orujo de uva tales como etanol, tartratos, ácido cítrico, aceite de semilla de uva, hidrocoloides y fibra dietaría; además se han encontrado compuestos como antocianinas, catequinas, flavonol glucósidos, ácidos fenólicos y alcoholes (Schieber et al., 2001).

La producción vinícola genera diferentes tipos de residuos con altos contenidos en compuestos biodegradables. Numerosas investigaciones científicas han dejado ya claro que de la fermentación del bagazo, los brotes de sarmiento y los posos, en función del microorganismo utilizado, puede obtenerse ácido láctico, bioemulsionantes, biosurfactantes, (tensoactivos, utilizados en la fabricación de detergentes), xylitol, etanol y otros compuestos. Además, el bagazo y las semillas son ricos en compuestos fenólicos, que tienen propiedades antioxidantes, y la vinaza - vino que se saca de los últimos posos - contiene ácido tartárico que puede ser extraído y comercializado (Comas, V. 2012).

Hamasaki (2016), refiere en su publicación que, el orujo trasciende de la uva, que viene a ser el fruto de la vid; cada grano de uva se compone básicamente de cuatro elementos que tienen las siguientes características, composición e importancia.

**Figura 1. Baya de Uva**




Fuente: Hamasaki, S. 2016

**El pedicelo**

Soporta al grano y sirve como canal alimenticio; está compuesto básicamente por taninos.

**La piel u Hollejo**

En su exterior el grano está recubierto por una epidermis que se ablanda y adelgaza con la maduración. El hollejo aporta también una gran cantidad de taninos, además de otras sustancias como ácidos, celulosa, sustancias aromáticas, entre otras. Otra de las sustancias esenciales contenidas en la piel es la pruina, que no es más que un residuo adherido a la piel del grano de uva en forma de "polvillo" de color claro y que resulta fundamental para la elaboración del vino, pues contiene las levaduras que iniciaran la fermentación espontanea del vino.

**Las pepitas o semillas**

Las pepitas son muy ricas en taninos además de otras sustancias como ciertos aceites secantes. Normalmente cada grano suele contener cuatro pepitas aunque sólo dos desarrolladas.

**La pulpa**

La pulpa o masa blanda incolora y jugosa, que ocupa toda la parte interna del grano está formada básicamente por un 80% de agua, si bien contiene también muchos otros componentes como distintos minerales, azúcares y ácidos (málico y tartárico). No contiene taninos.

El orujo de uva está formado por la piel, las semillas y el raspón, su composición química es bastante compleja: alcoholes, ácidos, aldehídos, ésteres, polifenoles, sustancias minerales, azúcares, etc. En su composición incluye carbohidratos, fibra, grasas, proteínas y sales minerales. El aprovechamiento del orujo es muy diverso: En Francia lo usan para extraer el ácido tartárico, también es usado como forraje ya que tiene un valor alimenticio aproximadamente igual a la mitad del de la alfalfa, el orujo

fermentado una vez ha sido destilado, constituye un abono excelente, es utilizado en la producción de alcohol (Baraybar, A & Monje, C. 2017); También se ha empleado para la extracción del aceite a partir de sus semillas; se pueden obtener subproductos de alto valor añadido que pueden utilizarse con fines farmacológicos como son los compuestos antioxidantes; que se utilizan para prevenir o reducir el deterioro de los alimentos y para tratar enfermedades degenerativas humanas y están presentes tanto en la uva como en los residuos obtenidos del proceso de elaboración del vino (Diaz, 2009). El orujo de uva está compuesto por celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas, tal como se observa en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Composición química del orujo de uva rojo**

| Compuesto | Orujo de uva rojo % en base seca |
|---|---|
| Celulosa | 14.5 |
| Hemicelulosa | 10.3 |
| Lignina | 17.2 |
| Cenizas | 8.0 |

Fuente: Baraybar, A & Monje, C. 2017

Schieber et al., (2001), menciona que, el orujo de uva Chardonnay, tiene 17 tipos de compuestos polifenólicos, es fuente de dos flavonoides, además de Catequina, epicatequina, galato de epicatequina y epigalocatequina, que se constituyen como las principales unidades constitutivas de taninos de la piel de uva. Desde un punto de vista nutricional, los fenólicos son altamente valiosos ya que son absorbidos en gran medida. La actividad antioxidante del orujo de uva ha llevado al desarrollo de un nuevo concepto de fibra dietética antioxidante. El secado de orujo a altas temperaturas, puede causar una reducción significativa de polifenoles extraíbles y también pueden afectar la actividad antioxidante y la capacidad de captación de radicales libres. El grupo de compuestos

pertenecen los polifenoles antioxidantes como antocianinas y flavonoles que también se han extraídos a partir del orujo de uva (Díaz, 2009). El cuadro 6 se observa la composición fisicoquímico de hollejo de distintas variedades de uva.

**Cuadro 6. Caracterización fisicoquímica del hollejo de variedades de uva**

| Autor | Año | Variedad de uva | Humedad (%) | Ceniza (%) | Grasa (%) | Proteína (%) | Fibra (%) | Carbohidrato (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mieres et all | 2010 | Negra criolla | 51.888 | 3.280 | 4.435 | 10.44 | 25.12 | 33.24 |
| Salinas, N. | 2013 | Uva tinta | 4.9 | 14.1 | 7.9 | 11.0 | 42.2 | |
| Salinas, N. | 2013 | Uva Blanca | 5.3 | 4.6 | 3.4 | 6.4 | 24.2 | |
| Fernandez, D. | 2013 | Negra criolla | 73.31 | 0.85 | 1.21 | | 7.51 | |

Fuente: Comas, V. 2012

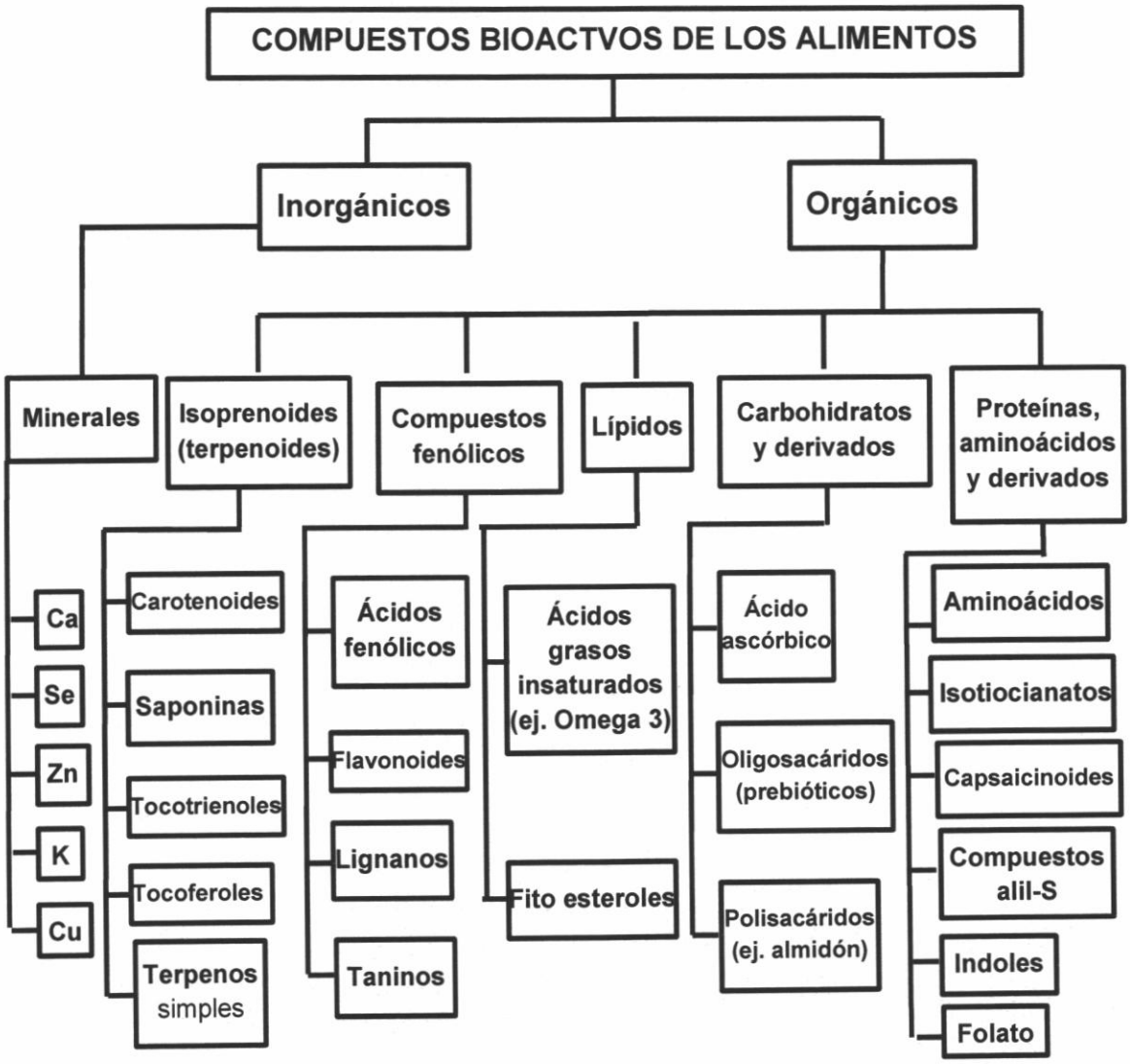
## 1.2 SUSTANCIAS EXTRAÍBLES DE LOS RESIDUOS VEGETALES

Los tejidos vegetales están compuestos mayoritariamente de lignocelulosa y pectina, en proporciones inferiores se encuentran otro tipo de moléculas que también pueden ejercer cierta influencia en las características de estos materiales. Es el caso de las sustancias extraíbles, compuestos de bajo peso molecular que, de forma global, no suelen suponer más del 50% en relación al total de materia seca. Se consideran como tales resinas ácidas, triglicéridos, ácidos grasos, esteroles, alcoholes grasos, ésteres esterílicos, terpenos, ceras alcanos y compuestos de naturaleza fenólica (Vargas, M. et al., 2014)

### 1.2.1 COMPUESTOS BIOACTIVOS.

Los compuestos bioactivos son conocido por sus diversos efectos beneficiosos sobre la salud humana, entre ellas como antioxidante, cardioprotector, antiinflamatorio, antimicrobiano, antienvejecimiento y anticancerígeno

**Figura 2. Compuestos Bioactivos de los Alimentos**




**Fuente:** (Cámara, H., 2003)

Por ejemplo los polifenoles, los compuestos triterpenoides (por ejemplo, ácido ursólico) pueden también estar presente; estos compuestos tienen un alto potencial para aplicaciones médicas ya que poseen antidiabéticos, antiinflamatorios, antioxidantes, inmunomodulador, hepatoprotector y gastroprotector propiedades, siendo el ácido

ursólico una de las sustancias prometedoras de origen natural en la prevención y terapia del cáncer; por lo que, un aislamiento eficiente y una mayor utilización de componentes bioactivos de la uva y sus productos viene llamando la atención en la última década (Pintać et al., 2018).

### 1.2.2 COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de sustancias con diferentes estructuras químicas y actividad. Son constituyentes importantes de las plantas y que a su vez les otorga múltiples efectos benéficos. Están presentes generalmente en forma de glucósidos en las frutas, hierbas, vegetales, cereales y otros materiales. Lo que ha permitido su utilización por la industria alimentaria no solo por las características organolépticas que le confieren a los alimentos sino porque retardan la oxidación de los lípidos y mejoran la calidad nutricional de los alimentos. (Muñoz A. Ramos F., 2007).

Los compuestos fenólicos o polifenoles constituyen un grupo considerable de compuestos que pueden definirse, de una forma concisa y desde el punto de vista químico como compuestos orgánicos presentes en la naturaleza que poseen, al menos, un anillo aromático, con uno o más grupos hidroxilo unidos a él (esos grupos funcionales pueden ser sustituidos por esteres, metil-ester, glicosidos, etc.), aunque una definición más precisa se basa en su origen metabólico como aquellas sustancias derivadas del metabolismo de la ruta del shikimico y de los fenil propanoides (D. Ryan, K. Robards, 1998).

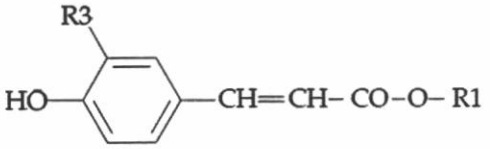
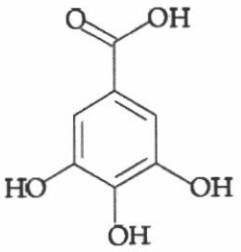
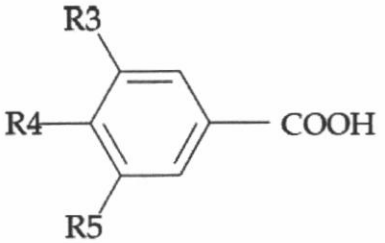
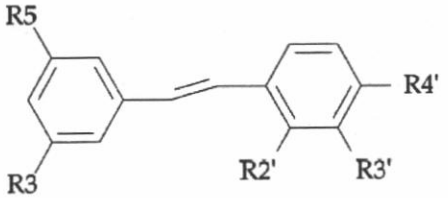
#### 1.2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.

##### 1.2.2.1.1 NO FLAVONOIDES.

Los no flavonoides se subdividen en compuestos como los ácidos fenólicos, estilbenos y taninos hidrosolubles, los ácidos fenólicos distinguen dos familias distintas, la serie benzoica y la serie cinámica que se pueden encontrar en forma libre o esterificada

con azucares. La actividad antioxidante de los ácidos fenólicos se debe también a los hidrógenos fenólicos, la posición de los grupos hidroxilo y el grado de hidroxilación determina en gran medida la actividad antioxidante, la presencia de un segundo grupo hidroxilo aumenta la capacidad antioxidante (García, 2005).

**Cuadro 7. Clasificación de Polifenoles no flavonoides**

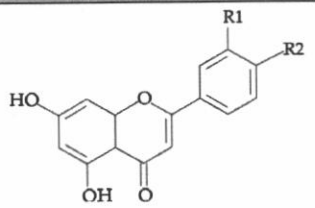
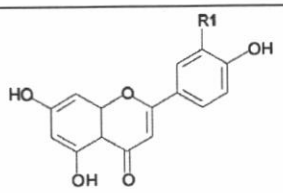
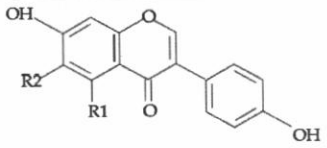
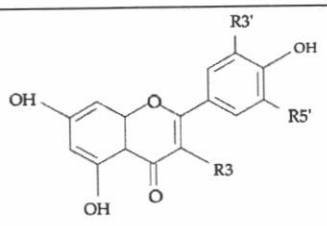
| Tipos | Estructura química | subtipos |
|---|---|---|
| **Ácidos Hidroxicinámicos** |   | Ácido Cafeoil Tartárico<br>Ácido Feruloil Tartárico |
| **Taninos Hidrolizables** |   | Galotanino<br>Elagitaninos<br>Epigalotanino |
| **Ácidos Hidroxibenzoicos** |   | Ácido Gálico<br>Ácido Vanílico<br>Ácido siríngico |
| **Estilbenos** |   | Resveratrol<br>Piceido<br>Piceatanol<br>δ-viniferina<br>α-viniferina<br>ε-viniferina |

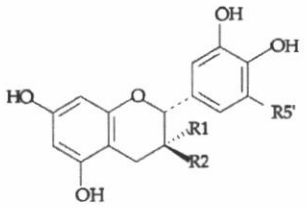
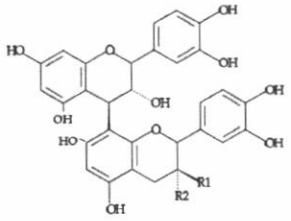
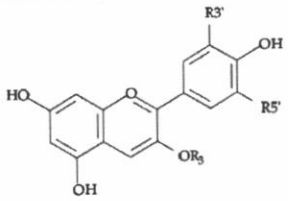
(Martínez-Flórez y col., 2002).

### 1.2.2.1.2 FLAVONOIDES

Se han descrito más de 4000 flavonoides (C6 - C3 - C6) diferentes que se clasifican en varias familias según cambios en su estructura básica. Los flavonoides es el grupo más ampliamente distribuidos (flavonas, flavonoles, isoflavonas, flavanonas, antocianinas y flavonoles) estos son constituyentes naturales de los alimentos vegetales y proporcionan, en gran medida, el flavor, color y textura de estos alimentos. Los flavonoides más abundantes en los vegetales son los flavonoles y las flavonas (Pokorny et al., 2005).

**Cuadro 8. Clasificación de Polifenoles flavonoides.**

| Tipos | Estructura química | Subtipos |
|---|---|---|
| **Flavanonas** |  | Naringenina<br>Hesperetina<br>Pinocembrina |
| **Flavonas** |  | Apigenina<br>Luteolina |
| **Isoflavonas** |  | Daidzeína<br>Genisteína |
| **Flavonoles** |  | Kaempferol<br>Quercetina<br>Miricetina |

| | | |
|---|---|---|
| **Flavanoles**<br>Flavan-3-oles |  | Catequina<br>Epicatequina<br>Galocatequina |
| Proantocianidinas |  | Catequina-<br>Epicatequina<br>Epicatequina-<br>Catequina |
| **Antocianos** |  | Cianidina<br>Delfinidina<br>Malvidina |

(Martínez-Flórez y col., 2002).

### 1.2.2.1.3 ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.

Los antioxidantes pueden clasificarse en naturales o sintéticos estando algunos de estos últimos en desuso debido a los estudio que les atribuyen efectos cancerígenos, este hecho ha despertado un creciente interés en el estudio de los antioxidantes naturales entre los que se encuentran distinto de compuestos polifenólicos. La capacidad antioxidante descrita por distintos polifenóles se puede considerar como la actividad biológica responsable del efecto preventivo que se les atribuye sobre determinadas enfermedades (Martínez et al., 2000).

Los polifenoles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza y por ende, en la dieta, su estructura química los hace ser potentes antioxidantes, que se basa en su capacidad secuestradora de radicales libres, quelación de metales e inhibir oxidasas (Leighton y Urquiaga, 1998). Su estructura química es la ideal para reaccionar

con los radicales libres y formar un radical intermedio más estable y menos reactivo (Ugartondo, 2009).

### 1.2.2.2 MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS POLIFENOLICOS.

Dentro de los métodos para la cuantificación y/o identificación de compuestos polifenólicos se encuentran las técnicas espectrofotométricas, ensayos ultravioleta y cromatografías (Martínez et al., 2007).

**a) Técnicas espectrofotométricas.**

Para determinar polifenóles en alimentos destacan el ensayo de Folin - Ciocalteu para la cuantificación de polifenóles totales, esta técnica llegó a ser la más utilizada para determinar de manera cuantitativa a los polifenóles. Este método consiste básicamente en generar cierto color a través de la adición del reactivo de Folin - Ciocalteu en un medio alcalino a una determinada muestra.

**b) Ensayos ultravioleta.**

Se han realizado numerosos estudios para determinar y/o desarrollar técnicas rápidas de cuantificación de compuestos fenólicos mediante ensayos ultravioletas, cada grupo de compuestos fenólicos se caracterizan por tener uno o más absorbancias máximas a distintas longitudes de onda dentro del espectro ultravioleta. Una de las técnicas más empleadas dentro de este grupo es la determinación del ácido cloro génico, el cual se cuantifica después de su extracción con etanol y posterior lectura de la absorbancia máxima a una longitud de onda de 325 - 328 nm.

**c) Técnicas cromatografías.**

Las técnicas cromatografías han permitido la separación, aislamiento, purificación e identificación de compuestos fenólicos así como el estudio de la interacción de los polifenoles y otros componentes de los alimentos. Hoy en día

las técnicas de cromatografía liquida de alta resolución (HPLC) son las más empleadas para la separación y cuantificación de compuestos fenólicos. Existen distintos soportes y fases móviles que permiten el análisis de antocianinas, procianidinas, flavonas y ácidos fenólicos. Mediante del empleo HPLC, se puede determinar un gran número de polifenóles de interés nutricional como fenoles simples, ácidos fenólicos y sus derivados, los distintos flavonoides; sin embargo esta técnica requiere la utilización de métodos de extracción adecuados a cada uno de los compuestos a analizar.

### 1.2.3 ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS.

Los antioxidantes son componentes protectores que consisten en un arreglo enzimático y nutrientes escenciales (como vitaminas, pigmentos) cuya función principal es prevenir la formación de radicales libres e interceptar los que ya se han generado (Shi, 2001).

#### 1.2.3.1 IMPORTANCIA DE LOS ANTIOXIDANTES.

Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas de las reacciones en la cadena (Velioglu et al., 1998). El antioxidante dona los átomos del hidrogeno a los radicales libres, así inhiben la propagación de la reacción en cadena (Shahidi y Janitha, 1992).

#### 1.2.3.2 ANTIOXIDANTES NATURALES.

Existen antioxidantes naturales contenidos en los alimentos y también sintéticos, elaborados por la industria y adicionados a los alimentos. En particular, los antioxidantes naturales que pueden ser hidrosolubles y liposolubles, pueden funcionar como compuestos reductores, interrumpen la cadena de formación de radicales libres, inhiben

o impiden la formación de oxígenos libres e inactivan los metales pro-oxidativos. Los radicales libres se forman en el organismo mediante la respiración aeróbica y existen en diferentes formas como: anión superoxido, hidroxilos, peróxidos, y alcóxilos. Son dañinos ya que pueden reaccionar con componentes celulares importantes como el ADN o las membranas. (Shi, 2001).

### 1.2.3.3 EFECTO SINÉRGICO DE LOS ANTIOXIDANTES.

La mayoría de los antioxidantes utilizados en la actualidad, son compuestos fenólicos, es conocido que la combinación de varios antioxidantes resulta más efectiva, ya que refuerzan la acción de preservación, a esta acción se le denomina "efecto sinergista". Bajo esta denominación se comprende sustancias que refuerzan la acción de los antioxidantes (Belitz y Grosh, 1998).

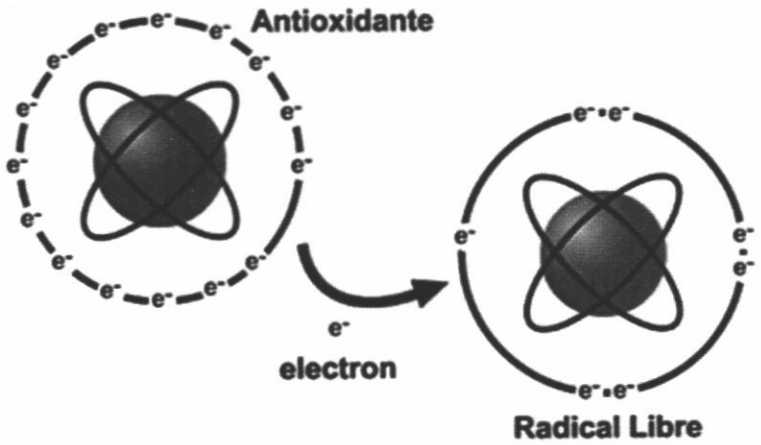
### 1.2.3.4 RADICALES LIBRES.

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que este a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos (Avello y Suwalsky, 2006).

Cuando el aumento del contenido intracelular sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se procede el estrés oxidativo, a través del cual se induce daño a moléculas biológicas como lípidos, glucósidos, proteínas y ácidos nucleícos. El estrés

oxidativo se presenta en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentado el desarrollo de enfermedades degenerativas como la ateroesclerosis cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer (Avello y Suwalsky, 2006).

**Figura 3. Transformación de radicales libres**




**Fuente:** (Avello y Suwalsky, 2006)

### 1.2.4 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

**a. FRAP (Poder reductor férrico/antioxidante)**

El análisis se basa en el poder reductor de un antioxidante que reduce el ion férrico (Fe+3) al ion ferroso (Fe+2). De este modo se genera una coloración de intensidad proporcional a la actividad reductora de la muestra, la capacidad para reducir el hierro se considera un índice del poder antioxidante de la muestra. El ensayo FRAP es sencillo y fácilmente automatizable. Es rápido, generalmente la reacción se completa entre 4 y 8 minutos (Prior et al., 2005).

**b. ORAC (capacidad de absorbancia del radical oxigeno).**

Consiste en la cuantificación de la capacidad antioxidante mediante la inhibición del ataque radicalario a la fluorescencia por parte del radical (AAPH) 2,2- azobis-2-methyl-propanimidante, dihydrachloride. (Arrete, 2007).

**c. ABTS (acido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonico)).**

Este método es muy usado para materiales biológicos, compuestos puros o extractos de plantas de naturaleza hidrofilia y lipofilica para poder llevar a cabo el método ABTS se tiene que formar el radical catión ABTS., generando en medio de una reacción que puede ser química (dióxido de magnesio, persulfato de potasio) o enzimática (peroxidasa mioglobulina), el radical catión ABTS. Posee una coloración verde – azulado (Kuskoskil et al., 2005).

