

**UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA"
DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
TESIS**

**EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN,
PORCENTAJE DE LEVADURA Y MALTA EN LA OBTENCIÓN
DE ETANOL A PARTIR DE Colocasia esculenta "PITUCA"**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR : Bach. DELIA ORFELINA TORRES SILVA
: Bach. WILMER ALCIDES CHÁVEZ MUÑOZ**

ASESOR : Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN, PORCENTAJE DE
LEVADURA Y MALTA EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE**

Colocasia esculenta "PITUCA"

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR : Bach. DELIA ORFELINA TORRES SILVA

Bach. WILMER ALCIDES CHÁVEZ MUÑOZ

ASESOR : Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN, PORCENTAJE DE
LEVADURA Y MALTA EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE**

Colocasia esculenta "PITUCA"

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR : Bach. DELIA ORFELINA TORRES SILVA

Bach. WILMER ALCIDES CHÁVEZ MUÑOZ

ASESOR : Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor que nos da la vida y la fortaleza para seguir adelante, alcanzar con éxito las metas y por hacer posible lo imposible.

A mis padres José Santos y Teresita; quienes son ejemplo, que me enseñaron valores, la persistencia ante los obstáculos de la vida y a levantarse cada vez que uno cae.

Delia

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor que nos da la vida y la fortaleza para seguir adelante, alcanzar con éxito nuestras metas y por permitir hacer posible lo imposible.

A mis padres Teófilo y Teresa quien con su ejemplo me enseñó a no rendirme ante los obstáculos de la vida y a levantarse cada vez que uno cae.

A mi hijo Marco Adriano y a mi fiel compañera Xshelitza Guadalupe por ser la inspiración y el aliento incondicional para seguir a delante en los momentos más difíciles.

Wilmer

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por la contribución en nuestra profesionalización efectuados por los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

De manera especial al asesor de este trabajo, Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz, por el tiempo dedicado; por su invaluable y constante deseo de perfeccionar la investigación que se realizó.

A los técnicos encargados de los laboratorios que facilitaron y brindaron todos los medios necesarios para la ejecución de la tesis.

A nuestras familias por su respaldo moral y económico durante el desarrollo de la carrera profesional.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Ms. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

DECANO DE FACULTAD DE INGENIERIA Y

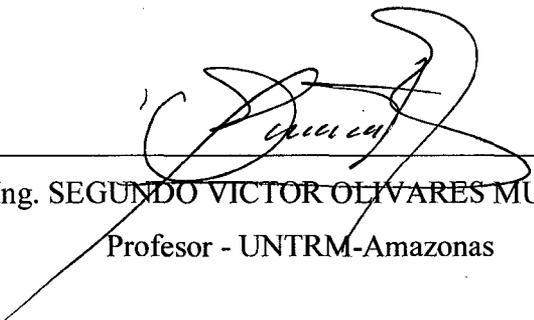
CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado el proyecto y la realización de la tesis titulada EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN, PORCENTAJE DE LEVADURA Y MALTA EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE (*Colocasia esculenta*) "PITUCA" presentado por los Bachilleres DELIA ORFELINA TORRES SILVA y WILMER ALCIDES CHÁVEZ MUÑOZ, egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-Amazonas, de igual forma da el visto bueno y compromete a orientar el levantamiento de observaciones y respaldar la sustentación de la tesis.

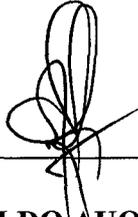
Se expide la presente, a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, 20 de Junio de 2016



Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ
Profesor - UNTRM-Amazonas

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

Presidente



Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

Secretario



Ing. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI

Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de JUNIO del año 2016, siendo las 05:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Erick Aldo Aguirre Silva

Secretario: Ing. Santos Trifunfo Leiva Espinoza

Vocal: Ing. Lizette Daniana Mendez Fasabi

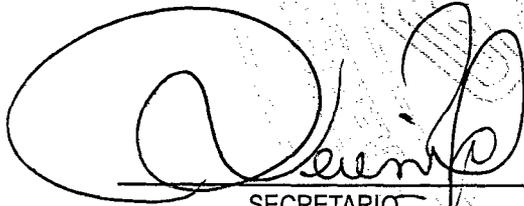
para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por el(la) bachiller,

don(ña) Delia Orfelina Torres Silva

titulado Evaluación del tiempo de fermentación, porcentaje de levadura y malta en la obtención de etanol a partir de Colocasia esculenta "PITUCA".

Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la **APROBACIÓN (X)**, **DESAPROBACIÓN ()** por mayoría (X) por unanimidad (); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

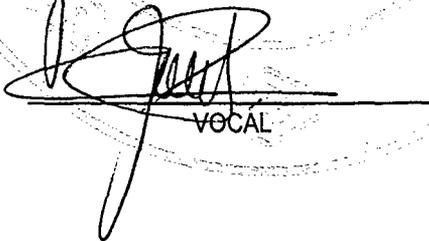
Siendo las 6:36 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de Tesis.



SECRETARIO



PRESIDENTE



VOCAL

Form 6-T



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 27 de JUNIO del año 2016, siendo las 05:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Erick Aldo Aguiñivín Silva

Secretario: Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza

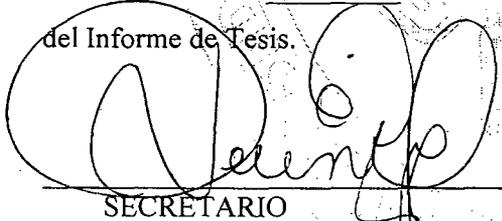
Vocal: Ing. Lizette Dariana Méndez Fasabi

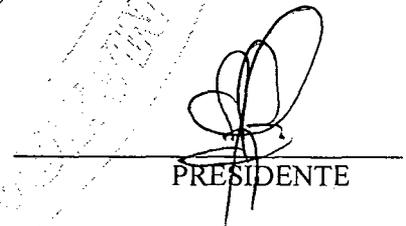
para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Wilmer Alcides Chávez Muñoz

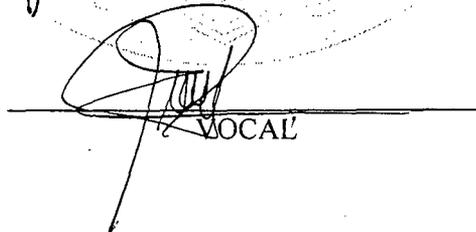
titulado "Evaluación del tiempo de fermentación, porcentaje de levadura y Malta en la obtención de etanol a partir de Colocasia esculenta "Pitoca"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 6:36 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

Form6- T



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vi
INDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. La Pituca (<i>Colocasia esculenta</i>)	2
1.2. Malta	6
1.3. Levadura (<i>Saccharomyces cereviseae</i>).....	7
1.4. Etanol	8
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	9
2.1. Lugar de ejecución.....	9
2.2. Materia prima.....	9
2.3. Métodos.....	9
2.3.1. Metodología de elaboración.....	9
2.3.2. Análisis fisicoquímico de la materia prima: Pituca.	12
2.3.3. Análisis del producto final	13

2.4.	Diseño experimental	15
III.	RESULTADO.....	18
3.1.	Características fisicoquímicas de la materia prima.....	18
3.2.	Análisis sensorial del etanol de pituca.....	18
3.3.	Análisis fisicoquímico de la muestra optima aceptada organolépticamente del etanol de pituca.....	22
3.4.	Análisis del rendimiento de etanol de pituca de los tratamientos.....	23
IV.	DISCUSIÓN	24
V.	CONCLUSIÓN.....	26
VI.	RECOMENDACIÓN	27
VII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	28
	ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas del corno de pituca.....	5
Tabla 2. Composición química del corno de pituca y de trigo, por 100g.....	5
Tabla 3. Composición nutricional de la malta.....	6
Tabla 4. Escala hedónica	13
Tabla 5. Grado de satisfacción organoléptica.....	17
Tabla 6. Características fisicoquímicas de la pituca.....	18
Tabla 7. Evaluación sensorial (dos atributos y una aceptación general) del etanol de pituca	21
Tabla 8. Análisis fisicoquímico del etanol de pituca.....	22
Tabla 9. Análisis del rendimiento de etanol de pituca de los tratamientos.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para la obtención de malta a partir de cebada certificada.....	10
Figura 2. Flujograma para la obtención de los tratamientos para la obtención de etanol a partir de la fermentación de <i>Colocasia esculenta</i> “Pituca”	12
Figura 3. Valoración respecto al color.	19
Figura 4. Valoración respecto al olor.	19
Figura 5. Valoración respecto a la impresión general.	20

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo evaluar los porcentaje de levadura y malta en la obtención de etanol a partir de *Colocasia esculenta* “pituca”, proveniente de la provincia de Bongará, región Amazonas – Perú, teniendo en cuenta por pruebas piloto que el tiempo de fermentación es 15 días, para lo cual se formuló seis muestras manteniendo constante la cantidad de almidón aislado de pituca a la cual se le agregó porcentajes de levadura (0.2% y 0.3%) y combinaciones de malta (500, 1500 y 2500), donde se evaluó como variable respuesta el rendimiento de extracción de etanol, sus características fisicoquímicas y sensoriales. Consistió en producir etanol a partir de almidón hidrolizado mediante cocción; que se fermentó de forma anaeróbica con *Saccharomyces cerevisiae*, controlando las variables porcentaje de levadura y malta. Se empleó un experimento bifactorial (2A x 3B), bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), se efectuó el análisis de varianza, se usó el software SPSS 15.0. La formulación de mejor calificación hedónica (4.5833) fue el tratamiento seis, (Malta: 2500; Levadura: 0.3%), la cual se acerca a la calificación “Me gusta mucho” de los 12 panelistas semientrenados, al mismo que se realizó el análisis fisicoquímico donde se observó la ausencia de furfural en el etanol de pituca; también es el que contiene 80.7 mg/100mL de alcohol metílico y un rendimiento promedio en la obtención de etanol de 4.66%.