**d. DMPD (diclorhidrato de N, N-dimetil – p – fenilendiamina).**

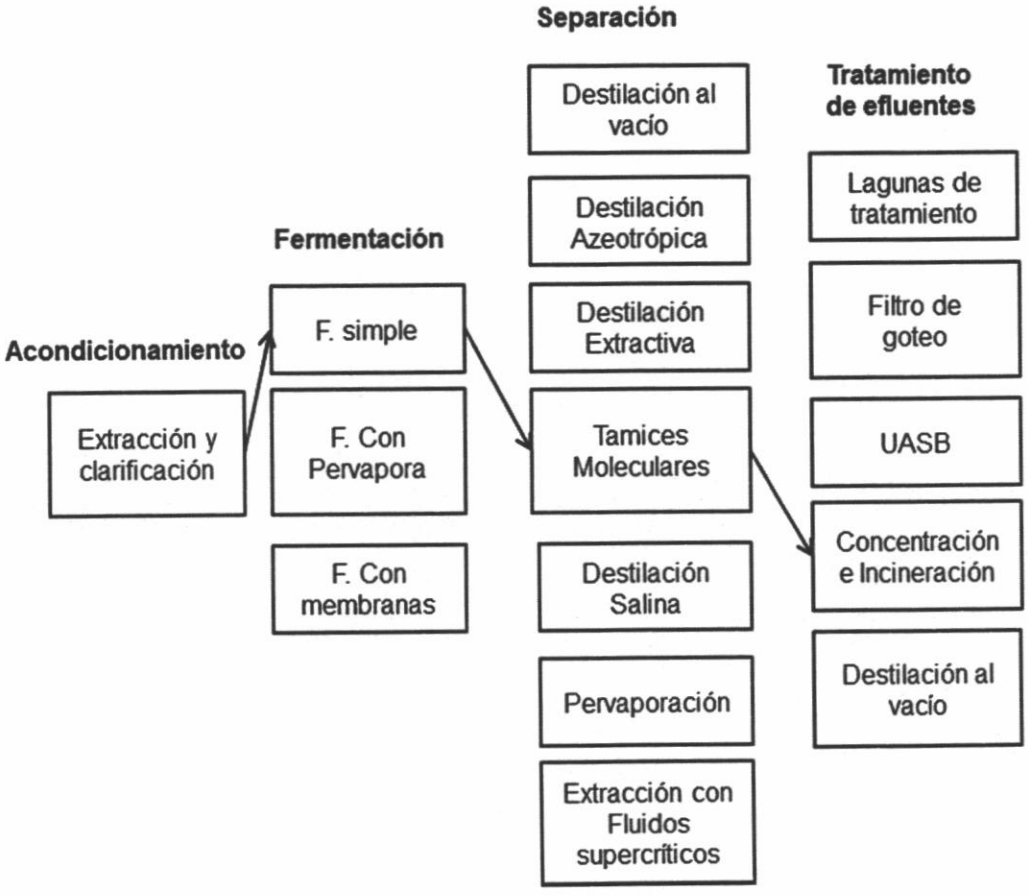
Este método se basa en la reacción del radical catión DMPD por los antioxidantes de la muestra. La generación de este radical requiere un pH adecuado (5.25) y la adición de una solución de cloruro férrico. La absorbancia del radical se determina a 505 nm y los compuesto antioxidantes una vez adicionados, son capaces de transferir un átomo de H+, provocando su de coloración, se disuelve en medio acuoso (Arrete, 2007).

Para el caso de orujo de uva la extracción pasa por una operación de desmenuzado con una mezcla de acetato de etilo y agua las que producen compuestos fenólicos, mostrando actividades antioxidantes comparables a BHT en la prueba de Rancimat. El uso de solventes sobrecalentados para la extracción de fenólicos de orujo de uva también ha sido recientemente descrito. Semillas de uva son fuentes ricas en polifenoles, especialmente de procianidinas, que se ha demostrado que actúan como antioxidantes y por ende promotores de la salud; el hecho de añadir cantidades suplementarias de las semillas de uva al jugo de uva aumentan la catequina y la procianidina contenido propio de los vinos (Schieber et al., 2001).

## 1.3 OBTENCIÓN DE ETANOL

La lignocelulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas, esta biomasa producida por la fotosíntesis es la fuente de carbono renovable más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía. El principal impedimento tecnológico para la utilización de la biomasa vegetal es, en general, la ausencia de una tecnología de bajo costo dirigida a la recalcitrancia de la lignocelulosa. Se han desarrollado diversos métodos que mejoran la hidrólisis de la lignocelulosa, como los pretratamientos fisicoquímicos y biológicos. La finalidad del pretratamiento es remover la lignina, hidrolizar la hemicelulosa a azúcares fermentables, y reducir la cristalinidad de la celulosa para liberar la glucosa (Cuervo, Folch-Mallol, & Quiroz Castañeda, 2018).

**Figura 4. Producción de etanol carburante a partir de Caña de Azúcar**




**Fuente:** (Cardona et al., 2005)

Actualmente el biocombustible más importante es el etanol, producto 100% renovable obtenido a partir de cultivos bioenergéticos y biomasa. El etanol carburante es utilizado para oxigenar la gasolina, permitiendo una mejor oxidación de los hidrocarburos y reduciendo las emisiones de monóxido de carbono, compuestos aromáticos y compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera. El uso de alcohol etílico como combustible no genera una emisión neta de CO2 sobre el ambiente debido a que el CO2 producido en los motores durante la combustión y durante el proceso de obtención del etanol, es nuevamente fijado por la biomasa mediante el proceso de fotosíntesis. Entre los cultivos bioenergéticos más usados para la producción de etanol la caña de azúcar es la materia prima más utilizada en países tropicales tales como Brasil e India. En Norte América y Europa el etanol carburante se obtiene del almidón presente en el maíz y los cereales (Cardona et al., 2005).

El proceso de obtención de etanol a partir de caña de azúcar comprende la extracción del jugo de caña (rico en azúcares) y su acondicionamiento para hacerlo más asimilable por las levaduras durante la fermentación. Del caldo resultante de la fermentación debe separarse la biomasa, para dar paso a la concentración del etanol mediante diferentes operaciones unitarias y a su posterior deshidratación, forma en que es utilizado como aditivo oxigenante. El jarabe de glucosa resultante es el punto de partida para la fermentación alcohólica donde se obtiene una solución acuosa de etanol que debe ser enviada a la etapa de recuperación de producto, tal como en el caso de la caña de azúcar (Cardona et al., 2005).

### 1.3.1 FERMENTACIÓN

Se lleva a cabo la fermentación de glucosa y una parte de la fructosa en etanol y dióxido de carbono, mediante la levadura Saccharomyces cerevisiae que es continuamente recirculada desde una centrífuga ubicada aguas abajo del fermentador.

Además de la producción de etanol se tiene en cuenta la producción en forma estequimétrica de biomasa y otras sustancias como acetaldehído, glicerol y alcoholes de fusel. Los gases formados en la fermentación son retirados y enviados a una torre de adsorción en la cual se debe recuperar el 98% en masa del etanol arrastrado (Cardona et al., 2005).

La fermentación de azúcares es una de las aplicaciones de la biotecnología más antigua y de gran importancia económica. La bioproducción de etanol como carburante presenta también interés comercial y ecológico, como alternativa a los combustibles tradicionales, más caros y con mayores riesgos de contaminación ambiental (Villar, 1992).

Las levaduras son hongos unicelulares capaces de producir, en su metabolismo, grandes cantidades de etanol, tolerarlo y seguir desarrollándose a concentraciones a las que otros microorganismos son incapaces de sobrevivir. Las levaduras han sido utilizadas empíricamente desde tiempos muy remotos por las civilizaciones humanas. Saccharomyces cerevisiae es la especie de levadura que ha sido empleada empíricamente desde tiempos muy antiguos en la obtención de bebidas alcohólicas. La fermentación alcohólica implica la degradación de las hexosas, por la vía glicolítica, hasta piruvato y, posteriormente la actuación de las llamadas enzimas alcohologénicas, que producen etanol como producto final de la fermentación, regenerando el poder reductor, en forma de $NAD^+$ (Villar, 1992).

#### 1.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Según Menéndez (2012), las reacciones de fermentación se pueden clasificar de acuerdo con el agente que intervenga en el proceso y atendiendo al consumo de oxígeno del mismo, de la siguiente manera:

**Según el agente:**

**Fermentación microbiana:** Catalizada por microorganismos. La reproducción de los microorganismos conlleva a que la reacción tenga un comportamiento autocatalítico siendo la concentración de los microorganismos variable.

Dentro de este tipo de reacción hay dos clases bien definidas:

- Cultivos de tejidos o microorganismos (células vegetales y animales).
- Reactores microbianos en sí (cultivo de microorganismos).

Reacciones enzimáticas: Catalizadas por enzimas. El agente catalítico no se reproduce y cuando se opera discontinuamente, éste permanece constante.

**Según el consumo de oxígeno:**

**Aeróbicas:** Los microorganismos necesitan del oxígeno para poder sobrevivir.

Ejm. Reacción de transformación de la glucosa

$$O_2 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CO_2 + \text{BIOMASA}$$

Anaeróbicas: Los microorganismos no necesitan de oxígeno para su supervivencia.

Ejm. Reacción de transformación de la glucosa por vía glucolítica.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + CO_2 + \text{ENERGÍA}$$

### 1.3.2 DESTILACIÓN

La destilación es una operación unitaria de separación de mezclas líquidas utilizada desde tiempos muy antiguos especialmente para bebidas alcohólicas; su utilización abarca la industria del petróleo, solventes, productos farmacéuticos y petroquímica, constituyéndose en una operación muy importante, con gran desarrollo tecnológico, con respaldo de la termodinámica molecular y con avances importantes en el

diseño, construcción, automatización y simulación de equipos de destilación (Arias, 2011).

La obtención de alcohol por fermentación y destilación provee los medios para separar el alcohol etílico del vino; sin embargo, la destilación se caracteriza por consumir cantidades significativas de energía (vapor y agua), puesto que los procesos de destilación de alcohol representan más del 50% de todo el calor generado en la combustión; también existen estudios que mencionan que, la fermentación gasta 240 kcal/L y la destilación 2750 kcal/L, donde la columna destiladora consume un poco más de vapor que la columna rectificadora (Pérez, 2005); esto quiere decir que la separación relativa de los componentes volátiles presentes en una mezcla líquida basado en el agente de separación tipo térmico, la cual permite generar la fase vapor a partir de la fase líquida por inyección térmica, promoviendo el desplazamiento y separación del componente más volátil en la fase vapor, la cual luego de pasar por un condensador se recoge como destilado. Por lo tanto, la destilación es una operación de transferencia de calor y masa en acción simultánea (Arias, 2011). La separación del agua y el etanol es posible por la diferencia de temperaturas de ebullición ya que el alcohol etílico hace efecto a 78.33°C y el agua a 100°C (Mathewson, 2018).

#### 1.3.2.1 DESTILADOR DIFERENCIAL

Según Arias (2011), que la destilación diferencial es también denominada como destilación batch simple, por cargas o por lotes; es una operación discontinua de etapa simple, cuya carga se va desacumulando gradualmente en el equipo conforme transcurre la destilación. Es una operación ampliamente utilizada en las pequeñas y medianas industrias de destilación, especialmente en la producción de licores, esencias, etc., conocidos como alambiques, calderines de destilación, hervidores, etc.

El principio de su funcionamiento es la siguiente:

- La mezcla líquida se carga en el tanque de destilación.

- El líquido se somete a calentamiento a través de algún mecanismo de calentamiento: fuego directo, quemadores, calentadores eléctricos, etc. con el propósito de provocar el calentamiento y vaporización permanente.
- El vapor generado se transporta inmediatamente hacia un sistema de condensación o refrigeración (mayormente se usa agua corriente), obteniéndose el condensado en forma gradual llamado "destilado"
- La destilación culmina cuando se ha alcanzado alguna condición operativa o grado de recuperación en la operación. Luego se detiene el sistema de calentamiento, se drena o elimina el líquido residual del tanque, quedando habilitada el equipo para otro ciclo de destilación diferencial.

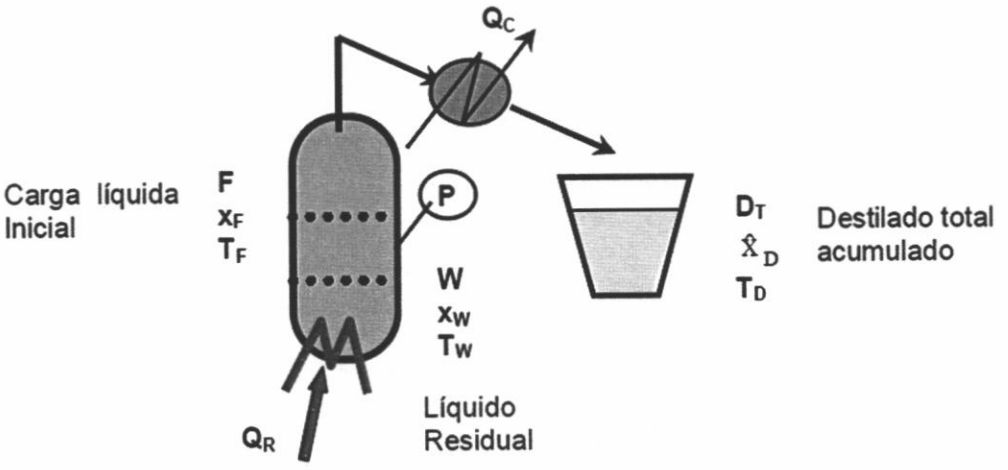
Según el esquema de la figura 5 propuesto por Arias, (2011), tienen las siguientes características generales:

- Son equipos de operación discontinua, que trabajan en forma cíclica: carga – operación – descarga.
- Trabajan a una presión de operación constante durante la destilación.
- Pueden operar mezclas líquidas binarias o multicomponenciales.
- La primera etapa es el proceso del calentamiento del líquido, seguido por la vaporización gradual y controlada que da lugar al destilado.
- El destilado inicia con una concentración elevada para el componente más volátil (de acuerdo a la composición de la carga) y va disminuyendo conforme transcurre la destilación.
- El vapor generado en la superficie del líquido se desprende de ella en un supuesto estado de equilibrio, siendo inmediatamente conducido hacia el condensador del equipo, situación que la caracteriza como una etapa simple.
- El líquido del hervidor o del tanque del destilador va disminuyendo su concentración (referida a los más volátiles) conforme transcurre la destilación, quedando al final como un líquido de fondo residual de baja concentración.

- El análisis del balance de materia para el líquido al interior del equipo durante la destilación, responde a una evaluación diferencial de desacumulación gradual de materia, la que da lugar a una respuesta y denominación de la operación como "destilación diferencial simple"

En los casos de la destilación de líquidos de fermentación alcohólica, para los propósitos de la industria de licores, se acostumbra retirar y eliminar las primeras porciones volumétricas del destilado denominado primer corte, por contener componentes extremadamente volátiles, como el metanol, subproductos de la destilación que son tóxicos para el consumo humano. Por otro lado, las últimas fracciones del condensado tampoco son benéficas, por contener alcoholes superiores.

**Figura 5. Esquema de un destilador diferencial simple**




Fuente: Arias, 2011.

Dónde:

| | |
|---|---|
| F | Carga molar de mezcla líquida alimentada [kmol] |
| W | Descarga molar del líquido residual de fondo [kmol] |
| DT | Cantida molar de destilado total recogido o acumulado [kmol] |
| xF | Fracción molar del componente más volátil presente en la alimentación |

| | |
|---|---|
| xW | Fracción molar del más volátil, en el líquido residual |
| D x^ | Fracción molar promedio del más volátil en el destilado total recogido |
| TF | Temperatura de alimentación [°C] |
| TW | Temperatura del líquido residual al fondo [°C] |
| TV | Temperatura media del vapor inyectado hacia el condensador [°C] |
| TD | Temperatura final del destilado total recogido [°C] |
| QR | Energía térmica neta total suministrada a través del hervidor [kcal] |
| QC | Energía térmica neta total retirada a través del condensador [kcal] |
| P | Presión de operación en el destilador diferencial [atm, mmHg] |

#### 1.3.2.2 DESTILACIÓN BATCH CON RECTIFICACIÓN

También denominado como destilación discontinua, batch o por lotes pero incorporada con una columna de rectificación, se opera por cargas y en forma cíclica igual que la destilación diferencial simple; ésta destilación discontinua con rectificación es comúnmente utilizada en la industria de bebidas alcohólicas de mediana capacidad, plantas de separación de solventes, rectificación de aceites esenciales, etc. (Arias, 2011). La destilación para rectificación es una operación cíclica, que rectifica por lotes, luego la eliminación, de nuevo a la rectificación, y continúa hasta que toda la carga inicial se fracciona o se combina con una nueva carga (Flodman & Timm, 2012). Dicho de otra forma; la funcionalidad radica en que sobre el tanque - hervidor se acopla una columna de rectificación que podría ser de platos o rellenos, que provee una mayor concentración para el componente más volátil en el destilado obtenido, para lo cual se requiere incorporar un condensador (total o parcial) y un sistema de control de reflujo, que consiste en retornar permanentemente un cierto flujo de líquido condensado hacia la columna para garantizar el enriquecimiento e incremento de la concentración del componente más volátil en el vapor ascendente que ha de condensar constituyendo el destilado (Arias, 2011)

El principio y secuencia de funcionamiento de un destilador batch con columna de rectificación es la siguiente:

- La mezcla líquida a destilar se carga en el tanque – reboiler del destilador.
- La carga líquida se somete a calentamiento a través de algún mecanismo de calentamiento: fuego directo, quemadores, etc. con el propósito de provocar el calentamiento seguido por la ebullición controlada.
- El vapor generado en el hervidor se desplaza en forma ascendente a través de la columna de rectificación hacia el condensador (en la que se utiliza normalmente agua de refrigeración), al inicio de la operación el líquido condensado se retorna en su totalidad hacia la columna, provocando el flujo y contacto en contracorriente con el vapor que asciende y el líquido (reflujo) al interior de la columna, estado inicial denominado como estado de "reflujo total", que dura un breve tiempo (algunos minutos) con la finalidad de arrancar y estabilizar la operación de la columna de rectificación.
- Luego de la estabilización de la columna se procede al inicio de la destilación, a través de un modo de control de reflujo, por la cual parte del condensado se retorna permanentemente hacia la columna para garantizar la rectificación y el resto se recoge como producto de la destilación o destilado.
- La destilación culmina cuando se ha alcanzado alguna condición operativa o grado de recuperación del componente volátil en el destilador. Luego se detiene el sistema de calentamiento, la circulación del refrigerante y el mecanismo de control de reflujo; se drena o elimina el líquido residual del tanque, dejando habilitado el equipo para otro ciclo de destilación batch con rectificación.

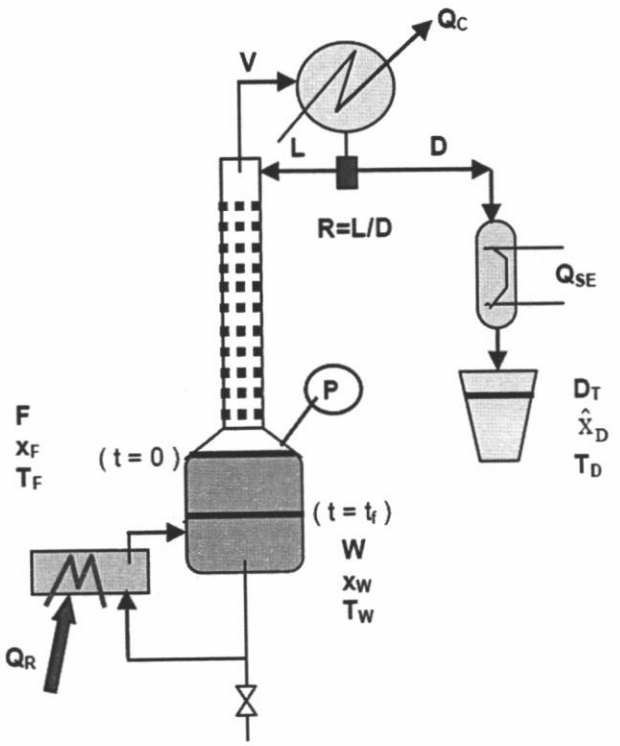
Según Arias, (2011), y a proposición del esquema de la figura 6, los equipos de destilación batch o discontinuos con columna de rectificación tienen las siguientes características generales:

- Son equipos de operación discontinua o cíclica: carga – operación – descarga.
- Trabajan a una presión de operación constante durante la destilación.
- Pueden operar mezclas líquidas binarias o multicomponenciales.

- La columna de rectificación puede ser de platos (etapas de contacto múltiples) o de rellenos (contacto diferencial), existen también la tecnología de empaques estructurados.
- La primera etapa de la operación es el proceso del calentamiento del líquido seguido por la vaporización gradual de la mezcla líquida, tal que el condensado se retorna totalmente hacia la columna, denominado como reflujo total, hasta estabilizar la columna.
- La operación de la columna referidos al control del reflujo y su efecto sobre la composición del destilado para la destilación discontinua con rectificación son:

a) **Reflujo constante**: La relación de reflujo se mantiene en un valor predeterminado constante durante la operación del destilador, esta forma de operación hace que el destilado líquido inicie con una concentración elevada y disminuye gradualmente conforme transcurre la destilación.

**Figura 6. Esquema de un destilador con columna de rectificación**




Fuente: Arias, 2011.

Dónde:

F Carga molar de mezcla de alimentación [kmol]

W Carga molar de líquido de fondo residual [kmol]

DT Carga molar de destilado total recogido [kmol]

xF Fracción molar del componente más volátil en la alimentación

xW Fr. molar del más volátil presente en el líquido residual

D x^ Fr. molar promedio del más volátil en el destilado total recogido (se considera promedio en el caso de operación a reflujo constante)

TF Temperatura de alimentación [°C]

TW Temperatura del líquido residual al fondo [°C]

TV Temperatura media del vapor inyectado hacia el condensador [°C]

TD Temperatura final del destilado total recogido [°C]

QR Energía térmica neta total suministrada a través del hervidor [kcal]

QC Energía térmica neta total retirada a través del condensador [kcal]

QSE Energía térmica neta total retirada a través del subenfriador [kcal]

P Presión de operación en el destilador [atm, mmHg]

b) **Composición constante del destilado**: Un sensor de concentración en el destilado monitorea y mantiene constante la concentración durante la operación del destilador, para lo cual actúa sobre la relación de reflujo variando permanente el flujo de reflujo hacia la columna durante el tiempo de destilación, que permite mantener constante la composición del destilado mientras se desacumula el volátil del sistema.

- El vapor generado en el reboiler o hervidor del equipo representa una etapa de contacto que puede ser de equilibrio, a la cual se suma las etapas de equilibrio equivalentes con la que trabaja la columna de rectificación expresada como platos o unidades de contacto ideal.

- La concentración del componente más volátil va disminuyendo gradualmente en el líquido del fondo o del tanque del destilador conforme transcurre la destilación, quedando al final como un líquido residual de baja concentración.

En suma, se han propuesto varias estrategias para aumentar la eficiencia operativa de la destilación por batch.; como por ejemplo, las pruebas entre la rectificación por batch convencional y la extracción por batch invertida en forma cíclica, con la finalidad de promover altas tasas de flujo de producto para un fraccionamiento binario, implementando los controles del proceso para mantener constantes las especificaciones de pureza del producto variando la pendiente de la línea de operación; ésta operación se realiza de la siguiente manera: Mientras se rectifica, el componente ligero se elimina como destilado, concentrando el componente pesado en el tanque de calentamiento, luego, la tasa de destilado disminuye con el tiempo, en seguida se cambia la columna de rectificación a modos de extracción, y el componente pesado se elimina como producto de fondo, concentrando el componente ligero en el tanque de destilados; esto hace que la tasa de fondos disminuya con el tiempo, y la columna se convierte nuevamente al modo de rectificación. La operación cíclica, la transición de la rectificación de batchs a la recuperación de nuevo a la rectificación, continúa hasta que toda la carga inicial se fracciona o se combina con una nueva carga. El fraccionamiento de etanol y 1-propanol utilizando ésta estrategia operativa, proporciona varias ventajas que incluyen ahorro de energía y tiempo en comparación con la destilación convencional por batch o la destilación de solo batch invertido (Flodman, 2012).

## 1.4 COMPOST

Se trata de una técnica mediante la cual se crean las condiciones necesarias para las que a partir de residuos orgánicos los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad (Camacho, 2017). El proceso de compostaje se define como una "descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permiten un desarrollo de temperaturas termofílicas como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas y que aplicado al terreno produce un beneficio" (Álvare, 2008). Además tienen presencia de partículas más finas y oscuras, se trata de un producto innocuo y libre de sustancias fitotóxicas que puedan causar daño a las plantas (INTI, 2017).

Álvare (2008) también describe las distintas operaciones del proceso de compostaje:

**Preparación.-** Se acondicionan y mezclan los materiales de partida para regular su contenido en agua, el tamaño de las partículas, eliminar los elementos no transformables y ajustar los nutrientes para lograr una relación adecuada C/N.

**Descomposición mesófila.-** (< 40ºC) Se produce una degradación de azúcares y aminoácidos, por la acción de grupos de bacterias (Bacillus y Thermus).

**Descomposición termófila.-** (40 - 60ºC) Se degradan ceras polímeros y hemicelulosa por hongos del grupo de los actinomicetos (Micromonospora, Streptomyces y Actinomyces ).

**Descomposición mesófila de enfriamiento.-** (< 40ºC) Se realiza la degradación de las celulosas y ligninas por bacterias y hongos (Aspergilus y Mucor).

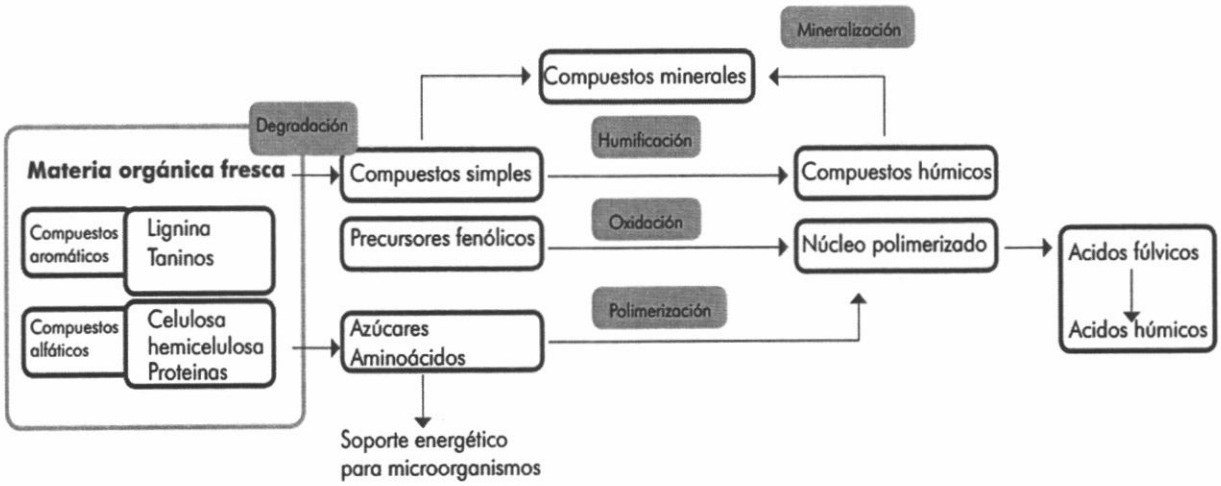
**Maduración.-** Se estabiliza y polimeriza el humus a temperatura ambiente, desciende el consumo de oxígeno y desaparece la fitotoxicidad.

**Afino.-** Se mejora la granulometría, se regula la humedad, se elimina el material no transformado, se realizan análisis, controles de calidad y en su caso el envasado y etiquetado.

### 1.4.1 MATERIA ORGÁNICA

Según Román, (2013); La materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. Estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, y cambian de su forma orgánica (seres vivos) a sus formas inorgánicas (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales fluyen por la solución de suelo y finalmente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizados hasta convertirse en humus, mediante el proceso de humificación. Este mismo proceso ocurre en una pila de compostaje y en el suelo, la materia orgánica compuesta por azucares complejos (lignina, celulosa, hemicelulosa, almidón, presentes en los residuos vegetales especialmente) y proteínas (presentes en los residuos animales especialmente), es atacada por microorganismos, quienes la descomponen para formar más microorganismos. En esta transformación, se genera también biomasa, calor, agua, y materia orgánica más descompuesta. Sin embargo, en el suelo, no se habla de compostaje pues el proceso puede darse en condiciones aeróbicas o anaeróbicas (como los cultivos de arroz bajo inundación), y no se presentan las fases características de calentamiento (o termófila o de higienización). Esto quiere decir que los microorganismos que estén presentes, por ejemplo en el estiércol vacuno (al ser aplicado fresco a campo o al dejar el mojón sin remover) quedan los huevos y quistes de parásitos.

**Figura 7. Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo**




Fuente: Román, 2013

### 1.4.2 PROCESO DE COMPOSTAJE

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. No todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente, son considerados compost. La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos como:

- Fitotoxicidad. En un material que no haya terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores. Igualmente, un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas.
- Bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como "hambre de nitrógeno". Ocurre en materiales que no han llegado a una relación Carbono: Nitrógeno equilibrada, y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno. Cuando se aplica al suelo, los microorganismos consumen el C presente en el

material, y rápidamente incrementan el consumo de N, agotando las reservas de N en el suelo.

- Reducción de oxígeno radicular. Cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas.
- Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua. Un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas del cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto (ablandamiento, bajo tiempo postcosecha) y la salud humana (sobre todo en las hortalizas de hoja).

### 1.4.3 CLASES DE COMPOST

Según norma de calidad de compost (2000) las clases de compost son:

**Compost clase A.**

El producto no presenta ninguna restricción de uso debido a que ha sido sometido a un proceso de humidificación pudiendo ser aplicado a macetas directamente sin mezclarse.

**Compost Clase B**

El producto presenta algunas restricciones de uso. Para ser aplicado en macetas, requiere mezclado con otros elementos adecuados.

**Compost Inmaduro**

Es una materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofilica y termofilica del proceso de compostaje donde ha sufrido una descomposición inicial pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración requeridas para obtener un compost clase A o B. es un producto que se debe mezclar para ser aplicado y no debe producir deficiencia de nitrógeno.

**Compost Maduro**

Es el sinónimo de compost.

### 1.4.4 TECNOLOGÍA DEL COMPOST

**Compostaje**

Es un proceso biológico, en el cual ocurre la descomposición de la materia orgánica mediante el proceso de compost aerobio en el que la acción metabólica de los microorganismos en condiciones aerobios (Carmona, 2017) con producción de calor el que hace que aumente la temperatura (Kalil, 2007) y con presencia de oxígeno, en cambio el compost anaeróbico requiere más tiempo para el proceso de elaboración. El compost está libre de microorganismos patógenos y olores (Gonzales, 2015).

**Fases del compostaje**

Según Carmona (2017) Las fases del compostaje son:

**Fase mesófila**

Se inicia el proceso de descomposición de los residuos mezclados a una temperatura ambiente menor a 40°C que, debido a la actividad metabólica de las bacterias aumentan. Además se degradan azucares y aminoácidos, lo cual conlleva a la producción de ácidos orgánicos que disminuye el pH.

**Fase Termófila**

Se presenta el mayor aumento de la temperatura en el proceso de compostaje con un rango de 40°-65°C. Se degradan ceras, hemicelulosa y proteínas por parte de las bacterias actinomicetos y otros.

**Fase de enfriamiento.**

Empieza a disminuir la temperatura y aparecen de nuevas bacterias que terminan de degradar algunos compuestos. Temperaturas entre 40° y 60°C se degradan la celulosa y ligninas con disminución de pH.

**Fases de Maduración.**

Para esta fase el compost se mantiene en reposo a temperatura de ambiente, evitando el contacto con agua, para que el humus se estabilice y disminuya la toxicidad y el consumo de oxígeno.

### 1.4.5 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA PROCESO DE COMPOSTAJE

**Materia prima**

Para la elaboración del compost, es posible utilizar cualquier materia orgánica, ya sea restos vegetales, guanos, purines, desechos del hogar, etc. siempre y cuando esta no se encuentre contaminada (Espinosa, 2011).

**Control de humedad**

La materia orgánica en el proceso de compost deberá ser regado una vez cada 15 días en invierno y una vez cada 7 días en verano. Una técnica rápida y sencilla para saber si la humedad es la correcta, es tomar un puñado de material y apretarlo. Si se produce un goteo de agua entre los dedos, podemos establecer que su contenido en

humedad es cercano al 40% y es correcto. En caso de exceso de humedad agregar material seco (trozos de cartón, papel de diario, pasto y hojas secas). En la época lluviosa es necesario cubrir la compostera así también como en la época calurosa para evitar la desecación del compost (INTI, 2018).

**Control de la aireación**

Es posible mediante el volteo del material. El volteo aumenta la actividad microbiana dependiente del oxígeno, ayuda a eliminar exceso de agua y calor. Si existe presencia de malos olores es que el material es muy denso y no alcanza a ingresar aire, en ese caso deberá voltearse con palas, horquillas, azada, etc, mezclando el material apelmazado con residuos de mayor tamaño (trozos de madera, ramitas, corteza de árbol, etc.) (INTI, 2018).

**Tamaño de residuos**

Los residuos deberán reducirse su tamaño antes de poner en el tacho de residuos en tamaños de 5 centímetros para aumentar la superficie de ataque para los microorganismos. Los residuos de jardín deberán ser picados un poco más grandes para aumentar los espacios de aire (INTI, 2018).

**Cosecha del compost**

El compost deberá tener olor a tierra mojada, color oscuro y tenga aspecto homogéneo.

### 1.4.6 AGENTES MICROBIANOS EFICIENTES AUTÓCTONOS

Los microorganismos eficientes autóctonos son un cóctel de bacterias fotosintéticas o fototróficas (Rhodopseudomonas sp.), bacterias ácido lácticas (Lactobacillus sp.) y levaduras (Saccharomyces sp.), estos cuando entran en contacto

con materia orgánica secretan substancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente substancias antioxidantes; además cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en suelo azimógenico (Molina, 2012). Las bacterias fotosintéticas transforman las sustancias que producen olores desagradables como las grasas en degradación, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoniaco, aminas volátiles, etc., en ácidos orgánicos que no producen malos olores y que no son nocivos para el hombre (Meza, 2015).

En los años 80 el profesor Teruo Higa desarrollo la tecnología de los EM (Effective microorganisms), que propone la sinergía entre las diferentes familias de microorganismos presentes en suelos no perturbados (Blanco, 2010). Uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de biofertilizantes, lo cual en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ello pasa por el uso de los microorganismos que tienen la capacidad de la fijación de nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación con plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (Terry, 2005).

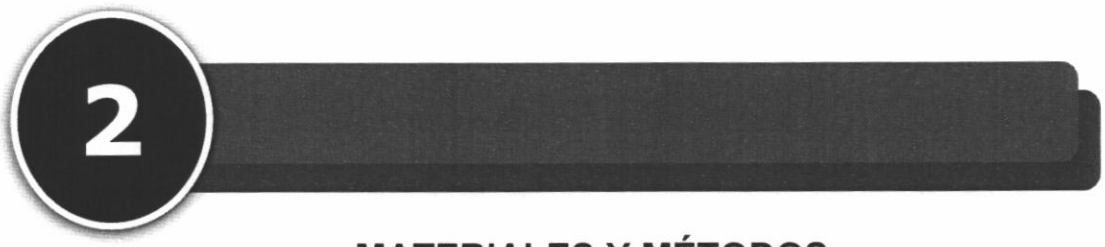
#### 1.4.6.1 COMPOSTAJE CON MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS

Los lactobacillus o bacterias lácticas, como Lactobacillus plantarum, lactobacillus casei, streptococcus lactics, producen sustancias que aceleran la descomposición de la materia orgánica, por lo cual permite reducir el periodo de compostaje, la acción de los microorganismos, se constituyen como un fuerte esterilizador, suprimiendo microorganismos patógenos (Meza, 2015), en ese sentido, la efectividad en el uso de microorganismos se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los

sustratos, como disponibilidad de agua, oxígeno, pH y temperatura, así como la disponibilidad de fuentes energéticas (Terry, 2005).

El proceso de compostaje con el empleo de agentes microbianos eficientes autóctonos, y considerando que la materia orgánica procede de desechos domésticos, se realizan en su primer momento como un bokashi, nombre que deriva del Japón y significa "materia orgánica fermentada" o literalmente "suavización", la finalidad es justamente provocar una fermentación acelerada; esté tipo de abono se caracteriza por conservar mucha energía en forma de vitaminas, azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos, los cuales a su vez, son una fuente de alimento para organismos benéficos que aumenta la biodiversidad de este (Shintani y Tabora, 1998).

El objetivo principal del bokashi es activar y aumentar los microorganismos benéficos que se encuentran en el medio ambiente. A causa de esta proliferación de microorganismos ocurre una fermentación alcohólica, la temperatura se eleva hasta 50°C y existe una competencia por alimento y espacio, eliminando al mismo tiempo varios organismos patógenos. Además, se crean condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos como las lombrices que mejoran la estructura de los agregados en el suelo (Gómez, 2001)



# MATERIALES Y MÉTODOS

# CAPITULO II

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación fue llevado a cabo en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) (calle prolongación Ancash S/N cercado ciudad de Moquegua). Ubicado en el ámbito de la Región de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Distrito de Moquegua. Su posición geográfica está comprendida en la coordenada latitud 17°11'44"S y longitud 70°56'07"W. En el ámbito del territorio existe una altitud promedio de 1,410 m. s. n. m.

- El estrujado, prensado de las uvas y fermentación, para la obtención del orujo, se realizó en las instalaciones del laboratorio de Ingeniería de Procesos de la EPIA - UNAM.
- Para los análisis de caracterización de azúcares y fenólicos totales y flavonoides se realizó en los laboratorios de Ingeniería de Procesos y Investigación y Desarrollo de Productos de la EPIA – UNAM.
- La parte de fermentación y destilado para la obtención de etanol se realizó en el laboratorio de Ingeniería de Procesos de la EPIA – UNAM.
- La Elaboración de Compost tuvo lugar en el laboratorio de Ingeniería de Procesos de la EPIA – UNAM.

## 2.2 MATERIALES

### 2.2.1 MATERIA PRIMA

- Orujo de uva; fue obtenida tras el estrujado y fermentado para producción de pisco, a partir de uva variedad Italia, procedente del valle de Moquegua, zona denominada "El Pacae", perteneciente al valle de Moquegua.

### 2.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

#### 2.2.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE PLANTA

- BALANZA DE PLATAFORMA DIGITAL.- Marca: ADESA model X43113 electronic presicion scale: Capacity: 200kg, Division 50g.
- DESPALILLADORA.- Fabricación: A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, Fabricación: Perú, Capacidad: 50 kg, Material: acero inoxidable.
- DESTILADOR DE RECTIFICACIÓN.- Fabricación: A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, Capacidad: 50L, Material: acero inoxidable, Fuente de Calor: 12kW de potencia, Tablero de Control: Controlador Lógico Programable PLC con interfaz HMI Marca UNITRONICS V350.
- DESTILADOR DIFERENCIAL.- Fabricación: A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, Capacidad de tanque: 50L, Material: acero inoxidable, Fuente de calor: Calderin de corriente trifásico: 12kW de potencia, Tablero de control: Controlador Lógico Programable PLC con interfaz HMI Marca UNITRONICS V130.
- PRENSA HIDRAULICA.- Fabricación: A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, Fabricación: Perú, Capacidad: 50kg, Material: acero inoxidable.

#### 2.2.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO

- AGITADOR.- VELP® Scientifica WIZARD vortex mixer. X 100 rpm
- ALCOHOLÍMETRO.- Gay Lussac %vol. Tp. 15°C made in Germany
- ANALIZADOR DE HUMEDAD.- Marca AND MX-50, 0.01% / max 51g
- BALANZA ANALÍTICA.- Marca: Sartorius ENTRIS224 Lab. Instruments GmbH & Co. KG, Goettingen, Germany. Max 220g, d = 0.1mg.
- BALANZA DE HUMEDAD (Moisture Analyzer).- AND MX 50 0.01%/max 51g
- BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL.- Marca: Bao Shi. Model 12002, Max. 1200g, e=0.1g, d=0.01g

- BALÓN DE EBULLICIÓN.- KIMAX USA 24/40 250 mL
- BAÑO MARÍA.- Raypa® CE – 14, 200°C, made in Spain N° 69734 mod. BOR-6, 230 voltios.
- BRIXÓMETRO.- Link® Japan, RHB-32ATC
- CÁMARA FOTOGRÁFICA DIGITAL.- Marca SONY ILCE-3500, 20.1 megapixeles Exmor
- CENTRIFUGA.- Marca: Hettich EBA 20; Fabricación: Alemania, Capacidad máxima: 4x290 mL, 4000 rpm, refrigeración por aire libre, 220 Voltios.
- CENTRIFUGA.- Marca: K PLC-05; Gemmy industrial Corp. fabricación Taiwan, 20 mL, 1000 rpm, 220 Voltios.
- COCINA ELÉCTRICA.- marca: GINASTAR$^{R}$
- CRONOMETRO.- Electronic / Timer Clock
- DESTILADOR.- PIREX USA45/50
- EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.- Tipo doméstico de 36000 BTU TIPO SPLIT TECHO-LG, modelo TV-C362KLSAO
- ESPECTROFOTÓMETRO UV/Vis.- Marca: Perkin-Elmer, USA, modelo LAMBDA Génesis 5/Milton Roy, Fabricación: U.S.A, Material: vidrio de 10 mm de paso óptico, puerto: RS-232C, monocromador: 1200 líneas/mm, 220 Voltios.
- ESTUFA DE SECADO.- Marca Memmert UN55
- HERVIDOR DE AGUA.- Premier® Cordless Water Kettle, capacidad 2L
- LAPTOP marca HP550 con entorno window XP
- MESA DE LABORATORIO.- Superficie de acero inoxidable y milamina con lavatorio y perchero, 4.2x1.40x0.9m
- MICROPIPETAS .. de 0.5 – 1.0 µL, 10 – 50 µL, 50 – 100 µL y 100 – 1000 µL
- MUFLA: Therm Concept, Modelo/type KL 05/12, Temperatura Max. 1200°C

- pH-METRO.- SI Analytics. HandyLab 100 Order Nr 285202370
- REFRACTÓMETRO ABBE AR 12 Schmidt & Haensch
- REFRIGERADORA.- Marca: ELECTROLUX, Fabricación: U.S.A, color: plomo.
- SCANER.- Impresora multifuncional EPSON L220
- TERMOHIGROMETRO.-. FORT Worth,TX76102.
- TERMOMETRO DIGITAL PARA ALIMENTOS.- -50°C a 300°C - BOECO
- TERMOMETRO.- De vidrio rango -10°C a 110°C – BOECO

#### 2.2.2.3 MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS

- Baguetas de vidrio de 20 cm de longitud.
- Balón soxhlets. Marca: KIMAX USA, capacidad: 250 mL
- Bazuqueador de base plana redonda con mando de acero inoxidable
- Bolsas de polietileno ziploc con cierre hermético de 30 x 50 cm, 10 x 20 cm y 5 x 7 cm
- Bureta de vidrio borosilicato clase A llave de PTFE 25 Ml superior.
- Cinta masking tape pegafan (4.5 cm de ancho)
- Crisol de porcelana
- Cubetas – UV, micro, z=15 mm, apertura 2x3.5 mm
- Embudo pirex.
- Erlenmeyer. Marca: KIMAX USA, capacidad: 100; 200 y 250 ml.
- Espátulas cuchara de laboratorio - metal
- Fiolas; ; ISOLAB Germany de 100 mL
- Fiolas; ; ISOLAB Germany de 25 mL
- Fiolas; ; ISOLAB Germany de 5 mL
- Fiolas; ; ISOLAB Germany de 500 mL
- Fiolas; ISOLAB Germany 1 mL

- Frascos graduados ISO LAB GERMANY, con tapa hermética transparente de 50mL, 100mL, 250 mL y 500 mL.
- Gradillas para tubos de ensayo
- Guantes de látex
- Matraz de vidrio PYREX USA 250 mL
- Microbureta KIMAX-51 USA
- Microplacas de plástico de 96 posillos
- Microviales de 1.5, 2 mL con tapa hermética
- Mortero Coors USA 60319
- Pañuelo suave kleenex classic
- Papel aluminio multiusos JL, 5m x 300mm
- Papel toalla jumbo elite rollo 300 m
- Pipeta volumétrica. Marca: PIREX USA No.7100, capacidad: 25 mL
- Pipeta. Marca: PIREX USA No.7100, capacidad: 1 y 10 mL
- Pipetas graduadas KIMAX-51 USA 10 mL en 1/10
- Pipetas graduadas KIMAX-51 USA 5 mL en 1/10
- Pipetas volumétricas PYREX USA No. 7100 2 mL
- Piseta de plástico ISOLAB de 500 mL.
- Placas Petri marca PIREX de 9 cm de diámetro
- Plumones STAEDTLER Lumocolor made in Germany N° 317-9, tinta indelebles para rotulados
- Probeta: 100 mL; marca: NORMAX TD20°C
- Probeta: 1000 mL; marca: NORMAX TD20°C
- Probeta: 250 mL; marca: NORMAX TD20°C
- Probeta: 500 mL; marca: NORMAX TD20°C
- Puntas de micropipetas

- Tanque de polietileno: Rotoplass® industrial, de capacidad de 250L, Mx.
- Tubos de ensayo de vidrio borosilicato 13mm x 100 mm PIREX
- Tubos para centrifugar o eppendorf de 1.5mL y 2mL, 14mL y 50mL.
- Vaso precipitado 12 mL; marca PIREX$^{R}$ USA
- Vaso precipitado 80-100 mL; marca PIREX$^{R}$ USA
- Vaso precipitado. Marca: PIREX$^{R}$ USA, Capacidad: 100-600 mL

#### 2.2.2.4 REACTIVOS

- 2-aminoetil-difenilborinato 2-APB (0.125% w/v): 0.0625g
- Acetato de sodio 0.4M ($C_2H_3NaO_2$), masa molar 82,0343 g/mol
- Acetona ($C_3H_6O$) densidad 784 kg/m$^3$
- Ácido Acético $CH_3COOH$, masa molar: 60,05 g/mol
- Ácido clorhídrico (HCl) 0.073N estandarizado
- Ácido dinitrosalicílico
- Ácido sulfúrico ($H_2SO_4$) concentrado
- Agua destilada $(H_2O)_d$
- Antrona 0.2% p/v
- Buffer acetato
- Buffer Tris – HCl
- Carbonato de sodio ($Na_2CO_3$) anhidro al 1N. (Mallinckodt)
- Catecol ($C_6H_6O_2$)
- Cloruro de potasio 0.025M (KCl), masa molar 74,5513g/mol
- DPPH 60 μM
- Etanol ($C_2H_5OH$) al 80% de J.T. Baker [k]
- Folin Ciocalteu 1N (sigma Aldrich)
- Fosfomolibdato de amonio $(NH4)_3PO_4(MoO_3)_{12}$

- Glucosa ($C_2H_{12}O_6$ ) masa molar 180, 156 g/mol, densidad 1.54 g/cm³
- Glucosa, $C_6H_{12}O_6$ masa molar: 180,156 g/mol
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.0905N estandarizado
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N
- Metanol ($CH_3OH$), densidad 792 kg/m³
- Quercetina 4 mM
- Tartrato de sodio y potasio $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, masa molar: 282,1 g/mol.

## 2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 2.3.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO

#### 2.3.1.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

**a) Determinación de Humedad**

Las humedades de muestras secadas se evaluaron por duplicado en un equipo analizador de humedad por microondas Analyzer Moisture Modelo MX-50 (A&D Company Ltd, Japan) programada a 140°C. El analizador de humedad se conectó a una PC y se registró la curva de secada de cada una de las muestras de orujo (anexo 4).

**b) Determinación de Ceniza.**

La ceniza se determinó por medio de la incineración de las muestras, las cuales se colocaron en una mufla, hasta obtener residuos grises o blancos y peso constante.

Se determinó de acuerdo al método descrito en la NTE INEN 520. Se calcinó 2 gramos de muestra de la materia orgánica en crisol a 600°C por un tiempo de 6

horas, para luego carbonizarse y luego se oxida dando $CO_2$, $H_2O$, $N_2O$, NO, $SO_2$, etc. Y los elementos minerales quedando como ceniza blanca.

$$\text{Ceniza} = \frac{\text{peso ceniza x100}}{\text{peso muestra}}$$

**c) Determinación de Proteína Total**

Se determinó mediante la NTE INEN 519, aplicando el método Kjeldahl, que determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como la proteína verdadera y mediante un factor de transformación se calculó el porcentaje de proteína en la muestra. Este método consta de tres etapas:

1. **Destrucción de la materia orgánica:** se hace una digestión con $H_2SO_4$, en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo. Todo el nitrógeno se transforma en sulfato de amonio.

$$\text{Proteína} + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{catalizadores}} CO_2 + (NH_4)_2SO_4 + SO_2$$

2. **Destilación del amoniaco:** sobre el sulfato de amonio formado en la primera etapa, se añadió NaOH en exceso y se desprendió $NH_3$, que es arrastrado por una corriente de vapor de agua y se recogió en un recipiente colector para su valoración.

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + NH_3 + H_2O$$

3. **Valoración de amoniaco:** se recogió el $NH_3$ destilado sobre $H_2SO_4$ medido y en exceso. El exceso se valoró con NaOH.

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

A partir del $H_2SO_4$ consumido en la valoración, se determinó la cantidad de nitrógeno (%) y multiplicando por el factor de transformación (6.25) se determinó el porcentaje de proteínas (%N.T=%Proteína).