Palabras claves: Malta, levadura, etanol, fermentación, destilación.

ABSTRACT

The research was to evaluate the percentage of yeast and malt in obtaining ethanol from *Colocasia esculenta* "pituca" from the province of Bongará Amazon region - Peru, considering pilot tests that the fermentation time is 15 days, for which six samples was formulated keeping constant the amount of isolated starch pituca to which was added percentages yeast (0.2% and 0.3%) and combinations of malt (500, 1500 and 2500), which was evaluated response variable extraction yield of ethanol, the physicochemical and sensory characteristics. It consisted of producing ethanol from hydrolyzed starch by cooking; that anaerobically fermented with *Saccharomyces cerevisiae*, controlling the variables percentage of yeast and malt. One bifactorial experiment (2A x 3B) was used under a complete block design at random (DBCA), analysis of variance was performed, and the SPSS 15.0 software was used. The formulation of better hedonic rating (4.5833) was treating six (Malta: 2500; yeast: 0.3%), which approaches the rating "Like a lot" of the 12 semi-trained panelists, the same analysis was performed physicochemical where the absence of furfural in ethanol pituca was observed; It is also containing 80.7 mg / 100 mL of methyl alcohol and an average yield in ethanol production of 4.66%.

Keywords: Malta, yeast, ethanol, fermentation, distillation.

I. INTRODUCCIÓN

La región Amazonas posee condiciones edafoclimáticas favorables para el desarrollo de una amplia y variada gama de productos hortícolas, entre ellos el *Colocasia esculenta* “pituca” cultivo que presenta una alta producción en las provincias de Bagua, Bongará, y Utcubamba, donde se cultiva de forma tradicional y empírica, la planta produce una especie de órgano de reserva en su base que se denomina técnicamente como “cormo”. Este cormo viene a ser la parte utilizable de la planta como tuberosa o fuente de carbohidratos para consumo en fresco y comida de cerdos.

La pituca es un cultivo esencialmente tropical de alto rendimiento por hectárea (9 TM) y de fácil laboreo. Se encuentra difundido mayormente en la zona de ceja de selva; su producción anual promedio es de 16 700 TM, volumen que potencialmente tiene la posibilidad de incrementarse con su potencial industrialización. En la región Amazonas se reporta un total de 465.74 TM, donde la provincia de Bagua reporta 175.15 TM, seguida de la provincia de Bongará con 25.40 TM y la provincia de Utcubamba con un total de 265.19 TM de producción, según la Dirección Regional Agraria de Amazonas en el año 2014 al 2015.

La pituca es una planta herbácea, tiene tallo subterráneo, esférico y alargado. Rico en contenido de almidón, con una concentración de 22,3% de carbohidratos por 100g de porción comestible, el cual tiene un potencial agroindustrial, ya que el almidón es un polisacárido aprovechable para la obtención de diferentes derivados, dentro de los cuales está el etanol el que se obtiene mediante la fermentación y destilación, un producto que tiene alto valor

comercial tanto para su consumo como bebida alcohólica, biocombustible o como aditivo en la industria farmacéutica.

De acuerdo a lo mencionado se propone efectuar una investigación para evaluar el tiempo de fermentación, la levadura y la malta en la producción de etanol a partir de *Colocasia esculenta* "pituca"; ya de esta manera se estaría dando valor agregado a esta materia prima que no es aprovechada en la región Amazonas; logrando incentivar su cultivo, incrementar su precio de venta, ser una alternativa para producción de etanol y una nueva opción de desarrollo agroindustrial.

1.1. La Pituca (*Colocasia esculenta*)

Planta herbácea suculenta y perenne tropical, alcanza de 1m a 2m de altura, produce cormo central comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico, el color de la pulpa es por lo general de color blanco, pero puede presentarse clones colorados hasta llegar a morado (Morín, 1983).

El cormo de la pituca se divide en la zona cortical y el cilindro central, donde la primera es angosta y de apariencia compacta y está formado por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón. El cilindro central el tejido básico es parénquima, pero de células irregulares y con paredes delgadas, constituidas principalmente por almidón. (León, 1987).

En nuestro medio se a podido reconocer 3 variedades de colocasia esculenta, llamándose negra si la variedad que tiene en la base del limbo y fusil del caquis una coloración rosada, mientras que la variedad blanca tiene esta porción del caquis color amarillento claro. La variedad japonesa se distingue por la coloración pigmentada azul morado de su cormo. (Manases, 1970).

La diferencia de los rendimientos se debe a la variedad que se cultive, la idoneidad del suelo, sostén de cultivo. El cultivo de la pituca suelen hacerse en terrenos sin preparación, se usan intercalados en cultivos perennes, como cauchos, bananos, cacao, cocos, etc. Por

lo que soporta un prolongado almacenamiento de 6 – 7 de temperatura con una HR de 80% y una adecuada circulación de aire son recomendados. (Núñez, 1989).

La Pituca (*Colocasia esculenta*) es una planta de origen asiático introducida en las islas de Korea y Japón, distribuida en América tropical y sub tropical, adaptado en ambientes de selva y ceja de selva, con altas precipitaciones entre 1800 a 2500 msnm, temperaturas entre 12°C a 35°C y alta luminosidad. Algunas variedades crecen en suelos donde el agua es suministrada por irrigación (cultivos secos), mientras que otras crecen bajo el agua, requieren aproximadamente 7 meses para madurar, pudiéndose cultivar todo el año. (Morín, 1983).

La pituca o vituca es uno de las materias primas poco utilizadas, teniendo una composición del 27% de almidón, posee tamaños de granulo de almidón entre 1 a 6,5 micras, cualidad que le hace un almidón de calidad, pues mientras más pequeño sea el tamaño del granulo de almidón, mayor será su digestibilidad. En el Perú a esta raíz se le conoce como “Pituca o Vituca” variando en algunos departamentos como “Aratrina” en Huánuco. “Taro” en Moyobamba, “Michutsi”, en lugares de selva alta, “Witina” en el bajo Amazonas.”, mientras que otros países toma diferentes nombres como “Malanga” en Puerto Rico, “Cara” en Brasil, “Ñame” en Costa Rica, “Taro” en Centro América. (Núñez, 1989).

Se cultiva y se usa en la ceja de selva en los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco y Ucayali, siendo un alimento importante en la dieta de la población rural, sin embargo, en los últimos años su uso y comercialización se incrementó hasta llegar a los mercados de las zonas urbanas, esto debido a que los cormos pueden ser consumidas en diversas maneras y por ser ricas en carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y fibra, y bajos en grasas, cenizas y de origen orgánico. (Núñez, 1989).

Su clasificación taxonómica se presenta a continuación:

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Alismatales
Familia	Araceae
Genero	Colocasia
Especie	Colocasia esculenta

Fuente: Morín, 1983.

Es un tubérculo rico en minerales y carbohidratos beneficiosos para la salud. El tallo de la planta también constituye un remedio natural, fuente de tiamina, riboflamina, hierro, fósforo, y zinc, un buen recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre y manganeso. Los cormos (tallo bulboso subterráneo) tienen un alto contenido en almidón y son fuente de fibra dietética. El ácido oxálico puede estar presente en el cormo y especialmente en la hoja, por lo que no puede ser ingerido por personas con problemas de riñones, gota o artritis reumática. (Núñez; 1989).

La pituca es un alimento bajo en proteínas y grasas, siendo su mayor valor alimenticio en su contenido de carbohidratos y nutritivamente frente a la yuca, la papa y cereales la pituca resulta de mayor valor alimenticio (Morín, 1983).