**Procedimiento.**

Se siguió la metodología descrita por (Arpasi A., O. 2001):

- Se pesó 0.1 g de muestra y se puso a un tubo de ensayo
- Se añadió 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, mas 1g de catalizador (mezcla de sulfato de cobre, sulfato de potasio).
- Etapa de la digestión: se calienta utilizando la muestra por un tiempo de 8 horas con el fin de que el color de la mezcla de los reactivos se convierta en un color transparente claro.
- Etapa de la destilación: La muestra ya digestada se destiló con ácido clorhídrico estandarizado 0.073 N y anaranjado de metilo.
- Finalmente se tituló el cloruro de amonio con hidróxido de sodio estandarizado 1 N.

**d) Determinación de Grasa**

El contenido de grasa, se determinó de acuerdo al método descrito en la NTE INEN 523, que consiste en la extracción de la fracción lipídica del material seco y molido de la muestra con disolventes orgánicos apolares, posteriormente el disolvente se evapora y se determina la cantidad de lípidos por gravimetría. El resultado se expresa en porcentaje de grasa (p/p), es decir, gramos de grasa en 100g de alimento.

Se prosiguió de la siguiente manera:

- Se pesó 1g de muestra seca y se coloca en tubo de ensayo.

- Se añadió 3 ml de hexano y esperar un tiempo de 12 horas hasta que el hexano disuelva la grasa.
- Pasado el tiempo esperado se extrajo la materia blanquecina que sedimento en la parte superior del tubo
- En un nuevo recipiente a la materia obtenida se le añadió agua destilada varias veces y se filtró hasta que se obtenga la grasa.

**e) Determinación de Fibra**

Para la determinación de la "fibra cruda" se hizo la digestión de la muestra sin grasa con una solución de ácido sulfúrico, se lavó y nuevamente se digerió con una solución de NaOH, se lavó, secó y pesó. Este tratamiento empírico proporciona una fibra que consiste principalmente en celulosa y cierta proporción de lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra original.

Utilizando la digestión acida y alcalina, los reactivos Ácido sulfúrico ($H_2SO_4$ 0,255N) e Hidróxido de sodio (NaOH 0,1N) descritos en la NTE INEN 522.

**f) Determinación de Carbohidratos**

La determinación de carbohidratos es muy complicada, porque es un grupo muy heterogéneo de compuestos sin ninguna propiedad diferencial con los otros grupos que permita su análisis. Por ello se determinó indirectamente por la diferencia entre 100 y la suma de los porcentajes de los demás componentes principales (humedad, grasa, fibra, proteína, ceniza).

El contenido de carbohidratos fue calculado por diferencia, utilizando la ecuación:

**Carbohidratos =** 100 - (% de grasa + % proteína + % humedad + % ceniza + % fibra)

**g) Análisis de color de las muestras de orujo**

Las imágenes de las muestras de orujo de la primera y de la segunda fermentación se adquirieron simultáneamente en un scanner de escritorio EPSON L220 con la siguiente configuración: resolución 1200 dpi, profundidad de color = 32 y formato de imagen TIFF. Los histogramas de color RGB de las imágenes se analizaron con el programa ImageJ (https://imagej.nih.gov/ij/) para comparar los colores de las muestras de orujo.

### 2.3.1.2 COMPUESTOS BIOACTIVOS

#### 2.3.1.2.1 EXTRACCIÓN DE AZÚCARES Y COMPUESTOS FENÓLICOS

Las muestras de orujo de la variedad Italia obtenidas después de la primera y de la segunda fermentación, se deshidrataron a 60°C y una trampilla del 50% durante 12 horas en un secador Memmert modelo UN 55 (Memmert GmbH, Alemania) y se molieron para obtener muestras homogéneas.

Se pesó aproximadamente 50mg de las muestras de orujo de la primera y de la segunda fermentación secadas y molidas en crio-tubos de 2 mL, se adición 1 mL de etanol al 80% v/v y se realizó la extracción en un agitador vortex Wizard Advanced IR (Velp, Italia) durante 1h a temperatura ambiente. El extracto se centrifugó a 8000 rpm durante 10 minutos. Una parte del sobrenadante (600 µL) se mezcló con 60 µL de una solución acuosa de PVPP al 30% durante 5 minutos a temperatura ambiente para eliminar los compuestos fenólicos. La mezcla se centrifugo a y el sobrenadante se empleó para medir el contenido de azucares totales y reductores. Otra parte del sobrenadante del extracto (100 µL) se transfirió a tubos eppendorf y se almacenó a 4°C para evaluar el contenido de fenólicos y flavonoides totales.

La cuantificación de los componentes biactivos se enmarcaron de la siguiente manera:

**a) Cuantificación de azúcares totales de las muestras de orujo**

El contenido de azúcares totales en las muestras de orujo se midió en los extractos previamente preparados (3.2.4) empleando el método de la antrona adaptado a micro-volúmenes. La reacción se realizó mezclando 60 µL de muestra o soluciones del estándar (glucosa) con 150 µL del reactivo de antrona al 0.2 % p/v y calentando a 95°C durante 3 min. La mezcla se enfrió inmediatamente sobre hielo para detener la reacción, se dejó a temperatura ambiente y se transfirió a micro-cubetas de plástico y la absorbancia se midió a 630 nm en un espectrofotómetro UV/Vis Lambda 650 (Perkin-Elmer, USA). El contenido de azucares totales se expresó en mg de glucosa/g de muestra en base seca usando una recta de calibración de glucosa de 0-0.3 mg/mL.

**b) Cuantificación de azúcares reductores de las muestras de orujo**

El contenido de azúcares reductores en las muestras de orujo se midió en los extractos previamente preparados (3.2.4) empleando el método del 3,5-dinitro ácido salicílico adaptado a micro-volúmenes. La reacción se realizó mezclando 60 µL de muestra o soluciones del estándar (glucosa) con 120 µL del reactivo de antrona al 0.2 % p/v y calentando a 95°C durante 5 min. La mezcla se enfrió inmediatamente sobre hielo para detener la reacción, se dejó a temperatura ambiente y se transfirió a micro-cubetas de plástico y la absorbancia se midió a 540 nm en un espectrofotómetro UV/Vis Lambda 650 (Perkin-Elmer, USA). El contenido de azucares reductores se expresó en mg de glucosa/g de muestra en base seca usando una recta de calibración de glucosa de 0-3 mg/mL.

**c) Cuantificación de fenólicos totales de las muestras de orujo**

El contenido de fenólicos totales en las muestras de orujo se midió en los extractos previamente preparados (3.2.4) empleando el método de Folin-Ciocalteu

adaptado a micro-volúmenes. La reacción se realizó mezclando 70 µL de muestra o soluciones del estándar (ácido gálico) con 70 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (1:20 v/v), la mezcla se dejó reposar durante 2 minutos a temperatura ambiente. Inmediatamente después, se adición 140 µL de hidróxido a la mezcla y se incubó a temperatura ambiente durante 15 minutos. La mezcla se transfirió a una micro-cubeta de plástico y la absorbancia se midió a 760 en un espectrofotómetro UV/Vis Lambda 650 (Perkin-Elmer, USA). El contenido de fenólicos totales se expresó en mg de ácido gálico/g de muestra en base seca usando una recta de calibración de ácido gálico de 0-50 mg/L.

**d) Cuantificación del contenido de flavonoides totales**

El contenido de flavonoides totales en las muestras de orujo se midió en los extractos previamente preparados (3.2.4) empleando el método basado en el 2-aminoetil difenil-borinato (2-AFB) adaptado a micro-volúmenes. La reacción se realizó mezclando 60 µL de muestra o soluciones del estándar (ácido gálico) con 360 µL del reactivo 2-AFB (0.125% p/v), la mezcla se dejó reposar durante 2 minutos a temperatura ambiente. Inmediatamente después, se transfirió a una micro-cubeta de plástico y la absorbancia se midió a 405 en un espectrofotómetro UV/Vis Lambda 650 (Perkin-Elmer, USA). El contenido de flavonoides totales se expresó en mg de quercetina/g de muestra en base seca usando una recta de calibración de quercetina de 0-0.5 mM.

Los registros fotográficos que demuestran la preparación de muestras, reactivos y las disoluciones se observan en el anexo 5.

### 2.3.2 OBTENCIÓN DE ALCOHOL

#### 2.3.2.1 PARTE I: PRIMER PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL

**Materia Prima**

Se utilizó orujo de uva variedad italia con un contenido de 7.5°Brix y 3.6 de pH obtenida tras una primera fermentación.

**Selección**

Se eliminaron escobajo aun presente, algunas impurezas, la operación fue realizada en forma manual.

**Mezclado**

Con un previo pesado del orujo, se mezcló con agua destilada, en una relación de 1/1.5 (1 parte de orujo y 1.5 parte de agua) y levadura (1.5g de levadura por cada 10kg de muestra) para lo cual se utilizó tanque de polietileno Rotoplass de 500L de capacidad para dicha operación.

**Fermentado**

La mezcla de orujo y agua fue fermentada a una temperatura promedio de 23°C, por un tiempo de 15 días; dentro de la cual se fueron controlando la variación y/o disminución de los grados Brix y pH.

**Prensado**

La mezcla fermentada fue prensada, en una prensa hidráulica de fabricación A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú de capacidad 50kg acero inoxidable, con el fin de separar la solución liquida y el resido de orujo.

**Filtrado**

La solución liquida obtenida producto de la fermentación y del prensado fue filtrado en un tamiz de 6 mm de diámetro con el fin de retirar sólidos en suspensión.

**Destilado**

La solución liquida libre de solidos fue sometida a destilación en un destilador diferencial de fabricación A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, de capacidad de tanque 50L acero inoxidable, con calderin de corriente trifásico simple 440 Voltios, con controlador Lógico Programable PLC con interfaz HMI Marca UNITRONICS V130, con una configuración de 80% de potencia energética de calentado y un flujo de agua para condensado de 1.5L/min, hasta que la solución alcance cero grados alcohólicos.

La medición de los grados alcohólicos se realizó; tomando el primer destilado, las muestras intermedias y hasta que los condensados se observen cercano a cero grados alcohólicos, usando una probeta de 1000ml con una muestra de 800ml aproximadamente para en seguida sumergir el alcoholímetro y observar las escalas correspondientes.

**Envasado**

El alcohol obtenido se envasó en baldes de polipropileno con tapa hermética de 20L de capacidad luego rotulados según corresponde.

### 2.3.2.2 PARTE II: SEGUNDO PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL

**Materia prima**

Orujo proveniente de una segunda fermentación, con 2.5 grados Brix y 3.5 de pH.

**Mezclado**

El orujo se mezcló con agua destilada la relación fue 1/1 (1 parte del orujo y 1 parte de agua destilada) y levadura (1.5g de levadura por cada 10kg de muestra), la dilución se realizó en tanque de 500L.

**Fermentado**

La mezcla conformada por orujo de la segunda fermentación y agua destilada en un tanque de polietileno de la marca comercial Rotoplass, de capacidad 500L, fue fermentada a una temperatura de 23°C por un tiempo de 15 días.

**Prensado**

La mezcla fermentada fue prensada, en una prensa hidráulica de fabricación A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú de capacidad 50kg acero inoxidable con el fin de retirar la solución liquida y sólida.

**Filtrado**

La solución liquida fue filtrado en tamiz de 6 mm de diámetro con el fin de retirar sólidos en suspensión.

**Destilado**

La solución liquida libre de solidos fue destilado en un destilador diferencial de fabricación A & C Ingenieros APIMA Arequipa-Perú, de capacidad de tanque 50L acero inoxidable de uso alimentario, con calderin de corriente trifásico simple 440 Voltios, con controlador Lógico Programable PLC con interfaz HMI Marca UNITRONICS V130, con una configuración de 80% de potencia energética de calentado y un flujo de agua para condensado de 1.5L/min, hasta que la solución alcance cero grados alcohólicos.

Las corridas experimentales se realizaron utilizando el método de destilación diferencial RAYLEIGH, bajo el siguiente procedimiento:

- Se Cargó el equipo con el fermentado de grado alcohólico conocido.
- Se encendió el equipo y se controló llevando registro del tiempo y temperaturas cada 10 minutos hasta la ebullición y recolección de la primera gota de destilado.
- La medición de los grados alcohólicos se realizó; tomando el primer destilado, las muestras intermedias y hasta que los condensados se observen cercano a cero

grados alcohólicos, usando una probeta de 1000mL con una muestra de 800mL aproximadamente para en seguida sumergir el alcoholímetro y observar las escalas correspondientes.

- Las muestras fueron almacenadas en frascos de vidrio de 50mL de capacidad, fueron llevados a la Balanza Ostwald para determinar el peso específico y concentración final exacta. (las muestras se pesaron a temperatura ambiente).

**Envasado**

El alcohol obtenido se envasó en baldes de polipropileno con tapa hermética de 20L de capacidad luego rotulados según corresponde.

Los registros fotográficos de la obtención del etanol a través de la fermentación se demuestran en el anexo 6

### 2.3.2.3 PARTE III: RECTIFICACIÓN DE ALCOHOL

**Materia prima.**

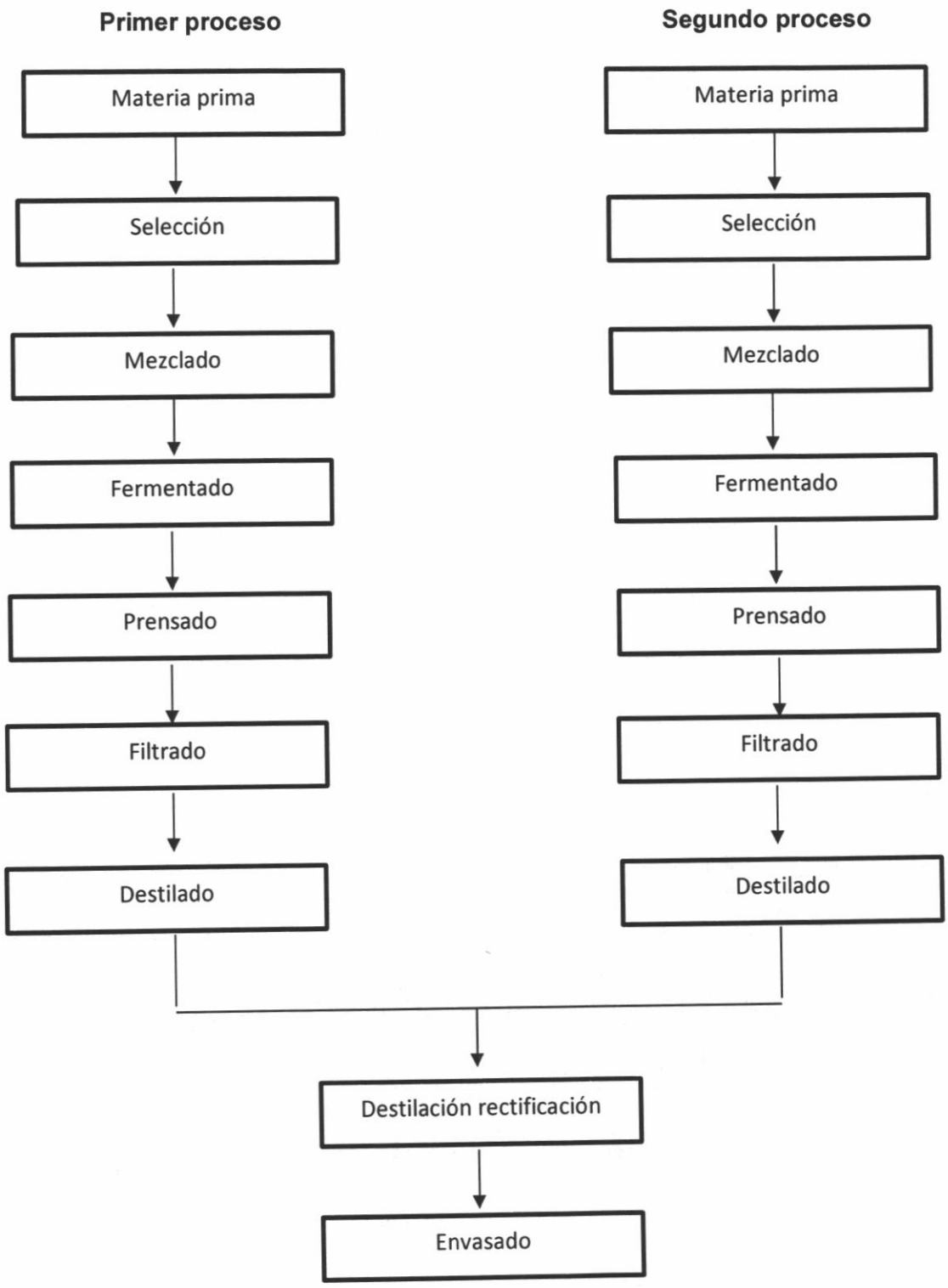
Alcohol del primer y segundo proceso (parte I y Parte II) con 23 grados Alcohólicos.

**Destilado.**

La solución de alcohol proveniente del primer y segundo proceso de elaboración fue destilada en destilador de rectificación hasta llegar a 96° alcohólico.

Las corridas experimentales son similares que las usadas en la destilación Diferencial con el método RAYLEIGH, con la diferencia que se incorpora el nuevo termino de relación de destilación R=L/D, explicado en la teoría, es justamente debido a ese proceso en donde el etanol llega a enriquecerse hasta alcanzar una concentración alcohólica de 96°.

**Figura 8. Elaboración de alcohol de orujo de uva**



**Envasado.**

El alcohol con 96 grados alcohólicos fue envasado en botellas de plástico de 1L.

Los registros fotográficos de la rectificación del alcohol se demuestran en el anexo 7

### 2.3.3 ELABORACIÓN DE COMPOST

#### 2.3.3.1 PARTE I: OBTENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AGENTES MICROBIANOS EFICIENTES AUTÓCTONOS

Se realizó siguiendo el método de Meza, (2015) UNALM que consta de la siguiente manera:

a) Etapa de selección de los microorganismos benéficos

**Materia prima**

Se eligió una muestra biológica de la vid (follaje de uva), la misma que se pesó,

Se adicionó melaza de azúcar de 10%, hígado cocinado de pollo en 5%, sal de mesa en 5%.

**Selección**

Las hojas de uva frescas y en buenas condiciones, se seleccionaron libre de impurezas como pajas, tierra y otras impurezas.

**Acondicionamiento**

De las hojas de uva se retiraron tallos y las hojas de uva libre de tallo se disminuyeron de tamaño (2x2cm). La operación se realizó en forma manual utilizando guantes latex.

**Mezclado**

Las hojas de uva de tamaño reducido, la solución de chancaca, hígado de pollo cocinado y sal de cocina fueron mezcladas en envases de polietileno con cierre hermético (tipo ziplod). El proceso se realizó en forma manual, hasta que la mezcla quede homogénea. Antes de la maceración se añadió agua el doble de la cantidad del peso de la muestra. Luego sea medido el pH y se selló el envase.

**Maceración**

La maceración se realizó por un periodo de 7 días, a una temperatura promedio de 21°C, hasta la formación de solución blanquecina en la parte de la superficie de la mezcla, durante este proceso se aíslan las bacterias lácticas de las hojas y quedaron en la solución liquida.

a) Recuperación de los microorganismos eficientes

**Filtrado**

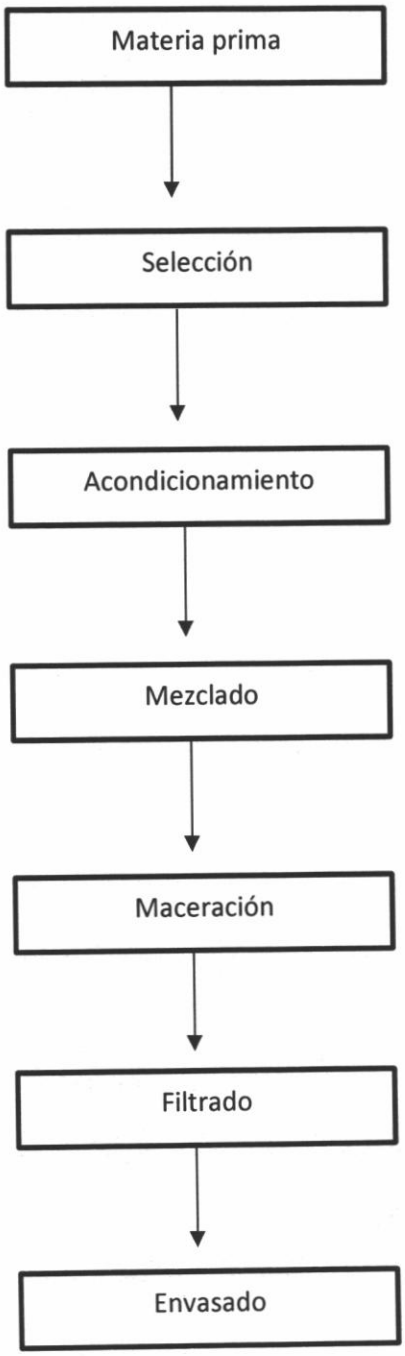
Después de 7 días se observó sobre la superficie o pegado en las paredes del recipiente una película de color blanquecino con un olor parecido a chicha de jora (bebida típica generalmente a base de wiñapu originado del maíz). Se separaron la parte sólida y liquida de la mezcla, el proceso se realizó en vaso precipitado y tamiz con granulometría de 6 mm.

**Envasado**

La parte liquida del filtrado se envaso en recipiente de vidrio, con el fin de su uso en la elaboración del compost.

Los registros fotográficos de la obtención y aislamiento de los agentes microbianos eficientes autóctonos, se observan en el anexo 8.

**Figura 9. Obtención de bacterias lácticas**



### 2.3.3.2 PARTE II: ELABORACIÓN DE COMPOST

**Materia prima**

Orujo proveniente de la segunda etapa de elaboración de alcohol (segundo fermentado), bacterias lácticas y aserrín de madera.

**Mezclado**

El aserrín fue mezclado con las bacterias lácticas, hasta que la solución liquida quede pegada en la del aserrín.

**Sembrado**

El sembrado se realizó en forma de láminas (capas): la Primera lamina (3cm de espesor) fue de hollejo y se puso en la base del compostador, posteriormente la segunda lamina se colocó el aserrín mezclado con bacteria láctica (1cm de espesor), y las demás capas fueron la misma metodología quedando en la parte de la superficie una capa de lámina de hollejo. El tiempo de sembrado fue de 21 días. A una temperatura promedio de 37.5°C (27°C temperatura inferior y 48°C temperatura superior).

**Secado**

Compost formado durante el proceso de sembrado, fue secado al ambiente a una temperatura promedio de 18°C hasta una humedad de 15%.

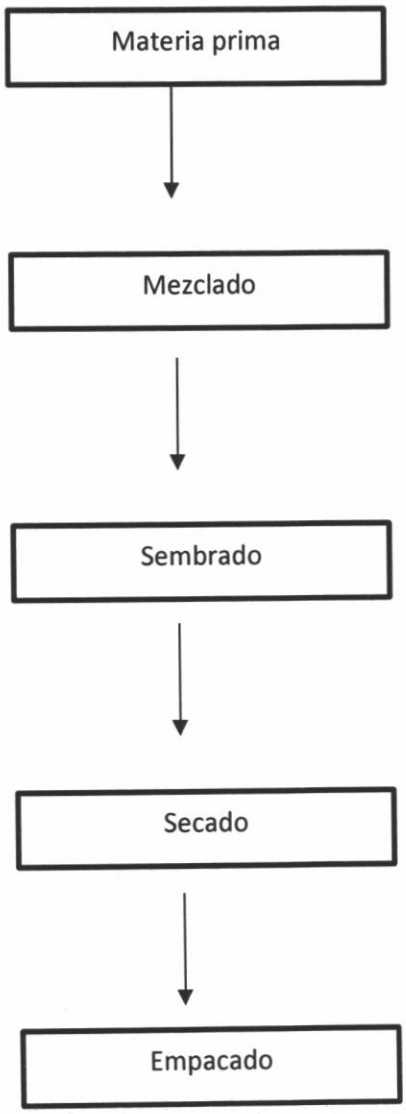
**Empacado**

El compost fue empacado en bolsas de polietileno de 1kg de peso.

Se observó el pH, la misma que alcanzó por debajo de 4, indicativo para separar la parte líquida, ésta fue el inóculo madre que se utilizó para inocular la muestra de orujo para el compostaje, utilizando para ello como medio de transporte aserrín de madera.

Los registros fotográficos del proceso de compostaje se encuentran en anexo 9.

**Figura 10. Elaboración de compost**



## 2.4 DISEÑO ESTADÍSTICO

### 2.4.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO

#### 2.4.1.1 DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA, CURVA DE SECADO Y COLOR DE ORUJO DE UVA VARIEDAD ITALIA

Para el estudio se aplicó el modelo estadístico de pruebas de comparación de promedios, las variables en estudio fueron: tipo de orujo y la respuesta fue Humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, carbohidrato, energía, pH, Acidez y °Brix.