Tabla 1. Características fisicoquímicas del corno de pituca

Componentes	% Base húmeda	% Base seca
Humedad	74.3	-
Proteína	1.5	5.8
Grasa	0.6	2.3
Fibra	0.9	3.5
Ceniza	1.2	4.7
Carbohidratos	21.5	83.7
Otros análisis		
Almidón (g/100gm.s)	-	73.8
Acido oxálico (g/100gm.s)	-	15.6

Fuente: Morín (1983).

La Composición química del corno de pituca según Collazos 1996 y de trigo, por 100g de porción comestible.

Tabla 2. Composición química del corno de pituca y de trigo, por 100g

Componentes	Pituca(g)	Trigo (g)
Agua	73,7	14,5
Proteína	1,6	8,6
Grasas	0,5	1,5
Carbohidratos	23,2	73,7
Fibra	0,8	3,0
Cenizas	1,0	1,7

Fuente: Collazos et al. (1 996).

1.2. Malta

La malta es cebada germinada o trigo germinado, cuyo proceso de germinación se interrumpe en el momento óptimo, de máximo contenido enzimático, por calentamiento a 90-105° C en la caldera de fermentación o en horno de desecación. Durante la germinación de los cereales se forman en los granos importantes enzimas como amilasas, hemicelulasas, proteasas, fosfatasas y oxidasas que tienen gran importancia para preparar un mosto que sirva de sustrato inicial para la fermentación y maduración. (Carretero, 2011).

La cebada se germina y luego seca, para convertirse en malta activándose de esta forma enzimas como la amilasa que convertirán los almidones en azúcares solubles. En el transcurso de los años, se ha ido imponiendo, prácticamente en todo el mundo, el aroma de las cervezas elaboradas a partir de cebada malteada. Además, la cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón. Que es la sustancia que da origen el extracto fermentable. (Hough, 2002)

Tabla 3. Composición nutricional de la malta

GRUPO	AZUCARES
Porción comestible	1,00
Agua (ml)	8,00
Energía (Kcal)	300,00
Carbohidratos (g)	84,80
Proteínas	5,20
Lípidos	0,10
Potasio (mg)	20,00
Riboflavina (B2) (mg)	0,18

Fuente: Araujo y Pilco, 2014.

1.3. Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta. (Hough, 2002)

Las *Saccharomyces cerevisiae*, tienen la capacidad de fermentar los azúcares, convertir el azúcar en dióxido de carbono y alcohol, hace esta función de forma tan eficiente que puede fermentar su propio peso en glucosa en no más de una hora.

Las levaduras pueden ser beneficiosas o perjudiciales, en la alteración de zumos de frutas, melazas, carnes, etc. Las fermentaciones por levaduras intervienen en los procesos de fabricación del pan, cerveza, vino, vinagre y quesos de maduración superficial, así como en la obtención de compuestos químicos y enzimas.

Las levaduras se clasifican fundamentalmente por sus características morfológicas las cuales se determinan por examen microscópico, aunque para los microbiólogos son más importantes ciertas características fisiológicas.

En la industria se utiliza la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, al ser considerada como la mayor productora de etanol a nivel mundial. Este hecho se evidencia en un sin número de atributos que para tal fin presenta esta levadura, como por ejemplo su capacidad de respiración tanto aeróbica como anaeróbica, y la utilización de sustratos como glucosa, fructuosa, galactosa, maltosa, entre otros (Tuite y Oliver, 1991).

Saccharomyces Cerevisiae es uno de los microorganismos más atractivos para trabajar, se ha utilizado en las industrias alimentarias y ha sido clasificado como un organismo GRAS (Generally Recognized As Safe). Así mismo, posee un gran potencial para la producción de etanol fermentando la glucosa, soportando altas concentraciones de la misma, logrando altos niveles de producción y rendimiento (Chandrakant y Bisaria, 1998)

1.4. Etanol

El etanol, cuya fórmula química es C_2H_5OH , es el componente activo esencial de las bebidas alcohólicas. Es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidos en distintas frutas, y la destilación, consistente en la depuración de las bebidas fermentadas. El proceso productivo del etanol se da a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales (cereales, caña de azúcar, remolacha o biomasa) combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa. Dependiendo de su fuente de obtención, su producción implica fundamentalmente el proceso de separación de las azúcares, y la fermentación y destilación de las mismas. (Palacio, 1956).

El etanol es el alcohol producido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa. Dependiendo de su fuente de obtención, su producción implica fundamentalmente molienda, fermentación y destilación de las mismas. Se puede obtener a partir de 3 principales tipos de materias primas, como: Materia rica en sacarosa (la melaza de caña de azúcar y sorgo dulce), materia rica en almidón (cereales y tubérculos), materia rica en celulosa (madera y residuos agrícolas). (Singh, 2004).

Además de usarse con fines culinarios (Bebida alcohólica), el etanol se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales y en el sector farmacéutico, como principio activo de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso de alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes). Es un buen disolvente, y puede utilizarse como anticongelante. La industria química lo utiliza como compuesto de partida en la síntesis de diversos productos, como el acetato de etilo (un disolvente para pegamentos, pinturas, etc.), el éter di etílico, etc. Se emplea como combustible industrial y doméstico. En el uso doméstico, se emplea el alcohol de quemar.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Lugar de ejecución.

La elaboración del etanol a partir de pituca y la evaluación sensorial se realizó en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Materia prima.

La materia prima utilizada fue: corno de pituca (*Colocasia esculenta*) cultivada en el distrito de Jazán, provincia Bongará, región Amazonas, se recolectó la pituca fresca en un estado de madurez fisiológica, donde el corno pasará por un proceso de selección, lavado, pelado, cortado, cocción, fermentación y destilación.

2.3. Métodos.

2.3.1. Metodología de elaboración.

2.3.1.1. Elaboración de malta.

Para la elaboración de malta se empleó cebada certificada, y siguiendo los siguientes pasos:

- **Materia prima:** La materia prima que se empleamos fue cebada certificada para elaboración de malta.
- **Triturado:** Se trituro la cebada para facilitar el proceso de fermentación.
- **Dilución:** Se realizó una dilución de la cebada triturada con agua de 1:6 respectivamente, para facilitar la cocción.
- **Cocción:** Se realizó la cocción en una olla de aluminio a 60°C por 60 minutos, para ablandar la materia prima.

- **Tamizado:** Se realizó pasando la cebada con agua por un tamiz (coladores plásticos) para obtener una pulpa homogénea.
- **Enfriado:** Se realizó rápidamente hasta llegar a 20°C.
- **Inoculación:** Se agregó 20 ml de mosto a 20 °C. El cual después de 10 minutos más comenzó a formar un anillo espumoso con gases producto de la actividad microbiana, el cual fue nuestro indicador que las levaduras estaban listas para inocular a la dilución de cebada con agua.
- **Fermentación:** Se realizó con la finalidad de que reaccionen la cebada y la levadura para la obtención de malta.

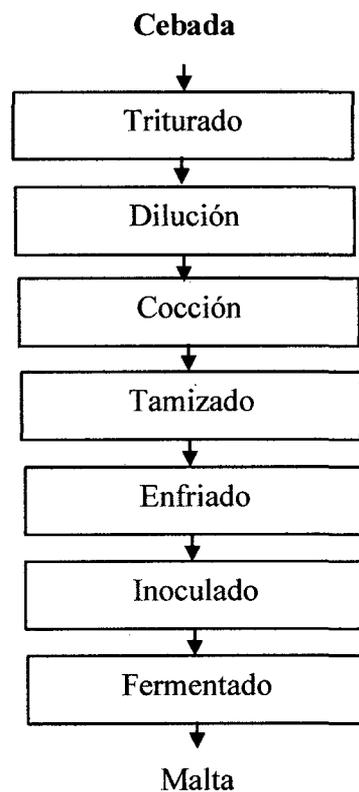


Figura 1. Flujograma para la obtención de malta a partir de cebada certificada

2.3.1.2. Elaboración de etanol de pituca.

Para la elaboración de etanol de pituca se siguen los siguientes pasos:

- **Materia prima:** La materia prima que se utilizó fue pituca.
- **Lavado:** Se realizó un lavado de la pituca con agua corriente para garantizar el procesamiento inocuo de la fruta.
- **Pelado y corte:** Se realizó un corte a la fruta para facilitar la extracción de la pulpa.
- **Pesado:** Se pesó la pituca para obtener el rendimiento de la fruta.
- **Cocción:** Se realizó la cocción en una olla de aluminio a 80°C por 40 minutos, para ablandar la materia prima.
- **Pulpeado:** La extracción de la pulpa de la pituca, se realizó empleando una licuadora industrial.
- **Enfriado:** Se realizó rápidamente hasta llegar a 20°C.
- **Dilución:** Se realizó pasando la pulpa por un tamiz (coladores plásticos) para obtener una pulpa homogénea, en esta etapa se agregó la malta y se inoculó la levadura, dosificados para cada uno de los tratamientos.
- **Fermentación:** Se realizó con la finalidad de reducir que reaccionen la malta con el mosto y la levadura para su próxima extracción de etanol.
- **Destilación:** Se realizó en caliente a una temperatura no menor a 75 a 80 °C por 45 minutos a 1 hora por cada tratamiento, para la extracción de etanol de pituca.

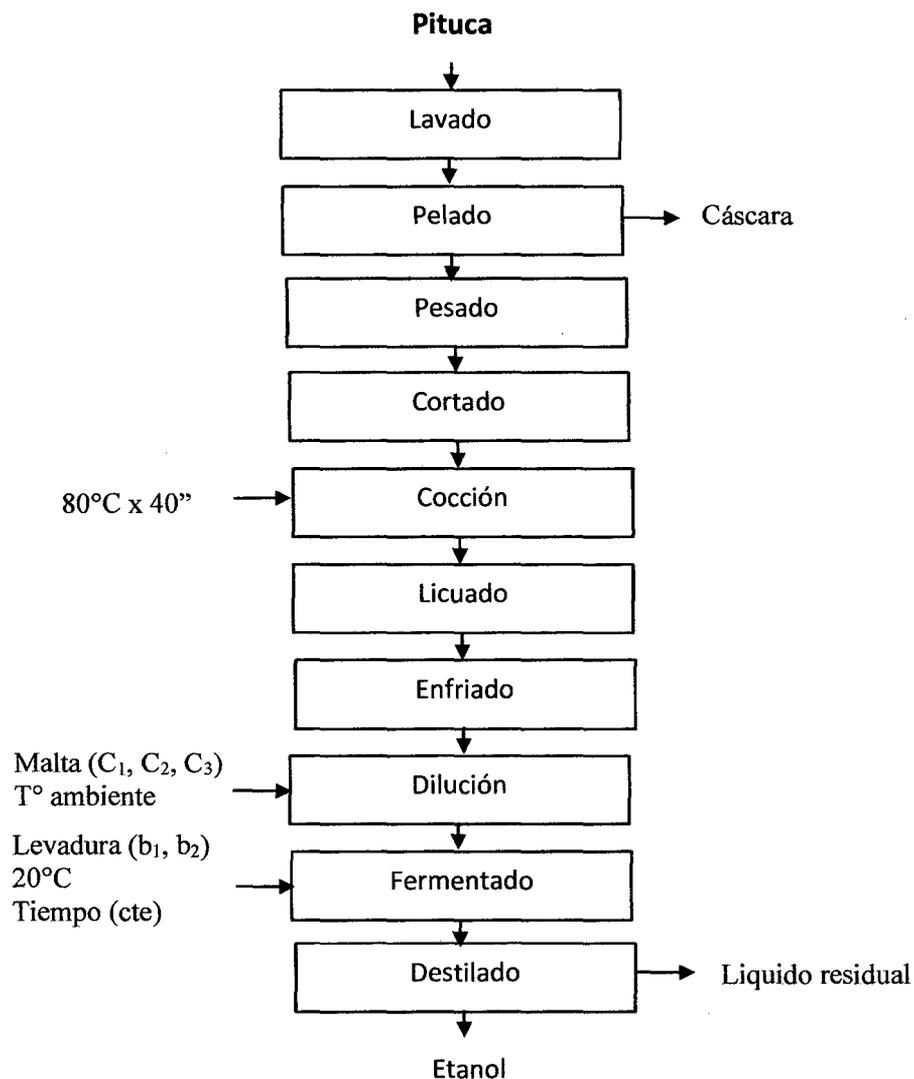


Figura 2. Flujograma para la obtención de los tratamientos para la obtención de etanol a partir de la fermentación de *Colocasia esculenta* “Pituca”

2.3.2. Análisis fisicoquímico de la materia prima: Pituca.

- **Determinación de sólidos solubles totales:** Se realizó mediante el método del refractómetro digital de marca EXTCH, modelo RF80 y rango 0-45° Brix.
- **Determinación de pH:** Se realizó mediante el método del potenciómetro empleando un pH- metro marca QUIMIS, modelo Q 400MT, que mide el potencial de hidrogeno.

2.3.3. Análisis del producto final

Se evaluó las características fisicoquímicas y las características organolépticas mediante una prueba sensorial descriptiva cuantitativa.

a) Análisis organoléptico

El análisis sensorial se realizó mediante la prueba efectiva para evaluar Color, Olor y Aspecto general utilizando una escala hedónica verbal de cinco niveles, donde, los jueces semientrenados (12), indicaron el grado de satisfacción de las muestras. Esta evaluación se realizó en el Laboratorio de Tecnología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas en la ciudad de Chachapoyas.

1. Determinación de la escala hedónica

Se eligieron 5 atributos cada uno con su puntaje respectivo, de esa manera hacer una evaluación más exacta.

Tabla 4. Escala hedónica

Puntaje	Atributos
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Elaboración propia

2. Preparación de las muestras

Una vez destilado nuestro etanol de pituca, se sirvió en vasos previamente rotulados de la siguiente manera para su identificación.

Tratamiento N°1: T1

Tratamiento N°2: T2

Tratamiento N°3: T3

Tratamiento N°4: T4

Tratamiento N°5: T5

Tratamiento N°6: T6

3. Recolección de datos

- A los evaluadores se les explicó el objetivo del presente trabajo y los conceptos que debían tener en cuenta para completar las respectivas calificaciones (Anexo B) para la evaluación del etanol de pituca.
- Los panelistas, indicaron el grado de satisfacción para cada una de las muestras, con las que se va a trabajar los datos obtenidos.

b) Análisis fisicoquímico

La caracterización fisicoquímica del etanol de pituca se realizó de la muestra más relevante según el análisis sensorial, estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Alimentos La Molina, siguiendo las normas AOAC, manuales de instrumentos de laboratorio y otros procedimientos descritos en libros y tesis, determinando lo siguiente;

- Acidez volátil (mg/100mL alcohol anhidro) (expresado como ácido acético)
- alcohol metílico (mg/100mL alcohol anhidro)
- Alcoholes superiores totales (mg/100 mL alcohol anhidro)
- Aldehído acético o acetaldehído (mg/100mL alcohol anhidro)

- Esteres (como aceto de etilo) (mg/100 Ml alcohol anhidro)
- Extracto seco (g/L de muestra original)
- Furfural (mg/100mL alcohol anhidro)
- Alcohol (Grado alcohólico) (%v/v a 20°C/20°C)
- Plomo (Pb) (*) (parte por millón)
- Zinc (Zn) (parte por millón)
- Cobre (Cu) (parte por millón)
- Arsénico (*) (parte por millón)
- Materias Extrañas

c) Rendimiento de destilación

Se determinó el rendimiento de destilación de cada una de las muestras de cada tratamiento y con ello poder tener una muestra por la cual optar para su réplica industrialmente.

2.4. Diseño experimental

En esta investigación se realizó el análisis empleando un experimento bifactorial bajo un diseño completamente al azar (DCA); porque nos permite trabajar con diferente número de repeticiones por tratamiento (6), además de que las unidades experimentales son completamente homogéneas.

Las unidades experimentales están conformadas por 2500 ml de pituca, con una cantidad de malta: (500, 1500 y 2500), porcentaje de levadura: (0.20 – 0.30) propuesta.

FACTORES (3Ax2B) con 3 Repeticiones.

✓ **Factor A:** Cantidad de malta (ml)

a1: 500

a2: 1500

a3: 2500

✓ **Factor B:** Porcentaje de levadura

b1: 0.2%

b2: 0.3%

✓ **Variable respuesta:** Grado de satisfacción (Color, Olor y Aspecto general) del etanol de pituca.

✓ **Unidad Experimental:** Etanol de pituca.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

- $i = 1, 2, 3$ (Nivel del factor A)
- $j = 1, 2$ (Nivel del factor B)
- $k = 1, 2, \dots, 12$ (Bloques)

Además:

Y_{ijk} : Aceptabilidad organoléptica (Color, Olor e Aspecto general), con la i -ésima dilución, la j - esima concentración de estabilizante y la k -ésima repetición.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto de la i -ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del j -ésimo tratamiento.

$\alpha\beta_{ij}$: Efecto de la Interacción del Factor A y Factor B.

E_{ijk} : Error experimental.