**Cuadro 9. Valores físico químico del orujo de uva**

| VARIABLE INDEPENDIENTE | |
|---|---|
| **Factor** | **Niveles** |
| Tipo de orujo de Uva | Variedad Italia |
| **VARIABLE DEPENDIENTE** | |
| ➢ Humedad<br>➢ Ceniza<br>➢ Proteína<br>➢ Grasa<br>➢ Fibra<br>➢ Carbohidrato<br>➢ Energía<br>➢ pH<br>➢ Acidez<br>➢ °Brix | |

### 2.4.1.2 CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL ORUJO DE UVA

En el estudio de caracterización de los compuestos bioactivos, se aplicó el modelo estadístico diseño factorial, las variables en estudio fueron: factor tipo de fermentación (primera fermentación y segunda fermentación) y los resultados fueron: cuantificación de fenólicos totales, azucares totales, azucares reductores y flavonoides totales.

**Cuadro 10. Variables experimentales de compuesto bioactivo**

| VARIABLE INDEPENDIENTE | |
|---|---|
| **Factor** | **Niveles** |
| Tipo de fermentación | Primera fermentación<br>Segunda fermentación |
| **VARIABLE DEPENDIENTE** | |
| ➢ Fenólicos totales<br>➢ Azucares totales<br>➢ Azucares reductores<br>➢ Flavonoides totales | |

### 2.4.2 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESTILADO PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE ORUJO DE UVA

Para el experimento se utilizó el diseño compuesto central, las variables independientes fueron: sistema se reflujo del destilador (Factor X1), Porcentaje de Potencia de calefacción del destilador (Factor $X_2$) y Caudal de flujo de agua para condensado en el destilador (Factor $X_3$); y la variable dependiente fue el grado alcohólico en la producción de etanol.

**Cuadro 11. Variables experimentales de optimización de destilado**

| VARIABLE INDEPENDIENTE | |
|---|---|
| **Factor** | **Niveles** |
| Reflujo | 0.2 - 0.4 |
| Potencia | 60 – 80 |
| Caudal | 12 – 16 |
| **VARIABLE DEPENDIENTE** | |
| ➢ Grado alcohólico del etanol | |

El total de tratamientos fue de 15 unidades experimentales (cuadro 13). Para la construcción de superficies de respuesta, se utilizó la ecuación (1) con el que se predijo el valor óptimo (Montgomery, 2004).

**Ecuación 1**

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2$$

Dónde:

$Y$ : es la variable de respuesta.

$X_1, X_2, X_3$ : el sistema de reflujo del destilador, Porcentaje de potencia calefacción del destilador y Caudal de flujo de agua para condensado.

$\beta_0$ : Es el término de intercepción.

$\beta_1$, $\beta_2$ y $\beta_3$ : son los coeficientes lineales.

$\beta_{12}$, $\beta_{13}$ y $\beta_{23}$ : son los coeficientes cruzados o interactivos.

$\beta_{11}$, $\beta_{22}$ y $\beta_{33}$ : son los coeficientes cuadráticos.

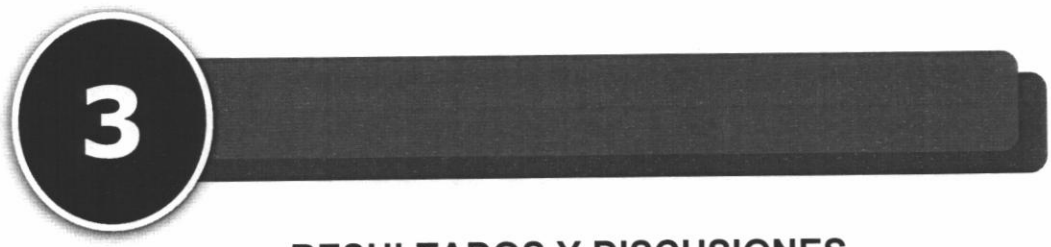
El análisis de superficie de respuesta, el ANOVA y las condiciones óptimas se obtuvieron utilizando el programa Design Expert 7. Los modelos ajustados para el grado alcohólico de la producción de etanol, fueron evaluados por la prueba F de ANOVA.

### 2.4.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPOST DE ORUJO DE UVA

Se utilizó el modelo estadístico T-student, las variables en estudio fueron: Tipo de residuo de fermentación, y los resultados fueron Materia orgánica, nitrógeno total, pH, conductividad eléctrica, fosforo total y potasio total.

**Cuadro 12. Variables experimentales de compost**

| VARIABLE INDEPENDIENTE | |
|---|---|
| **Factor** | **Niveles** |
| Tipo de orujo de fermentación | Variedad Italia |
| **VARIABLE DEPENDIENTE** | |
| ➢ Materia orgánica<br>➢ Nitrógeno total<br>➢ pH<br>➢ Conductividad eléctrica<br>➢ Fosforo total<br>➢ Potasio total | |




# RESULTADOS Y DISCUSIONES

# CAPITULO III

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 3.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BIOACTIVOS DEL ORUJO DE UVA

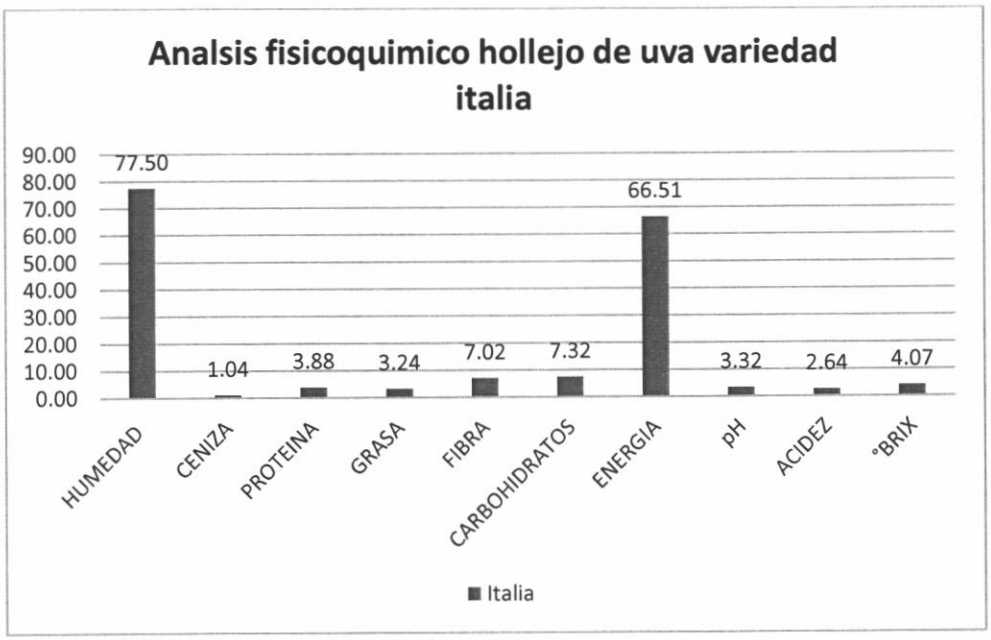
### 3.1.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

#### 3.1.1.1 CURVA DE SECADO Y COLOR DEL HOLLEJO DE UVA

Los resultados que se muestran en la figura 11, propone que, el porcentaje de humedad es mayor (77.50%) en relación a los citados por Mieres et al (2010) quien determino la humedad del hollejo de uva variedad negra criolla, alcanzando 51.888% y Cannett (2004) menciona que la humedad de uva alcanza alrededor del 10%; estas largas diferencias hace suponer las condiciones de la muestra al momento de análisis, ya sea en estado de base húmeda o estado de base seca. En cuanto a los resultados de fibra la variedad Italia resulto con mayor porcentaje en relación a la de borgoña, comparando con referencia bibliográfica Mieres et al. (2010) determinó que el orujo de uva variedad negra criolla alcanza el 25.12%. Estas discrepancias en los resultados obtenidos puede entenderse, a la variabilidad de las características de la muestra, ya que en algunos casos se pueden haber analizado solo la parte del epidermis (cáscara) o acompañado con la semilla (pepa) y una cantidad de pulpa adherida al epidermis, producto de la inadecuada separación pulpa - cáscara; lo cual pone en evidencia el incremento de los porcentajes de humedad, fibra, así como el tamaño de las bayas y la variedad de uva; además, Segarra, O. (2007) menciona que, la composición fisicoquímica y el pH del suelo de cultivo de uva, son variables muy importantes en la definición de las características de la uva, como el caso del hierro que influye en la intensidad del color, la caliza que le da mayor grado alcohólico cuando se fermentan y son destilados, el magnesio es contribuyente a las anteriores cuando la uva tiene destino la producción de vinos, la arcilla le transmite una característica de pastosidad y

tanino al vino, la sílece promueve aroma y el humos determina la acidez para el caso de los vinos.

**Figura 11. Resultados de análisis fisicoquímico**

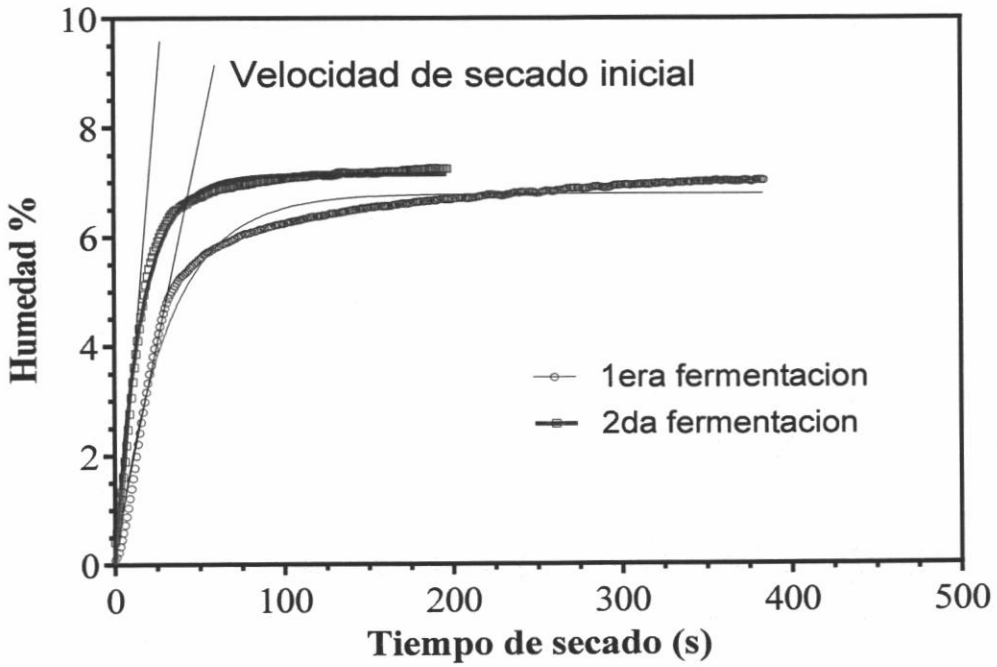



Los resultados de grasa se aproximan a los citados por Mieres et al. (2010), en el análisis de hollejo de uva negra criolla reporto un 4.435%. En cuanto a los niveles de proteína existe ligera diferencia en relación a los resultados del hollejo de uva negra criolla citado por Mieres et al. (2010) quien reporto 10.44% de proteína y 33.24% de carbohidratos. Estas discrepancias podrían deberse a la característica de la muestra (hollejo con Pepa, cascara y parte de pulpa); Pero se tiene diferencia con los resultados obtenidos por Cannett (2004), donde se tiene 14.72% en proteína y 19.41% en carbohidrato.

Para observar los tipos de los residuos de uva con que la industria vitivinícola cuenta en la localidad de Moquegua; es que el orujo tras una primera fermentación son nuevamente fermentados, para obtener pisco o aguardiente de segunda clase, aprovechándose del orujo el marcado aroma que aún puede desprender; en la figura

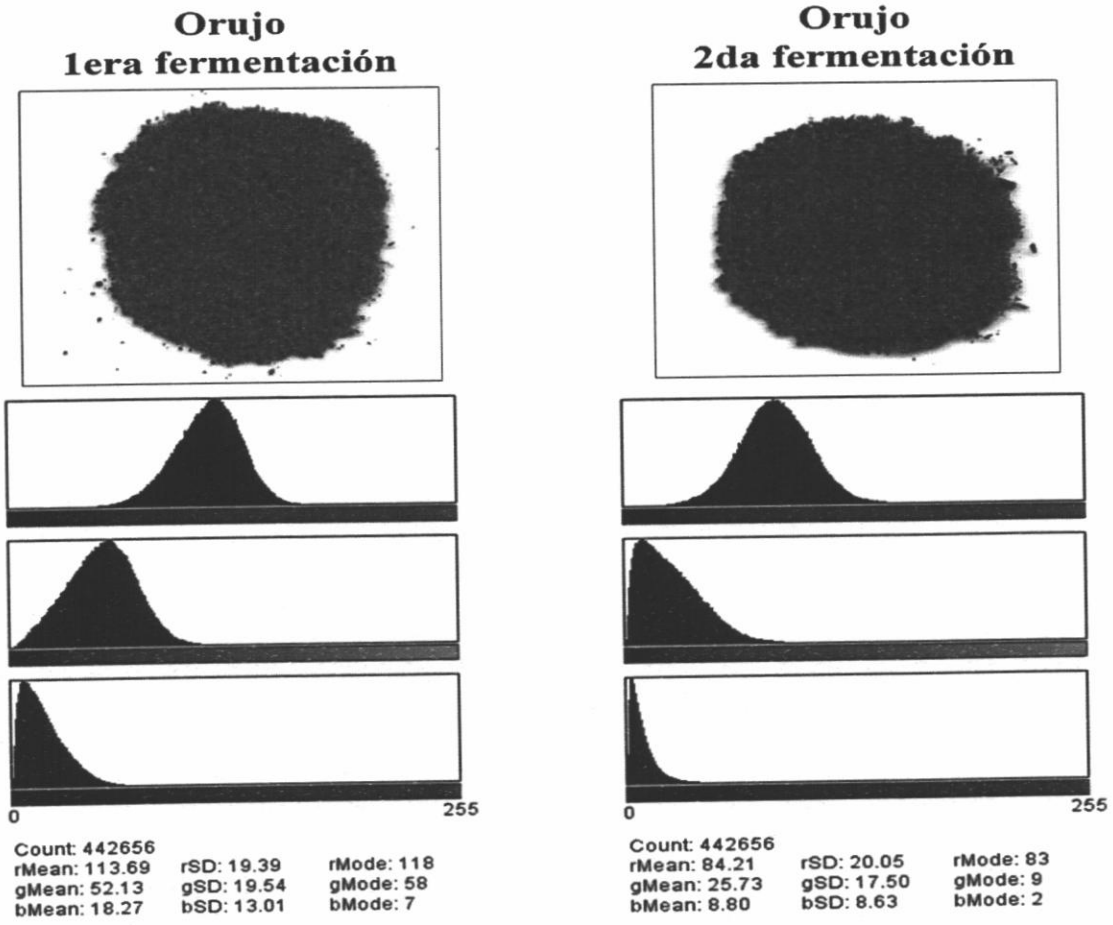
12, se observa la curva de secado de la primera y segunda fermentación, a razón de obtenerse la humedad final de las muestras, además de observar cuantitativamente la secuencia de secado en las muestras, donde el primero resulto con menor humedad y mayor tiempo de secado en relación al orujo de la segunda fermentación. Esto supone que durante la primera fermentación, dado las características de la membrana del orujo y que Cancino, B. et al. (2009) dice que, los procesos de ósmosis está debido al comportamiento de la membrana es decir el flux que tiene cada presión trans-membrana aplicada, no deja de predecir que el orujo, haya promovido el aumento de su porosidad y por lo tanto la cantidad de agua disminuyo por propiamente proceso osmótico.

**Figura 12. Curva de secado de muestras de orujo secadas y molidas obtenidas mediante secador de microondas**



En la figura 13 se demuestra la variabilidad de la coloración de los orujos tras haber sido pasados por dos fermentaciones, donde claramente se observa que la mayor concentración del color es la correspondiente a la primera fermentación que resultaron con mayor intensidad de color (RGB 113.69, 52.13, 18.27) en relación a las muestras de la segunda fermentación (RGB 84.21, 25.73, 8.80); ello supone al resquebrajamiento de los tejidos celulósicos de la cáscara de uva, por lo cual es preciso la salida de algunas sustancias de sólidos solubles y otros que aún persisten.

**Figura 13. Análisis de color de las muestras de orujo secadas y molidas**

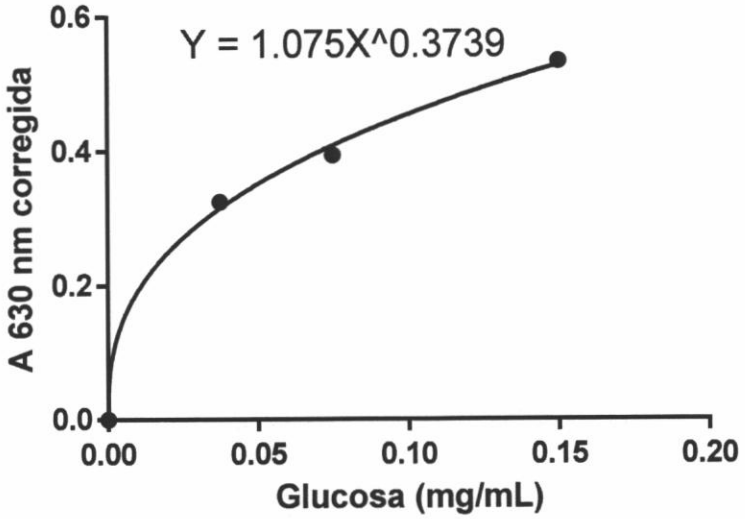


### 3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL ORUJO DE UVA

**a. Azucares totales**

En cuanto a la evaluación de los azucares totales del orujo provenientes de la primera fermentación (primer proceso de elaboración de alcohol) resulto con 13.8189 mg de glucosa / g de muestra y con una desviación estándar de 2.5013. En la figura 14 se muestra la curva de calibrado que refleja presencia de azucares totales en un espectro de banda de 630nm.

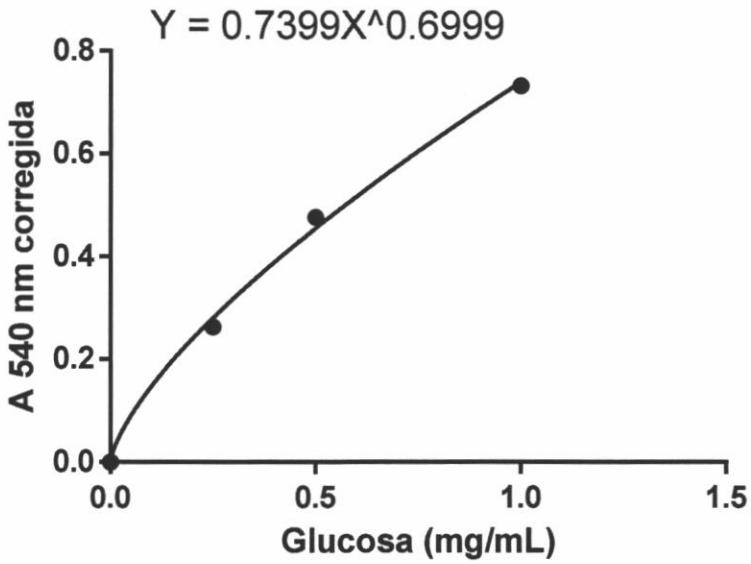
**Figura 14. Curva de calibrado para azucares totales de orujo de uva Italia**




**b. Azucares reductores**

El orujo evaluado fue proveniente de la primera fermentación (primer proceso de elaboración de alcohol). Los azucares reductores del orujo de uva Italia resulto con 9.2655 mg de glucosa/g de muestra y con una desviación estándar de 2.2195. En la figura 15 se muestra la curva de calibrado que refleja presencia de azucares reductores en un espectro de banda de 540nm.

**Figura 15. Curva de calibrado para azucares reductores de orujo de uva Italia**



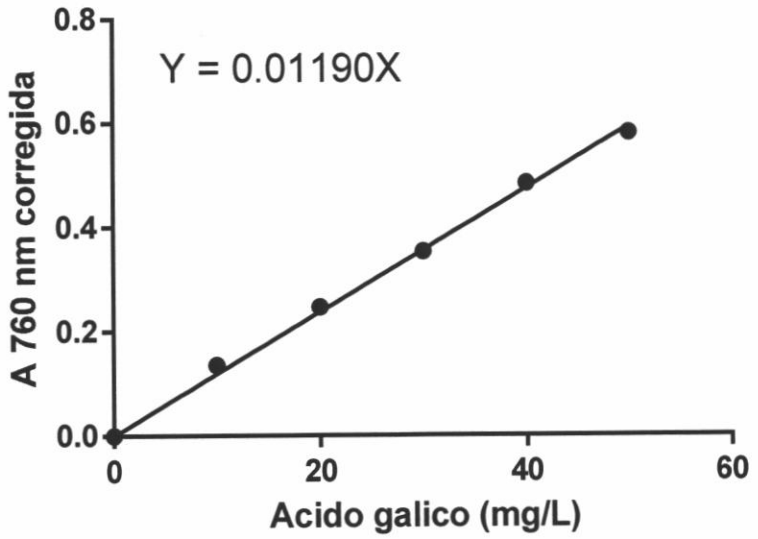

**c. Fenólicos totales.**

Para la evaluación se utilizaron dos tipos de muestra: orujo de la primera y segunda fermentación, los resultados fueron:

**Primera fermentación**

El orujo para la evaluación fue residuo de la primera fermentación (primer proceso de elaboración de alcohol) el resultado del compuesto fenólico total fue de 4.4174 mg de ácido gálico/g de muestra, y con una desviación estándar de 1.133. En la figura 16 Se muestra la curva de calibrado a un espectro de banda de 760nm. En cuanto al análisis comparativo, los resultados obtenidos se encuentra dentro de los parámetros obtenidos por Zuñiga, M. (2005), el mismo que menciona que de polifenoles de uva de la variedad C. sauvignon se encuentra de 3.7 mg de ácido gálico/g de muestra con una desviación estándar de 0.034 entre 5.84 mg de ácido gálico/g de muestra y con una desviación estándar de 0.14.

**Figura 16. Curva de calibrado para polifenoles totales de orujo de uva Italia**




**Segunda fermentación**

El orujo utilizado en este proceso fue residuo de la segunda fermentación (segundo proceso de elaboración de alcohol), los resultados obtenidos fueron 8.0918 mg de ácido gálico/g de muestra y una desviación estándar de 0.4809. En la figura 16 se muestra la curva de calibrado a un espectro de banda de 760nm. En cuanto al análisis comparativo los resultados obtenidos se aproximan a los obtenidos por Fernández (2013) el mismo que realizo estudios sobre composición química de infusión de orujo de uva de la variedad negra criolla y obtuvo 0.45mg de ácido gálico/g de muestra de polifenoles totales.

Con relación al análisis de varianza (anexo 1 - b), la prueba de comparación entre orujo de la primera y segunda fermentación, resulto significativo ($P \leq 0.05$), lo que

demuestra que los nivel fenólicos totales no es similar en el orujo de la primera y segunda fermentación.

Otras evaluaciones hechas sobre orujo de uva resultaron diferentes a los obtenidos en el presente proyecto, como los reportados por: Salinas (2013) menciona que en bagazo tinto secado a 40°C los polifenoles totales (mg/g) fueron de $36.5\pm5.8^{ab}$ mientras que en bagazo blanco secado a 40°C fue de $31.5\pm4.3^{b}$; y Gomez et al. (2013) menciona que el contenido de polifenoles totales de orujo blanco es de 238.8±4.8, orujo tinto es de 271.1±0.5 y pepita 411.6±7.1 mg equivalentes de ácido gálico/gramo de extracto seco, y FONDEF (2014) indica que los Polifenoles totales de HBU TINTA son 41.1±3(mg/g) y HBU BLANCA es 33.8±2.5(mg/g). La diferencia de los resultados se debe las diferentes técnicas de proceso de evaluación y parámetros de proceso.

**d. Flavonoides**

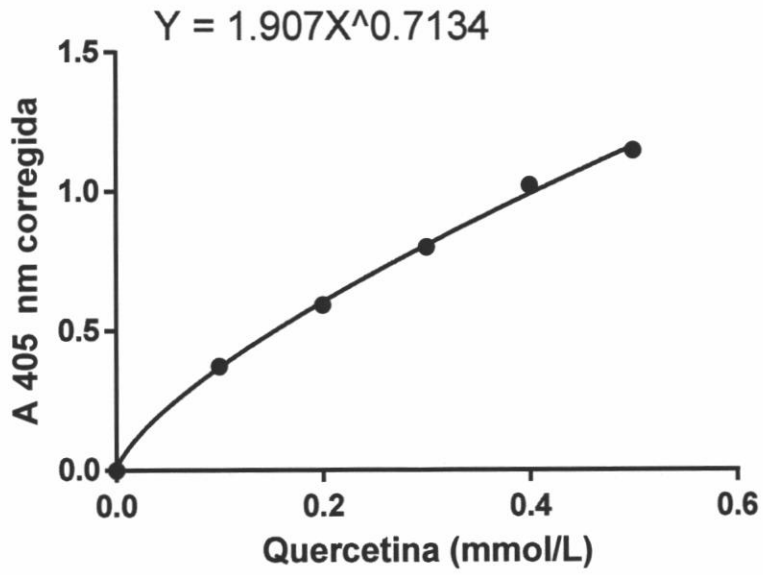
**Primera fermentación.**

Los resultados del análisis de flavonoides en el orujo de uva de la variedad Italia provenientes de la primera fermentación (Primer proceso de obtención de alcohol) fueron de 0.34406 mmol quercetina/100 g muestra con una desviación estándar de 0.03089. En la figura 17 se muestra la curva de calibrado a un espectro de banda de 405 nm. En cuanto al análisis comparativo los resultados obtenidos se aproximan a los obtenidos por Libran et al. (2013) en estudios realizado de extracción flavonoides cuyos resultados se encuentran entre 0.03 y 4.98 mg QE.