Tabla 5. Grado de satisfacción organoléptica.

Panelistas (Bloques)	Tratamientos					
	500		1500		2500	
	0.2%	0.3%	0.2%	0.3%	0.2%	0.3%
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza de un factor

Se realizó la evaluación de supuestos del modelo, y se determinó que cumple la igualdad de varianzas (Prueba de Levene $p > 0.05$) y la normalidad (Prueba de Kolmogorov-Smirnov, $p > 0.05$); por tanto, se realizó el ANOVA para determinar si existe diferencias significativas entre las 6 formulaciones del etanol de pituca.

Comparaciones múltiples

Además, se utilizó la prueba Tukey para las comparaciones múltiples de promedios de tratamientos (formulaciones).

III. RESULTADOS

3.1. Características fisicoquímicas de la materia prima.

3.1.1. Pituca.

En la Tabla 6, se muestra los análisis que se realizó a la pituca, cuyos resultados son promedios de tres repeticiones por análisis.

Tabla 6. Características fisicoquímicas de la pituca.

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO
° Brix	12
pH	6.3
Acidez	1.92
Índice de madurez	7.29

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Análisis sensorial del etanol de pituca.

En la Tabla 7 se muestran los atributos sensoriales: color, olor e aspecto general del etanol de pituca.

En el aspecto, color se encontró diferencia significativa entre las muestras (T1, T2, T3, T4, T5, T6) según Tukey al 95% de confianza, esto quiere decir que para los

jueces semientrenados hubo diferencia en aspecto (color) que distinga una muestra de la otra, asimismo se tiene que la mayor calificación en color lo tiene la muestra (T6: 4.3333) (Figura 3).

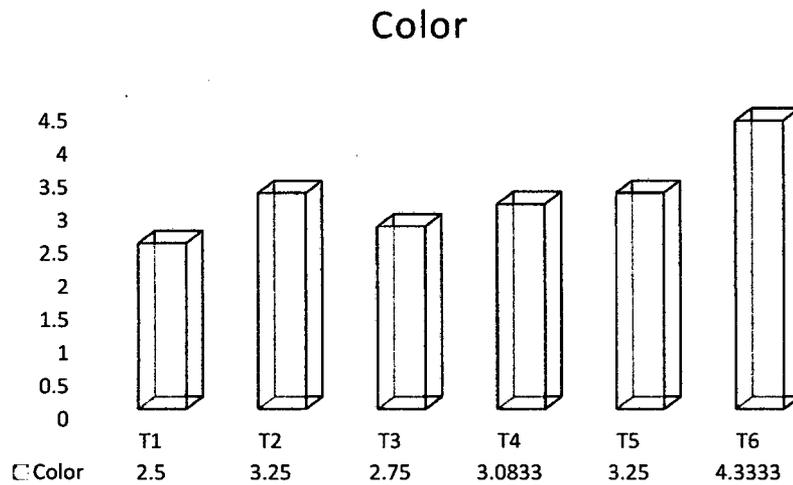


Figura 3. Valoración respecto al color.

Para el atributo sensorial olor en el que se determinó en el etanol de pituca, existen diferencias significativas entre los tratamientos según Tuckey al 95% de confianza, siendo la muestra de mayor calificación (T6: 4.5833) y las demás presentaron similares resultados no significativas (T1: 2.4167; T2: 2.7500, T3: 3.0000; T4: 3.5000; T5: 4.0833) (Figura 4).

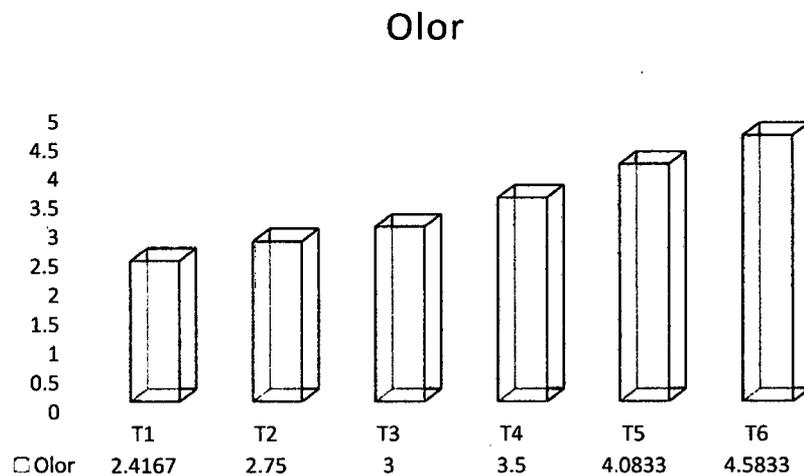


Figura 4. Valoración respecto al olor.

Asimismo, se determinó el atributo sensorial aspecto general del etanol de pituca, que es la apreciación global o preferencia que permite valorar las muestras, teniendo en cuenta atributos anteriormente mencionados, encontrándose que existe diferencia significativa para los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) según Tukey al 95% de confianza, siendo la muestra de mayor calificación (T6: 4.5833) y las demás presentaron similares resultados significativas (T1: 2.5833; T2: 2.5000, T3: 2.7500; T4: 3.6667; T5: 3.6667) (Figura 5).

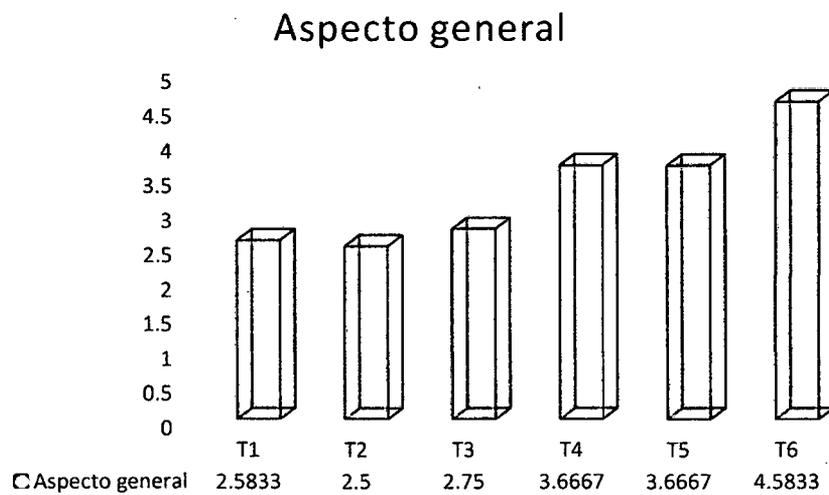


Figura 5. Valoración respecto al aspecto general.

Tabla 7. Evaluación sensorial (dos atributos y una aceptación general) del etanol de pituca

Tratamiento	Formulación		Color	Olor	Aspecto general
	Cantidad de Malta	Porcentaje de levadura	Media	Media	Media
T1	500	0.20%	2.5000 a	2.4167 a	2.5833 a
T2	1500	0.30%	3.2500 a	2.7500 ab	2.5000 a
T3	2500	0.20%	2.7500 a	3.0000 ab	2.7500 a
T4	500	0.30%	3.0833 a	3.5000 bc	3.6667 b
T5	1500	0.20%	3.2500 a	4.0833 cd	3.6667 b
T6	2500	0.30%	4.3333 b	4.5833 d	4.5833 c

¹Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos para $p=0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey* al 95% de confianza.

3.3. Análisis fisicoquímico de la muestra óptima aceptada organolépticamente del etanol de pituca.

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico que se realizó al etanol de pituca.

Tabla 8. Análisis fisicoquímico del etanol de pituca

N°	ENSAYO	RESULTADO
1	Acidez volátil (mg/100mL alcohol anhidrido) (expresado como ácido acético)	66.1
2	Alcohol metílico (mg/100mL alcohol anhidro)	80.7
3	Alcoholes superiores totales (mg/100 mL alcohol anhidro)	11534.2
4	Aldehído acético o acetaldehído (mg/100mL alcohol anhidro)	14.6
5	Esteres (como aceto de etilo) (mg/100 ml alcohol anhidro)	72.2
6	Extracto seco (g/L de muestra original)	0,2
7	Furfural (mg/100mL alcohol anhidro)	0,0
8	Alcohol (Grado alcohólico) (%v/v a 20°C/20°C)	6,5
9	Plomo (Pb) (*) (parte por millón)	No detectable
10	Zinc (Zn) (parte por millón)	0,4
11	Cobre (Cu) (parte por millón)	63,0
12	Arsénico (*) (parte por millón)	No detectable
13	Materias Extrañas	Ausencia

Fuente: Informe de ensayo N° 003366-2016. Lab. Calidad Total La Molina.