**Segunda fermentación.**

En cuanto a la evaluación de flavonoides en el orujo provenientes de la segunda fermentación (segunda elaboración de alcohol) se obtuvo 0.38066 mmol quercetina/100g muestra de flavonoides totales con una desviación estándar de 0.03627.

**Figura 17. Curva de calibrado para flavonoides totales de orujo de uva Italia**




En la figura 17 se muestra la curva de calibrado a un espectro de banda de 405nm para la obtención de flavonoides totales de la primera y segunda fermentación. En cuanto al análisis comparativo los resultados obtenidos tanto en la primera y segunda fermentación, se aproximan a los obtenidos por Libran et al. (2013) en estudios realizado de extracción flavonoides el mismo que se encuentra entre 0.03 y 4.98 mg QE.

Con respecto al análisis de varianza (anexo 1 - c), la prueba de comparación entre orujo de la primera y segunda fermentación, resulto no significativa ($P \leq 0.05$),

lo que demuestra que los nivel de flavonoides totales es similar en el orujo de la primera y segunda fermentación.

Por otro lado Gómez et al. (2013) en estudios del contenido de flavonoides en extractos de orujo tinto y orujo blanco purificadores obtuvo 39.29±3.74 µmol/g ES y 46.42±0.43 µmol/g ES, mientras que Putnik et. al (2016) en estudios de obtención de Flavonoides totales de orujo de uva obtuvo 36.28 ± 0.42 mg QE $g^{-1}$ d.m. Los resultados antes mencionados difieren en relación a los obtenidos en el presente proyecto, esto debido a las diferentes condiciones de proceso como uso de diferentes extractos, pH, temperatura de extracción, característica de materia prima y entre otras.

## 3.2 DESTILADO PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE RESIDUO DE UVA

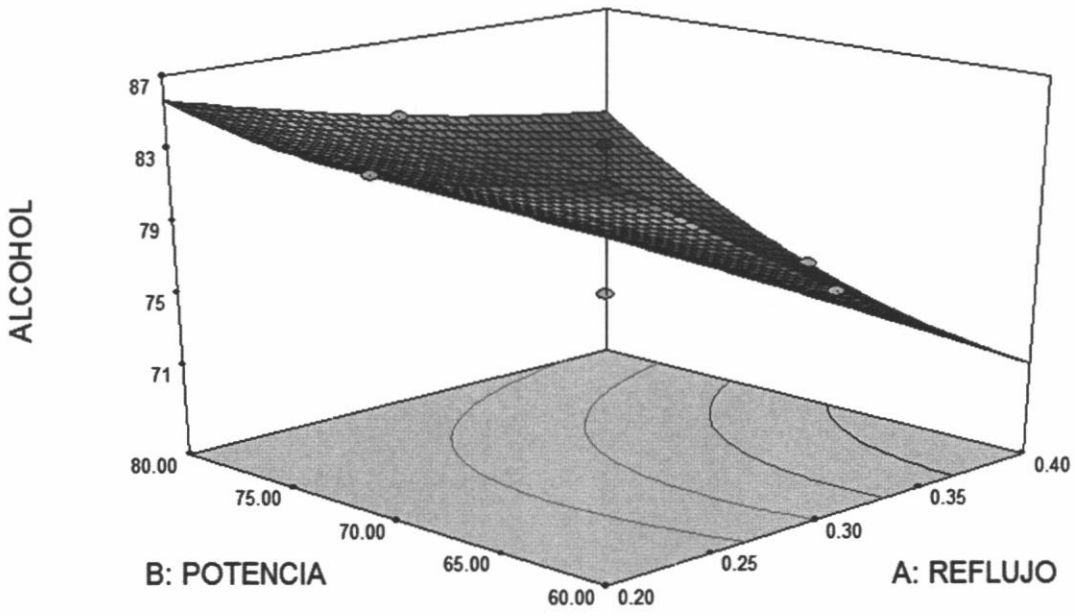
El mosto de la primera y segunda fermentación se destilo utilizando el equipo de destilación batch diferencial y el producto de ésta, se destilo nuevamente en un destilador de rectificación, para optimizar los grados alcohólicos, para lo cual se consideraron tres factores de ajustes distintos en el destilador batch de rectificación (potencia, reflujo y caudal de agua en el condensador); los distintos resultados bajo el modelo estadístico establecido se muestran en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Resultados de la variable dependiente**

| Tratamiento | Variable Independiente | | | Variable dependiente |
|---|---|---|---|---|
| | Factor $X_1$ (s) | Factor $X_2$ (w) | Factor $X_3$ (L/s) | PE (v/v) |
| 1 | 0.2 | 80 | 16 | 80.833 |
| 2 | 0.3 | 80 | 14 | 82.667 |
| 3 | 0.2 | 60 | 12 | 80.000 |
| 4 | 0.3 | 60 | 14 | 78.000 |
| 5 | 0.3 | 70 | 14 | 83.333 |
| 6 | 0.3 | 70 | 16 | 81.000 |
| 7 | 0.4 | 60 | 16 | 81.000 |
| 8 | 0.2 | 70 | 14 | 84.000 |
| 9 | 0.4 | 80 | 12 | 86.833 |
| 10 | 0.3 | 70 | 14 | 75.000 |
| 11 | 0.3 | 70 | 14 | 81.000 |
| 12 | 0.3 | 70 | 14 | 78.670 |
| 13 | 0.3 | 70 | 12 | 78.333 |
| 14 | 0.3 | 70 | 14 | 75.000 |
| 15 | 0.4 | 70 | 14 | 74.000 |

**A.** $X_1$: Reflujo. $X_2$: Potencia, $X_3$: Caudal, PE: Grado alcohólico en la producción de etanol.

**Figura 18. Dependencia de la producción de etanol sobre el reflujo, potencia**



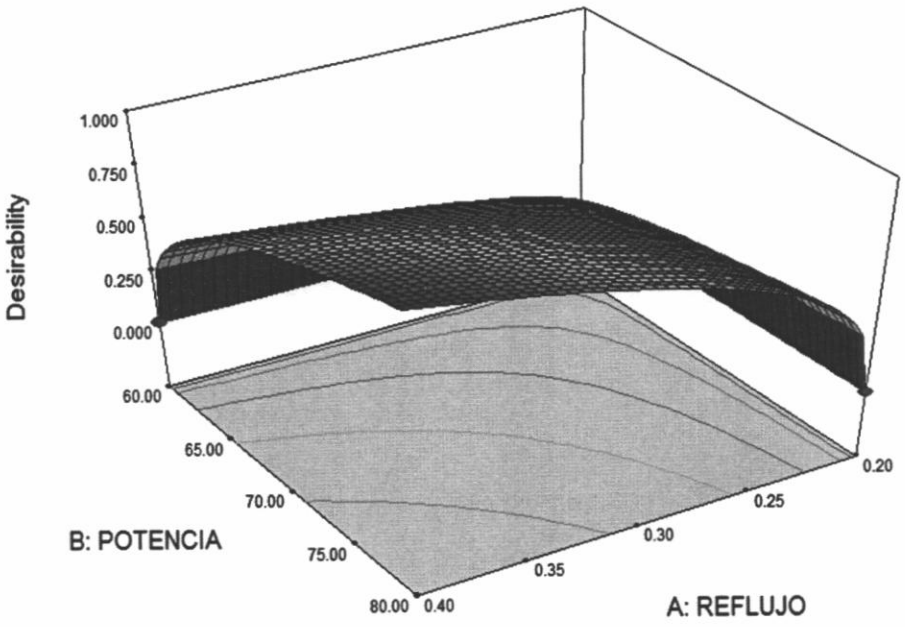

El análisis de varianza (anexo 2 - a) para el modelo solo fue afectado significativamente para el sistema de reflujo del destilador y para los interactivos Potencia y Caudal de agua para condensado. Para alcanzar los resultados se verifican según la siguiente ecuación:

**Ecuación 2**

$EP=78.54 - 5.00\ X_1 + 2.33\ X_2 + 1.33\ X_3 + 2.58\ X_1\ X_2 + 0.67\ X_1\ X_3 - 6.75\ X_2\ X_3 + 0.53X_1^2 + 1.86 + X_2^2 + 1.2X_3^2$

La ecuación predice, la producción de etanol dependiente de los factores reflujo, potencia y caudal. En la figura 18, no se muestra un punto máximo ni mínimo, pero se observa que la superficie de respuesta se encuentra dentro del rango establecido. Por lo tanto es posible concluir que al cambiar los valores de reflujo y al combinar la potencia y el caudal se verán incrementados los niveles de etanol.

**Figura 19. Dependencia ajustada de la producción de etanol sobre el reflujo, potencia**




El ajuste del modelo (anexo 2 - b) muestra valores significativos para la obtención de mayor grado alcohólico, y la figura 19 muestra valores maximizados.

Los valores óptimos para el proceso de destilación son 0.40 segundos en cuanto al sistema de reflujo, 80 porciento de potencia para el sistema de calefacción del destilador y 16L por segundo de caudal de flujo de agua para el sistema de condensado; bajo dichos ajustes se han obtenido etanol de 80 grados alcohólicos; este resultado difiere a la afirmación de De La Cruz, M. & Marcelo, D. (2013) donde menciona que, para el aprovechamiento de la cáscara de uva se deben utilizar bases con formulación de cáscara de uva, levadura, jugo de caña de azúcar, papa y desechos celulósicos para la obtención de bioetanol de manera satisfactoria; sin embargo es pertinente indicar que el equilibrio de los parámetros del equipo utilizado en la presente investigación, pueda ser la variante en la cita bibliográfica mencionada

y también la variabilidad de desechos utilizados. Por otro lado Flodman (2012), ha realizado una rectificación por batch invertida en forma cíclica, donde; mientras se rectifica, el componente ligero se elimina como destilado, concentrando el componente pesado en el tanque de calentamiento, luego, la tasa de destilado disminuye con el tiempo, en seguida cambiaron la columna de rectificación a modos de extracción, y el componente pesado eliminaron como producto de fondo, concentrando el componente ligero en el tanque de destilados; esto hace que la tasa de fondos disminuya con el tiempo, y la columna se convierte nuevamente en modo de rectificación; dicha operación realizaron en una composición binaria de etanol y 1-propanol, alcanzando hasta un 96% de etanol y quedando en los fondos hasta un 36% de la misma; el fraccionamiento cesó cuando la velocidad del destilado se acercó a cero después de 170 minutos de operación. En la presente investigación se pudo alcanzar hasta 80% de etanol, operación que terminó hasta llegar los 0% de alcohol en los fondos (agua y otros componente)

## 3.3 COMPOST DE ORUJO DE UVA

La organización del proceso de compostaje tuvo lugar a la observación de dos formas de compostaje, siendo uno el compostaje común y el compostaje con adición de bacterias lácticas aisladas a partir de desechos de hojas vegetales de uva.

En el cuadro 14, se muestran los resultados de la composición del compost a partir de los residuos industriales de uva variedad Italia.

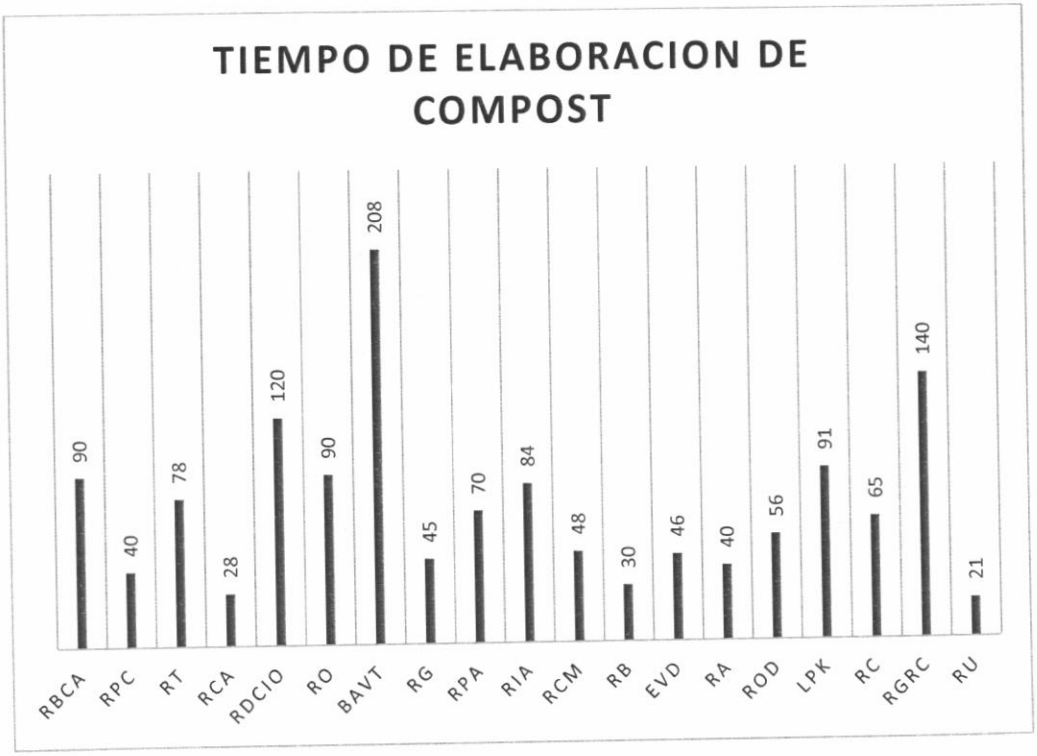
**Cuadro 14. Composición del compost variedad Italia**

| Características | Compost Italia |
|---|---|
| Materia orgánica (%) | 94.66 |
| Nitrógeno Total (%) | 2.66 |
| pH | 6.80 |
| Conductividad eléctrica (%) | 6.32 |
| Fosforo Total (%) | 1.30 |
| Potasio Total (%) | 1.97 |

Del cuadro 14, se menciona que el porcentaje de materia orgánica resulto superior a los obtenidos por Zambonino (2013) quien obtuvo entre 39.43 y 10.16%; y la CNMA (1999) quien menciona que el contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost deben ser mayor o igual a 25% en base seca. En cuanto al nitrógeno total los valores obtenidos se encuentra en compost de tipo inmaduro tal como lo menciona la FAO (2013) quien indica que los niveles de nitrógeno deberían estar en el

rango de 0.3% a 1.5% para compost maduro y compost inmaduro entre 2.5 a 3%. Referente a pH los valores obtenidos se encuentra en los paramentos recomendados por la FAO (2013) quien menciona que los rangos de pH del compost deben de estar entre 4.5 a 8.5. En cuanto a los resultado de fosforo total y potasio total resultaron superior a los valores recomendados por la FAO (2013) quien menciona que los valores adecuados de un compost son: para fosforo entre 0.1% a 1% y para potasio entre 0.3% a 1%, mientras que Zambonino (2013) menciona que se encuentran entre 3.03% a 0.79% de potasio total. En cuanto a los resultados de conductividad eléctrica resultaron con valores se encuentran en la categoría de compost de clase B como lo menciona la CNMA (1999) en su norma técnica de calidad del compost, quien refiere que para un compost de clase A la conductividad eléctrica debe ser menor a 5 mmho/cm (dS/m) y para compost de clase B debe estar entre 5 a 12 mmho/cm (dS/m). En la figura 20, se presenta el tiempo de elaboración de compost utilizando diferentes residuos orgánicos (anexo 3 - a).

**Figura 20. Tiempo de Elaboración de Compost**



En el figura 20, se demuestra que el tipo de residuo y la técnica de elaboración de compost influye en el tiempo de obtención del compost, en comparación con los resultados obtenidos en el presente proyecto, se demuestra que los residuos como orujo de uva y la técnica de elaboración presenta menor tiempo de elaboración de compost en relación a los demás procesos.

La evaluación estadística, se realizó mediante técnica t-studente, donde la variable independiente es tipo de residuo utilizado en la elaboración del compost y la variable dependiente fue el tiempo de obtención de compost. El valor de contraste fue de 90 días, el mismo que se tomó de la referencia de la FAO (2013) y CNMA (2000). Los resultados de la evaluación fueron:

**Cuadro 15. Evaluación del efecto del residuo sobre el tiempo de obtención de compost**

| N° muestra | Media | Desviación estándar | T-student | Gl. | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 73.1579 | 45.4768 | -1.614 | 18 | 0.124 |

Del cuadro 15, podemos mencionar que el tiempo de elaboración de compost no es como promedio 90 días tal como lo menciona la FAO y La norma de calidad de compost chilena; con los resultados se demuestra que el tipo de residuo y la técnica de elaboración determinan el tiempo de obtención de compost ($P \leq 0.05$).

## CONCLUSIONES

Los residuos industriales vitivinícolas, que son desechados sin valor comercial, generando contaminación al medio ambiente; pueden ser aprovechados sustancialmente, porque los resultados fisicoquímicos (humedad 77.50%, ceniza 1.04%, proteína 3.88%, grasa 3.24%, fibra 7.02%, carbohidrato 7.32%, energía de 66.51 kcal, pH de 3.32%, acidez 2.64; además de observarse el aspecto de su coloración que predicen la descomposición del orujo según fermentación cuya mayor concentración se observa en los de primera fermentación con R = 113.69, G = 52.13 y B = 18.27, mientras que para la segunda fermentación alcanzó valores de R = 84.21, G = 25.73 y B = 8.80) y bioactivos (polifenoles totales de primera fermentación 4.4174 mg de ácido gálico/g de muestra y de segunda fermentación de 8.0918 mg de ácido gálico/g de muestra, flavonoides de primera fermentación en 0.34406 mmol quercetina/100 g muestra y de la segunda fermentación 0.38066 mmol quercetina/100 g muestra), indican que el orujo de uva puede proponerse como ingrediente alimentario por su capacidad nutricional y funcional, además se ha conocido el contenido de azúcares subsistentes (4.07°Brix, azúcares totales 13.8189 mg de glucosa/g de muestra, azúcares reductores 9.2655 mg de glucosa/g de muestra); que con procedimiento adecuados pueden generarse el aprovechamiento en subproductos con valor comercial.

La organización óptima de variables de proceso para la obtención de etanol, tales como sistema de reflujo (factor $X_1$) 0.40 segundos, porcentaje de potencia de calefacción (factor $X_2$) 80% de potencia y caudal de flujo de agua para condensado (factor $X_3$) 16L/s, en un equipo destilador de rectificación, se obtuvo 80% de grados alcohólicos a partir de orujo de uva; ello supone la factibilidad de aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para distintas aplicaciones como combustible, farmacia, entre otros.

Con la utilización de bacterias eficientes autóctonas obtenidos del aislamiento del follaje de uvas, se logró realizar procedimiento de compostaje tipo bocashi en un tiempo estimado de 21 días en descomponer el material residual del orujo tras la obtención de etanol, con características fisicoquímicos de materia orgánica 94.66%, Nitrógeno total de 2.66%, pH 6.8, conductividad eléctrica 6.32%, fósforo total de 1.30% y potasio de 1.97%; esto supone que con el uso de agentes descomponedores que se encuentran en el medio vegetal se puede minimizar el tiempo de compostaje y disminuir la contaminación ambiental al producirse dióxido de carbono en un procedimiento convencional.

## RECOMENDACIONES

- La evidencia del contenido de sustancias nutricionales y bioactivas, además de la fibra dietaría en el orujo de uvas, motiva el estudio profundo para su valorización y aplicabilidad en la industria alimentaria; por lo que se recomienda la generación de estudios de orujo destinadas a alimentos con propiedades funcionales y prebióticas, alimentos ricos en fibra dietética, entre otros; los mismos que tienen especial interés en la población científica del mundo y las necesidades más urgentes del ser humano ante múltiples enfermedades, las que se han demostrado científicamente que con un monitoreo alimenticio con contenido funcional se puede evitar la oxidación celular o por el lado de la fibra dietética que, con cantidades equilibradas en la dieta se puede evitar enfermedades digestivas, del colon, entre otros. Todo lo anterior, repercute además de diseñar nuevos alimentos configurados con las bondades descritas, que tras el presente estudio, el orujo de uva es una matriz expectante y sólida de formar parte de dichos alimentos.
- Es recomendable el estudio a través de la variación de las operaciones de flujo durante la rectificación del etanol a fin de optimizar la producción de etanol, minimizar la energía que se gasta, etc. y sobre ella, evaluar los productos del destilado con otras técnicas, a fin de conocer la especificidad de la composición del producto destilado. Se recomienda además, purificar el etanol producido para su valoración como combustible de motores.
- Estudiar las fuentes de aislamiento de microorganismos eficaces autóctono para inocular en los espacios orgánicos como los desechos de la actividad vitivinícola. Además es fundamental recomponer el compost a partir de orujo descartado a través de mezclas con material orgánico de otras fuentes distintas al orujo de uva, a fin de obtener compost con mejores propiedades de Nitrógeno, Potasio y Fósforo.

## BIBLIOGRAFÍA


Abril, D., & Abril, A. (2009). Ethanol from lignocellulosic biomass. *Ciencia e investigación agraria, 36*, 163-176.

Álvare, . O. (2008). Manual del compostaje para la agricultura ecológica. *Consejeria de agricultura y pesca*, 6.

Ana Belén Díaz Sánchez. (2009). reciclado del orujo de uva como medio sólido de fermentación para la producción de enzimas hidrolíticas de interés industrial. Universidad de Cadíz. Tesis Doctoral. España.

Andrade, S. (2016). Elaboración de compost a partir de desechos organicos con el uso de bacterias acido-lacticas y Trichoderma spp. En la ciudad de Ibarra. UDLA. Ecuador.

Arias, A. (2011). Fundamentos y aplicaciones de transferencia de masa. Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

Arpasi A., O. 2001. "Elaboración de Mermelada de Oca con Naranja". Tesis de Ingeniero Agroindustrial. UNA – Puno – Perú.

Arrete, L. (2007). Radicales Libres Antioxidantes y Mecanismos De Protección.

Avello, M., Suwalsky, M. (2006). Radicales libres antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Pp. 161.172.

Ballesteros, M., Hernandez, C., De La Rosa, I., Mañon, M. & Carreño, M. (2017). Crecimiento microbiano en pilas de compostaje de residuos orgánicos después de la aireación. Revista centro azúcar. Instituto tecnológico de Toluca. México.

Baraybar, A., Monje, C. (2017). Obtención de Celulasas Trichoderma sp. a partir de Orujo de Uva para Producir Bioetanol usando Hojas de Mazorca de Maíz. Tesis de grado. Universidad Católica de Santa Maria. Arequipa – Perú.

Belitz, D., Grosh, W. (1998). Quimica de los alimentos. Editorial Acriba Zaragoza. Pp 258. España.

Benavides, H. & Villota, H. (2016). Evaluacion de Hemozym, EMS, Melaza y compost treet como activadores en la elaboración de compost. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Ecuador.

Betalleluz Pallardel, Lincoln Erwin, Mejora de la Productividad en la elaboración de pisco puro no aromático. Ingeniería Industrial. (en línea 2009), (Fecha de consulta: 2 de junio de 2018). Disponible en http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428493004 ISSN 1025-9929.

Blanco, D., Moreno, P., Ramírez, I., Martin, G., Fonte, L., Garcia, Y., Ojeda, F. (2010). Microorganismos Benéficos Potencialidades de su uso como agente precursor del desarrollo local. Revista de Biotecnología.

Bonifaz, N. & Guartambel, M. (2012). Obtención de bioabono (compostaje) a partir de las aves de desecho (mortalidad) en la granja avícola Jatumpamba. Universidad Central del Ecuador.

Camacho, S. (2017). Compostaje de subproductos derivados del sacrificio y faenado de ganado del camal municipal de Huaraz, utilizando diferentes sustratos. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Perú.

Cámara H., M. & et al. 2003. frutas y verduras fuentes de salud, colección nutrición y salud, grupo elba Madrid.

Cancino, Beatriz, Ulloa, Lila, & Astudillo, Carolina. (2009). Presión Osmótica de Soluciones Salinas y Azucaradas: su Influencia en Procesos de Osmosis Inversa en la Industria de Alimentos. *Información tecnológica*, *20*(3), 55-64. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000300008

Canett, R.; Ledezma, A.; Robles, R.; Sánchez, R.; León, L. y León, R. (2004). Caracterización de galletas elaboradas con cascarillas de orujo de uva. México: Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos. Universidad de Sonora.