3.4. Análisis del rendimiento de etanol de pituca de los tratamientos

En la Tabla 9 se muestran los rendimientos de extracción de etanol de pituca en el proceso de destilación, el mismo que fue para 150ml de etanol puro.

Tabla 9. Rendimiento de extracción de etanol de pituca

Tratamiento	Cantidad de destilación de alcohol	Rendimiento
T1	15 mL	1.15%
T2	15 mL	1.15%
T3	19 mL	1.30%
T4	22 mL	1.46%
T5	70 mL	4.66%
T6	70 mL	4.66%

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es considerada como la mayor productora de etanol a nivel mundial. Este hecho se evidencia en un sin número de atributos que para tal fin presente esta levadura, como por ejemplo su capacidad de respiración tanto aeróbica como anaeróbica, y la utilización de sustratos como glucosa, fructuosa, galactosa, maltosa, entre otros (Tuite y Oliver, 1991). *Saccharomyces Cerevisiae* es uno de los microorganismos más atractivos para trabajar, se ha utilizado en las industrias alimentarias y ha sido clasificado como un organismo GRAS (Generally Recognized As Safe). Así mismo, posee un gran potencial para la producción de etanol fermentando la glucosa, soportando altas concentraciones de la misma, logrando altos niveles de producción y rendimiento (Chandrakant y Bisaria. 1998). En la investigación se evaluó el porcentaje de levadura (0.2% y 0.3%) empleada en la fermentación del mosto de pituca, la misma que acelero el proceso de fermentación.

La malta es cebada germinada o trigo germinado, cuyo proceso de germinación se interrumpe en el momento óptimo, de máximo contenido enzimático, por calentamiento a 90-105° C en la caldera de fermentación o en horno de desecación. Durante la germinación de los cereales se forman en los granos importantes enzimas como amilasas, hemicelulasas, proteasas, fosfatasas y oxidasas que tienen gran importancia para preparar un mosto que sirva de sustrato inicial para la fermentación y maduración. (Carretero, 2011). En el presente estudio se utilizó cebada certificada para la obtención de malta, la misma que se utilizó en tres cantidades diferentes 500, 1500 y 2500 que fueron empleadas en los distintos tratamientos evaluados.

Según el análisis fisicoquímico de nuestra muestra obtuvo 80.7 mg/100 mL de alcohol metílico, teniendo de referencia normas internacionales los límites permisibles de

metanol son mínimo 80 mg/100ml y máximo 150 mg/100ml para elaboración de vinos a 10°GL.

Las bebidas se diferencian por su graduación alcohólica, no por el tipo de alcohol, que es siempre el mismo; según el tipo de elaboración se distingue entre bebidas fermentadas la que tiene una graduación alcohólica volumétrica entre los 3.5 y los 15 grados y las bebidas destiladas con su graduación entre los 15 y los 45 grados. Contrarrestando con nuestra investigación se tiene que la muestra T6 la cual es aceptada organolépticamente contiene 6.5 grados alcohólicos (%v/v a 20°C/20°C) lo cual nos indica que se encuentra dentro del rango de las bebidas fermentadas.

El principio fundamental de la conservación por medio de la fermentación es: estimular el crecimiento de los microorganismos productores de alcohol y ácido y suprimir o controlar el crecimiento de los tipos proteolíticos y lipolíticos. (PALACIO, 1956). En general, observando los fenómenos producidos en las fermentaciones, se deduce que hay casos en que dichos fenómenos se producen por la intervención de seres microscópicos como las levaduras; en el cual se asume que en el caso del alcohol de pituca se lleva un proceso de conservación por la elevada concentración de ácido acético, alcohol metílico y alcoholes superiores según resultados obtenidos.

El mosto de fermentación es el producto obtenido de la mezcla de malta, lúpulo y agua (Hernández, 2003). En el caso del proceso para la obtención de alcohol de pituca, el mosto es la mezcla de malta, agua y un proceso de cocción para luego ser inoculado y fermentado.

V. CONCLUSIÓN

- Se evaluó y determino que el tiempo de fermentación fue 15 días, el porcentaje de levadura 0.3% y el porcentaje de malta del 50 %, en la obtención de etanol a partir de *Colocasia esculenta* “pituca”, teniendo en conclusión que a mayor cantidad de levadura y malta se obtienen mejores resultados.
- En el análisis organoléptico los panelistas tuvieron preferencia por el T6 (Malta: 2500; Levadura: 0.3%) con una aceptación general de (4.5833) acercándose a una calificación de “me gusta”, porque tiene un equilibrio en todos sus atributos sensoriales.
- En el análisis fisicoquímico se observa la ausencia de Furfural en el etanol de pituca elegido organolépticamente, este ya que se tuvo una buena fermentación puesto que la formación de Furfural podría atribuirse a la presencia de sacarosa en los mostos. La ausencia de Furfural en nuestra muestra podría utilizarse como una forma de poder diferenciarlo de una muestra adulterada.
- Según nuestros resultados fisicoquímicos se tiene 80.7 mg/100mL de alcohol metílico en la muestra evaluada, y basándose en normas internacionales este tipo de alcohol se puede emplear en la elaboración de vinos a 10°Gl.

VI. RECOMENDACIONES

1. Elaborar un proyecto productivo, que enmarque el aspecto técnico y económico para producir etanol de pituca, el cual permita la transformación de materias primas propias de la región Amazonas, generando ingresos económicos a las familias agricultoras con la búsqueda de nichos de mercado.
2. Se debe seguir las buenas prácticas de manufactura (BPM) durante todo el proceso para evitar contaminaciones y en consecuencia evitar su posterior deterioro.
3. La confiabilidad de los resultados sensoriales dependerá de la exactitud de los datos recopilados del panel de evaluadores. Por tanto, se recomienda afinar ciertos aspectos como el entrenamiento de los evaluadores para que diferencien bien cada atributo evaluado.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Araujo, N. y Pilco, W. 2014. Tesis: Influencia de porcentaje de almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*) y azúcar en la producción de cerveza artesanal de cebada (*Hordeum vulgare*).
2. Chandrakant P & Bisaria. (1998) Simultaneous bioconversion of cellulose and hemicellulose to ethanol. Crit. Rev. Biotechnol. 18: 295–331.
3. Collazos, CH. C.; Alvistur, J. F.; Vásquez, G. J.; et Al. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima, PE, Séptima Edición. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. 86 p.
4. DRA-A. (Dirección Regional Agraria de Amazonas), 2014. Amazonas.
5. Hough, J. (2002). Biotecnología de la Cerveza y de la Malta. Zaragoza. Acribia.
6. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2004. Compendio Estadístico 2004. Lima, PE. 966 p.
7. Morín, CH. 1983. La Pituca: Información Básica sobre su Cultivo. Lima, PE, UNALM Dirección Universitaria de Proyección Social. 70 p.
8. Nuñez, R. (1989). Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca en la elaboración de panes enriquecidos con hidrolizado de pescado. Tesis. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
9. Palacio, Ll. 1956. Fabricación de Alcohol. Barcelona: Salvat.
10. Singh, G. S. Murthy, J. V. Graeber, M. E. Tumblesom. Grain Quality Issues Related to Corn Dry Grind Processing. 2004.
11. León, J. 1968. Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales. San José, CR, Edit. I.I.C.A. 487 p.
12. Manases F. 1970. Importancia de la pituca para la alimentación humana. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima – Perú.
13. Tuite, M. y Oliver, S. 1991. Saccharomyces. Editorial Plenum Press. York, Estados Unidos. 272p.
14. Hernández, P.A. 2003. Microbiología industrial. Editorial EUNED. Chile. pp. 36-61.
15. Carretero, C. F. 2011. Innovación Tecnológica en la Industria de Bebidas, primera edición, Colombia.

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Tratamientos			Tratamientos	Olor	Impresión	Color
T1	N		12	12	12	12
	Parámetros normales(a,b)	Media	1.00	2.4167	2.5833	2.5000
		Desviación típica	.000(c)	.51493	.66856	.67420
	Diferencias más extremas	Absoluta		.374	.309	.354
		Positiva		.374	.309	.354
		Negativa		-.288	-.233	-.229
	Z de Kolmogorov-Smirnov Sig. asintót. (bilateral)			1.296	1.069	1.227
T2	N		12	12	12	12
	Parámetros normales(a,b)	Media	2.00	2.7500	2.5000	3.2500
		Desviación típica	.000(c)	.45227	.52223	.86603
	Diferencias más extremas	Absoluta		.460	.331	.307
		Positiva		.290	.331	.193
		Negativa		-.460	-.331	-.307
	Z de Kolmogorov-Smirnov Sig. asintót. (bilateral)			1.593	1.146	1.063
T3	N		12	12	12	12
	Parámetros normales(a,b)	Media	3.00	3.0000	2.7500	2.7500
		Desviación típica	.000(c)	.73855	.45227	.75378
	Diferencias más extremas	Absoluta		.250	.460	.257
		Positiva		.250	.290	.257
		Negativa		-.250	-.460	-.213
	Z de Kolmogorov-Smirnov Sig. asintót. (bilateral)			.866	1.593	.890
T4	N		12	12	12	12
	Parámetros normales(a,b)	Media	4.00	3.5000	3.6667	3.0833
		Desviación típica	.000(c)	.79772	.49237	.51493
	Diferencias más extremas	Absoluta		.401	.417	.398
		Positiva		.265	.249	.398
		Negativa		-.401	-.417	-.352
	Z de Kolmogorov-Smirnov Sig. asintót. (bilateral)			1.390	1.446	1.377
T5	N		12	12	12	12
				.042	.031	.045

T6	Parámetros normales(a,b)	Media	5.00	4.0833	3.6667	3.2500
		Desviación típica	.000(c)	.66856	.49237	.96531
	Diferencias más extremas	Absoluta		.300	.417	.198
		Positiva		.300	.249	.186
		Negativa		-.284	-.417	-.198
	Z de Kolmogorov-Smirnov			1.038	1.446	.686
	Sig. asintót. (bilateral)			.232	.031	.734
	N		12	12	12	12
	Parámetros normales(a,b)	Media	6.00	4.5833	4.5833	4.3333
		Desviación típica	.000(c)	.51493	.51493	.65134
	Diferencias más extremas	Absoluta		.374	.374	.279
		Positiva		.288	.288	.279
		Negativa		-.374	-.374	-.264
	Z de Kolmogorov-Smirnov			1.296	1.296	.966
Sig. asintót. (bilateral)			.070	.070	.308	

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Color	2.489	5	66	.040
Olor	.923	5	66	.472
Impresión	1.860	5	66	.113

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Color	Inter-grupos	23.944	5	4.789	8.466	.000
	Intra-grupos	37.333	66	.566		
	Total	61.278	71			
Olor	Inter-grupos	41.111	5	8.222	20.872	.000
	Intra-grupos	26.000	66	.394		
	Total	67.111	71			
Impresión general	Inter-grupos	40.458	5	8.092	28.998	.000
	Intra-grupos	18.417	66	.279		
	Total	58.875	71			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
Color	T1	T2	-.75000	.30704	.157	-1.6512	.1512
		T3	-.25000	.30704	.964	-1.1512	.6512
		T4	-.58333	.30704	.411	-1.4845	.3179
		T5	-.75000	.30704	.157	-1.6512	.1512
		T6	-	.30704	.000	-2.7345	-.9321
			1.83333(*)				
	T2	T1	.75000	.30704	.157	-.1512	1.6512
		T3	.50000	.30704	.583	-.4012	1.4012
		T4	.16667	.30704	.994	-.7345	1.0679
		T5	.00000	.30704	1.000	-.9012	.9012
		T6	-	.30704	.010	-1.9845	-.1821
			1.08333(*)				
T3	T1	.25000	.30704	.964	-.6512	1.1512	
	T2	-.50000	.30704	.583	-1.4012	.4012	

		T4	-0.33333	.30704	.885	-1.2345	.5679
		T5	-.50000	.30704	.583	-1.4012	.4012
		T6	-	.30704	.000	-2.4845	-.6821
			1.58333(*)				
	T4	T1	.58333	.30704	.411	-.3179	1.4845
		T2	-.16667	.30704	.994	-1.0679	.7345
		T3	.33333	.30704	.885	-.5679	1.2345
		T5	-.16667	.30704	.994	-1.0679	.7345
		T6	-	.30704	.002	-2.1512	-.3488
			1.25000(*)				
	T5	T1	.75000	.30704	.157	-.1512	1.6512
		T2	.00000	.30704	1.000	-.9012	.9012
		T3	.50000	.30704	.583	-.4012	1.4012
		T4	.16667	.30704	.994	-.7345	1.0679
		T6	-	.30704	.010	-1.9845	-.1821
			1.08333(*)				
	T6	T1	1.83333(*)	.30704	.000	.9321	2.7345
		T2	1.08333(*)	.30704	.010	.1821	1.9845
		T3	1.58333(*)	.30704	.000	.6821	2.4845
		T4	1.25000(*)	.30704	.002	.3488	2.1512
		T5	1.08333(*)	.30704	.010	.1821	1.9845
Olor	T1	T2	-.33333	.25624	.784	-1.0854	.4187
		T3	-.58333	.25624	.218	-1.3354	.1687
		T4	-	.25624	.001	-1.8354	-.3313
			1.08333(*)				
		T5	-	.25624	.000	-2.4187	-.9146
			1.66667(*)				
		T6	-	.25624	.000	-2.9187	-
			2.16667(*)				1.4146
	T2	T1	.33333	.25624	.784	-.4187	1.0854
		T3	-.25000	.25624	.924	-1.0021	.5021
		T4	-.75000	.25624	.051	-1.5021	.0021
		T5	-	.25624	.000	-2.0854	-.5813

			1.33333(*)				
		T6	-	.25624	.000	-2.5854	-
			1.83333(*)				1.0813
T3		T1	.58333	.25624	.218	-.1687	1.3354
		T2	.25000	.25624	.924	-.5021	1.0021
		T4	-.50000	.25624	.381	-1.2521	.2521
		T5	-	.25624	.001	-1.8354	-.3313
			1.08333(*)				
		T6	-	.25624	.000	-2.3354	-.8313
			1.58333(*)				
T4		T1	1.08333(*)	.25624	.001	.3313	1.8354
		T2	.75000	.25624	.051	-.0021	1.5021
		T3	.50000	.25624	.381	-.2521	1.2521
		T5	-.58333	.25624	.218	-1.3354	.1687
		T6	-	.25624	.001	-1.8354	-.3313
			1.08333(*)				
T5		T1	1.66667(*)	.25624	.000	.9146	2.4187
		T2	1.33333(*)	.25624	.000	.5813	2.0854
		T3	1.08333(*)	.25624	.001	.3313	1.8354
		T4	.58333	.25624	.218	-.1687	1.3354
		T6	-.50000	.25624	.381	-1.2521	.2521
T6		T1	2.16667(*)	.25624	.000	1.4146	2.9187
		T2	1.83333(*)	.25624	.000	1.0813	2.5854
		T3	1.58333(*)	.25624	.000	.8313	2.3354
		T4	1.08333(*)	.25624	.001	.3313	1.8354
		T5	.50000	.25624	.381	-.2521	1.2521
Impresión	T1	T2	.08333	.21565	.999	-.5496	.7163
		T3	-.16667	.21565	.971	-.7996	.4663
		T4	-	.21565	.000	-1.7163	-.4504
			1.08333(*)				
		T5	-	.21565	.000	-1.7163	-.4504
			1.08333(*)				
		T6	-	.21565	.000	-2.6330	-

		2.00000(*)				1.3670
T2	T1	-.08333	.21565	.999	-.7163	.5496
	T3	-.25000	.21565	.854	-.8830	.3830
	T4	-	.21565	.000	-1.7996	-.5337
		1.16667(*)				
	T5	-	.21565	.000	-1.7996	-.5337
		1.16667(*)				
	T6	-	.21565	.000	-2.7163	-
		2.08333(*)				1.4504
T3	T1	.16667	.21565	.971	-.4663	.7996
	T2	.25000	.21565	.854	-.3830	.8830
	T4	-.91667(*)	.21565	.001	-1.5496	-.2837
	T5	-.91667(*)	.21565	.001	-1.5496	-.2837
	T6	-	.21565	.000	-2.4663	-
		1.83333(*)				1.2004
T4	T1	1.08333(*)	.21565	.000	.4504	1.7163
	T2	1.16667(*)	.21565	.000	.5337	1.7996
	T3	.91667(*)	.21565	.001	.2837	1.5496
	T5	.00000	.21565	1.000	-.6330	.6330
	T6	-.91667(*)	.21565	.001	-1.5496	-.2837
T5	T1	1.08333(*)	.21565	.000	.4504	1.7163
	T2	1.16667(*)	.21565	.000	.5337	1.7996
	T3	.91667(*)	.21565	.001	.2837	1.5496
	T4	.00000	.21565	1.000	-.6330	.6330
	T6	-.91667(*)	.21565	.001	-1.5496	-.2837
T6	T1	2.00000(*)	.21565	.000	1.3670	2.6330
	T2	2.08333(*)	.21565	.000	1.4504	2.7163
	T3	1.83333(*)	.21565	.000	1.2004	2.4663
	T4	.91667(*)	.21565	.001	.2837	1.5496
	T5	.91667(*)	.21565	.001	.2837	1.5496

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

Color

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3	1	
HSD de	T1	12	2.5000		
Tukey(a)	T3	12	2.7500		
	T4	12	3.0833		
	T2	12	3.2500		
	T5	12	3.2500		
	T6	12		4.3333	
	Sig.		.157	1.000	

Olor

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05				
		2	3	4	1	
HSD de	T1	12	2.4167			
Tukey(a)	T2	12	2.7500	2.7500		
	T3	12	3.0000	3.0000		
	T4	12		3.5000	3.5000	
	T5	12			4.0833	4.0833
	T6	12				4.5833
	Sig.		.218	.051	.218	.381

Aspecto general

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3	1	
HSD de	T2	12	2.5000		
Tukey(a)	T1	12	2.5833		
	T3	12	2.7500		
	T4	12		3.6667	
	T5	12		3.6667	
	T6	12			4.5833
	Sig.		.854	1.000	1.000

ANEXO B. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA DE ETANOL DE PITUCA ACEPTABLE ORGANOLEPTICAMENTE.