Cardona, Carlos Ariel, Sánchez, Óscar Julian, Montoya, María Isabel, Quintero, Julían Andrés. (2005) Simulación de los Procesos de Obtención de Etanol a partir de Caña de Azúcar y Maíz. Scientia Et Technica XI. ISSN 0122-1701. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911707033

Carmona, R. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas de compost de residuos sólidos residenciales, a partir de su caracterización térmica. Universidad autónoma de occidente. Santiago de Cali – Colombia.

CNMA- Comisión nacional del medio ambiente. (1999). Norma de calidad del Compost. Region metropolitana. Chile.

CNMA. Comisión nacional del medio ambiente. (2000). Norma de Calidad de Compost. Chile.

Comas, V. 2012. Máxima rentabilidad en el aprovechamiento de los subproductos del vino. Interempresas.net. en línea: May 2018. http://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/101226-Maxima-rentabilidad-en-el-aprovechamiento-de-los-subproductos-del-vino.html

Cruz, L., Riera, G., & Zumalacárregui, B. (2012). Extracción de polifenoles a partir de hollejo de uva. Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 22, No. 3, 10-15, 2012.

Cuervo, L., Folch-Mallol, J., & Quiroz Castañeda, R. (2018). *Lignocelulosa Como Fuente de Azúcares Para la Producción de Etanol.* https://www.researchgate.net/publication/266610846

Cuervo, L., Folch-Mallol, J., & Quiroz Castañeda, R. (2018). *Lignocelulosa Como Fuente de Azúcares Para la Producción de Etanol.*

D. Ryan , K. Robards, 1998. "Phenolic compounds in olives", *Analyst*, , 123, 31R.

De La Cruz Azabache, M. R., Marcelo Astocondor, D. A. 2013. Proceso para la elaboración de aguardiente de uvas. C. I. P.7 C12G 3/12; B01D 3/00 (INDECOPI), Lima, Perú.

Diaz, A. (2009). Reciclado de orujo de uva como medio sólido de fermentación para la producción de enzimas hidrolíticas de interés industrial. Facultad de Ciencias - Universidad de Cádiz UCA. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnología del Medio Ambiente.

Espinosa, K. (2011). Elaboración de un abono orgánico a base de desechos del procesamiento del brócoli (*Brassica olearacea itálica*), para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

FAO. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (2013). Manual de compostaje del agricultor experiencias en américa latina. Santiago de Chile.

Fernandez, D. (2013). Aprovechamiento de orujo de uva borgoña negra (vitis labrusca) en bolsa filtrante. Universidad Nacional de San Martin. Perú.

Flodman, H. R., & Timm, D. C. (2012). Batch distillation employing cyclic rectification and stripping operations. *ISA Transactions, 51*(3), 454-460. doi:https://doi.org/10.1016/j.isatra.2011.12.003

FONDEF (2014). Harina de agazo de uva. Pontificia Universidad Católica de Chile.

García, R. (2005). Absorción *in vivo* de Oligomeros Epicatequinas Tesis Niversitat Rovira Ivirgili. Tarragona.

Goméz, F. (2001). Evaluación del Bokashi como Sustrato para Semilleros en la Región Atlántica de Costa Rica. Universidad EARTH. p. 8. Costa Rica.

Gomez, S., Hermosin, I., Gonzales, C., Salas, I., Alguacil, L., Garcia, E. & Castillo, N. (2013). Compuestos fenólicos bioactivos en subproductos vinícolas. Extracción y caracterización química y tecnológica. Universidad de la Mancha. España.

Gonzales, S. (2015). Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa. Universidad agraria de la selva. Tingo María - Perú.

Hamasaki, S. (2016). Guía Básica de Vinos. En Línea 22 Set. 2017. Web. https://www.wattpad.com/225096746-gu%C3%ADa-b%C3%A1sica-de-vinos-la-uva-y-sus-partes.

Hoyos, J., Vargas, C. & Velasco, R. (2010). Evaluación de compost obtenido en pila móvil empleando mezclas de gallinaza de jaula con material celulósico. Universidad del Cauca-Colombia.

Huertas Vallejos, L. (2004). Historia de la producción de vinos y piscos en el Perú. *Universum (Talca), 19*, 44-61.

INTI - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (2017). Instructivo para la producción de compost domiciliario. INTA. Argentina.

Iñiguez, G., Acosta, N., Martinez, L., Parra, J. & Gonzales, O. (2004). Utilizacion de subproductos de la industria tequilera, compostaje de bagazo de agave y vinazas tequileras. Universidad de Guadalajara. México.

Kalil, S. (2007). Seguimiento del proceso de humidificación en compost inoculado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.

Kukoskil, E., Martta, E., Asuero, G., Troncoso, A., Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar la actividad antioxidante .Ciencia y Tecnología de alimentos: 726-732.

Leighton, F., Urquiaga, I. (1998). Boletín de ciencias, vino y salud, programa bases moleculares de las enfermedades crónicas facultad de ciencias biológicas - Políticas Universidad Católica de Chile, vol. 3.

LIBRAN, M., MAYOR, L., GARCIA-CASTELLANO, E. & VIDAL-BROTONS, D. (2013). Polyphenol extraction from grape wastes: Solvent and pH effect. *Agricultural Sciences.Vol.4, No.9B, 56-62.*

López Fernández, J. I., Navarro González, M., & Rad Moradillo, C. (2011). *Compostaje de residuos orgánicos y seguridad medioambiental.* Burgos, SPAIN: Editorial Universidad de Burgos.

Lu, Q., Zho, Y., Gao, X., Wu, J., Zhou, H., Tang, P., Wei, Q. & Wei, Z. (2018). Effect of tricarboxylic acid cycle regulator on carbon retention and organic component transformation during food waste composting. *Bioresource technology*. So960-8524(18)30164-0.

Martinez, P., Garcia, G., Sanchez, G., & Vargas, C. (2014). Evaluación preliminar de actividades biológicas para el compostaje de residuos de tomate. Revista AIDIS. Bogotá Colombia.

Martínez, R., Periago, M., Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latino Americanos de Nutrición.

Martínez, R., Periago, M., Ros, G. (2007). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Facultad de veterinaria universidad de Murcia. Volumen 50, Nº 1.

Martínez-Flórez, S. J., González-Gallego, J. M., Culebras, M. J. (2002) Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp.* 17, 271-278.

Meza, V. (2015). II Curso Práctico de Elaboración de Abono Mediante Fermentación Bacteriana a partir de Residuos Orgánicos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Ciencias. Centro de Gestión y Tecnología Ambiental.

Mieres, P., Andrade, A., Garcia, L., & Londoño, P. (2010). Desarrollo de una galleta a partir de orujo de uva variedad criolla negra. ANALES. Universidad Metropolitana.

Molina, J. (2012). Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs) en la Productividad del Cuy. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Cevallos - Ecuador.

Montgomery, D. (2004). Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. Limusa Wiley. México. pp.427- 466.

Morón, J. (2017). La vid en el Perú y la elaboración de pisco en Ica. Cultura, Ciencia y Tecnología - ASDOPEN-UNMSM/N° 11. pág. 35.

Muñoz A., Ramos F. 2007 Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedad esbiomedicinales. Revista Horizonte Médico. Volumen 7, N° 1, Junio 23-31.

Neugebauer, M. & Solowiej, P. (2016). The use of Green waste to overcome the difficulty in small-scale composting of organic household waste. *Cleaner production.* 156-865-875.

Normas de Calidad de Compost. 2000. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Departamento descontaminación, planes y normas. Colombia. En línea. May 2018.http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf

Ozores-Hampton, M., Riffo, M. O., & O'Ryan, J. (2005). Curso internacional de compostaje: producción, control de calidad y usos de compost.

Paradelo, R., Moldes A.B., Gonzales D., Barral M.T. (2009). Evaluación de compost y vermicompost de orujo agotado de uva como componentes de sustratos. Departamento de edafología e química agrícola, Universidad de santiago de Compostela. Facultad de Farmacia, 15706 Santiago de Compostela España.

Pintać, D., Majkić, T., Torović, L., Orčić, D., Beara, I., Simin, N., . . . Lesjak, M. (2018). Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace. *Industrial Crops and Products, 111*, 379-390. doi:https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.038

Pokorny, J., Janda, V., Pudil, F. 2005. Changes during the extrusión of semolina in mixture with sugars. Food Sci, 19: 24-30.

Prior, R., Wu, X., Schaech, K. 2005. Standardized methods. For the determination of. Antioxidant capacity and phenoliess. In food and dietary.

PRODUCE. (2015). Datos Estadísticos. Dirección Regional del Ministerio de la Producció. Moquegua – Perú.

Putnik, P. Bursać Kovačević, D. Radojčin, M. and Dragović-Uzelac, V. 2016. Influence of Acidity and Extraction Time on the Recovery of Flavonoids from Grape Skin Pomace Optimized by Response Surface Methodology. Chem. Biochem. Eng. Q., 30 (4) 455–464, pag. 458.

Rodriguez, L.A.; Toro, M.E.; Vazquez, F.; Correa-Daneri, M.L.; Gouiric, S.C. & M.D. Vallejo. (2009). Producción de Bio-Etanol por fermentación en estado sólido, sobre orujo de uva y de remolacha azucarera. Tercer Congreso Nacional - Segundo Congreso Iberiamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentable de Energía - HYFUSEN. San Juan - Argentina. 12-138

Román, P., Martinez, M., Pantoja, A. (2013). Manual del compostaje del agricultor - Experiencias en América Latina. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* - FAO- Oficina Regional para América Latina y el Cáribe. E-ISBN 978-92-5-307845-5. Santiago - Chile.

Romero, A., Suarez, E., Macias, M., Gomez, Y. & Lozano, L. (2017). Diseño experimental para la obtención de compost apto para uso agrícola a partir de lodo papelero Kraft. Revista Espacios. Colombia.

Salinas, D. (2013). Estudio de los parámetros de elaboración de harina de bagazo de uva para la obtención de un producto con propiedades funcionales. Universidad de chile. pp. 28,29.

Sánchez, F. (2015). Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú.

Schieber, A., Stintzing, F., Carle, R., 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds –recent developments. Trends Food Sci. Technol. 12, 401–413. http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00012-2.

Segarra, O. (2007). La Cultura del Vino, una guía amena para pasar de iniciado a experto en Vinos. Editorial Amat. Barcelona España.

Shahidi, F., Janitha, P. (1992). Phenoli cantioxidants. Rev. Food Science Nutritional, Vol. 29, Pp 67.

Shi, H. 2001. Introducing natural antioxidants. Cap 8 en antioxidantes en antioxidants in foods. Practical applications. Pokorny, J., Yanishlieva, N., y Gordon M. (editores) pp 147 – 158 CRC Press Inc, Boca Raton, FL. EUA.

Shintani, M; Tabora, P. 1998. Producción de Bokashi para agricultura Orgánica en los Trópicos. EARTH. Costa Rica. 14 p.

Terry, E., Leyva, A., Hernández, A. (2005). Microorganísmos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum, Mill). Revista colombiana de Biotecnología Vol. VII No 2 2005 47-54.

Ugartondo, V. (2009). Principales dianas biológicas de los Radicales Libres, Estructura Química de los Polifenoles.

Vargas, M. del C. Andreu, F. Fernandez, L. Fernandez, F. Garcia-Morales, J. Melgar, R. Moral, R. Moreno, J. Suarez, F. 2014. Compostaje Red Española de Residuos a Recurso el Camino hacia la Sostenibilidad. *Residuos agrícolas I.1*: Mundi-prensa Libros.

Vasquez, M., Fuentes, B. & Cote, E. (2010). Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha (pulpa) del café con aplicación de microorganismos nativos. Revista CENIC Ciencias Biológicas. Colombia.

Villar A. 1992. Sensibilidad a etanol en levaduras: Bases Fisiológicas y Análisis de Métodos Empleados en su Determinación. Memoria de grado. Faculta de Ciencias Biológicas, Departamento de Microbiología III. Universidad Complutense de Madrid.

Zambonino, A. (2013). Compostaje de tres tipos de materia orgánica con aplicación de microorganismos (ácido láctico, levaduras y actinomicetos) en el canton salcedo. Universidad técnica estatal de Quevedo – Ecuador.

Zuñiga, M. 2005. Caracterización de fibra dietaría en orujo y capacidad antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva. Tesis. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.

# ANEXOS

## ANEXO 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ORUJO, COMPOST Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### a. Resultado análisis fisicoquímico del orujo de uva variedad Italia.

| CARACTERÍSTICA | R1 | R2 | R3 | PROMEDIO |
|---|---|---|---|---|
| HUMEDAD | 74.8 | 74.03 | 74.76 | 74.53 |
| CENIZA | 2.11 | 2.17 | 2.17 | 2.15 |
| PROTEÍNA | 4.43 | 4.5 | 4.32 | 4.42 |
| GRASA | 2.92 | 3.14 | 2.78 | 2.95 |
| FIBRA | 5.78 | 6.36 | 5.3 | 5.81 |
| CARBOHIDRATOS | 9.96 | 9.8 | 10.67 | 10.14 |
| ENERGÍA | 72.79 | 76.68 | 76.2 | 75.22 |
| pH | 3.73 | 3.71 | 3.71 | 3.72 |
| ACIDEZ | 0.95 | 0.92 | 0.91 | 0.93 |
| GRADOS BRIX | 5.7 | 5.5 | 5.7 | 5.63 |

### b. Análisis estadístico de polifenoles totales

| Producto | N° datos | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|---|
| Orujo primera fermentación | 3 | 4.4174 | 1.13366 |
| Orujo segunda fermentación | 3 | 8.0919 | 0.48092 |

| F de V | GL. | F |
|---|---|---|
| Orujo de uva | 4 | 2.736 |

### c. Análisis estadístico para flavonoides totales

| Producto | N° datos | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|---|
| Orujo primera fermentación | 3 | 0.3441 | 0.03090 |
| Orujo segunda fermentación | 3 | 0.3807 | 0.03627 |

| F de V | GL. | F |
|---|---|---|
| Orujo de uva | 4 | 0.214 |

## ANEXO 2.RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN DE ETANOL

### a. Análisis de varianza para modelo de producción de etanol a partir de orujo de uva Italia.

| Fuente | Coeficiente polinomial | D.F | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc | p-Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contraste | 78.54 | | | | | |
| $X_1$ | -5.00 | 1 | 50 | 50 | 4.62 | 0.0843 |
| $X_2$ | 2.33 | 1 | 10.89 | 10.89 | 1.01 | 0.3618 |
| $X_3$ | 1.33 | 1 | 3.56 | 3.56 | 0.33 | 0.5913 |
| $X_1 X_2$ | 2.58 | 1 | 8.90 | 8.90 | 0.82 | 0.4061 |
| $X_1 X_3$ | 0.67 | 1 | 0.59 | 0.59 | 0.055 | 0.8242 |
| $X_2 X_3$ | -6.75 | 1 | 60.75 | 60.75 | 5.61 | 0.0640 |
| $X_1^2$ | 0.53 | 1 | 0.73 | 0.73 | 0.068 | 0.8051 |
| $X_2^2$ | 1.86 | 1 | 9.08 | 9.08 | 0.84 | 0.4018 |
| $X_3^2$ | 1.20 | 1 | 3.74 | 3.74 | 0.35 | 0.5822 |

$X_1$: Reflujo. $X_2$: Potencia, $X_3$: Caudal, DF: Grados de libertad, F: Prueba de Fisher, p-Valor: Valor de distribución de probabilidad.

### b. Análisis de varianza ajustado para modelo de producción de etanol a partir de orujo de uva Italia

| Fuente | Coeficiente polinomial | D.F | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc | p-Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contraste | 79.98 | | | | | |
| $X_1$ | -5.00 | 1 | 50 | 50 | 5.13 | 0.0772 |
| $X_2 X_3$ | -6.75 | 1 | 60.75 | 60.75 | 6.24 | 0.0280 |

$X_1$: Reflujo. $X_2$: Potencia, $X_3$: Caudal, DF: Grados de libertad.

## ANEXO 3. RESULTADOS DE COMPOST

### a. Muestras de compost con diferentes residuos y técnicas de proceso

| CODIGO | N° | RESIDUOS ORGANICOS PARA LA ELABORACION DE COMPOST | Tiempo de compostaje (dias) |
|---|---|---|---|
| RBCA | 1 | BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR | 90 |
| RPC | 2 | RESIDUO POSCOSECHA DE PULPA DE CAFÉ | 40 |
| RT | 3 | RESIDUOS DE TOMATE | 78 |
| RCA | 4 | EL RESIDUO ORGANICO UTILIZADO FUE DE CENTRO DE ABASTO DE TOLUCA MEXICO | 28 |
| RDCIO | 5 | RESIDUOS ORGANICOS DE DOMICILIO, CAMALES, INDUSTRIAS ENTRE OTROS | 120 |
| RO | 6 | DESECHOS ORGANICOS | 90 |
| BAVT | 7 | BAGAZO DE AGAVE Y VINAZAS TEQUILERAS | 208 |
| RG | 8 | RESIDUO DE GALLINAZA DE JAULA CON MATERIAL CELULOSICO | 45 |
| RPA | 9 | RACIMOS DE FRUTA DE PALMA DE ACEITE | 70 |
| RIA | 10 | RESIDUO DE INDUSTRIA AVICOLA | 84 |
| RCM | 11 | RESIDUOS DE CAMAL MUNICIPAL DE HUARAZ | 48 |
| RB | 12 | RESIDUOS DE BROCOLI | 30 |
| EVD | 13 | ESTIERCOL DE VACUNO Y DOLOMITA | 46 |
| RA | 14 | RESIDUOS ALIMENTICIOS | 40 |
| ROD | 15 | RESIDUO ORGANICO DOMESTICO | 56 |
| LPK | 16 | LODO PAPELERO KRAFT | 91 |
| RC | 17 | RESIDUO DE CITRICOS | 65 |
| RGRC | 18 | RESIDUOS DE EMPRESAS GANADERAS Y RESTOS DE COSECHA | 140 |
| **RU** | **19** | **RESIDUO DE INDUSTRIA VITIVINICOLA (CASO ESTUDIO)** | **21** |

## ANEXO 4. ANÁLISIS DE SECADO DE ORUJO DE UVA ITALIA



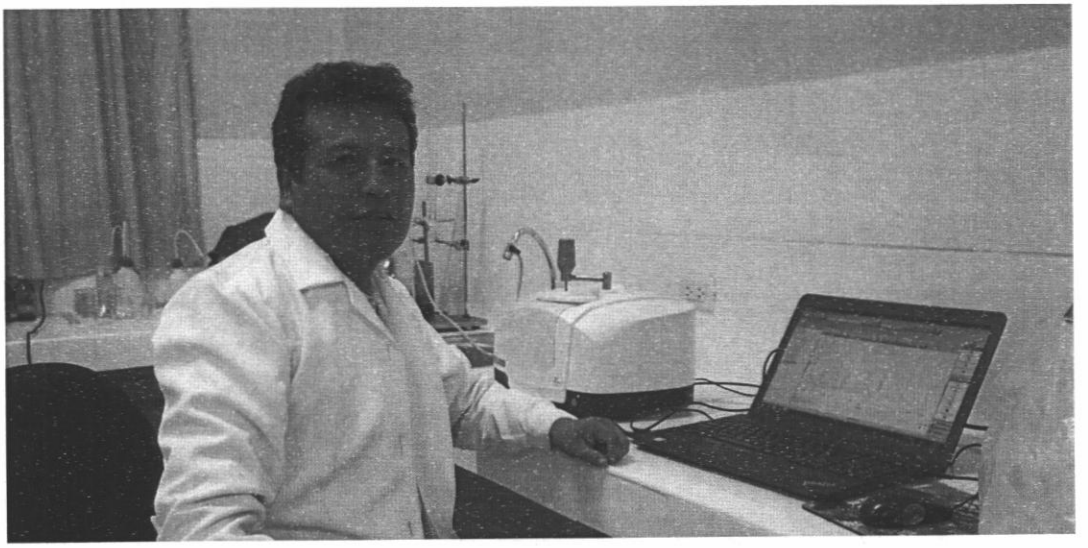




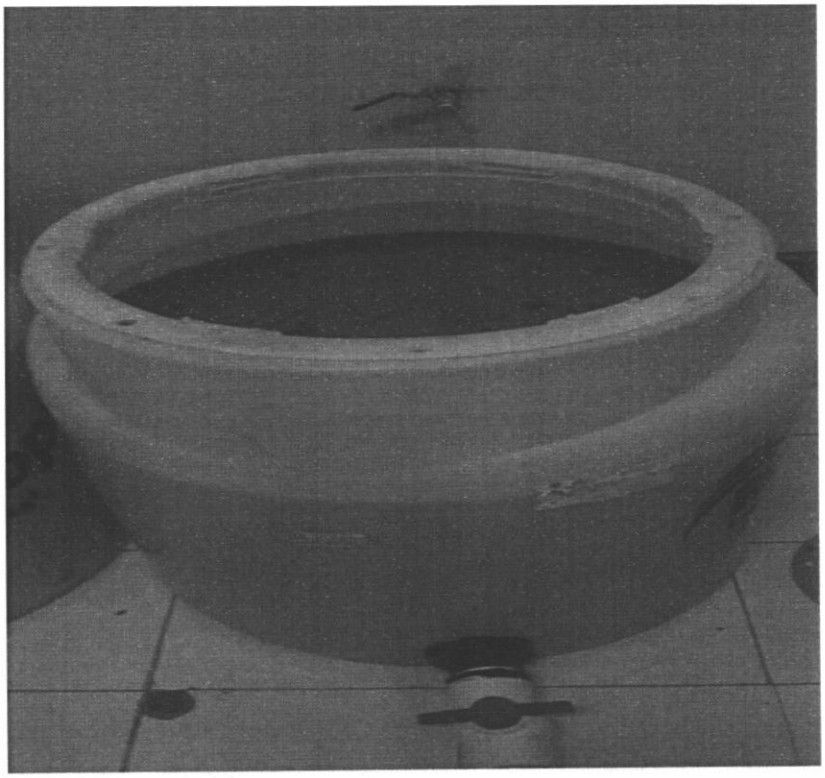
## ANEXO 5. ANÁLISIS DE PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ORUJO DE UVA ITALIA



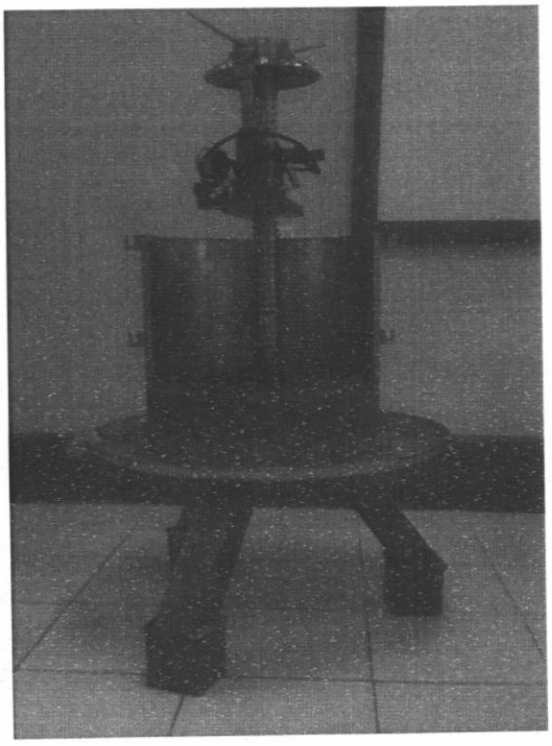




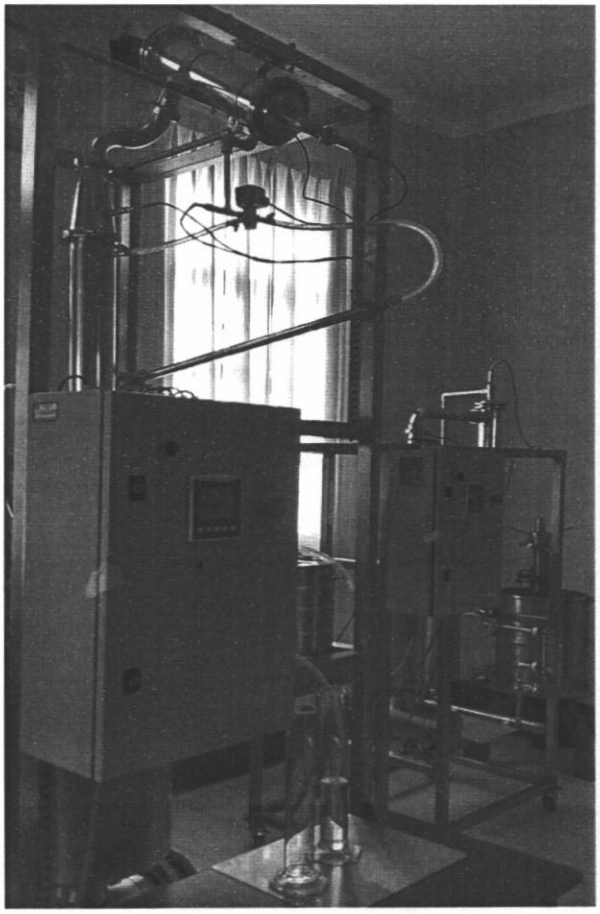
## ANEXO 6. PROCESO DE FERMENTADO EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL







## ANEXO 7. PROCESO DE OBTENCIÓN DE ETANOL (DESTILADO)



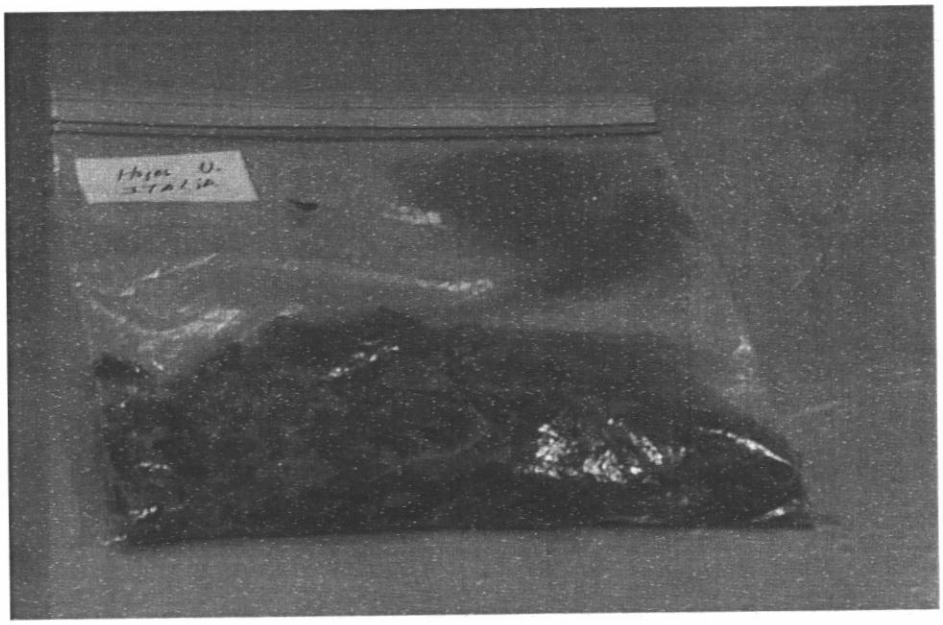




## ANEXO 8. PROCESO DE OBTENCIÓN DE AGENTES MICROBIANOS EFICIENTES AUTÓCTONOS







## ANEXO 9. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL COMPOST







# RESOLUCIÓN C.O. N° 405-2014-UNAM

*Moquegua, 21 de julio del 2014*



***VISTO:***

*El Informe N° 30-2014-EEP-OIU-UNAM de fecha 30 de mayo de 2014; Oficio N° 0119-2014-VIPAC/CO/UNAM de fecha 03 de junio de 2014; Memorando N° 074-2014-VIPAC/CO/UNAM de fecha 09 de junio de 2014; Informe N° 041-2014-EEP-OIU-UNAM de fecha 10 de julio de 2014; Oficio N° 0177-2014-VIPAC/CO/UNAM de fecha 11 de julio de 2014; Acuerdo de Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de fecha 16/07/2014; y,*

***CONSIDERANDO:***

*Que, de conformidad con el artículo 18° de la Constitución Política del Perú, la Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Las Universidades se rigen por sus propios Estatutos en el marco de la Constitución y las leyes.*

*Que, conforme lo establece el inciso 6.5 del artículo sexto de la Ley N° 30220- Ley Universitaria, son fines de la Universidad "Realizar y promover la investigación científica, tecnológica y humanística la creación intelectual y artística"; asimismo, el estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua en su numeral 3.2.- establece dentro de sus fines generales: "Formar y perfeccionar profesionales de alto nivel académico en las diferentes áreas del conocimiento científico, tecnológico y humanístico, comprometidos con el desarrollo local, regional y nacional".*

*Que, mediante Resolución C.O. N° 0518-2013-UNAM de fecha 16 de diciembre de 2013, se aprueba el Reglamento de Investigación de la Universidad Nacional de Moquegua y el Reglamento para el financiamiento de Proyectos de Investigación con Fondos de Canon, Sobrecanon y Regalías Mineras de la UNAM, que el primero de los citados tiene como finalidad regular el ejercicio de las actividades de Investigación Científica que se realizarán en la Universidad, estableciéndose en su artículo 30° referente a los Proyectos de Investigación, señalando que: "Los proyectos de investigación son aquellos trabajos creativos a ser realizados de manera sistemática y orientada a la producción de nuevos conocimientos. Comprende la investigación básica, aplicada y de desarrollo experimental.*

*Que, de igual manera en su Art. 65° del Reglamento de Investigación con respecto al estímulo a la investigación señala: "La premiación por los trabajos de investigación consiste en otorgar una felicitación de reconocimiento público con resolución de Comisión organizadora, al Director y el Equipo Técnico".*

*Que, el Director del Proyecto se obliga a informar por escrito a la Oficina de Investigación Universitaria (OIU) de la Universidad Nacional de Moquegua y a la Presidencia de la Comisión Organizadora de la UNAM, sobre cualquier avance previo y sobre cualquier otro financiamiento pasado, disponible o que se obtenga durante la ejecución del proyecto. Además las actividades deberán ser concluidas en el plazo establecido según cronograma establecido, y se compromete a presentar Informes técnico-económicos semestrales, en forma impresa y electrónica del proyecto. Además la ejecución del proyecto de Investigación se inicia previa firma del contrato por parte del Director del Proyecto de Investigación en la Oficina de Investigación Universitaria de la Universidad Nacional de Moquegua.*

*Que, mediante Informe N° 041-2014-EEP-OIU-UNAM de fecha 10 de julio de 2014, el Jefe (e) de la Oficina de Investigación universitaria comunica al Vicepresidente Académico de la UNAM que los Proyectos de Investigación que han participado en el I Concurso de Proyectos de Investigación con fondos del Canon minero, sobre canon y regalías mineras, han sido evaluadas por el Comité Evaluador y se han publicado los resultados según el cronograma establecido en la Base del Concurso. El Comité Evaluador ha cumplido con emitir los formularios de evaluación, en las que se expone las fortalezas y debilidades de los proyectos de investigación presentados a concurso. Y habiendo culminado los plazos para levantamiento de observaciones y/o ajustes requeridos, la Oficina de Investigación Universitaria cumple con informar que la etapa de Evaluación Final ha culminado. Se hace alcance del consolidado de los Resultados de las Evaluaciones Finales de los Proyectos de Investigación Aprobados, los cuales cumplen los requisitos exigidos por el reglamento y las Bases de Concurso. También se adjunta las cartas o informes con las cuales los Directores de los Proyectos de Investigación informan el levantamiento de observaciones. Según lo expuesto, la Oficina de Investigación Universitaria solicita:*

1. *Aprobación de los resultados de las Evaluaciones Finales del I Concurso de Proyectos de Investigación con fondos del Canon minero, sobre canon y regalías mineras, mediante Resolución de reconocimiento y aprobación por parte de la Comisión Organizadora.*
2. *Adjudicación de los Proyectos de Investigación que han resultado aprobados en la evaluación final del I Concurso de Proyectos de Investigación con fondos del Canon Minero, sobre canon y regalías mineras. Esta adjudicación debe ajustarse mediante Resolución de Comisión Organizadora.*

*Que, con Oficio N° 0177-2014-VIPAC/CO/UNAM de fecha 11 de junio de 2014, el Vicepresidente Académico hace de conocimiento de la Presidenta de la Comisión Organizadora que el Mag. Elias Escobedo Pacheco, en su condiciópn de Jefe de la Oficina de Investigación Universitaria, señala que han sido subsanadas las observaciones formuladas, asimismo ha realizado los ajustes requeridos, para lo cual tengo a bien de presentar a vuestro despacho el aludido expediente. Debo precisar que los Proyectos de Investigación que han sido aprobados en la evaluación final, quedan expeditos para formalizar la adjudicación correspondiente.*

*Que, estando a lo expuesto, con la dispensa de lectura y aprobación de acta, contando con la vizacion de conformidad de las Oficinas competentes y en uso de las atribuciones que concede la Ley Universitaria N° 30220, y de conformidad a lo acordado por unanimidad en Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de fecha 16 de julio del 2014;*

# *RESOLUCIÓN C.O. N° 405-2014-UNAM*

*Moquegua, 21 de julio del 2014*



***SE RESUELVE:***

***ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR,*** *el resultado de las evaluaciones así como el Ranking de los Proyectos de Investigación, elaborado por el Comité Evaluador, a propósito del* ***I Concurso de Proyectos de Investigación con fondos de canon minero, sobre canon y regalías mineras de la Universidad Nacional de Moquegua****; y es como sigue:*

**PROYECTOS DE CARÁCTER MULTIDISCIPLINARIO (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN):**

| N° | Integrantes del Proyecto | | Nombre del Proyecto de Investigación | Puntaje |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Directora | Dra. BERTHA SILVANA VERA BARRIOS | HABITACIÓN ARQUITECTÓNICA FLOTANTE, A TRAVÉS DE LA LEVITACIÓN CUÁNTICA Y SUPERCONDUCTORES. | 5.00 |
| | Inv. Asociado | Mg. José Luis Morales Rocha. | | |
| | | Mg. Florencia Beatriz Herrera Córdova. | | |
| | | Ing. Osmar Cuentas Toledo. | | |
| | | Mg. Roberto Tito Condori. | | |
| | Inv. Externo | Arq. Freddy Porfirio Niebles Cuayla. | | |
| | | Dr. David Pacheco Salazar. | | |
| | Estudiante | Wilfredo Martin Luis Maquera. | | |
| | Administrativo | MSc. Alcides Nicanor Sánchez Parra. | | |
| 02 | Director | Ing. ARQUÍMIDES LEON VARGAS LUQUE. | ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA - 2014. | 4.25 |
| | Inv. Externo | Ing. Miguel Armando Salas Chávez Villa Alagón. | | |
| | | Ing. Fabrizio del Carpio Delgado. | | |
| 03 | Director | MSc. NILS LEANDER HUAMAN CASTILLA. | INTRODUCCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, SELECCIÓN Y MEJORA GENÉTICA DE LAS ESPECIES DEL GENERO ORIGANUM L. PARA MEJORAR SU RENTABILIDAD EN LA REGIÓN MOQUEGUA. | 4.125 |
| | Inv. Asociado | MSc. José Orlando Quintana Quispe. | | |
| | | Dr. Gregorio Arroyo Japura. | | |
| | | Ing. Jerónimo Martin Sarco Burgos. | | |
| | Inv. Externo | Dr. Herber Lazo Rodríguez. | | |
| | | MSc. José Antonio Valeriano Zapana | | |
| | Egresado | Ciro Suca Colana | | |
| 04 | Director | Dr. WALTER MERMA CRUZ. | OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE MICRO ALGAS NATIVAS CUANTIFICANDO SU POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN EL LITORAL DE LA PROVINCIA DE ILO DEL AÑO 2014. | 4.125 |
| | Inv. Asociado | Blga. Isabel Del Carmen Espinoza Reynoso. | | |
| | | Ing. Giovanna Verónica Guevara Cancho. | | |
| | | Mg. Katy Consuelo Alejandro Pérez. | | |
| | Inv. Externo | QF. Stamber Alvaro Ramirez Revilla. | | |
| 05 | Directora | Ing. VANEZA FLORES GUTIERREZ. | EFECTO DEL SISTEMA INTEGRAL PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO EFICIENTE DEL DESARROLLO LECTIVO DE LA CATEDRA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, 2014. | 4.00 |
| | Inv. Asociado | Ing. Yéssica del Rosario Afaray Sucso | | |
| | | Lic. Vladimir Pablo Vela Poma | | |
| | Inv. Externo | Ing. Danyer Alain Valencia Llamoca | | |
| | | Ing. Jesús Rene Arocutipa Centellas. | | |
| | Estudiante | Juan Carlos Valero Gómez | | |
| | | Diego Ismael Mamani Padilla. | | |
| 06 | Director | MSc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA. | APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES VITIVINÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL Y COMPOST. | 4.00 |
| | Inv. Asociado | Ing. Hugo Calisaya Ccosi. | | |
| | | Ing. Raquel Allison Choquehuanca Pineda. | | |
| | Inv. Externo | MSc. Giovanni Mita Ticona. | | |
| | | Mg. Bernardo Jorge Rojas. | | |
| | Egresada | Gina Sandra Condori Mendoza. | | |
| | | Milagros Maribel Coaguila Gonza. | | |
| | Administrativo | Sujey Milagros Caso Ortega. | | |
| 07 | Director | Ing. AGAPITO FLORES JUSTO. | USO DEL ANALIZADOR PORTÁTIL DE MULTIELEMENTOS Y SU IMPLICANCIA EN LA EVALUACIÓN DE RECURSOS E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA CON OTROS MÉTODOS INDIRECTOS DE LA VETA SALVADORA. | 4.00 |
| | Inv. Asociado | Ing. José Antonio Salas Medina | | |
| | | Ing. Javier Leonardo Salazar Muñoz. | | |
| | Inv. Externo | Ing. Harmuth Acosta Pereira. | | |
| | Egresado | Hayar Hans Hilasaca Gomez. | | |
| | | Joel Eloy Colana Cuayla | | |
| 08 | Director | Mg. ELIAS ESCOBEDO PACHECO. | EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALTA (PERSEA AMERICANA MILL) POR EL MÉTODO DE PRENSADO EN FRIO. | 4.00 |
| | Inv. Asociado | Ing. Olivia Magaly Luque Vilca. | | |
| | Inv. Externo | Mg. Lilia Mary Miranda Ramos. | | |
| 09 | Director | Dr. MILKO RIVERA CAMPANO. | DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA AMENAZADA EN EL DISTRITO DE SAN CRISTÓBAL DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO EN EL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA. | 3.50 |
| | Inv. Asociado | Lic. Mario Román Flores Roque | | |
| | Inv. Externo | Blgo. Luis Fortunato Morales Aranibar. | | |

# RESOLUCIÓN C.O. N° 405-2014-UNAM

*Moquegua, 21 de julio del 2014*



**PROYECTOS DE CARÁCTER MULTIDISCIPLINARIO (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN):**

| N° | NOMBRE DEL PROYECTO | PRESUPUESTO S/. |
|---|---|---|
| 01 | HABITACIÓN ARQUITECTÓNICA FLOTANTE, A TRAVÉS DE LA LEVITACIÓN CUÁNTICA Y SUPERCONDUCTORES. | 240,000.00 |
| 02 | ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA - 2014. | 250,000.00 |
| 03 | INTRODUCCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, SELECCIÓN Y MEJORA GENÉTICA DE LAS ESPECIES DEL GENERO ORIGANUM L. PARA MEJORAR SU RENTABILIDAD EN LA REGIÓN MOQUEGUA | 250,000.00 |
| 04 | OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE MICRO ALGAS NATIVAS CUANTIFICANDO SU POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN EL LITORAL DE LA PROVINCIA DE ILO DEL AÑO 2014. | 250,000.00 |
| 05 | EFECTO DEL SISTEMA INTEGRAL PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO EFICIENTE DEL DESARROLLO LECTIVO DE LA CATEDRA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, 2014. | 249,300.00 |
| 06 | APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES VITIVINÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL Y COMPOST. | 250,000.00 |
| 07 | USO DEL ANALIZADOR PORTÁTIL DE MULTIELEMENTOS Y SU IMPLICANCIA EN LA EVALUACIÓN DE RECURSOS E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA CON OTROS MÉTODOS INDIRECTOS DE LA VETA SALVADORA. | 211,285.00 |
| 08 | EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALTA (PERSEA AMERICANA MILL) POR EL MÉTODO DE PRENSADO EN FRIO. | 250,000.00 |
| 09 | DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA AMENAZADA EN EL DISTRITO DE SAN CRISTÓBAL DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO EN EL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA. | 250,000.00 |

**INVESTIGACIÓN INDIVIDUAL DE PROFESORES (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN)**

| N° | NOMBRE DEL PROYECTO | PRESUPUESTO S/. |
|---|---|---|
| 01 | EMPODERAMIENTO Y FORTALECIMIENTO CIUDADANO DE LA JUVENTUD UNIVERSITARIA A TRAVÉS DEL MODELO DE INTERVENCIÓN LIDERAZGO Y ORGANIZACIÓN. | 30,000.00 |
| 02 | AUDITORIA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SU PROCESO EN LA DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR EMPRESAS MINERAS EN LA PROVINCIA MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA. | 30,000.00 |
| 03 | EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD EMPRENDEDORA DE LOS EGRESADOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL PARA LA APLICACIÓN DE UNA INCUBADORA DE NEGOCIOS AMBIENTALES SOSTENIBLES UNAM - ILO | 29,988.00 |

**INVESTIGACIÓN APLICADA DE ESTUDIANTES (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN)**

| N° | NOMBRE DEL PROYECTO | PRESUPUESTO S/. |
|---|---|---|
| 01 | EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS POBLACIONALES DE LESSONIA NIGRESCENS EN EL LITORAL MARINO DE LA REGIÓN MOQUEGUA. | 5,000.00 |
| 02 | AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI RANDS EN EL CULTIVO DE PALTA VARIEDAD HASS Y FUERTE PARA MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD EN LA REGIÓN MOQUEGUA. | 5,000.00 |
| 03 | CAPTURA Y ADAPTACIÓN A LA CAUTIVIDAD DE REPRODUCTORES DE CORVINA (CILUS GILBERTI) CON TRES DIETAS EN EL LITORAL MARINO DE ILO. | 5,000.00 |
| 04 | EFECTOS DE DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE CORVINA (CILUS GILBERTI) EN SISTEMA DE CAUTIVERIO LITORAL MARINO DE ILO. | 5,000.00 |
| 05 | EVALUACIÓN DE UNA TÉCNICA DE ENSILADO PARA EL ALGA PARDA (LESSONIA TRABECULATA) Y OBSERVACIÓN DE SU CONSUMO POR PARTE DE ABALON ROJO (HALIOTIS RUFESCENS), EN LAS INSTALACIONES DE FONDEPES MORROSAMA | 5,000.00 |

**INVESTIGACIÓN APLICADA DE EGRESADOS (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN)**

| N° | NOMBRE DEL PROYECTO | PRESUPUESTO S/. |
|---|---|---|
| 01 | OPTIMIZACIÓN DEL CORTE DE COLA Y TIEMPO DE GUARDA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PISCO DE UVA ITALIA (VITIS VINÍFERA L.) EN LA REGIÓN MOQUEGUA. | 10,000.00 |
| 02 | EL MORO MORO DE MOQUEGUA: DISTRIBUCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS. | 10,000.00 |
| 03 | INFLUENCIA DE UN SISTEMA GESTOR DEL CONOCIMIENTO PARA ELEVAR EL NIVEL DEL LOGRO DE LAS CAPACIDADES DE LOS ESTUDIANTES EN EL ÁREA DE COMUNICACIÓN INTEGRAL DEL 5TO GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FÉ Y ALEGRÍA, ILO 2014. | 10,000.00 |

**ARTÍCULO TERCERO.- ENCARGAR** *a Vicepresidencia Académica, Vicepresidencia Administrativa, y demás dependencias en lo que les corresponde, disponer las medidas necesarias para el cumplimiento de la presente Resolución.*

***REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.***

DISTRIBUCIÓN:
Presidencia
VIPAC
VIPAD
Interesados
OTIN
Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
PRESIDENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
DRA. BENITA MARITZA CHOQUE QUISPE
PRESIDENTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
SECRETARIA GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
Msc. Alcides Nicanor Sánchez Parra
SECRETARIO GENERAL

# RESOLUCIÓN C.O. N° 405-2014-UNAM

*Moquegua, 21 de julio del 2014*



**PROYECTOS A NIVEL DE PROFESORES**

**INVESTIGACIÓN INDIVIDUAL DE PROFESORES (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN):**

| N° | Integrantes del Proyecto | | Nombre del Proyecto | Puntaje |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Director | Mg. JESÚS EFRAIN MACEDO GONZALES. | EMPODERAMIENTO Y FORTALECIMIENTO CIUDADANO DE LA JUVENTUD UNIVERSITARIA A TRAVÉS DEL MODELO DE INTERVENCIÓN LIDERAZGO Y ORGANIZACIÓN. | 4.625 |
| | Asistente | Lic. Jhon Artemio Valderrama Valderrama. | | |
| | Egresado | Franky Flores Apaza | | |
| | | Eddie Jiml Vargas Melo. | | |
| 02 | Director | Dr. JORGE JINCHUÑA HUALLPA. | AUDITORIA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SU PROCESO EN LA DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR EMPRESAS MINERAS EN LA PROVINCIA MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA. | 3.50 |
| | Asistente | CPC. Luis Enrique Fernández Sosa. | | |
| 03 | Director | MSc. JUAN LUIS CCAMAPAZA AGUILAR. | EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD EMPRENDEDORA DE LOS EGRESADOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL PARA LA APLICACIÓN DE UNA INCUBADORA DE NEGOCIOS AMBIENTALES SOSTENIBLES UNAM - ILO. | 3.50 |
| | Asistente | Ing. Marco Vera Zúñiga. | | |

**PROYECTOS PARA ESTUDIANTES Y EGRESADOS**

**INVESTIGACIÓN APLICADA DE ESTUDIANTES (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN):**

| N° | Integrantes del Proyecto | | Nombre del Proyecto | Puntaje |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Director | Ing. ERNESTO LARICANO FLORES | EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS POBLACIONALES DE LESSONIA NIGRESCENS EN EL LITORAL MARINO DE LA REGIÓN MOQUEGUA. | 4.50 |
| | Estudiante | José Carlos Zapata Rojas. | | |
| | | Cynthia Kiara Lagos Quispe. | | |
| 02 | Director | MSc. NILS LEANDER HUAMAN CASTILLA | AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI RANDS EN EL CULTIVO DE PALTA VARIEDAD HASS Y FUERTE PARA MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD EN LA REGIÓN MOQUEGUA. | 4.00 |
| | Estudiante | Esteban Remberto Granados Cuayla. | | |
| | | John Victor Cama Curasi | | |
| 03 | Director | Lic. MARIO ROMAN FLORES ROQUE | CAPTURA Y ADAPTACIÓN A LA CAUTIVIDAD DE REPRODUCTORES DE CORVINA (CILUS GILBERTI) CON TRES DIETAS EN EL LITORAL MARINO DE ILO. | 3.00 |
| | Estudiante | Alfredo Maquera Maquera. | | |
| 04 | Director | Dr. GREGORIO ARROYO JAPURA | EFECTOS DE DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE CORVINA (CILUS GILBERTI) EN SISTEMA DE CAUTIVERIO LITORAL MARINO DE ILO. | 3.00 |
| | Estudiante | Franklin Fernández Gómez Alanoca. | | |
| | | Jose Jancarlo Salas Anco. | | |
| 05 | Director | Mg. SHEDA MENDEZ ANCCA. | EVALUACIÓN DE UNA TÉCNICA DE ENSILADO PARA EL ALGA PARDA (LESSONIA TRABECULATA) Y OBSERVACIÓN DE SU CONSUMO POR PARTE DE ABALON ROJO (HALIOTIS RUFESCENS), EN LAS INSTALACIONES DE FONDEPES MORROSAMA. | 3.00 |
| | Estudiante | Saly Rosmery Chagua Zapata. | | |

**INVESTIGACIÓN APLICADA DE EGRESADOS (APROBADOS PARA ADJUDICACIÓN):**

| N° | Integrantes del Proyecto | | Nombre del proyecto | Puntaje |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Director | MSc. NILS LEANDER HUAMAN CASTILLA. | OPTIMIZACIÓN DEL CORTE DE COLA Y TIEMPO DE GUARDA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PISCO DE UVA ITALIA (VITIS VINÍFERA L.) EN LA REGIÓN MOQUEGUA. | 3.50 |
| | Egresada | Geraldine Francin Reaño García. | | |
| 02 | Director | Ing. ARQUÍMIDES LEON VARGAS LUQUE. | EL MORO MORO DE MOQUEGUA: DISTRIBUCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS. | 3.50 |
| | Egresado | Richard Javier Maquera Quispe. | | |
| | Estudiante | Katheryn Mariana Gallegos Luglio. | | |
| | Inv. Externo | Cesar Villa Alagon | | |
| 03 | Director | Ing. VANEZA FLORES GUTIERREZ. | INFLUENCIA DE UN SISTEMA GESTOR DEL CONOCIMIENTO PARA ELEVAR EL NIVEL DEL LOGRO DE LAS CAPACIDADES DE LOS ESTUDIANTES EN EL ÁREA DE COMUNICACIÓN INTEGRAL DEL 5TO GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FÉ Y ALEGRÍA, ILO 2014. | 3.25 |
| | Egresada | Shirle Dania Aragón Coaguila. | | |
| | Egresada | Verónica Quispe García. | | |

***ARTÍCULO SEGUNDO.- ASIGNAR,*** *económicamente a los Proyectos de Investigación ganadores del I Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional de Moquegua, los siguientes fondos provenientes del canon minero, Sobrecanon y regalías mineras, para el financiamiento según lo establecido en las Bases del mencionado concurso, reglamentos y Directivas correspondientes, de acuerdo al siguiente detalle:*