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 003366 - 2016

SOLICITANTE : CHAVEZ MUÑOZ WILMER ALCIDES
DIRECCIÓN LEGAL : JR. PRIMAVERA N° 353 URB. SANTA ROSA DE LIMA
 : RUC: --- Teléfono: ---
PRODUCTO : ALCOHOL DE PITUCA (RIZOMA DE LA COLACASIA ESCULENTA)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I
CANTIDAD RECIBIDA : 04 Botellas de 750 ml c/u de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en botella de vidrio cerrado con corcho
SOLICITUD DE SERVICIO : S'S N°EN-002007 -2016
REFERENCIA : Aceptación telefonica
FECHA DE RECEPCIÓN : 02 05-2016
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.



ENSAYO	RESULTADO
1 - Acidez Volatil (mg / 100 ml alcohol anhidro) (Expresado como acido acetico)	66.1
2 - Alcohol Metilico (mg / 100 mL alcohol anhidro)	80.7
3 - Alcoholes Superiores Totales(mg / 100 ml alcohol anhidro)	11534.2
4 - Aldehido Acetico o Acetaldehido(mg / 100 ml alcohol anhidro)	14.6
5 - Esteres (Como Acetato de Etilo)(mg / 100 mL alcohol anhidro)	72.2
6 - Extracto Seco(g / L de muestra original)	0.2
7 - Furfural(mg / 100 ml alcohol anhidro)	0.0
8 - Alcohol (Grado Alcohólico(* v/v a 20 °C / 20 °C)	6.5
9 - Plomo (Pb)(*)(Partes por millón)	No detectable
10 - Zinc (Zn)(Partes por millón)	0.4
11 - Cobre (Cu)(Partes por millón)	63.0
12 - Arsénico (*)(Partes por millón)	No detectable
13 - Materias Extrañas	Ausencia

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1 - NTP 211.035.2003
- 2 - NTP 211.035.2003
- 3 - NTP 211.035.2003
- 4 - NTP 211.035.2003
- 5 - NTP 211.035.2003

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 003366 - 2016

Pág 1/2



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 003366 - 2016

- 6.- AOAC 920.47 Cap. 26 Ed. 19 Pág. 7 2012
- 7.- NTP 211.035 2003
- 8.- NTP 211.004 2004
- 9.- AOAC 972.25 Cap. 9 Ed. 19 Pág. 32-33 2012
- 10.- AOAC 975.03 Cap. 3 Ed. 19 Pág. 5-6 2012
- 11.- AOAC 967.08 Cap. 26 Ed. 19 Pág. 7 2012
- 12.- AOAC 975.03 Cap. 3 Ed. 19 Pág. 5-6 2012 / AOAC 920.205 Ed. 19 Cap. 11 Pág. 25 2012
- 13.- NTP 213.014 (Revisada 2012) 1973

Observaciones: (*) Límite de detección: Plomo: 0,08 ppm; Arsénico: 0,1 ppm.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/05/2016 Al 10/05/2016.

ADVERTENCIA:

- 1 - El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2 - Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios
- 3 - Valido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce
- 4 - Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 10 de Mayo de 2016



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM.

Cecilia Alegria Arnedo
Ing. Mg. Sc. Cecilia Alegria Arnedo
DIRECTORA TÉCNICA
CIP. N° 185515

Pág 2/2

ANEXO C. FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Análisis sensorial del etileno de pituca

Nombre:.....Fecha:.....

Producto: Etileno de pituca

Evalué las muestras o tratamientos según la escala hedónica siguiente:

Puntaje	Atributo
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Nota: escribir en el cuadro el número de la calificación correspondiente.

ASPECTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Olor:						
Color:						
Aspecto General:						
Observaciones:						

Gracias por su cooperación.

ANEXO D. RESULTADOS SENSORIALES DEL ETANOL DE PITUCA

Evaluador	Muestra	Color	Olor	Aspecto general
1	T1	2	2	2
	T2	2	3	2
	T3	2	3	3
	T4	2	3	3
	T5	3	4	4
	T6	5	4	5
2	T1	3	2	2
	T2	4	3	3
	T3	3	2	2
	T4	3	4	4
	T5	5	4	4
	T6	4	5	4
3	T1	2	3	2
	T2	4	2	3
	T3	2	3	2
	T4	3	4	3
	T5	4	5	4
	T6	5	4	5
4	T1	3	2	2
	T2	2	3	3
	T3	4	3	3
	T4	3	4	4
	T5	2	4	3
	T6	4	5	4
5	T1	2	3	3
	T2	3	2	2
	T3	2	3	3
	T4	3	4	3
	T5	3	5	4
	T6	5	4	5
6	T1	3	2	2
	T2	4	3	3
	T3	3	2	3
	T4	4	2	4
	T5	3	3	3
	T6	5	5	4

7	T1	3	2	3
	T2	2	3	2
	T3	4	2	3
	T4	3	4	4
	T5	4	4	4
	T6	4	5	5
8	T1	4	3	2
	T2	3	3	2
	T3	2	3	3
	T4	3	4	4
	T5	4	5	3
	T6	5	4	4
9	T1	2	2	3
	T2	4	3	2
	T3	3	4	3
	T4	3	4	4
	T5	4	3	3
	T6	4	5	4
10	T1	2	2	3
	T2	4	3	3
	T3	3	4	3
	T4	3	4	4
	T5	2	4	4
	T6	4	5	5
11	T1	2	3	4
	T2	3	2	3
	T3	2	3	2
	T4	4	3	3
	T5	2	4	4
	T6	3	4	5
12	T1	2	3	3
	T2	4	3	2
	T3	3	4	3
	T4	3	2	4
	T5	3	4	4
	T6	4	5	5

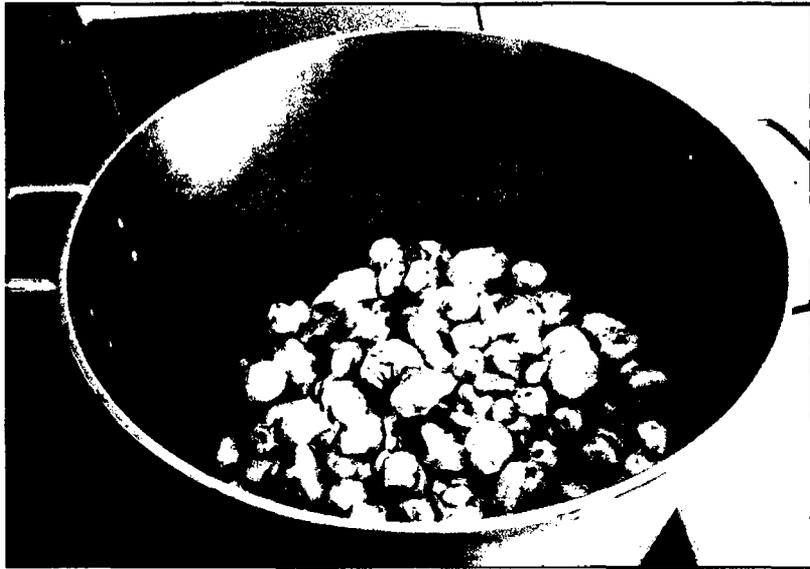
ANEXO E. GALERIA DE FOTOGRAFIAS



Fotografía 01. Pituca



Fotografía 02. Pelado



Fotografía 03. Cocción.



Fotografía 04. Pesado



Fotografía 05. Licuado



Fotografía 06. Triturado de la cebada.



Fotografía 07. Estandarización: Dilución



Fotografía 08. Fermentación



Fotografía 09. Destilación